

УДК 621.18.7.662.938

ОПЫТ БЕЗМЕЛЬНИЧНОГО СЖИГАНИЯ УГЛЯ В НТВ ТОПКЕ

Распутин О.В., Сухинин В.И., Воротников Е.Г., Обухов И.В.

Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), г. Владивосток

В процессе освоения низкотемпературного вихревого сжигания в 70–80 годах прошлого века под научным руководством профессора В.В. Померанцева, была показана возможность отказа от мельниц и перехода на сжигание дробленого угля в камерной топке. Вместе с тем были выявлены проблемы, основной из которых является износ фронтального экрана под действием абразивного потока нижнего дутья, вводимого в топку с высокой скоростью – 120 м/с для удержания во взвешенном состоянии крупных фракций топлива [1]. В дальнейшем в процессе освоения НТВ-сжигания сотрудниками кафедры ТОТ ДВПИ для сжигания топлива грубого помола была предложена модульная топка с соплом нижнего дутья прямоугольного сечения с близким соотношением ширины и высоты. Исследования сжигания твердого топлива в модульной низкотемпературной вихревой топке, проведенные на котле БКЗ-220-100Ф Хабаровской ТЭЦ-1, показали, что система нижнего дутья с сосредоточенным соплом обладает хорошей транспортирующей способностью и позволяет, при относительно невысоких скоростях воздуха 30–50 м/с, отвеивать топливо грубого помола, характеризуемого остатком на сите R_{1000} более 20% [2]. Полученные результаты дали основания полагать о возможности применения указанного устройства нижнего дутья для организации безмельничного сжигания дробленки в НТВ-топке.

Изучение этого вопроса было проведено на котле ТП-20М теплоцентрали завода «Прогресс» г. Арсеньев. В 1984 г. котел был переведен на низкотемпературное вихревое сжигание пыли угрубленного помола с реализацией классической схемы НТВ-топки с ленточным соплом нижнего дутья, направленным вдоль фронтального ската, фронтальным размещением прямооточных наклоненных горелок. В 1988 г. была проведена реконструкция котельного агрегата с реализацией возможности безмельничного сжигания угля. Для подачи дробленого угля в топочную камеру продлен правый скребковый питатель, который обеспечивает транспортировку топлива из бункера сырого угля на фронтальной скат через течку диаметром 400 мм. Течка введена в топку через отверстие в неэкранированной части правой боковой стены холодной воронки топки (рис. 1). Левая пылесистема с молотковой мельницей типа ММТ и гравитационным сепаратором сохранена. Для угрубления помола проходное сечение шахты сепаратора заужено до 40 % от первоначального и предусмотрена подача топлива из бункера в восходящий поток сушильного агента для отвеивания относительно мелких частиц без размола.

Для получения дробленого угля требуемого качества с ограничением максимального размера куска установлен полный комплект бил, уменьшен зазор между отбойным брусом и билами, осуществлена подача угля навстречу вращению ротора штатной дробилки СМ-170 Б, расположенной вначале тракта топливopодачи. Дополнительно реконструирован узел пересыпки топлива на ленточные конвейеры бункерной галереи с установкой грохота, что позволяет крупные куски угля отправлять на слоевые котлы, а мелочь размером не более 25 мм грузить в правый бункер вихревого котла.

