621.438.082.2

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОЙ КЭС

В.Ю. Букаренко*, И.А. Ростунцова*

** Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А, Россия, Саратов, rostunzeva@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрена технико-экономическая целесообразность технического перевооружения пылеугольной КЭС с переходом на схему ПГУ КЭС и внедрением газификации угля в кипящем слое под давлением. Рассчитаны технико-экономические показатели энергоустановки на базе ПГУ-540. Проведена оценка эффективности использования в предложенной схеме совместного сжигания угля и горючих вторичных энергоресурсов (ВЭР).

Ключевые слова: парогазовая установка КЭС, газификация угля, технико-экономическая эффективность, вторичные энергоресурсы.

PERSPECTIVE TECHNICAL DIRECTION RE-PULVERIZED COAL IES

V.Y. Bukarenko*, I.A. Rostuntsova*

* Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Saratov, Russia, rostunzeva@mail.ru

Annotation. Annotation. We consider the feasibility of technical upgrading the dust IES with the transition to a scheme of PSU IES and implementation of coal gasification in a fluidized bed under pressure. Designed technical and economic indicators of power plants on the basis of PGU-540. The efficiency of use of the proposed scheme of co-firing of coal and combustible waste energy (RES).

Keywords: IES combined-cycle plant, coal gasification, technical and economic efficiency, waste energy.

Использование низкосортного топлива с повышенной зольностью, с высоким содержанием серы и влажностью более 40 % предъявляет повышенные требования к надежности работы котельных установок ТЭС, а также к обеспечению жестких экологических требований по выбросам в атмосферу оксидов серы и азота. С этой целью являются актуальными разработка и внедрение экологически чистых технологий сжигания твердого топлива в топках котлов с газификацией угля в кипящем слое под давлением [1]. С другой стороны, в последнее время возрос объем исследований [2], относящихся к топкам с кипящим слоем под давлением (КСД). Основное достоинство таких топок состоит в возможности осуществления комбинированного цикла, когда генерируемый в котле пар используется в паровой турбине, а продукты сгорания, имеющие повышенное давление, используются в газовой турбине. Такая схема повышает термодинамический КПД цикла, позволяет снижать габаритные размеры топочных устройств и уменьшать вредные выбросы в атмосферу. Изготовление котлов с КСД позволит почти на 60 % сократить их габаритные размеры по сравнению с котлами обычного типа. В результате экономия на капитальных затратах составит 10 %, а время, необходимое для строительства электростанций, сократится на 25 %.

Для пылеугольного блока мощностью 450 МВт с турбинами К-225-12,8 рассмотрена технико-экономическая целесообразность технического перевооружения с переходом на схему ПГУ КЭС и внедрением газификации угля в кипящем слое под давлением [2]. Конструкции основных элементов схемы представлены на рис. 1.

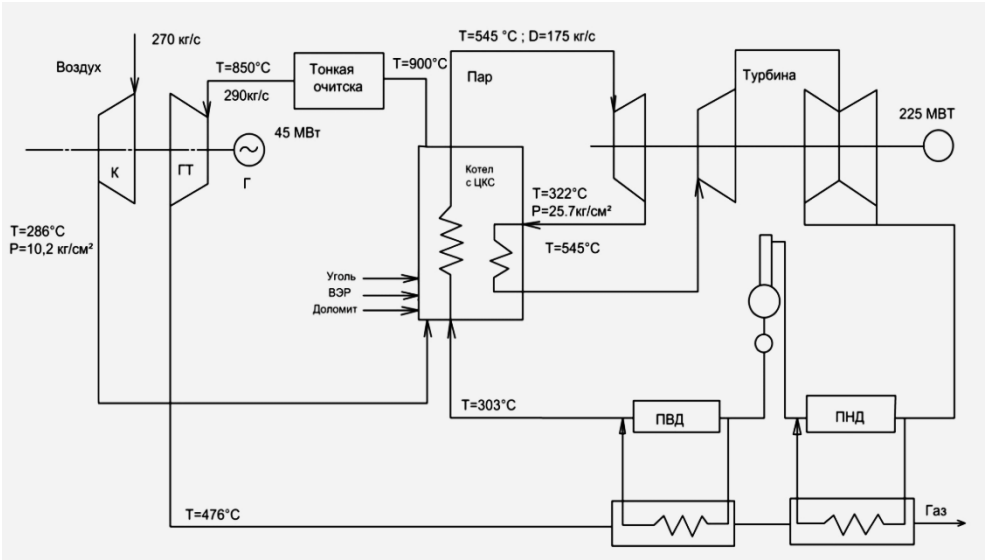

Рис.1. Принципиальная тепловая схема ПГУ-КЭС с газификацией угля в кипящем слое под давлением

