Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов

Обозначение, ед. измерения	Исходный вариант	Количество смешивающих подогревателей			
		1	2	3	4
$N_{эл}$, МВт	180	180	180	180	180
$Q_{ту}$, МВт	516,9	515,8	515,2	511,1	509,4
$H_{пр}$, кДж/кг	991,7	992,1	996,4	1002,8	1006,8
$D_{о}$, кг/с	185,2	185,1	184,8	183,1	182,4
d, кг/кВт.ч	3,704	3,702	3,696	3,662	3,648
$\eta_{эл}$	0,844	0,848	0,850	0,867	0,874
$b_{эл}$, г/кВт.ч	161,7	160,9	160,4	157,3	156,0

Полученные результаты показывают энергетическую эффективность применения смешивающих регенеративных подогревателей взамен поверхностных. Так, электрический КПД и удельный расход топлива при использовании в тепловой схеме четырех ПНД смешивающего типа улучшаются примерно на 3,5%. Для практической реализации можно рекомендовать заменить все поверхностные ПНД и деаэратор на четыре смешивающих подогревателя с возвышением первого подогревателя над вторым, а третьего над четвертым. Это сократит расход электроэнергии на привод насосов и их количество, т.к. потребуется лишь один перекачивающий насос между вторым и третьим подогревателями.

Список литературы

1. Дорохов, Е.В. Основы проектирования тепловой схемы энергоблоков ТЭС на суперкритических параметрах / Е.В. Дорохов, А.С. Седлов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 152 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ТЕПЛОВОЙ СХЕМЕ ТУРБОУСТАНОВКИ Т-180/210-130

Шидловская Д.К., Седельников Г.Д.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: ido@knastu.ru

Применение тепловых насосов позволяет передавать тепло низкого потенциала на более высокий температурный уровень. Это является одним из направлений энергосбережения, т.к. использовать низкопотенциальное тепло затруднительно и оно, как правило, сбрасывается в окружающую среду. Вместе с тем, по оценки эффективности работы тепловых насосов в составе тепловых электрических станций у специалистов нет однозначного мнения. Так, в работе [1] показано, что применение компрессорных тепловых насосов в схемах ТЭЦ не дает энергетического эффекта. С другой стороны есть примеры успешного применения тепловых насосов, в частности, на электростанции Шенту (Китай), на Новосибирской ТЭЦ-4 [2] и др.

Эффективность использования тепловых насосов определяется как их типом и видом рабочего тела, так и способом их включения в тепловую схему турбоустановки. Наряду с компрессорными есть теплоиспользующие тепловые насосы, работающие на теплоте горячей воды, пара или газа. Расход электроэнергии в таких агрегатах минимальный, т.к. идет только на привод насосов, перекачивающих теплоносители. К наиболее эффективным теплоиспользующим тепловым насосам относятся абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы (АБТН).

ОКБ «ТЕПЛОСИБМАШ» предлагает АБТН с паровым и газовым обогревом тепловой мощностью от 1725 до 11000 кВт [2]. Они предназначены для теплоснабжения различных объектов с температурой до 80°С и используют сбросную теплоту от источников с температурой от 20 до 40°С. Доля утилизируемой теплоты низкого потенциала доходит до 40% от тепловой мощности АБТН.

Для тепловой схемы турбины Т-180/210-130 рассматривалась возможность использования двойного эффекта АБТН: дополнительное охлаждение циркуляционной воды после градирни с помощью испарителя и нагрев воды горячего водоснабжения и сетевой воды с помощью абсорбера и конденсатора АБТН. Был выполнен расчет АБТН на тепловую мощность 25 МВт и расчеты тепловой схемы турбоустановки: для летнего периода с отпуском 25 МВт на горячее водоснабжение, для весеннего и осеннего отопительных периодов с тепловыми нагрузками до 100 МВт. Итоговые результаты приведены в таблице 1, где обозначены: $Q_{ту}$ – полный расход тепла на турбоустановку, $D_{о}$ – расход пара в «голову» турбины, $D_{тп}$ – расход пара из отборов турбины на теплоснабжение, d – удельный расход пара, $\eta_{эл}$ – КПД по производству электроэнергии, $b_{эл}$ – удельный расход топлива на производство электроэнергии.

