

Таблица 1. Усредненные сечения, вычисленные по формуле (9) при 20°C

Алюминий – вода	Цирконий – вода
$\rho_{Al} = 2,7 \text{ г/см}^3$, $\rho_{H_2O}^{(Al)} = 1,0 \text{ г/см}^3$ $\sigma_s^{Al} = 1,5 \text{ барн}$, $\sigma_s^{H_2O(Al)} = 42,7 \text{ барн}$	$\rho_{Zr} = 6,43 \text{ г/см}^3$, $\rho_{H_2O}^{(Zr)} = 1,0 \text{ г/см}^3$ $\sigma_s^{Zr} = 9,0 \text{ барн}$, $\sigma_s^{H_2O(Zr)} = 42,7 \text{ барн}$

Таблица 2. Результаты расчетов возраста нейтронов в различных системах

ν_i	<i>Fe-H₂O</i>	<i>Al-H₂O</i>	<i>Zr-H₂O</i>
	$\theta_{Fe} = 0,517$	$\theta_{Al} = 0,131$, $\chi = 1,303$	$\theta_{Zr} = 0,609$, $\chi = 1,303$
	$\tau, \text{см}^2$ [2]	$\tau, \text{см}^2$	
0,31	31,17	25,82	24,11
0,47	37,34	27,84	24,66
0,64	46,6	31,18	25,73

Проведенная оценка метода эквивалентных длин пробега для определения возраста нейтронов в металловодных смесях показала отсутствие согласия с имеющимися данными. Метод разрабатывался для экспресс-оценки, поэтому принятые в нем допущения о том, что основной вклад в значение возраста дают лишь ядра водорода, а ядра металла и кислорода служат для распределения нейтронов в системе, а также пренебрежение неупругим рассеянием нейтронов, скорее всего и обусловили большие погрешности метода.

Список литературы:

1. Meghreblian R.V., Holmes D.K. Reactor analysis // OAK Ridge National Laboratory – 1960.
2. Paschall R.K. The Age of Fission Neutrons to Indium Resonance Energy in Iron-Water Mixtures – II. Theory // JI. Nucl. Energy. – Part A/B. – 1966. – Vol. 20. – P.25.
3. Alter H. The Age of Fission Neutrons to Indium Resonance Energy in Iron-Water Mixtures – II. Theory // JI. Nucl. Energy. – Part A/B. – 1966. – V. 20. – P. 37.
4. Алексеев А.В., Кузьмин А.В. Аппроксимации экспериментальных и расчетных данных по возрасту нейтронов деления в железо-водной смеси // Современные техника и технологии: Труды XII международ. научно-практ. конференци. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – Т. 2.- С. 336-338.
5. Алексеев А.В., Зык И.С., Кузьмин А.В. К определению возраста нейтронов деления в смесях металлов с водой // Трансфер технологий, инновации, современные проблемы атомной отрасли: Труды Междунар. научно-практ. конф. – Снежинск, 2006. – С. 215-216.
6. Paschall R.K. The Age of Fission Neutrons to Indium Resonance Energy in Aluminum-Water Mixtures // Nucl. Sci. Engng. – 1966. – V. 26. – P. 73.
7. Марченко Л.В., Сергеев Ю.А. Расчет квадрата длины замедления для различных сред в 18- и 26-групповых P₁-приближениях и их сравнение с экспериментальными данными // Бюллетень центра по ядерным данным. – М.: Атомиздат, 1969. – Вып. 6. – С. 319-390.
8. Paschal R.K. The Age of Fission Neutrons to Indium Resonance Energy in Zirconium-Water Mixtures – I. Experiment // nucl. Sci. Engng. – 1965. – V. 23. – P. 256.

Эффективность внедрения турбины на действующей котельной

Асмоловский В.В., Абрамовских А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

E-mail: vva8@tpu.ru, E-mail: aleksey82@tpu.ru

Энергетическая отрасль Российской федерации находится в упадке, постройка новых объектов редкость, по сравнению с прошлым, полный износ энергетического оборудования, ведущий к огромным затратам на ремонтные работы, при этом энергетика в РФ плохо

организованна, все выше перечисленное усугубляет нестабильность на рынке электроэнергии и тепловых мощностей.

