

О ПРАВИЛЬНОМ ПОДБОРЕ И НАСТРОЙКЕ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ В ТЕПЛОМ ПУНКТЕ

Сухоцкий А. Б.,

к. т. н., заместитель директора по развитию ГК «Теплосила», Минск

ВВЕДЕНИЕ

Большинство проблем в современных тепловых пунктах возникают из-за неправильного подбора или настройки оборудования, а разработка единой и доступной методики подбора регулирующей арматуры для тепловых пунктов до настоящего времени является актуальной задачей.

С одной стороны, формулы для расчета условного диаметра и максимальной пропускной способности регулирующих клапанов и регуляторов давления давно известны, они получены из достоверных гидравлических выражений и представлены в различных пособиях [1–3]. С другой стороны, методика применения этих формул неоднозначна и трактуется по-разному. Поэтому часто на практике при расчете одного и того же объекта проектировщики используют идентичные формулы, но получают разные решения подбора регулирующей арматуры. Кроме того, в нормативной документации [4] подбор регулирующей арматуры предлагается осуществлять на основе

методик производителя регулирующей арматуры, которые часто не прописаны или не понятны.

Наибольшие сомнения у проектировщиков, как правило, возникают при обеспечении запаса тепловой мощности на тепловом пункте. Рекомендуется, чтобы регулирующая арматура в штатном режиме работала в диапазоне своей настройки от 0,2 до 0,7 [2]. При меньшей настройке снижается качество регулирования, возможно возникновение автоколебательного режима работы у регуляторов давления, что приводит к их быстрому износу. Настройка арматуры менее 0,7 необходима для случая несоблюдения тепловыми сетями температурного режима и для увеличения при необходимости расхода теплоносителя на 20% больше расчетного.

Часто, в том числе и в [3], предлагается обеспечивать запас по расходу за счет увеличения расчетной максимальной пропускной способности регулирующей арматуры на 20%. Но если для регуляторов давления эта рекомендация не вызы-

вает сомнений, то при подборе регулирующего клапана возникают обоснованные противоречия. В тех же источниках [2, 3], ссылаясь на европейский опыт, авторы заявляют, что основной характеристикой качества регулирования для клапана является его внешний авторитет, который для клапанов с линейной характеристикой должен быть более 0,5. Но, увеличивая максимальную пропускную способность клапана на 20%, согласно рекомендациям [3], проектировщик однозначно уменьшает внешний авторитет клапана и снижает качество регулирования.

В данной работе представлена разработанная специалистами ГК «Теплосила» методика подбора регулирующих клапанов и регуляторов давления для тепловых пунктов в максимально доступном и обоснованном изложении, в которой разрешены приведенные выше противоречия [5].



Для подбора регулирующего клапана и регулятора давления для водяных систем теплоснабжения необходимо определить диаметр условного прохода D_y , мм, и максимальную пропускную способность K_{vs} , м³/ч, регулирующей арматуры. Для расчета этих параметров необходимо знать максимальный объемный расход воды через регулирующую арматуру G_{max} , м³/ч. Если этот параметр неизвестен, то он определяется через проектную тепловую нагрузку системы Q , кВт:

$$G_{max} = 0,86 Q / (T_1 - T_2), \quad (1)$$

где T_1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе теплового пункта, °С; T_2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе теплового пункта, °С.

Диаметр условного прохода рассчитывается по формуле:

$$D_y = 18,8 \times \sqrt{(G_{max} / V)}, \quad (2)$$

где V – скорость в выходном сечении регулирующей арматуры, м/с.

Скорость в выходном сечении выбирается из условия обеспечения малошумной работы регулирующей арматуры (шум от регулирующей арматуры на расстоянии 1 м менее 40 Дб) и отсутствия эрозийных процессов в затворе арматуры. Если нет ограничений по шуму от регулирующей арматуры (например, для ЦТП), при-

нимаем скорость $V = 5$ м/с, при которой отсутствуют эрозийные процессы в арматуре, иначе, если есть ограничения по шуму (например, для ИТП многоквартирных домов), принимаем $V = 3$ м/с. (Следует понимать, что при выборе заниженной расчетной скорости получим завышенный диаметр условного прохода клапана и неоправданно увеличенную стоимость регулирующей арматуры.) После определения расчетного диаметра условного прохода регулирующей арматуры выбираем из каталога производителя клапан или регулятор с ближайшим **большим** диаметром условного прохода.

Расчетная максимальная пропускная способность регулирующей арматуры определяется по формуле:

$$K_v = k_{san1} G_{max} / \sqrt{\Delta P}, \quad (3)$$

где ΔP – расчетные потери давления на регулирующей арматуре при максимальном объемном расходе, бар; k_{san1} – коэффициент запаса.

Для регулятора давления коэффициент ($k_{san1} = 1,2$) обеспечивает настройку регулирующего органа для расчетного режима в прикрытом положении, что позволяет при необходимости обеспечить расход воды через систему на 20% больше расчетного. Для регулирующего клапана ($k_{san1} = 1,0$) запас по расходу

обеспечивается правильной настройкой перепада давления, поддерживаемого регулятором на регулируемом участке.

Потери давления на регулирующей арматуре выбираются из условия обеспечения качественного регулирования температуры воды для потребителя.

Для регулирующего клапана расчетные потери давления выбирают:

– для закрытой системы ГВС и независимой системы теплоснабжения равной потерям давления в теплообменнике с подводящими теплопроводами и арматурой;

– для открытой системы ГВС и зависимой системы теплоснабжения равной потерям давления в соответствующей системе или на перемычке (в большинстве случаев можно принять $\Delta P = 0,4$ бар).

