

ЛИТЕРАТУРА

1. П о в х И. Л. Техническая гидромеханика. – Л.: Машиностроение, 1969. – 524 с.
2. Д е й ч М. Е., З а р я н к и н А. Е. Газодинамика диффузоров и выходных патрубков турбомашин. – М.: Энергия, 1970. – 384 с.
3. И д е л ь ч и к И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
4. Г у р е в и ч Д. В. Экспериментальное исследование диффузорных выпускных трактов вертолетных ТВД // Силовые установки вертолетов: Сб. ст. / Под ред. М. М. Масленникова. – М.: Гос. изд-во обор. пром., 1959. – С. 59–113.
5. M e t h o d o l o g y. STAR-CD Version 3.05. Computational Dynamics Limited, 1998. – 83 с.
6. П а т а н к а р С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
7. Б е л о в А. И., И с а е в С. А., К о р о б к о в В. А. Задачи и методы расчета отрывных течений несжимаемой жидкости. – Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
8. Ш и ш о в Е. В. Турбулентный перенос теплоты и импульса в отрывных рециркуляционных течениях // Теплообмен – ММФ-96. – Т. 1. – Конвективный теплообмен. – Ч. 2. – Мн., 1996. – С. 86–90.
9. Ч ж е н П. Отрывные течения. – М.: Мир, 1972. – Т. 1. – 299 с.

Представлена кафедрой
теоретических основ
теплотехники

Поступила 2.11.2000

УДК 621.183

МЕТОД РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРОССЕЛЬНО-РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА ДЛЯ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И.

Белорусская государственная политехническая академия

Определение пропускной способности дроссельно-регулирующих клапанов для среды, проходящей через последний и изменяющей свое агрегатное состояние, представляет собой сложную задачу. Еще сложнее обстоит дело с расчетом пропускной способности клапанов при наличии двухфазной среды на входе.

В настоящее время имеется ряд методик, применение которых в разных случаях обеспечивает более или менее приближенные результаты расчета. Одним из принятых приближенных методов расчета регулируемых клапанов при изменении агрегатного состояния среды является «метод теплового баланса» [1]. Он заключается в том, что необходимую пропускную способность подсчитывают как сумму пропускных способностей, определенных раздельно для жидкости и половинного количества пара, образовавшегося при дросселировании. Данный метод расчета не нашел широкого применения, так как не гарантирует правильного

выбора нужного типоразмера клапана. Более точные значения в условиях вскипания дает метод пониженной плотности [2]. Здесь парожидкостная смесь, образующаяся в регулирующем органе, рассматривается как однородная жидкость с усредненной величиной плотности $\rho_{см}$. По мере прохождения среды через регулирующий орган количество образовавшегося пара возрастает, поэтому усредненное значение плотности среды соответственно падает. Однако при этом методе точность определения требуемой пропускной способности регулирующего органа в основном зависит от определения критического перепада давлений, превышение которого не дает увеличения расхода через клапан.

Теоретически определить критическое отношение давлений довольно сложно. Обычно его оценивают эмпирически. Так как $\beta_{кр}$ зависит от степени сухости смеси x , которая в свою очередь зависит от давления на выходе p'' , задача может быть решена методом последовательных приближений. Ниже в табл. 1 приводится алгоритм данного метода.

Таблица 1

№ пп.	Наименование параметра, размерность	Формула расчета	Примечание
1	Критическое отношение давлений $\beta_{кр}$	$\beta_{кр} = 0,5$	
2	Критическое давление на выходе РО $p_{кр}$, МПа	$\beta_{кр} p'$	p' — давление в начале расчетного участка трубопровода
3	Энтальпия жидкости на выходе РО (на линии насыщения) h_2' , Дж/кг	$h_2' = f(p_{кр}')$ Термодинамические свойства воды и водяного пара	
4	Энтальпия насыщенного пара на выходе РО h_2'' , Дж/кг	$h_2'' = f(p_{кр}'')$ Термодинамические свойства воды и водяного пара	
5	Теплоемкость жидкости на выходе РО C' , Дж/кг $^{\circ}$ С	$C' = f(p_{кр}')$ Термодинамические свойства воды и водяного пара	
6	Теплоемкость насыщенного пара при $p = const$ C_p , Дж/кг $^{\circ}$ С	$C_p = f(p_{кр}'')$ Термодинамические свойства воды и водяного пара	
7	Теплоемкость насыщенного пара при $v = const$ C_v , Дж/кг $^{\circ}$ С	$C_p - \frac{8300}{M}$	
8	Степень сухости смеси на выходе РО x	$\frac{h_1 - h_2'}{h_2'' - h_2'}$	
9	Отношение теплоемкостей для смеси $K_{см}$	$\frac{C'(1-x)}{C_v} + \frac{C_p x}{C_v}$	
10	Уточненное значение критического отношения давлений $\beta_{кр}$	При $1 < K_{см} < 2,2$ ($a + vK_{см} + cK_{см}^2$) При $K_{см} \geq 2,2$ $0,60852 - 0,0857K_{см}$	$a = 1,01604$ $v = -0,4837$ $c = 0,097275$
11	Оценка точности приближений $\beta_{кр}$	$ \beta_{кр} - \beta_{кр} / \beta_{кр}$ Если $\Delta\beta_{кр} > 0,05$, то рассчитываем п. 1 при новом значении $\beta_{кр}$	

№ пп.	Наименование параметра, размерность	Формула расчета	Примечание
12	Уточненное значение критического давления на выходе РО $p_{кр}'$, МПа	$\beta_{кр} p'$	
13	Плотность жидкости на выходе РО ρ_2 , кг/м ³	$\rho_2 = f(p_{кр}'')$	
14	Плотность насыщенного пара на выходе РО ρ_2'' , кг/м ³	$\rho_2'' = f(p_{кр}'')$	
15	Средняя плотность смеси на выходе РО ρ_2 , кг/м ³	$1 / \left(\frac{1-x}{\rho_2} + \frac{x}{\rho_2''} \right)$	
16	Усредненная плотность парожидкостной смеси $\rho_{см}$, кг/м ³	$(\rho - \rho_2) / \ln(\rho / \rho_2)$	
17	Средняя плотность парожидкостной смеси $\rho_{ср}$, кг/м ³	Если $t_1 \geq t_{макс}$, то $\rho_{ср} = \rho_{см}$ Если $t_1 < t_{макс}$, то $\frac{\rho(p' - p_{нас}) + \rho_{см}(p_{нас} - p_{кр}'')}{p' - p_{кр}'}$	$t_{нас} = f(p')$
18	Критический перепад давлений на РО $\Delta p_{ро.кр}$, МПа	$p' - p_{кр}''$	
19	Максимальная пропускная способность РО $K_v макс$, м ³ /ч	$0,99 \cdot 10^{-2} G_{макс} \frac{1}{\sqrt{\rho_{ср} \Delta p_{ро.кр}}}$	

ЛИТЕРАТУРА

1. Казинер Ю. Я., Слободский М. С. Арматура систем автоматического управления. — М.: Машиностроение, 1977. — 235 с.
2. Слободкин М. С., Смирнов П. Ф., Казинер Ю. Я. Исполнительные устройства регуляторов. — М.: Недра, 1972. — 350 с.

Представлена
кафедрой ТЭС

Поступила 30.01.2001