

POWER ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-31>

ПЕРЕВЕДЕННЯ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГОБЛОКІВ ТЕЦ У ПГУ СКИДНОГО ТИПУ

Сенецький О. В.

кандидат технічних наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
м. Харків, Україна*

Шубенко О. Л.

*член-кореспондент Національної академії наук України, професор,
завідувач відділу*

*Інститут проблем машинобудування імені А. М. Підгорного
Національної академії наук України
м. Харків, Україна*

Сенецька Д. О.

провідний інженер відділу

*Інститут проблем машинобудування імені А. М. Підгорного
Національної академії наук України
м. Харків, Україна*

Енергетика України базується на АЕС, ТЕС і ТЕЦ, ГЕС і ГАЕС та відновлюваних джерелах енергії (сонячних – СЕС та вітростанціях ВЕС), які виконують різну роль у виробітку електроенергії для об'єднаної енергетичної системи (ОЕС): базову (АЕС), маневрену (регулюючу, ТЕС і ТЕЦ), пікову (ГЕС і ГАЕС) та дестабілізуючу (СЕС і ВЕС).

Головними установками при регулюванні частоти та навантаження ОЕС є теплова (вугільна) енергетика (ТЕС) і частково – крупні ТЕЦ, потужністю більше 100 МВт. Діючі 14 ТЕС України побудовані в другій половині ХХ-го сторіччя у період з 1956 р. до 1986 р. та напруцювали в середньому $\approx 250\text{--}300$ тис. год. В той час як в країнах

Європи при досягненні напрацювання енергоблоків 200 тис. год здійснюється повна заміна енергогенеруючої установки.

Крім того таке напрацювання енергоблоків і, перш за все, турбін, значно знижує ККД, який знизився з 37 % для нових турбін К-300-240 до 31 % при їх напрацюванні до 250 тис. год і нижче при напрацюванні 300 тис. год.

Такий стан теплової енергетики ускладняється тим, що багато блоків ТЕС простоюють або працюють на частковому навантаженні. Це веде до значної перевитрати палива. Так на Трипільській ТЕС за рік питомі перевитрати зросли на 56 г у.п./кВт·год) або на 13,5 %. Основна причина – зниження середнього завантаження турбіни з 228 МВт у 2013 році до 140 МВт у 2017 році.

Використання енергоблоків ТЕС для покриття добових та сезонних піків навантаження в енергосистемі зросло приблизно на 60 %, досягаючи від 100 до 110 циклів «увімкнено-вимкнено». Це, крім додаткового споживання палива, веде до прискорення спрацювання ресурсу турбін. Відсутність вугілля та перехід блоків з енергетичного на газове паливо не кращим чином впливає на економічність блоків.

Названі фактори показують що енергетична система України повинна зазнати суттєвих змін. Залишковий ресурс блоків все скорочується, а стан енергетичного обладнання потребує радикального переходу до реформування теплової енергетики.

Одним з таких напрямків є широкий розвиток парогазових установок (ПГУ), виконаних за різними тепловими схемами.

Зважаючи на стан економіки України, доцільно розглянути реконструкцію ТЕС та ТЕЦ зі збереженням діючого обладнання (з врахуванням залишкового ресурсу) або його незначної модернізації.

Наявність в Україні розвиненої системи газопроводів високого тиску і значна частка газу, що залишається в теплової і комунальній енергетиці України, ставить на порядок денний питання більш раціонального його використання за рахунок введення ГТУ і ПГУ на діючих ТЕС та ТЕЦ. В умовах гострого дефіциту інвестицій і енергоресурсів визначальним є оптимізація прийнятих рішень саме за цими показниками.

Таким чином, реконструкцію енергоблоків ТЕЦ доцільно провести за швидкими схемами, використовуючи діюче обладнання: котельні агрегати при їх відносно невеликій реконструкції; парові турбіни при збереженні системи регенерації або при її реконструкції.

Враховуючи вище наведене, як основні задачі дослідження слід розглянути:

– питання оптимізації теплових схем ПГУ різного типу з урахуванням сучасних досягнень в ефективності газотурбінних та паротурбінних установок різної потужності та згідно з цим, різних параметрів теплоносіїв;

– аналіз теплових схем ПГУ різного типу, в яких використовується вітчизняне генеруюче обладнання;

– розгляд варіантів теплових схем скидного типу для реконструкції діючих енергоблоків ТЕЦ електричною потужністю 100 МВт шляхом надбудови газотурбінними установками вітчизняних виробників.

При скидній схемі ПГУ (див. рис.) повітря через вхідний фільтр поступає до компресора, після якого в камері згоряння нагрівається до температури 1050–1400 °С і після газової турбіни подається в топку котла, маючи досить високу температуру. За такої схеми повністю зберігається паротурбінна установка включаючи теплофікаційну установку. Згідно умов реконструкції, від котлоагрегату відключається регенеративний повітропідігрівник (зберігається для можливості роботи енергоблоку при зупинці ПГУ).

