

РЕГЕНЕРАТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СБРОСНЫХ ПОТОКОВ ТЕПЛОТЫ ТЭЦ НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛА ПТ-60

*аспирант В. В. ЯНЧУК, д-р техн. наук, проф. В. Н. РОМАНЮК
(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

В работе приведены результаты исследований по повышению эффективности использования первичного топлива на паротурбинной тепловой электрической станции за счет регенеративного использования сбросных потоков теплоты для нагрева подпиточной воды цикла, ведь невозврат конденсата промышленного отбора на некоторых ТЭЦ достигает 100%. На примере цикла ПТ-60 показано, что КПД в данном случае возможно повысить на 1,3%.

Ключевые слова: ТЭЦ; ПТ-60, низкотемпературные тепловые потоки; абсорбционный тепловой насос.

Введение. За 2020 год в Республике Беларусь 97,2% всей произведенной электроэнергии пришлось на долю тепловых электрических станций (ТЭС) и лишь менее 3% пришлось на долю возобновляемых источников и атомной электростанции (АЭС) (рисунок 1).



Рисунок 1. – Баланс производства электрической энергии в Республике Беларусь за 2020 год [1]

Из приведенного видно, что основная доля электроэнергии в Беларуси производится путем сжигания органического топлива. Вывод атомной станции на полную мощность позволит снизить долю природного газа в энергобалансе до 57%, что, тем не менее, составляет значительную часть и требует дальнейшей работы по повышению эффективности использования природного газа.

В балансе источников, работающих на органическом топливе, 46,7% произведенной электроэнергии приходится на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и 42,2% на конденсационные электростанции (КЭС) [1].

При этом паротурбинные циклы составляют преимущественную долю среди циклов ТЭС ОЭС РБ. И среди них наиболее распространенным типом турбоагрегата является ПТ-60 и его развитие (ПТ-65, ПТ-70 и ПТ-80). Соответственно, в первую очередь следует рассмотреть возможность и эффективность регенеративного использования низкопотенциальных сбросных тепловых потоков применительно к данному типу турбоагрегата.

Основная часть. Рассмотрим работу турбоустановки при следующих параметрах: расход пара в П-отбор 140 т/ч, нагрузка теплофикационного отбора 52,3 Гкал/ч, что соответствует расходу пара в Т-отбор 100 т/ч, пропуск пара в конденсатор 12 т/ч, электрическая мощность 61,8 МВт.

Предлагается модернизация классического цикла работы данной турбоустановки, путем включения в схему абсорбционного теплового насоса (АБТН) для подогрева подпиточной воды.

Далее следует определиться с параметрами потоков АБТН. Однозначно известны параметры *утилизируемого потока* – в этой роли выбрана циркуляционная вода охлаждения конденсатора паровой турбины, температурный график 25/20 °С.

Нагреваемый поток – поток подпиточной воды, который после блока водоподготовки с температурой порядка 35 °С подмешивается к потоку основного конденсата. Расход подпиточной воды будет значительно отличаться для каждой конкретной станции, так как от технологии, для которой отпускается пар, зависит процент возврата конденсата промышленного отбора. Так, на Гродненской ТЭЦ 60% конденсата промышленного отбора не возвращается обратно в цикл, а на Новополоцкой ТЭЦ конденсат вовсе не возвращается.

В качестве *греющего потока* возможно выбрать водяной пар, который имеется в регенеративных отборах в различных давлениях, либо дымовые газы из тракта парового котла. Далее рассмотрим вариант АБТН с паровым приводом.

При использовании пара в качестве греющего потока, по данным производителей оборудования, его абсолютное давление должно составлять до $\approx 0,5$ МПа. В рассматриваемой турбине имеется несколько отборов пара с давлением в данном диапазоне, а именно регенеративные отборы на ПНД-2 – 1,2 ата, ПНД-3 – 3,6 ата и ПНД-4 – 6,5 ата. В данном режиме расходы пара в нерегулируемые отборы на ПНД-2 и на ПНД-4 невелики и их недостаточно для работы АБТН при значительной доле невозврата конденсата, поэтому исключаем их из дальнейшего рассмотрения.

В соответствии с характеристиками работы АБТН, в зависимости от начальной температуры нагреваемого потока, температуры утилизируемого потока и давления греющего пара отбора, имеющийся поток подпиточной воды соответственно можно нагреть до 45–95 °С. Для описанных выше условий температура нагрева составляет 73 °С.

Далее приведены полученные расчетные зависимости прироста выработки электрической мощности станции в зависимости от процента возврата конденсата производственного отбора в цикл (рисунок 2) и относительное увеличение электрического КПД турбоустановки (рисунок 3).

