

## ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

### 1.5. Технологии сжигания органических топлив на ТЭС со сниженным уровнем образования вредных выбросов в атмосферу

#### 1.5.3. Сжигание твердого топлива в расплаве

##### 1.5.3.1. Газификация угля в шлаковом расплаве

Комлер В.Р., ОАО «ВТИ»

Еще одним примером новой технологии использования твердого топлива, позволяющей решать проблему защиты окружающей среды, является метод газификации угля в шлаковом расплаве. Сущность этого метода, который уже несколько лет разрабатывает НИИ экологических проблем энергетики [1, 2], заключается в следующем. Твердое топливо подается в специальную камеру-газификатор, которая является составной частью энергетического котла. При пуске ванна камеры-газификатора заполняется жидким шлаком, требуемый объем которого в дальнейшем поддерживается автоматически. С помощью фурм-горелок слой шлака продувается обогащенным дутьем благодаря чему он поддерживается в состоянии газошлаковой эмульсии. Уголь в расплав подается без какой-либо предварительной подготовки. В целях связывания серы и обеспечения определенных вязкостных характеристик расплава к углю добавляется известняк. Выходящий генераторный газ дожигается в топке расположенной над камерой-газификатором котла (рис. 1.64).

При барботировании расплава парокислородосодержащим дутьем в камере-газификаторе шлак претер-

певает сложные физико-химические превращения с восстановлением металлов и накоплением их в донной части камеры. Этот так называемый тяжелый шлак представляет собой чугуны или ферросилиций, в котором, как в извлекающей фазе, достигаются относительно высокие концентрации цветных и редкоземельных металлов (полиметаллоконцентрат), что делает эффективной дальнейшую переработку данного ценного сырья на предприятиях черной и цветной металлургии. Тяжелый шлак сливается из камеры-газификатора периодически в изложницы разливочной машины, где охлаждается, затем направляется в виде отдельных чушек на склад готовой продукции. Легкий шлак, состоящий из оксидов кремния, кальция, алюминия, магния, натрия и калия, сливается из верхней части ванны камеры-газификатора и поступает на установки переработки его в товарную продукцию.

Основываясь на результатах экспериментальных исследований, проведенных на лабораторных и полупромышленных установках, авторы метода считают, что технология газификации угля в барботируемом парокислородным дутьем шлаковом расплаве имеет ряд важных преимуществ:

- возможность использования любых низкосортных и непроектных углей независимо от их марки и качества;
- реализация максимальной концентрации технологического процесса в условиях идеального смешивания жидких, твердых и газообразных компонентов;
- безотходность по золошлакам, которая обеспечивается переводом практически всей минеральной части топлива в расплав и возможностью корректировки его состава в целях вторичной переработки;
- восстановление и вывод из расплава черных и цветных металлов;
- высокая экологическая чистота, особенно по твердым выбросам ( $50 \text{ мкг/м}^3$ ) и оксидам азота ( $100 \text{ мг/м}^3$ ), снижение на 30 % выбросов  $\text{SO}_2$  и на 10 % выбросов  $\text{CO}_2$ ;
- возможность регулирования за счет изменения количества подаваемого в расплав известняка перехода сернистых соединений в газообразную (дымовые газы) или жидкую (шлаки) фазу и связывания шлаком до 90 % серы топлива;
- отсутствие громоздких систем топливоприготовления, пылеподачи и золоочистки; отсутствие золоотвала;
- широкая реализация дефицитных попутных газов кислородной станции (азота, аргона) для нужд предприятий региона;
- высокая экономическая эффективность, в том числе за счет дальнейшего расширения ассортимента реализуемой продукции из минеральной части топлива.