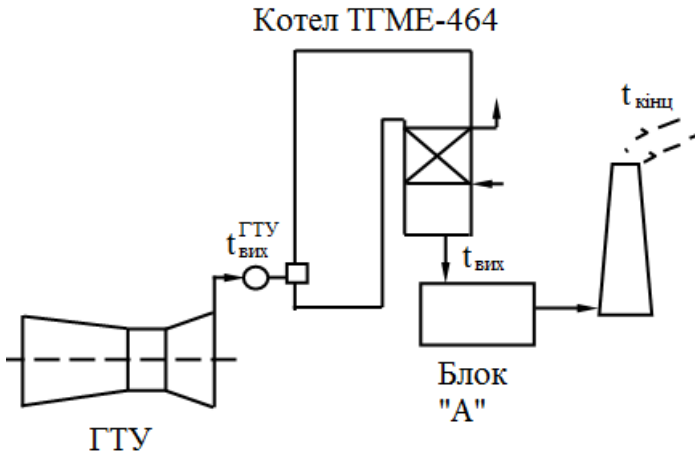


Рисунок. Схема перебудови блока потужністю 100 МВт в ПГУ скидного типу

Аналіз ринку України показав, що газотурбінні установки виробляють на ДП НВК «Зоря-Машпроект», м. Миколаїв та ВАТ «Мотор-Січ», м. Запоріжжя.

Промислові газотурбінні установки наземного використання, які випускає ВАТ «Мотор-Січ» – це пересувні електростанції потужністю 2,5 МВт, стаціонарні електростанції потужністю 2,5 МВт та 6,0 МВт, які укомплектовані електрогенераторами та приводні ГТД потужністю 6,3 МВт і 10 МВт для газоперекачувальних станцій. Ці ГТУ за своєю потужністю та призначенню не пристосовані для скидних ПГУ (крім ГТУ потужністю 10 МВт, що можуть бути адаптовані для надбудови котлів котельень або комбінованих ПГУ потужністю від 12 МВт до 14 МВт для промислових підприємств).

Слід врахувати, що оцінку вибору ГТУ необхідно виконати для максимального режиму роботи паротурбінної частини скидної ПГУ на базі блоку потужністю 100 МВт. Також слід врахувати, що використання вихідних газів з температурою 485°C веде до зниження витрати газу в котлі.

Враховуючи це при створенні скидної ПГУ, для розгляду варіантів використання гарячих газів, що відходять від котлоагрегату, спираючись на їх температуру за економайзером, доцільно прийняти газотурбінну установку, що виробляється на ДП НВК «Зоря-Машпроект», UGT-25000 потужністю 25 МВт (при $t_{\text{зовн}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$), температурі газів за газовою турбіною (485 °C) та витраті цих газів на дві ГТУ (175 кг/с) при необхідній витраті повітря на котел 146,2 кг/с, що з врахуванням зниження кисню у газах ГТУ доцільно.

Температура відхідних газів за економайзером змінюється від 350 °C до 370 °C при досить високій витраті газу $G_r = 146,2\text{ кг/с}$, що забезпечує високий тепловий потенціал

$$Q_r^k = c_p G_r (t_{\text{вих}}^{\text{ГТУ}} - t_{\text{кінц}}) = 40\text{ МВт},$$

де c_p – теплоємність повітря (1,02 кДж/(кг·°C)); $t_{\text{кінц}}$ – кінцева температура вихідних газів (100 °C).

Для його використання необхідно створити генеруючий блок «А» (див. рис.) для одержання додаткової електроенергії та можливого підвищення ККД блоку.

Якщо розглянути варіант блоку «А» у вигляді додаткової парової турбіни при утилізації теплоти вихідних газів з температурою 370 °C, можна отримати більше 10 МВт електричної потужності.

Запропоноване технічне рішення ґрунтується на створенні теплової схеми скидної ПГУ для реконструкції енергоблоків потужністю 100 МВт ТЕЦ України. Отримано, що при перебудові цих блоків в скидну ПГУ з газотурбінною установкою ДП НВК «Зоря-Машпроект»

(Україна) UGT-25000, зберігається баланс масової витрати та досягається економія природного газу.

Визначено, що реконструкція енергоблоку в ПГУ приводить до витіснення систем підігріву повітря перед його подачею у котел, що дозволяє використати відхідні гази за економайзером для одержання додаткової електроенергії за рахунок прибудови до котла паротурбінної установки потужністю 10 МВт та додаткового підігріву сільової води, технологічної води для підпитки сільової мережі або технологічної води для підпитки енергоблоку та одержання дистилату. Вибір варіанту надбудови повинен бути обумовлений техніко-економічними розрахунками.

Роботу виконано за рахунок коштів бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямків наукових досліджень» (КПКВК 6541230).

Література:

1. Маляренко В.А., Шубенко О.Л., Андреев С.Ю., Бабак М.Ю., Сенецкий О.В. Когенераційні технології в малій енергетиці. *Харків, нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова*. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 433 с.

2. Андреев С.Ю., Маляренко В.А., Темнохуд І.О., Шубенко О.Л., Бабак М.Ю., Сенецкий О.В. Дослідження перспектив впровадження когенераційних технологій в комунальній енергетиці України. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2015. № 8 (74). Т. 2. С. 11–17.

3. Шубенко А.Л., Маляренко В.А., Сенецкий А.В., Бабак Н.Ю. Когенерационные технологии в энергетике на основе применения паровых турбин малой мощности. *НАН Украины, Институт проблем машиностроения*. Харьков: Институт проблем машиностроения, 2014. 320 с.