Основной выход из данного кризиса в правильной политике предприятий. В данную политику входят грамотное управление мощностями, оптимизации внутренних процессов, а также уменьшение расходов на собственные нужды.

Грамотное управление и уменьшение расходов на собственные нужды можно достичь реконструкцией, будь то модернизация отдельного оборудования или полный ввод новейших установок[1].

Одним из наиболее привлекательных способов реконструкции является превращение котельной в мини-ТЭЦ для покрытия собственных нужд электроэнергии и, возможно, отпуск потребителям. Основная задача данной реконструкции – увеличение эффективности котельной за счет покрытия затрат электроэнергии на собственные нужды.

Объектом исследования стала котельная в городе Ханты-Мансийск. Объектом исследования могла быть любая котельная в любом городе, выбор пал именно на эту котельную, потому что она имеет средние показатели по всей России, в эти показатели входит установленная мощность, паропроизводительность и т.д. А также средние “плохие” показатели, присущие котельным по всей стране, это, в первую очередь, износ оборудования порядка 80%, а также плохая организация мощностей.

Для выбранного объекта наиболее приемлемым является переход на схемы с одновременной выработкой тепла и электроэнергии – теплофикация, так как данная котельная не использует всю установленную паровую мощность, из-за изменения потребителей и уменьшение потребности пара на производство. Данная картина распространена в России. К слову, даже если котельная не имеет в наличии свободных мощностей, переход на теплофикацию все равно будет выгодным. Технологией преобразования таких котельных в мини-ТЭЦ является установка паровых турбин. Целесообразность преобразования котельной:

- 1) Повышения надежности электроснабжения, возможно даже полная автономность.
- 2) Уменьшение трат денежных средств на собственные нужды.
- 3) Независимость от внешних источников электроснабжения при авариях.

Целью техперевооружения является использование потенциальной паровой мощности котлов на выработку электроэнергии на собственные нужды котельной (на начало реконструкции процент полезного использования паровой мощности на данной котельной составлял всего 22%).

Система теплоснабжения - закрытая. Водогрейные котлы для города предназначены для подогрева сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

Расчет проведен в несколько этапов. В первую очередь была рассчитана тепловая схема котельной, для того, чтобы определить ряд необходимых параметров для летнего и зимнего периода, результаты представлены в таблице 1[2]. Далее осуществлен расчет паровых котлов с целью, найти расход пара на собственные нужды и суммарный расход пара на внешних потребителей [2].

Таблица 1. Результаты расчета тепловой схемы

Наименование	Обозначение	Расчетные режим	
		Максимально-зимний	летний
Отпуск теплоты на отопление и вентиляцию	$Q_{o,v}, \text{Гкал/ч}$	112,7	—
Отпуск теплоты на горячее водоснабжение	$Q_{г,в}, \text{Гкал/ч}$	31,5	31,5
Общая теплопроизводительность	$Q_{общ}, \text{Гкал/ч}$	143,2	31,5
Расход сетевой воды для отопления и вентиляции	$G_{o,v}, \text{т/ч}$	1403,7	1351,2

Наиболее подробно рассмотрен выбор паровой турбины. Для работы с имеющимися паровыми котлами рекомендуется использовать противодавленческую турбину, так как она имеет ряд достоинств: низкая стоимость вырабатываемой электроэнергии, пониженный расход пара на холостой ход позволяет получать активную мощность уже на уровне 10 % от номинальной, что обеспечивает расширенный диапазон рабочих нагрузок; -отсутствие маслосистемы это повышение

надежности оборудования и пожарной безопасности установки; - применение подшипников качения с консистентной смазкой упрощает условия эксплуатации и повышает ремонтпригодность установки; - рабочая частота вращения турбины 3000 об/мин исключает необходимость применения редукторных схем турбогенератора и повышает КПД и надежность его эксплуатации; - небольшие габариты и компактность монтажа позволяют размещать установку непосредственно в котельном отделении и не требуют отдельного помещения; - компактность конструкции обеспечивает быстрый пуск установки из состояния останова. Наиболее привлекательные для выбора достоинства подобной турбины — это широкий диапазон нагрузок, надежность эксплуатации и, конечно, небольшие габариты, поэтому выбор пал на противодавленческую паровую турбину малой мощности типа ТГ 1,5А/10,5 Р13/3.