Технико-экономические показатели вариантов с сетевыми подогревателями (СП) и с тепловыми насосами (ТН)

Обозначение, единица измерения	Тепловая нагрузка, МВТ							
	25		50		75		100	
	СП	ТН	СП	ТН	СП	ТН	СП	ТН
$Q_{ту}$, МВт	350,9	339,8	367,6	353,7	384,4	362,1	403,9	370,4
$D_{о}$, кг/с	126	122	132	127	138	130	145	133
$D_{тп}$, кг/с	10,6	5,9	21,2	11,9	31,8	17,8	42,5	23,8
d, кг/кВт.ч	2,52	2,44	2,64	2,54	2,76	2,6	2,9	2,66
$\eta_{эл}$	0,498	0,515	0,511	0,534	0,525	0,566	0,535	0,601
$b_{эл}$, г/кВт·ч	246,9	238,5	240,5	230,1	234,2	217,4	229,9	204,7

Результаты показывают, что применение АБТН по сравнению с традиционными сетевыми подогревателями в зависимости от тепловой нагрузки повышает КПД по производству электроэнергии на 3,5 – 12,3 % относительных. Эффект от охлаждения циркуляционной воды получился менее значительным, чем от нагрева сетевой воды. Так, из-за больших расходов циркуляционной воды (22000 м^3/ч), она дополнительно охлаждается с помощью АБТН при тепловой нагрузке 25 МВт лишь на 0,5 ^{0}С с выработкой дополнительных 0,29 МВт, а при нагрузке 100 МВт на 2,0 ^{0}С с дополнительными 1,18 МВт.

Следует отметить, что АБТН по габаритам существенно проигрываю компрессорным тепловым насосам. Отчасти эта проблема решается объединением аппаратов, работающих при одинаковом давлении, т.е. генератора с конденсатором, а испарителя с абсорбером.

Список литературы

1. Байбаков, С.А. Оценка эффективности применения компрессорных тепловых насосов в схемах теплофикационных установок турбин // Энергетик. – 2013. – №10. – С. 17-24.

2. Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы. URL: http: // www. teplosibmash.ru/catalog/id/7/ (дата обращения: 06.05.2015).

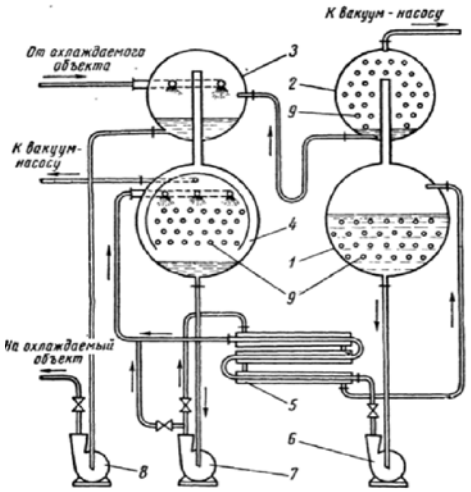
АБСОРБЦИОННЫЙ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫЙ ТЕПЛОВОЙ НАСОС ДЛЯ ЭНЕРГОБЛОКА КОМСОМОЛЬСКОЙ ТЭЦ-3

Шидловская Д.К., Седельников Г.Д.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: ido@knastu.ru

Для повышения эффективности энергоблока Комсомольской ТЭЦ-3 предлагается применить абсорбционный тепловой насос (АБТН), схема которого приведена на рисунке. Это позволит понизить температуру циркуляционной воды на входе в конденсатор в летнее время, что актуально и, следовательно, понизить давление в конденсаторе и повысить выработку электроэнергии. Теплота, полученная от циркуляционной воды и затраченная на работу АБТН, идет на нагрев воды горячего водоснабжения (ГВС), что сокращает расход пара из отборов турбин и также увеличивает выработку электроэнергии. В результате применение теплового насоса дает двойной эффект – охлаждение циркуляционной воды и нагрев воды ГВС.

Теплота, подведенная в генераторе 1, и теплота, отобранная от циркуляционной воды в испарителе 3, передаются воде ГВС в конденсаторе 2 и абсорбере 4. Температура и, соответственно, давление при фазовых переходах в испарителе и конденсаторе выбраны такими, чтобы была возможность предавать названные потоки теплоты.



Принципиальная схема абсорбционного бромисто-литиевого теплового насоса:
1 – генератор; 2 – конденсатор; 3 – испаритель; 4 – абсорбер; 5 – теплообменник; 6 – насос для крепкого раствора; 7 – насос для слабого раствора; 8 – насос охлажденной воды; 9 – трубки

Параметры узловых точек рабочих процессов АБТН

Состояние вещества	Температура, °С	Упругость паров, мм рт. ст.	Концентрация, %	Энтальпия, ккал/кг
Вода после испарителя	20	17,5	0	120
Водапосле конденсатора	70	233,7	0	170
Слабый раствор на выходе из абсорбера	65	16,0	56	69
Крепкий раствор на выходе из генератора	120	233,7	62	98
Раствор в начале кипения в генераторе	105	233,7	56	96
Раствор в начале поглощения в абсорбере	70	16,0	62	71
Крепкий раствор на выходе из теплообменника	80	-	62	76
Пар, равновесный жидкости в испарителе	20	17,5	0	710
Пар, равновесный раствору в генераторе	112,5	233,7	0	748