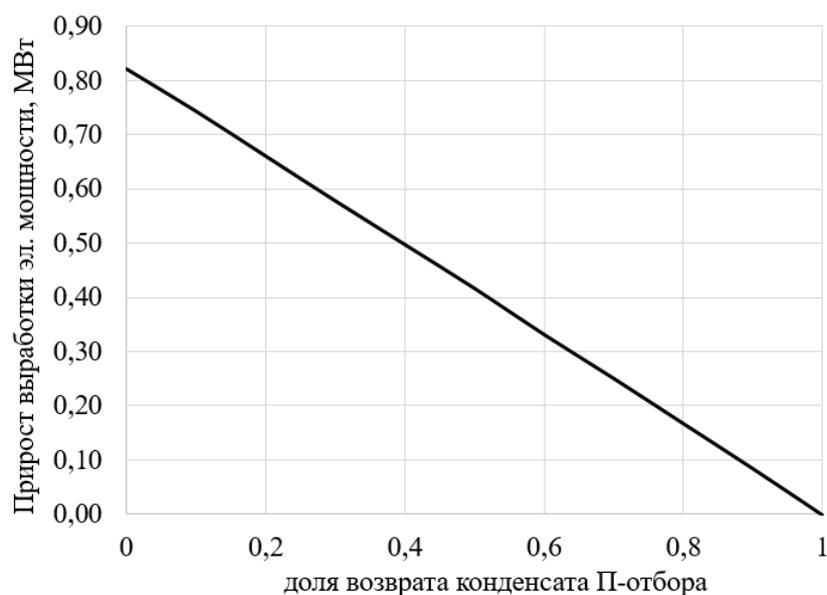


Рисунок 2. – Прирост выработки электрической мощности в зависимости от процента возврата конденсата

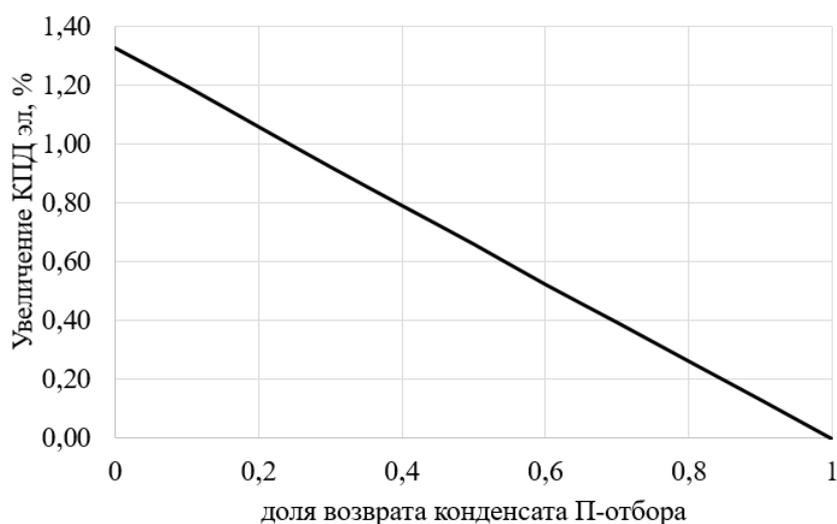


Рисунок 3. – Увеличение электрического КПД станции в зависимости от процента возврата конденсата

Из рисунков следует, что максимальное увеличение электрической мощности станции возможно в случае полного невозврата конденсата и для описанных условий составляет порядка 0,8 МВт, при этом относительное увеличение электрического КПД – 1,3%.

Выводы и направление будущей работы. Полученные данные подтверждают потенциал выбранного направления исследований. Для приведенного частного случая увеличение электрической мощности паротурбинного цикла за счет регенеративного использования циркуляционной воды составляет 820 кВт. При этом нагрев потока подпиточной воды осуществляется до 73 °С в соответствии с параметрами работы АБТН.

На следующем этапе исследований следует выполнить расчет повышения эффективности работы цикла паровой турбины при нагреве потока подпиточной воды до более высокой температуры, что возможно при повышении давления пара на привод АБТН. Также стоит рассчитать эффективность схем с использованием дымовых газов из тракта котла в качестве греющего потока АБТН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/anual-dannye/>. – Дата доступа: 19.09.2022.
2. Романюк В. Н. Обоснование параметров АБТН для утилизации ВЭР на ТЭЦ с помощью пассивного эксперимента и определение соответствующих изменений различных оценок работы энергосистемы / В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергия и менеджмент. – 2016. – № 1. – С. 14–23.
3. Романюк В. Н. Время применения абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов на ТЭЦ Беларуси / В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергия и менеджмент. – 2017. – № 2. – С. 2–5.