Расчет паровой турбины осуществлен по методике [3].

При вводе в работу паровую турбину с противодавлением, пар с выхлопа турбины при противодавлении подается в необходимом количестве в деаэрактор и в паровые теплообменники сетевой воды, через которые осуществляется регулируемый подогрев обратной сетевой воды. Подогрев происходит в подогревателях сетевой воды ПСВ-125-7-15. На перемычке между подводящим паром от котлов и сбросным от турбины монтируем перемычку с установкой РОУ 1.4/0.12, редукционно-охладительная установка. Она предназначена для снижения давления пара для обеспечения паровой нагрузки бойлерной установки. Конденсатные насосы устанавливаются КС-50-55/2 производительностью 50 т/ч, напором 55 м.в.ст.

В связи с установкой турбины категория котельной по нормам пожарной безопасности остается «Г». Дополнительным ресурсом будет являться турбинное масло, которое подвергается периодической чистке по ходу эксплуатации турбины, через определенный ресурс отработки подлежит замене.

В результате исследования эффективности и экономичности данной реконструкции был проведен SWOT-анализ, построен календарный план проекта, а также проведена его экспертная оценка[4].

Далее был проведен технико-экономический расчет[4], предварительно приняв необходимые расходы денежных средств на данную реконструкцию, данные показатели представлены на рисунке 1. В результате была определена рентабельность реконструкции, которая составляет более 20%. Полученная рентабельность входит в нормы для энергопредприятий.

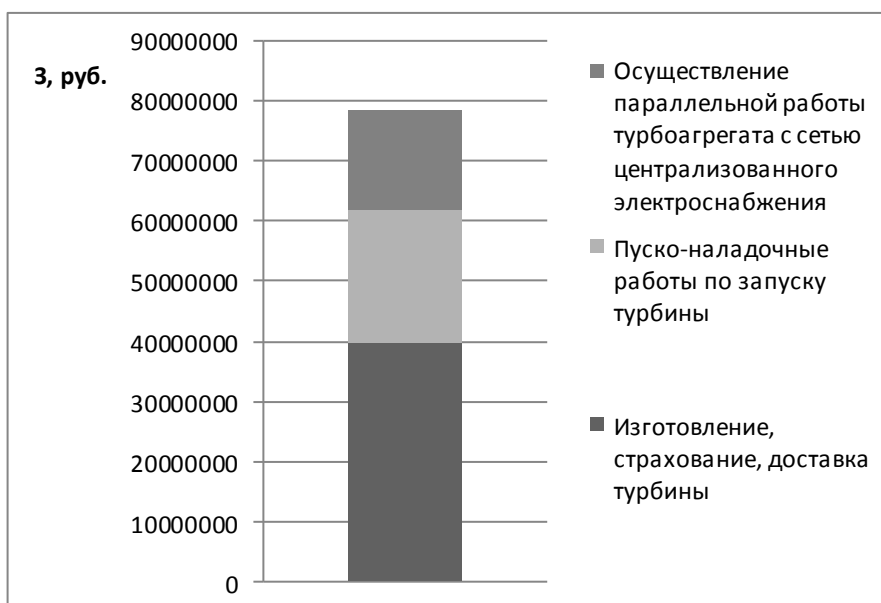


Рис. 1 Затраты денежных средств на реконструкцию

Заключение

Исходя из полученных результатов, пришли к выводу, что данная реконструкция котельной является целесообразной и эффективной.

