

УДК 620: 92:621.518.001

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ С ЦЕЛЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ТЭС

АЛИЕВ Н.Д., РАМАЗАНОВА З.Э.

*Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия*

Одним из важнейших факторов надежного обеспечения потребностей народного хозяйства в топливе и энергии является вовлечение в производство возобновляемого низкопотенциального тепла ТЭС. В статье приводятся различные технологические схемы использования этого тепла ТЭС, дающие возможность значительной экономии топлива

Дальнейшее использование энергопотенциала топлива и рациональное потребление тепла на теплоэлектростанциях является основной задачей, стоящей перед энергетиками страны. Одним из важнейших факторов надежного обеспечения потребностей народного хозяйства в топливе и энергии является вовлечение в производство возобновляемого низкопотенциального тепла ТЭС.

Проведенные в этом направлении исследования показали, что ТЭС имеют достаточно низкопотенциального тепла в виде пара давлением 0,04 - 1,7 бар. Большое количество его теряется с охлаждающей водой.

В результате проведенных исследований нами были составлены схемы ряда опытных установок, произведен анализ и даны технологические решения по комплексному использованию энергоресурсов. Одна из предложенных разработок - централизованное хладоснабжение промышленных предприятий - показана на рис 1.

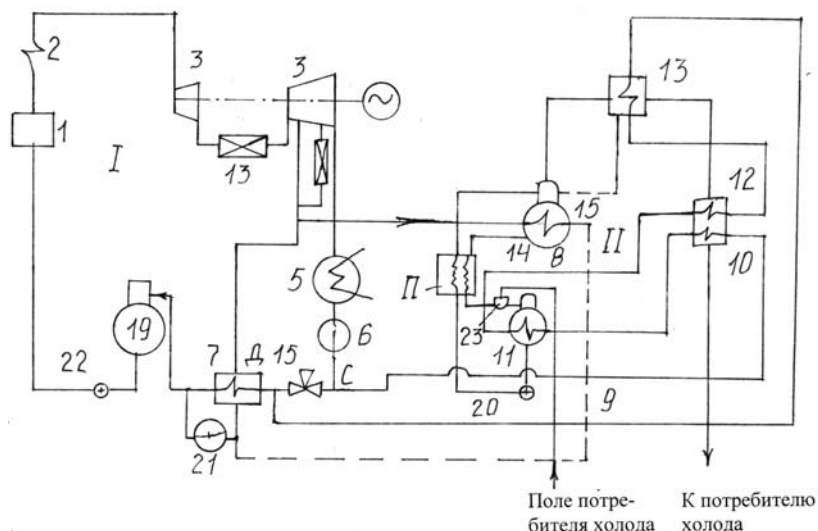


Рис.1. Электрохолодильная установка: I-силовой контур: 1-паровой котел; 2 – пароперегреватель; 3– турбина; 4 – электрогенератор; 5 – конденсатор; 6 – конденсатный насос; 7 – регенеративный подогреватель; II – контур абсорбционной холодильной машины: 8-генератор; 9– водяная магистраль; 10 – охладитель жидкого хладагента; 11 – абсорбер; 12-конденсатор; 13-дефлегматор; 14-греющая полость; 15 – патрубок выхода конденсатора; 16 – перепускной вентиль; 17 – теплообменник; 18 – отбор турбины; 19 – деаэрактор; 20 – 22 – насосы; 23 – эжектор.

Генератор абсорбционно-холодильной установки питается низкопотенциальным отборным паром ТЭС.

Питательная вода ТЭС, то есть турбинный конденсат, подогревается в абсорбционной холодильной установке /АХУ/.

Из рис.1 видно, что установка состоит из двух контуров – контура энергоблока ТЭС /I/ и контура АХУ/II/.

Установка работает следующим образом: перегретый водяной пар из котла I подается в турбину 3; отработавший в турбине пар конденсируется в конденсаторе 5; образовавшийся конденсат подогревается в регенеративных подогревателях и вновь возвращается в котел. В генераторе АХУ 8 за счет теплоты пара, отбираемого из турбины, происходит испарение хладагента, Конденсат отборного пара дренажным насосом 21 возвращается в цикл ТЭС, пары же хладагента поступают в дефлегматор 13 и конденсируются в конденсаторе 12. Конденсат хладагента охлаждается в охладителе жидкого хладагента 10 и поступает в испаритель, расположенный у потребителя холода. В испарителе хладагент испаряется, отдавая потребителю холод в количестве  $Q_0$ . Пары хладагента после потребителя холода через эжектор 23 поступают в абсорбер II. Из абсорбера II крепкий раствор хладагента насосом 20 подается в теплообменник 17 и далее в генератор 8. Из рис. I видно, что для отвода теплоты используется конденсат ТЭС, который забирается из контура ТЭС в точке "С" с температурой 26-27 °С, прокачивается через охладитель 10, абсорбер II, конденсатор хладагента 12, дефлегматор 13 и вновь возвращается в контур ТЭС в точке "Д". В результате этого в тепловой цикл станции поступает конденсат, нагретый за счет теплоты, теряемой в конденсаторе и абсорбере хладагента. Это приводит к уменьшению расхода греющего пара в регенеративных подогревателях и к выработке вытесненным паром в турбине дополнительной электроэнергии  $\Delta N$ .

