

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

*канд. техн. наук, доц. В. Е. ПИТОЛИН,
магистрант Н. И. КОЛОШКИН, магистрант Ван ЦЗЫХАО
(Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой)*

Тепловые электростанции остаются в республике Беларусь гарантами энергетической безопасности государства. Экономия топлива при выработке электрической мощности является важнейшей задачей на современном этапе. Наиболее эффективным методом экономии топлива является использование отборного пара производственного отбора на собственные нужды. Излагается порядок оценки мероприятия с коммерческой стороны (по стоимости энергоносителей) и с точки зрения суммарной экономии топлива.

Ключевые слова: *тепловая электростанция, турбогенератор, нормативная характеристика, питательный насос, экономия топлива.*

Современная энергетика ориентируется на централизованное использование атомной энергии. А тепловые электростанции (ТЭС) регионального уровня становятся вспомогательными, предназначенными для обеспечения нужд промышленных предприятий и жилищно-коммунального сектора, достаточно удаленных от централизованных источников тепла и электрической энергии.

Здесь следует учитывать существенные потери электрической энергии на перетоки в распределительных сетях.

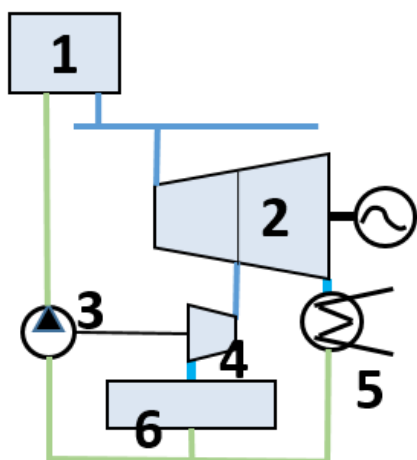
Но использование природного газа в качестве топлива тепловых электростанций в современных условиях постоянного роста его стоимости требует очень серьезного анализа схем его использования, не допускающих перерасхода.

Лишаясь производственной и теплофикационной нагрузки, современные ТЭС вынуждены работать в конденсационном режиме, т. е. в режиме сброса значительной части тепловой энергии (до 60%) в окружающую среду.

Каким образом можно оптимизировать процесс выработки электрической энергии и уменьшить непроизводительные расходы тепловой энергии?

Основной вариант экономии топлива на теплофикационной электростанции – это применение паровых турбоприводов для наиболее мощных механизмов: питательных, циркуляционных и теплофикационных насосов, тягодутьевых вентиляторов, паровых холодильных машин и т. д., как дополнительных потребителей пара промышленных отборов турбин.

На рисунке 1 показан вариант использования парового привода питательного насоса из производственного отбора 1,6 МПа турбины ПТ-65-130/15.



1 – паровой котел, 4 – турбопривод питательного насоса, 2 – турбогенератор, 5 – конденсатор паровой турбины, 3 – питательный насос, 6 – подогреватель сетевой воды системы отопления

Рисунке 1. – Схема применения парового привода на тепловой электростанции

Использование пара производственного отбора 1,6 мПа для привода питательного насоса мощностью 4 мВт вместо электропривода можно оценить по коммерческой стоимости затрачиваемых энергоносителей.

1. Стоимость расхода электроэнергии на электропривод:

$$C_{\text{Э}} = N \cdot \left(\frac{T_{\text{УМ}}}{\tau} + T_{\text{W}} \right) = 1085 \text{ рублей в час,} \quad (1)$$

где $N = 4000$ кВт – электрическая мощность приводного электродвигателя,
 $T_{\text{УМ}} = 27,55$ руб/кВтчас в месяц – тариф за установленную мощность,
 $T_{\text{W}} = 0,233$ руб/кВтчас – тариф за потребляемую мощность,
 $\tau = 24 \cdot 30 = 720$ часов в месяце.

Стоимость расхода отборного пара на паровой привод:

$$C_{\text{П}} = \frac{F \cdot (i_{1,6} - i_{0,15}) \cdot T_{\text{П}}}{1000} = 1155 \text{ рублей в час,} \quad (2)$$

где $F = 158$ т/час – расход пара на турбину насоса мощностью 4000 кВт,
 $i_{1,6} = 715$ кКал/кг – энтальпия отборного пара 1,6 мПа,
 $i_{0,15} = 657$ кКал/кг – энтальпия отработанного пара 0,15 мПа,
 $T_{\text{П}} = 126$ руб/гКал – тариф за пар из производственного отбора турбины.