До реконструкции котельная потребляла электроэнергию для собственных нужд из сети, после внедрения турбоустановки котельная может стать полностью автономной, так как

вырабатываемая электроэнергия способна полностью покрыть собственные нужды котельной. Более того, в перспективе, существует возможность передачи электроэнергии соседним котельным и, возможно, передача в сеть.

Срок окупаемости данного проекта составляет 4 года.

Список литературы:

1. Базыкин Я.В., Абрамовских А.А. The problem of pipeline valves replacement // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи: материалы III российской молодежной научной школы-конференции / Томский политехнический университет. –2015. – С. 128-131
2. Бузников К.Ф. Производственные и отопительные котельные.- М.: Энергия, 1974.-231 с.
3. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1990.- 640с
4. Коршунов Л.А. Экономика и организация энергетического производств. - Изд. Томск. ТПУ 2012. 57 с.

Повышение эффективности тепловых схем АЭС усовершенствованием системы охлаждения конденсаторов

Ростунцова И.А., Абрамов И.Д.

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Россия, г. Саратов

E-mail: rostunzeva@mail.ru

В настоящее время на существующих АЭС с реактором ВВЭР-1000 для охлаждения циркуляционной воды конденсаторов применяют пруды-охладители. Сброс нагретых вод определяет тепловое воздействие атомных электростанций на экологию водных объектов, используемых для охлаждения циркуляционной воды. С другой стороны, при увеличении нагрузки пруда-охладителя снижается качество охлаждения циркуляционной воды, что негативно отражается на работе основного оборудования в схеме АЭС [1]. Для решения проблемы предотвращения теплового загрязнения водных объектов и соблюдения норм на температуру охлаждения в цикле тепловой схемы применяют дополнительные охладители иных типов: градирни, брызгательные установки или другие водные объекты. В большинстве случаев эти охладители используются для предварительного охлаждения части циркуляционной воды с последующим охлаждением всего количества в основном водоеме или водотоке.

Эффективность работы охлаждающего устройства определяется температурой воды на выходе из него, стремящейся к минимальному значению. Температура циркуляционной воды на выходе из пруда-охладителя определяется:

$$T_{1в}^{н} = T_{нв} + \delta t, \quad (1)$$

где, $T_{нв}$ – температура наружного воздуха °С; δt – поправка, определяемая по номограмме пруда-охладителя, используя исходные данные для расчетов, °С.

Температура на выходе из конденсатора:

$$T_{2в}^{н} = T_{1в}^{н} + \Delta t_{цв}, \quad (2)$$

где $\Delta t_{цв}$ –нагрев циркуляционной воды в конденсаторе, °С.

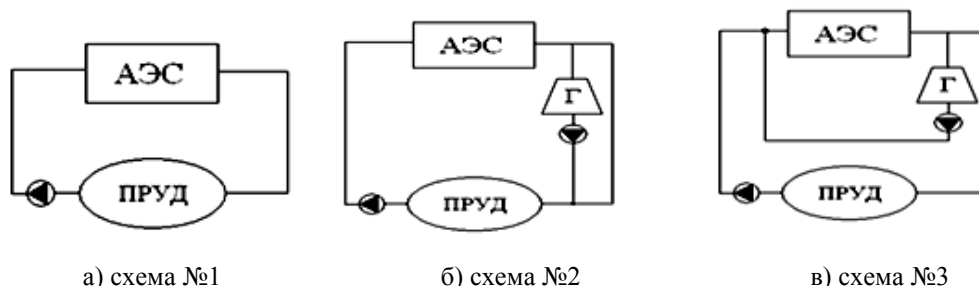


Рис.1. Схемы технического водоснабжения при охлаждении циркуляционной воды:

- а) в пруде охладителе;
- б) в пруде охладителе и градирни при последовательном их включении;
- в) в пруде охладителе и градирни при параллельном их включении.

На рис.1 приведены три схемы охлаждения циркуляционной воды: в пруде охладителе; в