С учетом централизованного хладоснабжения относительное увеличение мощности блока составит  $(\Delta N + Q_0)/N_0$ . Экономический эффект увеличивается с увеличением мощности указанной установки.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что как теоретический анализ схем холодильных установок, так и проведенные расчеты показали экономическую эффективность использования в них низкопотенциального тепла.

На рис.2 показана схема использования низкопотенциального пара отборов турбины и вторичного тепла охлаждающей воды конденсаторов турбины.

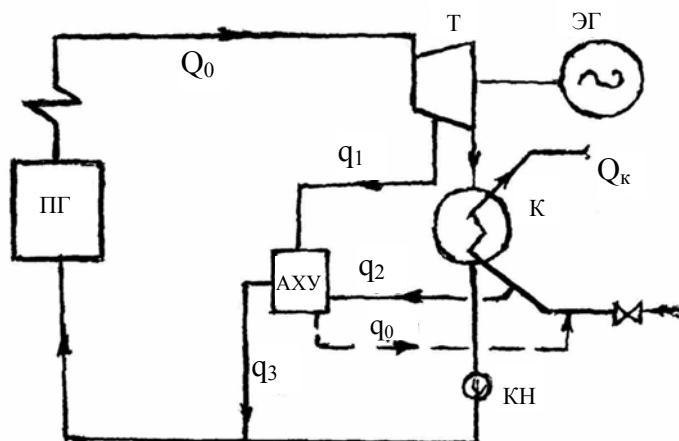


Рис. 2

Как видно из рис.2, в схему ТЭС введена абсорбционная холодильная установка. Для приведения в действие АХУ в нее подводится тепло  $q_1$  из отбора турбины и  $q_2$  охлаждающей воды конденсатора.

Тепло в количестве  $q_3$  возвращается из холодильной машины в линию основного конденсата. Таким образом

$$q_3 = q_1 + q_2$$

Обозначив хладопроизводительность холодильной машины через  $q_0$  и приняв  $q_0 \approx q_2$ , можно записать

$$q_3 = q_1 + q_0$$

Предложенная схема позволяет снизить производительность парогенератора на величину  $q_2 = q_0$ .

Рабочий цикл абсорбционной холодильной машины состоит из четырех процессов-испарения, абсорбции, регенерирования и конденсации. Все эти процессы связаны между собой хладагентом и абсорбентом. Охлаждающий эффект зависит от изменения состояния хладагента и абсорбента.

На рис.3 представлена принципиальная схема ТЭС с надстройкой высокотемпературной абсорбционной установкой, позволяющей использовать потери низкопотенциального тепла конденсатора паротурбинной установки.

Схема включает два контура – абсорбционной /I/ и паросиловой /II/ установок.

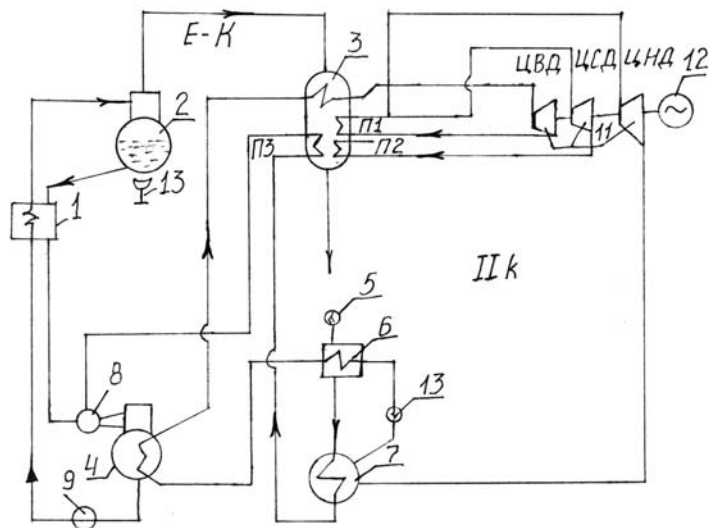


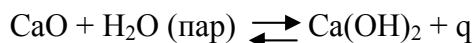
Рис. 3. Принципиальная схема ГЭС с надстройкой высокотемпературной абсорбционной установкой