Для проверки обоснованности перечисленных досто-

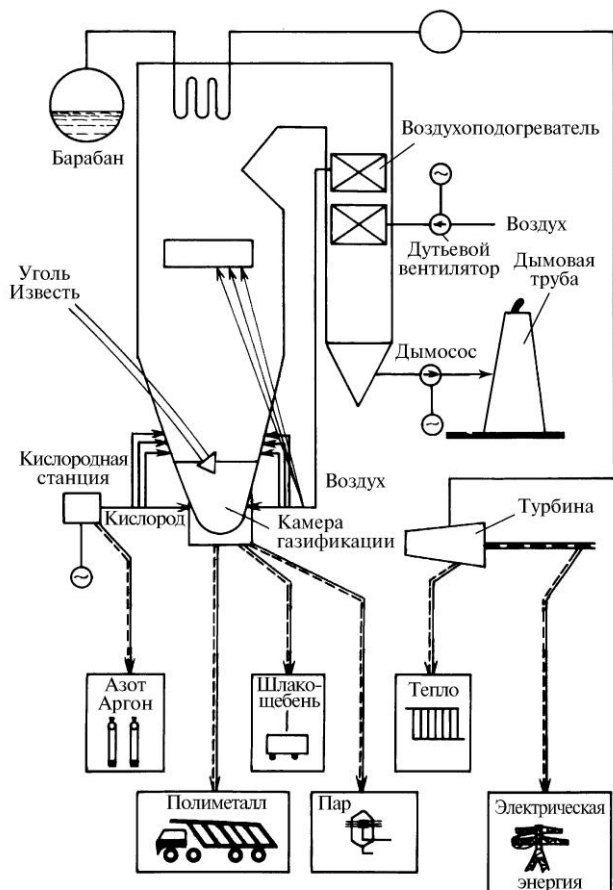


Рис. 1.64. Схема котельной установки с газификацией угля в расплаве шлака

инств метода предполагается в ближайшие годы провести полномасштабный эксперимент: на Несветай ГРЭС в ОАО «Ростовэнерго» будет создана опытно-промышленная установка (ОПУ) с технологией газификации угля в шлаковом расплаве. Тепловая мощность ОПУ 200 МВт, расход пара от котельной установки с температурой 510 °С и давлением 10 МПа 220 т/ч. Основное топливо — донецкий уголь АШ с теплотой сгорания 19,82 МДж/кг.

Научный разработчик проекта — НИИ экологических проблем энергетики (ОАО «НИИЭПЭ»). Разработчик и изготовитель котла для ОПУ — ТКЗ «Красный котельщик»; камеры-газификатора — НПО «АЛГОН» и институт «Стальпроект» (Москва).

Технологическая схема ОПУ включает следующие структурные элементы: систему подачи топлива и флюса; котел с камерой-газификатором; кислородную станцию; систему подготовки и подачи дутья; установки для переработки шлака в товарную продукцию; устройство приема и брикетирования полиметаллических отходов; узел подачи природного газа; систему технического водоснабжения.

Топливо и флюс со склада по существующему тракту топливоподачи Несветай ГРЭС направляются в бункер сырого угля ОПУ, а затем без дополнительной подготовки (металлоулавливания, дробления, размола и др.) подаются в камеру-газификатор. Кислород к фурмам подводится с давлением 0,3 МПа. Для производства кислорода используется серийная воздухоразделительная установка типа КААр-15. Уголь в камере благодаря высокой температуре подвергается термическому разрушению и за счет барботажа ванны равномерно распределяется по сечению. В результате в камере-газификаторе создаются идеальные условия тепломассообмена, обеспечивающие высокую эффективность процесса газификации угля. Теплота сгорания образующегося генераторного газа составляет 6,0...11,0 МДж/м<sup>3</sup> (1400...2700 ккал/м<sup>3</sup>), что позволяет дожечь его в топке котла при умеренном температурном уровне факела. Дожигание газов производится в среде горячего воздуха. После прохождения дымовыми газами конвективных поверхностей нагрева котла и воздухоподогревателя они направляются в дымовую трубу ГРЭС.

Вообще говоря, процесс газификации в расплаве шлака может осуществляться как при атмосферном, так и при повышенном давлении в камере-газификаторе. Опытно-промышленная установка Несветай ГРЭС, предназначенная для исследования и отработки режимов новой отечественной технологии, спроектирована по наиболее простой схеме, в которой генераторный газ из ка-

меры-газификатора, работающей при атмосферном давлении, направляется для сжигания в топку парового котла, примыкающую непосредственно к выходному сечению камеры-газификатора. Энергетическая эффективность такого варианта использования генераторного газа определяется параметрами пара и тепловой схемой паросилового цикла. Параметры пара, принятые в проекте ОПУ, не являются оптимальными, поскольку в целях обеспечения промышленного использования ОПУ для выработки электроэнергии на ГРЭС при минимальных дополнительных капиталовложениях котельная установка ОПУ встраивается в действующий на Несветай ГРЭС паросилового цикл с относительно низким давлением пара 10 МПа и температурой 510 °С без промежуточного перегрева.

Тепловая эффективность использования угля при данной технологии газификации резко повышается в случае применения ее в более экономичных тепловых схемах и термодинамических циклах (при сверхкритических параметрах пара котла, ПГУ с внутрицикловой газификацией при атмосферном и высоком давлении, впрыском пара в ГТУ, термоэмиссионной надстройкой и др.). Для практической реализации этой технологии планируется создание газификатора с аэрошлаковым расплавом под давлением. Совместно с ТКЗ «Красный котельщик» уже разработаны технические предложения на стендовый вариант данного газогенератора. Рабочее давление в его реакционной камере 2 МПа, тепловая мощность 6 МВт. Газогенератор планируется установить на Несветай ГРЭС.

Освоение и применение данной технологии в электроэнергетике позволяет осуществить комплексное безотходное использование всей органической и минеральной массы угля как ценного природного сырья для производства не только энергетической, но и других пользующихся широким спросом видов товарной продукции и тем самым значительно повысить эффективность использования угля в целом.

### Список литературы к п. 1.5.3

1. **Опытно-промышленная** установка мощностью 200 МВт (тепл.) для газификации и сжигания твердого топлива в шлаковом расплаве / А.А. Мадоян и др.: сборник «Новые технологии сжигания твердого топлива: их текущее состояние и использование в будущем». М.: ОНТИ ВТИ, 2001. С. 175—180.
2. **Принципиально** новая безотходная экологически чистая энерготехнология термической переработки твердого топлива в шлаковом расплаве / А.А. Мадоян и др. // Ведомости МТЭА (специальный выпуск). 1998. № 22. С. 260—268.