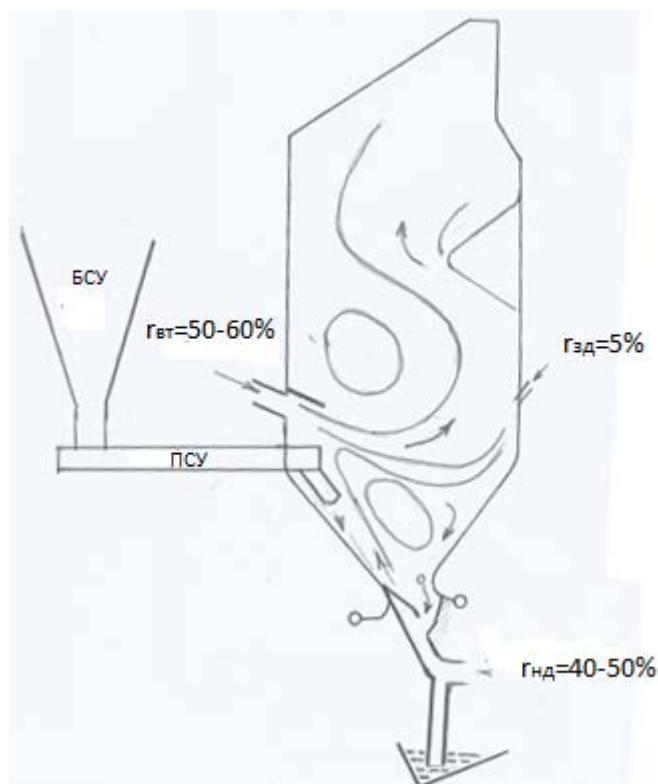


Рис. 1. Схема безмельничного сжигания на котле ТП-20М

В устье холодной воронки топки в центральной ее части установлено сопло нижнего дутья в виде канала сечением 400×400 мм под углом 70° к горизонту, направленное под горелки (сопла вторичного воздуха) (рис. 1). Загрузка топлива осуществляется на струю нижнего дутья в нижней части сопла с откосов, образуемых в результате накопления топливных и золовых частиц с правой и левой сторон холодной воронки. Для очистки сопла в нижней его части выполнено отверстие сечением 300×300 мм, откуда опущена течка под уровень воды в шлакошнеке.

Для предотвращения проскока частиц с потоком нижнего дутья в верхнюю часть топки над горелками установлен лист из жаропрочной стали по всей ширине топки глубиной 900 мм (рис. 1).

На задней стенке топки для сепарации частиц из восходящего потока и выравнивания температурного поля в верхней части топочной камеры установлен аэродинамический козырек из жаропрочной стали на отведенных трубах заднего экрана на глубину 1350 мм (рис. 1).

В течение 1988 г. была опробована работа топки в безмельничном режиме при сжигании ирша-бородинского, павловского, березовского бурых углей. Фракционный состав дробленого топлива, характеризуемый остатками на ситах размером 35 мм, 25 мм, 7 мм, и 1,5 мм, в период испытаний котла был следующий: $R_{35} = 1-3,8 \%$, $R_{25} = 3,0-6,94 \%$, $R_7 = 24,7-46,6 \%$, $R_{1,5} = 72,8-94,2 \%$. На первом этапе, когда грохот еще не был готов, максимальный размер куска угля достигал 40-50 мм.

Испытания котла были проведены при нагрузках 15 – 30 т/ч (0,75–1,5 от номинальной). В том же диапазоне нагрузок котел эксплуатировался в течение 1988 г.

В результате наладки определен воздушный режим топки при безмелничной работе. Воздух распределялся на сопла вторичного воздуха в горелках и сопло нижнего дутья в пропорции, соответственно, 51,4–56,3% и 43,7–48,6 %, скорость нижнего дутья составляла 40–50 м/с, скорость вторичного воздуха на выходе из горелок составляла – 35–40 м/с, напор за дутьевым вентилятором – 450-480 мм вод. ст., избыток воздуха за пароперегревателем – 1,5–1,68.

В результате эксплуатации и испытаний котла установлено, что при переходе на безмелничное сжигание ирша-бородинского угля в топке создается вращающийся горящий запас топлива, который стабилизирует процесс горения. Пульсации давления в камере сгорания практически исчезают. Провал отсутствует, однако золовая масса в топке не накапливается, а выносится через верхнее выходное окно топочной камеры. Котел устойчиво работает в диапазоне нагрузок от 0,7 до 1,5 от номинальной. Шлакование поверхностей нагрева и неэкранированных зон в топке отсутствует.

Дробленка ирша-бородинского угля, благодаря высокой реакционной способности топлива, термо- и пневморазмолу кусков, хорошо выгорает. Несмотря на угрубление уноса, потеря тепла от механического недожога составляет 2,02–3,08 %. (рис. 2).