В состав оборудования входят газовая турбина ГТЭ-45-2 ПО АТ ХТЗ и паровая турбина К-225-12,8 ПОТ ЛМЗ. Топливо – уголь (антрацит) с зольностью 36 % и теплотой сгорания 17 МДж/кг. Уголь с фракционным составом от 0 до 4 мм подается из системы подготовки топлива в систему подачи топлива в котел, состоящую из бункера, шнеков, циклона и шлюзов, и оттуда поступает в котел с циркулирующим кипящем слоем под давлением 0,8-1,2 МПа, где сжигается при температуре равной 900 °С. Дробленая и сортированная присадки (доломит или известняк) поступают в систему подачи, состоящую из бункера, шнекового питателя, инерционного уловителя, вентилятора, циклонов, фильтров и шлюзов, откуда дозированным расходом направляются в котел. Воздух для сжигания угля поступает от компрессора газовой турбины. Продукты сгорания угля после трех ступеней очистки с запыленностью менее 10 мг/м^3 и температурой равной 850 °С поступают в газовую турбину, после которой с температурой составляющей 470-480 °С направляются в газоводяные теплообменники высокого (ГВП ВД) и низкого давления (ГВП НД), где охлаждаются питательной водой до температуры равной 120-130°С. ГВП низкого давления по питательной воде включены параллельно ПНД, а ГВП высокого давления - параллельно ПВД. Особенностью системы утилизации тепла газов после газовой турбины является нагрев питательной воды в ГВП ВД до температуры, значительно превышающей температуру воды после ПВД, в результате температура питательной воды на входе в котел превышает расчетное значение после ПВД, что приводит к уменьшению расхода топлива. Вытеснением регенерации паровой турбины из-за нагрева питательной воды в ГВП ВД и НД увеличивается ее мощность, что приводит также к повышению экономичности ПГУ в целом. Предусматривается возможность совместного сжигания низкосортного топлива и горючих вторичных энергоресурсов (ВЭР).

Произведен расчет газовой и паровой части в схеме ПГУ-КЭС согласно методике, изложенной в [2]. Рассчитаны технико-экономические показатели энергоустановки на базе ПГУ-540. Основные показатели ПГУ КЭС мощностью 540 МВт представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели эффективности внедрения проекта ПГУ КЭС

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Установленная электрическая мощность	МВт	540
Число часов использования установленной электрической мощности	ч/год	7520
Выработка электроэнергии	ГВт·ч	4060,8
Расход электроэнергии на собственные нужды	%	4,29
Отпуск электроэнергии	ГВт·ч	3886,5
Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии	г у.т./кВт·ч	277,9
КПД по отпуску электроэнергии	%	42,2
Капиталовложения	млн. руб.	27000
Смета затрат на производство	млн. руб.	2402,7
Себестоимость отпускаемой электроэнергии	коп/кВт·ч	91,9
Чистый дисконтированный доход	млн. руб.	19573,27
Внутренняя норма доходности	%	21,65
Индекс доходности	руб./руб.	1,5
Дисконтированный срок окупаемости	лет	12,2

Из полученных результатов следует, что внедрение ПГУ-540 позволит сэкономить не менее 70 г у.т./(кВт·ч), что составляет снижение на 20 % расхода топлива при производстве электроэнергии по сравнению с паротурбинным блоком аналогичной мощности с пылеугольным котлом и системами серо- и азотоочистки. Экологические показатели такого энергоблока отвечают самым жестким требованиям.

Проведена оценка эффективности использования в предложенной схеме совместного сжигания угля и горючих вторичных энергоресурсов (ВЭР). Технология совместного сжигания угля и горючих ВЭР в энергетических котлах является перспективной, поскольку позволяет снизить выбросы оксидов серы, азота, золы и шлака в окружающую среду [3]. С другой стороны ввод горючих ВЭР приводит к снижению КПД котла за счет увеличения потерь с уходящими газами и механическими потерями. На рис.2 представлены результаты расчета изменения КПД котла от доли вводимых горючих ВЭР.