Для регулятора перепада давления расчетные потери давления определяют из условия срабатывания избыточного располагаемого перепада давления на вводе в систему теплоснабжения

$$\Delta P = \Delta P_{\text{суст}} - \Delta P_{\text{py}} - \Delta P_{\text{доп}} \quad (4)$$

где $\Delta P_{\text{суст}}$ – располагаемый перепад давления на вводе в систему теплоснабжения, бар; ΔP_{py} – перепад давления, поддерживаемый регулятором на регулируемом участке (часть трубопровода с оборудованием, на которую оказывает влияние работа регулятора перепада давления), бар; $\Delta P_{\text{доп}}$ – потери давления в трубопроводах, арматуре и оборудовании вне регулируемого участка системы теплоснабжения, бар.

Необходимо отметить, что если располагаемый перепад давления на вводе в систему теплоснабжения $\Delta P_{\text{суст}} < 0,7$ бар, то регулятор перепада давления устанавливать нецелесообразно. В этом случае необходимо согласовать с теплоснабжающей организацией возможность обеспечения более высокого располагаемого перепада давления на вводе в систему или отсутствие в ИТП регулятора перепада давления.

Для регулятора давления «после себя» и «до себя» расчетные потери давления ΔP выбирают, исходя из решаемых задач. Как правило, регулятор давления «после себя» устанавливают на подающем трубопроводе открытой системы ГВС и зависимой системы теплоснабжения для защиты оборудования и потребителя от предельного давления $P_{\text{пред}}$ (как правило, более 6 атм). В этом случае:

$$\Delta P = P_1 - P_{\text{пред}} \quad (5)$$

где P_1 – давление в подающем трубопроводе на вводе в систему теплоснабжения, бар.

Как правило, регулятор давления «до себя» устанавливают на обратном трубопроводе открытой системы ГВС и зависимой системы теплоснабжения многоквартирного дома для обеспечения в системе увеличенного давления $P_{\text{ув}}$ и защиты ее от завоздушивания.

В этом случае

$$\Delta P = P_{\text{ув}} - P_2 \quad (6)$$

где P_2 – давление в обратном трубопроводе на вводе в систему теплоснабжения, бар.

После определения расчетной максимальной пропускной способности K_v , из каталога производителя арматуры по ближайшему **меньшему** для регулирующих клапанов и **большему** для регуляторов давления значению условной пропускной способности K_{vs} выбирается регулирующая арматура.

Далее необходимо посчитать, какой будет фактический перепад давления $\Delta P_{\text{ф}}$, бар, на полностью открытой арматуре при выбранном значении условной пропускной способности K_{vs} :

$$\Delta P_{\text{ф}} = (G_{\text{max}} / K_{vs})^2 \quad (7)$$

Фактический перепад давления на арматуре необходимо знать для правильного подбора регулятора перепада давления, который всегда рассчитывается после регулирующего клапана.

Перепад давления, поддерживаемый регулятором на регулируемом участке, определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{py}} = \Delta P_{\text{ф,рк}} / K_{\text{зан2}} + \Delta P_{\text{py1}} \quad (8)$$

где $\Delta P_{\text{ф,рк}}$ – фактические потери давления на полностью открытом регулирующем клапане, бар; $K_{\text{зан2}} = 0,7$ – коэффициент запаса регулирующего клапана, который обеспечивает настройку регулирующего органа для расчетного режима в прикрытом положении, что позволяет при необходимости обеспечить расход воды через систему на 20% больше расчетного; ΔP_{py1} – потери давления в трубопроводах, арматуре и оборудовании, кроме регулирующего клапана, на регулируемом участке системы теплоснабжения, бар.

Для регуляторов давления также необходимо определить допустимый перепад давлений $\Delta P_{\text{пред}}$, бар, на полностью открытом регуляторе по формуле:

$$\Delta P_{\text{пред}} = Z (P_{\text{вх}} - P_{\text{нас}}) \quad (9)$$

где Z – коэффициент начала кавитации, который указан для каждого регулятора в каталоге производителя арматуры; $P_{\text{вх}}$ – давление теплоносителя перед регулятором, бар; $P_{\text{нас}}$ – давление насыщенных паров воды, принимаемое по справочнику в зависимости от температуры воды перед регулятором, бар.

Регуляторы давления не должны работать при $\Delta P > \Delta P_{\text{пред}}$ из-за опасности возникновения в них кавитации, что приведет к быстрому износу регулирующего органа. Если в результате расчета получили $\Delta P > \Delta P_{\text{пред}}$, то следует рассмотреть возможность установки регулятора давления «до себя» на обратном трубопроводе для увеличения давления в системе или установки регулирующей арматуры на обратном трубопроводе в области более низких температур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При подборе регулирующего клапана устанавливать запас расчетной максимальной пропускной способности не следует, а при определении действительной максимальной пропускной способности следует принимать из каталога производителя арматуры ближайшую меньшую.
2. Настройка регулирующего клапана меньше 0,7 обеспечивается за счет правильной настройки перепада давления, поддерживаемого регулятором на регулируемом участке.
3. При подборе регуляторов давления следует определять фактические потери давления на регуляторе по действительной пропускной способности, а не по максимальной.
4. При подборе гидравлической арматуры необходимо четко представлять, в каких элементах произойдут потери давления всего перепада давления на вводе в тепловой пункт.

Литература:

1. Водяные тепловые сети: справочное пособие по проектированию / Под ред. Н. К. Громова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
2. Пырков В. В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. – Киев: «Такі справи», 2010. – 303 с.
3. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий. – Москва: «ООО Данфосс», 2016. – 65 с.
4. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: Изд-во ГУП ЦПП, 2004.
5. Методика подбора регулирующих клапанов TRV и регуляторов давления RDT. – Минск: ГК «Теплосила», 2017. – 20 с.

Минск – Москва, март 2018 года