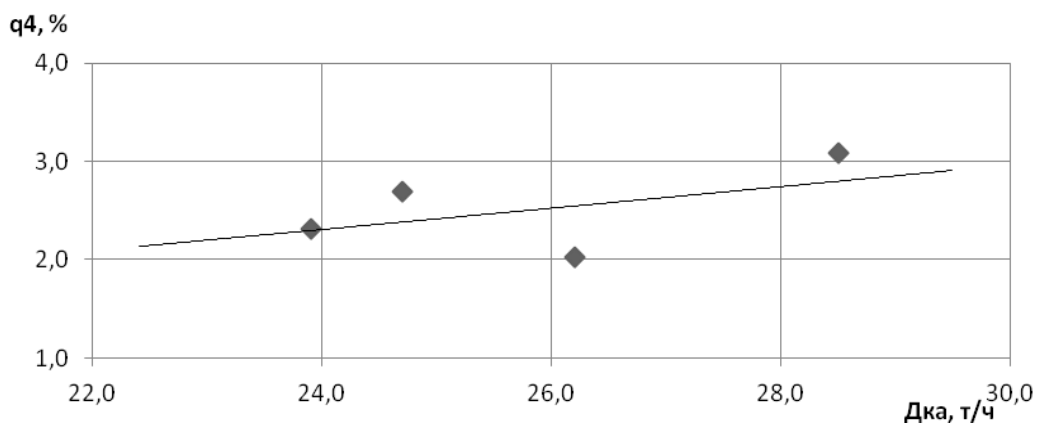


Рис. 2. Зависимость потери тепла от механического недожога от паропроизводительности котла

На других видах топлива (березовском, павловском) в безмелничном варианте работа котла неустойчива из-за нестабильного воспламенения. На этих углях котел эксплуатировался с включенной левой пылесистемой и, соответственно, со снижением подачи дробленного угля правым питателем.

Наблюдения за состоянием поверхностей нагрева в течение полугода работы в безмелничном режиме показали, что, несмотря на относительно невысокую скорость ввода нижнего дутья, имеет место интенсивный абразивный износ фронтального экрана и обмуровки под горелками в месте контакта потока нижнего дутья с фронтальной стенкой топки. Другой проблемой сжигания дробленки является коробление и износ канала нижнего дутья под действием горящего топлива,

поступающего в канал. Поэтому основными задачами следующего этапа освоения безмельничного сжигания являлись: борьба с износом фронта котла и повышение надежности сопла нижнего дутья.

Из пассивных методов защиты фронтального экрана, опробованных в период 1988–1992 г., наиболее эффективным, но и наиболее трудоемким способом, оказалась наплавка труб твердым сплавом. Из активных методов применено увеличение угла наклона сопла таким образом, чтобы поток нижнего дутья меньше контактировал с фронтом, а также снижение скорости потока нижнего дутья за счет расширения выходной части сопла и удлинения пути струи. Последние решения позволили снять проблему износа фронтального экрана. Вместе с тем отклонение восходящего потока от фронтального ската имело отрицательные последствия, так как образовывалось фонтанирующее движение, что снижало устойчивость воспламенения и вызывало рост мехнедожога. Поэтому в конечном итоге вернулись к аэродинамической схеме, в которой струя нижнего дутья направляется вдоль фронтального ската холодной воронки.

При поиске способов повышения надежности работы сопла нижнего дутья были опробованы разные материалы для его изготовления: жаропрочная сталь, чугун, титан. Проверена работа канала нижнего дутья с воздушным охлаждением. Установлено, что при поступлении топлива в сопло и значительном тепловыделении, из-за температурных напряжений и абразивного воздействия топливно-воздушной струи, независимо от материала нарушается геометрия канала нижнего дутья, что ведет к снижению устойчивости воспламенения и шлакованию топки. Наибольший срок службы – один отопительный период, имело сопло, изготовленное из чугуна и сопло с воздушным охлаждением.

В 1993 году топливный баланс теплоцентрали был сориентирован на приморские влажные, зольные бурые угли, что привело к необходимости перевода котла ТП-20М на сжигание молотого топлива с угрубленным фракционным составом, характеризуемом остатком на сите 1 мм – 10–20 %. Для транспорта такой пыли установлено инвертное сопло нижнего дутья с направлением потока вдоль фронтального ската и с отвеиванием топлива на выходном срезе сопла. Данная конструкция нижнего дутья оказалась надежной и эксплуатируется до настоящего времени.

Литература

1. Серант Ф.А. Сжигание немолотых азейских бурых углей в низкотемпературной вихревой топке по схеме ЛПИ-ИТЭЦ-10 / Ф.А. Серант, С.М. Шестаков, В.В. Померанцев, В.В. Поляков, Г.И. Матюхин, В.Н. Точилкин, Ю.А. Пугач // Теплоэнергетика. – 1983. – № 7.
2. Штым А.Н. Опыт освоения вихревой технологии сжигания твердого топлива / А.Н. Штым, Е.Г. Воротников, О.В. Распутин, К.А. Штым // Энергетик. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2011.-№ 9. – с. 23-26.