В конденсаторе-испарителе этот конденсат испаряется за счет скрытой теплоты парообразования отработавшего пара II к, поступающей из турбины. После перегрева в конденсаторе-пароперегрева, где пар через теплонасос поступает в абсорбер, где абсорбируется окисью кальция и цикл абсорбционной установки завершается. В контур паротурбинной установки входит конденсатор-пароперегреватель, абсорбер, паровая турбина, конденсатор-испаритель, насос и генератор. Отработавший в турбине пар II к направляется в конденсатор-испаритель, где, отдавая свою скрытую теплоту парообразования, конденсируется. Образовавшийся конденсат насосом прокачивается в охладитель жидкости. После нагрева в охладителе жидкости этот конденсат испаряется в абсорбере за счет теплоты, выделяющейся в процессе абсорбции, перегревается в конденсаторе-пароперегревателе и с параметрами  $P_0 = 10$  МПа и  $t_0 = 540 \div 560$  °С подается в паровую турбину. После расширения в ЦВД турбины пар направляется на промперегрев в конденсатор-пароперегреватель, далее расширяется в ЦНД, проходит вторичный промперегрев в конденсаторе-пароперегревателе, расширяется ЦНД, конденсируется в конденсаторе-испарителе и цикл паротурбинной части завершается. Таким образом, за счет теплоты, выделяемой при конденсации пара I к, в конденсаторе-пароперегревателе производится перегрев пара II к, его двукратный

промежуточный перегрев, а также перегрев пара, полученного в конденсаторе-испарителе из конденсата пара I к. Проведенными исследованиями установлено, что надстройка ТЭС высокотемпературной абсорбционной установкой позволяет значительно повысить экономичность тепловой станции. Достоинством схемы также является использование пара с докритическими параметрами. Кроме того, исключается потребность в охлаждающей воде и охладительных устройствах. Это улучшает экологическую обстановку в водоемах и окружающей среде. В настоящее время нами создана опытно-промышленная установка и изучаются различные абсорбенты и режимы работы установки.

Рабочим телом в обоих контурах является водяной пар, в качестве абсорбента используется окись кальция. В контур абсорбционной установки входит теплообменник I, генератор 2, конденсатор-пароперегреватель 3, абсорбер 4, дроссель 5, охладитель жидкости 6, конденсатор испарителя 7, теплонасос 8 и насос для раствора гидроокиси кальция 9.

В абсорбере происходит абсорбция водяного пара окисью кальция с образованием гидрата окиси кальция и выделением тепла.



Величина  $q$  составляет 83-93 кДж/моль. Гидрат окиси кальция насосом прокачивается в теплообменник, где нагревается за счет циркулирующего раствора CaO и поступает в генератор.

В генераторе за счет подвода тепла образуется водяной пар с давлением 10-12 МПа и температурой 600-700°C, поступающей в конденсатор-пароперегреватель, и окись кальция, которая, охлаждаясь в теплообменнике, возвращается в абсорбер. В дальнейшем этот пар будет называться паром I к, а пар, поступающий в турбину, паром II к. В конденсаторе-пароперегревателе пар I к конденсируется. Образовавшийся конденсат дросселируется до давления 0,1 МПа. и охлаждается в охладителе жидкости до температуры 45° с.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ схем холодильных установок показал экономическую эффективность использования в них низкопотенциального тепла.

Подключение АХУ к схеме ТЭС дает возможность возвращения в схему тепла в количестве, равном ее мощности.

Настройка ТЭС высокотемпературной абсорбционной установкой позволяет полностью использовать тепло, теряемое в конденсаторах ТЭС, исключается потребность в охлаждающей воде и улучшается экономическая обстановка водоемов и окружающей среды.

- 
1. *Иманов М.М., Алиев Н.Д.* К вопросам рационального использования низкопотенциальных теплоносителей и вторичных энергоресурсов промышленного узла г. Сумгаита. «Народное хозяйство Азербайджана». № 8, 1983 г.
  2. *Алиев Н.Д., Рамазанова З.Э.* Эффективность применения энергохолодильной установки. «Нефть и газ», № 12, 1988 г.
  3. *Алиев Н.Д., Рамазанова З.Э.* «Надстройка ТЭС высокотемпературной абсорбционной установкой с целью использования низкопотенциального тепла конденсаторов», «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 11-12, 1995 г.

**İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ ALÇAQ POTENSİALLI  
İSTİLİYİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏK MƏQSƏDİLƏ İSTİLİK  
SXEMİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ**

**ƏLİYEV N.D. RAMAZANOVA Z.E.**

Xalq təsərrüfatını yanacaq və enerji ilə etibarlı təmin etməkdə əsas faktorlardan biri də istilik elektrik stansiyaların alçaq potensiallı istiliyindən istifadə etməkdir. Məqalədə istilik elektrik stansiyaların alçaq potensiallı istiliyindən istifadə olunmasının müxtəlif texnoloji sxemləri verilmişdir. Təqdim olunan sxemlər yanacağa kifayət qədər qənaət etməyə imkan verir

**AN IMPROVEMENT OF HEATING SCHEME FOR  
USING OF LOW POTENTIAL HEAT OF HPS**

**ALIEV N.D., RAMASANOVA Z.E.**

One of the most important factors of reliable providing of national economy demand of fuel and energy is involvement of HPS renewable low potential heating in production. Different processing schemes of using this HPS heat which give an opportunity to save significant deal of fuel.