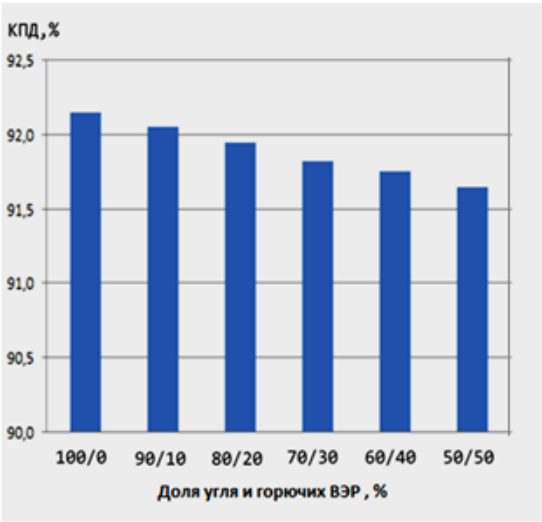

Рис.2. Изменение КПД котла при совместном сжигании топлива и горючих ВЭР

Годовой эффект от внедрения проекта совместного сжигания угля и горючих ВЭР определяется:

$$Э_t = Р_t - З_t \quad \text{млн. руб.}, \qquad (1)$$

где $Р_t$ – результаты проекта; $З_t$- затраты проекта;

$$Р_t = \Delta П_{атм} + \Delta П_{отх} \quad \text{млн.руб.}, \qquad (2)$$

где $\Delta П_{атм}$; $\Delta П_{отх}$ – снижение платы соответственно за загрязнение атмосферы и литосферы (утилизация отходов);

$$З_t = \Delta К_t + \Delta И_t + \Delta И_{ам} \quad \text{млн.руб.}, \qquad (3)$$

где $\Delta К_t$ - дополнительные капитальные вложения в систему совместного сжигания; $\Delta И_t$; $\Delta И_{ам}$ - дополнительные производственные издержки. Результаты расчета экономического эффекта представлен на рис. 3.

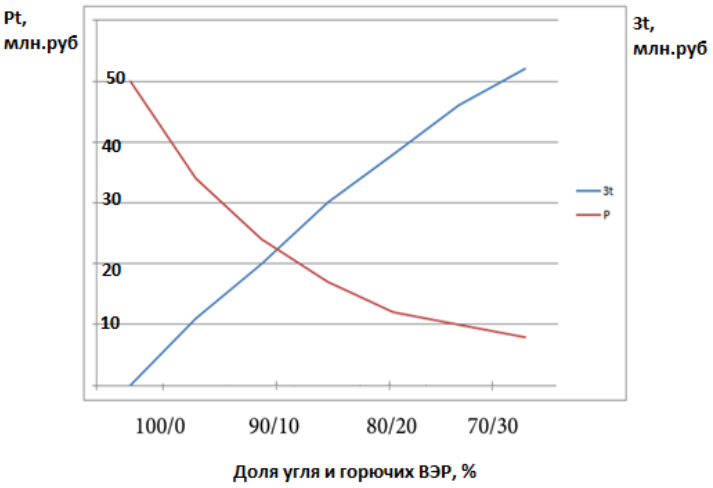

Рис.3. Определение эффективности совместного сжигания угляи горючих вторичных энергоресурсов

Как видно из рис. 3, эффект от внедрения проекта составляет 22 млн. руб., при этом оптимальное процентное соотношение угля и горючих ВЭР при совместном сжигании составляет 90/10 %.

Таким образом, определена эффективность технического перевооружения пылеугольной энергетической установки на схему ПГУ КЭС с внедрением технологии газификацией угля в кипящем слое под давлением. Проведен расчет целесообразности совместного сжигания угля и горючих вторичных энергоресурсов. Разработанные методические положения дают возможность использования предлагаемых решений при проектировании энергоустановок ТЭС в Российской Федерации, а также использования полученных результатов в учебных целях при подготовке специалистов и бакалавров в области энергетики.

Библиографический список

1. Корчевой Ю.П., Майстренко А.Ю., Топал А.И. Экологически чистые угольные технологии. Киев: Наукова думка, 2004. 186 с.
2. Ольховский Г.Г. Парогазовые установки на угле. Опыт разработки и применения, пути использования в России. // Аналит. обзор. М.: ВТИ, 2000. 58 с.
3. Котенко А., Фюредер И., Видхальм Э. Использование древесных отходов для выработки тепловой и электрической энергии на примере Австрии // Энергосбережение. 2007. № 3. С. 28-31.