Можно видеть, что стоимость пара и электроэнергии для обеспечения требуемой мощности привода сравнимы между собой, хотя следует учитывать, что это коммерческие тарифы, которые могут измениться в любой момент.

Также следует помнить, что мы не расходуем вырабатываемую электроэнергию, а используем отборный пар, создавая дополнительную тепловую нагрузку, т. е. повышаем эффективность использования тепловой энергии, т. к. высвобождается 4 мВт электроэнергии (потребляемой электродвигателем).

Но, кроме этого, цилиндром высокого давления турбогенератора вырабатывается дополнительная электроэнергия.

Количество дополнительной выработки электроэнергии можно определить по характеристике турбогенератора при величине отбора пара на приводную турбину питательного насоса из производственного отбора – $F = 158$ т/час. Но при установленной мощности турбогенератора в энергосистеме генерация дополнительной электрической мощности недопустима. Поэтому определим величину уменьшения удельного расхода топлива на выработку заданной электрической мощности.

Определим величину отбора теплоты из производственного отбора:

$$\Delta Q_{\text{п}} = \frac{4,187 \cdot F \cdot i_{1,6}}{1000} = 473 \text{ гДж/час.} \quad (3)$$

Если обратиться к нормативной характеристике турбогенератора ПТ-65-130/15, представленной на рисунке 2, можно видеть, что при установленной мощности 50 мВт получим снижение удельной теплоты на 3,2 гДж/мВт*час.

