УДК 697.34(0.75)

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ СЕТЕВЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК КОТЕЛЬНЫХ**

**Горшенин В.П.**

*Россия, Орел, ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ-УНПК»*

*В основу модели положены четыре уравнения: уравнение теплового потока, отдаваемого паром и его конденсатом в обеих ступенях установки, уравнение теплового потока, отдаваемого паром во второй ступени установки и уравнения тепловых потоков, воспринимаемых нагреваемой водой как во второй, так и в первой ступенях установки. Решение модели позволяет определить расход пара (конденсата), температуру нагреваемой воды на входе во вторую ступень установки и тепловые мощности ступеней установки.*

*Ключевые слова: котельная, водоподогревательная установка, сетевая (нагреваемая) вода, насыщенный пар, конденсат, расход, температура, энтальпия, тепловой поток, уравнение теплового потока, математическая модель.*

*The model is based on four equations: equation of heat-flow rejected by steam and its condensate at both stages of the unit; equation of heat-flow rejected by steam at the second stage of the unit and equations of heat-flows perceived by the heated water at the first and the second stages of the unit. Model solution allows determining of steam flow rate (condensate), temperature of water at input into the second unit stage and heating capacities of unit stages.*

*Key-words: boiler station, water heating unit, network heated water, saturated steam, condensate, flow rate, temperature, enthalpy, heat flow, heat-flow equation, mathematical model.*

Как известно, сетевые водоподогревательные установки (ВПУ), размещаемые в котельных, выполняются обычно двухступенчатыми. В этих установках в качестве второй (верхней) ступени находят применение паровые водоподогреватели, а в качестве первой (нижней) ступени используются водяные водоподогреватели (охладители конденсата).

Соответственно, в верхнюю ступень сетевой ВПУ в качестве греющего теплоносителя поступает насыщенный пар низкого давления, а в нижнюю – его конденсат.

Содержанием данного исследования является разработка и решение математической модели теплового режима двухступенчатых сетевых ВПУ котельных. Величины, полученные в результате решения модели, находят применение в качестве исходных данных в тепловом расчете этих установок.

Исходные предпосылки, обеспечивающие разработку модели, обозначены в рамках анализа существующей методики теплового расчета сетевых ВПУ [1 - 4]. Согласно [3, 4], температура греющего теплоносителя (конденсата) на выходе из охладителей конденсата (из первой ступени ВПУ) определяется по выражению:

 (1)

где  - температура нагреваемой (обратной сетевой) воды на входе в первую ступень ВПУ.

Из-за наличия теплообмена между пленкой конденсата и наружной поверхностью трубок паровых водоподогревателей температура  конденсата понижается и становится несколько меньше температуры  насыщения. Учет понижения температуры конденсата приводит к некоторому росту мощности  верхней ступени (паровых водоподогревателей) сетевой ВПУ.

Соответственно, температура  конденсата на выходе из паровых водоподогревателей (на входе в охладители конденсата) предварительно определяется следующим образом:

 (2)

где  - температура насыщения, соответствующая давлению  насыщенного пара, поступающего в паровые водоподогреватели,;

 - температурная поправка, учитывающая понижение температуры пленки конденсата на наружной поверхности трубок водоподогревателя; как показывают расчеты, предварительно может быть принято: 

Одна из особенностей теплового расчета двухступенчатых сетевых ВПУ – это необходимость распределения их тепловой мощности по их ступеням. Отмеченная задача решается в результате решения математической модели теплового режима установок. Данная модель представляет собой следующую систему уравнений:

  (3)

 (4)

 (5)

 (6)

где *Qd* - тепловой поток, отданный конденсирующимся паром и его конденсатом, соответственно, в первой и во второй ступенях ВПУ, Вт; *Qd2* - тепловой поток, отданный конденсирующимся паром и воспринятый нагреваемой (сетевой) водой во второй ступени ВПУ, Вт; *Qd1* - тепловой поток, воспринятый нагреваемой (сетевой) водой в первой ступени ВПУ, Вт;

 - расходы пара и конденсата, соответственно, через верхнюю (вторую) и нижнюю (первую) ступени ВПУ, кг/с;  - расход сетевой воды, циркулирующей через ВПУ, кг/с; *с* – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг оС);

 - энтальпии, соответственно, насыщенного пара при его температуре  (давлении ) насыщения и конденсата при его температуре  Дж/кг;  - тоже, что и по выражению (2);

 - энтальпия конденсата при его температуре  Дж/кг;  - тоже, что и по выражению (1);

 - температуры нагреваемой (сетевой) воды, соответственно, на входе и выходе из верхней (второй) ступени сетевой ВПУ, оС;

 - тоже, что и в выражении (1);  - температура нагреваемой (сетевой) воды на выходе из нижней (первой) ступени ВПУ, оС.

Решением уравнения (3) является расход  насыщенного пара, поступающего в верхнюю (вторую) ступень сетевой ВПУ (расход  конденсата через её первую ступень).

По уравнению (4) находится тепловая мощность  верхней (второй) ступени сетевой ВПУ.

В результате решения уравнения (5) находится температура   нагреваемой (сетевой) воды на входе в верхнюю (вторую) ступень (на выходе из нижней (первой) ступени) сетевой ВПУ.

Уравнение (6) служит для определения тепловой мощности  нижней (первой) ступени сетевой ВПУ.

Список литературы

1.Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям [Текст]: Учебное пособие для вузов / А.П. Сафонов. – 3-е изд., перераб. –М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.

2.Соловьев Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий [Текст] / Ю.П. Соловьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978. – 192 с.

3.Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст]: Учебник для вузов / Е.Я. Соколов . – 8-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 472 с.

4.Теплоснабжение [Текст]: Учебное пособие для студентов вузов / В.Е. Козин, Т.А. Левина, А.П. Марков и др. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.

**Горшенин Владимир Петрович**, к.т.н., с.н.с., доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство» ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел

Тел. +7 (4862) 43-26-30; +7 (960) 643-47-41