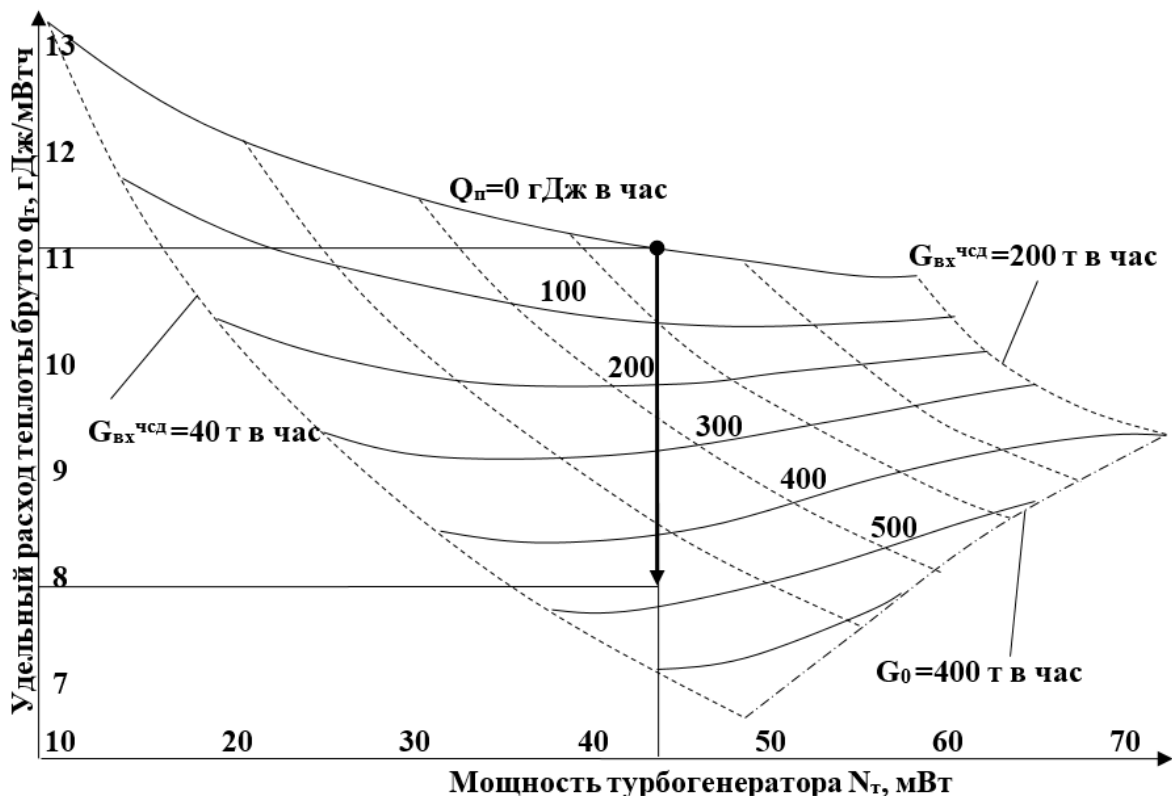


Рисунок 2. – Диаграмма удельного расхода теплоты турбины ПТ-65-130/15 на выработку электроэнергии при отпуске пара в теплофикационный отбор 10 т в час

При этом уменьшение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии при общей мощности турбогенератора 50 мВт легко определить.

Снижение удельного расхода тепловой энергии на выработку электрической энергии на 3,2 гДж/мВт*час или 3200 кДж/кВт*час при теплотворной способности условного топлива 29308 кДж/кг соответствует экономии топлива 0,109 кг у. т. на кВт*час. Что при текущей мощности турбогенератора соответствует экономии топлива 5,5 т. у. т. в час.

Кроме того, тепловой поток сбросного пара после паровой турбины привода питательного насоса, поступающий на подогреватель сетевой воды (ПСВ) с параметрами $i_2 = 657$ кКал/кг, позволяет обеспечить отопление и горячее водоснабжение ста тридцати восьми 9-этажных 3-подъездных домов:

Отпуск тепла на ПСВ в месяц: $Q_{\text{ПСВ}} = 720 \cdot F \cdot i_2 = 74\ 740$ гКал/мес.

Количество отапливаемых домов: $n = Q_{\text{ПСВ}} / (9 \cdot 3 \cdot 4 \cdot i_{\text{кв}}) = 138$ домов, где $i_{\text{кв}} = 5$ гКал/мес – расход тепла на отопление и горячее водоснабжение одной квартиры в месяц с учетом потерь тепла на транспортировку.

Кроме экономии топлива на выработку электрической энергии возможны дополнительные полезные эффекты от применения турбопривода питательного насоса:

Для ТЭС с поперечными связями по острому пару и питательной воде применение парового привода позволяет плавно регулировать производительность систем, не прибегая к экстенсивному дроссельному регулированию расхода питательной воды на паровой котел.

Изменение частоты вращения приводов насосов расширяет диапазоны экономического регулирования циркуляционных и теплофикационных систем.

Применение турбопривода повышает КПД главной турбины за счет снижения потерь от дросселирования пара в ее регулирующих устройствах, а также повышает стабильность ее работы в летних режимах.

Следует отметить, что возможно применение турбоприводов и другого мощного оборудования (сетевых насосов, тягодутьевых вентиляторов и т. д.), которое может дать дополнительный эффект экономии топлива на ТЭС.

Заключение. Определен порядок оценки величины экономии топлива при использовании отборного пара производственного отбора турбогенератора на привод питательного насоса. Экономия топлива составляет в среднем 30% от начального расхода топлива на выработку заданной мощности без использования парового привода.

Выполнен сравнительный расчет коммерческой стоимости различных энергоносителей, используемых для приводов мощных механизмов ТЭС: использование пара или электрической энергии по стоимости одинаковы.

Определена теплофикационная эффективность сброса пара на ПСВ из приводной турбины ПЭН. Перечислены другие полезные эффекты от применения парового привода ПЭН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Питолин В. Е. Применение имитационной модели для оптимизации параметров тепловой электростанции в составе энергосистемы // Фундаментальные науки. Серия С (Вестник ПГУ, Новополоцк). – 2013. – № 4. – С. 40–45.
2. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – 400 с.
3. Питолин В. Е., Свечко М. В. Метод сплайн-аппроксимации и интерполяции графических характеристик сложных энергетических объектов в расчетных моделях // Фундаментальные науки. Серия С (Вестник ПГУ, Новополоцк). – 2007. – № 3. – С. 85–89.