

УДК 621.181.12.001: 662.642

Ю.И.Маняхин (соиск., ЦМКТ ДВГТУ), К.А.Григорьев, к.т.н., доц.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ МОЛОТКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ММТ 1500/2510/735 В БЕССЕПАРАТОРНОМ РЕЖИМЕ РАЗМОЛА БУРЫХ УГЛЕЙ

В основе целого ряда современных технологий сжигания, таких как кипящий слой, циркулирующий кипящий слой, низкотемпературная вихревая, заложен принцип многократной циркуляции частиц топлива в зоне активного горения. Развитие указанных технологий сжигания потребовало разработки пылеприготовительных систем (ППС), обеспечивающих требуемое качество подготовки топлива. Как правило, новые ППС создаются на базе традиционного оборудования [1] и предназначены для выработки пыли угрубленного помола.

Целью данной работы, проводимой СПбГТУ совместно с ДВГТУ, являлось определение параметров работы молотковой мельницы в бессепараторном режиме размола.

В качестве объекта исследований была выбрана ППС прямого вдувания с молотковой мельницей ММТ 1500/2510/735, установленная у котла БКЗ-220 с вихревой топкой на Хабаровской ТЭЦ-1. Помимо мельницы в состав ППС входит бункер сырого угля, скребковый питатель, течка сырого угля, напорный пылепровод и горелка. Сушильный агент — горячий воздух.

Основные характеристики мельницы: диаметр ротора 1,5 м; длина ротора 2,51 м; активное сечение ротора 3,76 м<sup>2</sup>; номинальная скорость вращения вала 735 мин<sup>-1</sup>; окружная скорость бил 57,7 м/с; число рядов бил по длине ротора 21 шт.; количество бил в одном ряду 4 шт.; общее количество бил 84 шт.; ширина била 110 мм; высота била 200 мм; мощность электродвигателя 400 кВт.

Испытания ППС проводились согласно общепринятой методике [2]. В опытах отбирались пробы сырого топлива, измерялся расход сырого топлива, расход сушильного агента и его температура (до и после мельницы). Пыль угрубленного помола отбиралась трубкой ВТИ, с соблюдением изокINETИЧНОСТИ отбора. Исходное топливо и пыль просеивались на ситах с размерами отверстий 10, 5, 1,5, 1 и 0,36 мм. Для анализа результатов просеивания строились спрямленные кривые гранулометрического состава исходного топлива и пыли в логарифмической системе координат (сетка Розина – Рамлера – Беннета). Коэффициент полидисперсности  $n$  находился для области классов крупности, выделенных ситами с размерами отверстий 5 и 10 мм. Учитывая, что при угрубленном помоле коэффициент  $n$  в области грубых классов крупности изменяется [3], а также рекомендации [4], размер максимального куска  $d_{max}$  определялся по значению выхода суммарного надрешетного продукта  $R_d = 1$  %. Средний размер (по массе) куска исходного топлива  $d_{s1}$  и пыли  $d_{s2}$ , мм, вычислялся по формуле

$$d_s = \sum_{i=1}^k \frac{A_i \cdot F_i}{100},$$

где  $A_i$  — среднее арифметическое значение размера отверстий сит, ограничивающих данный класс крупности, мм;  $F_i$  — выход класса крупности, %;  $k$  — число классов крупности.

Кратность измельчения  $m$  при однократном цикле размола (т.к. в ППС отсутствует сепаратор) определялась как  $m = d_{s1} / d_{s2}$ .

Проведено 14 опытов при подаче в мельницу углей Гусиноозерского, Баганурского, Харанурского месторождений и их смеси. Удельная нагрузка топлива на ротор мельницы

изменялась от 1,6 до 3,8 кг/(м<sup>2</sup>·с). Гранулометрический состав исходного топлива существенно отличался от рекомендуемого Нормами [5] ( $R_{10} = 5\%$ ;  $R_5 = 20\%$ ) и изменялся в широком диапазоне: выход суммарного надрешетного продукта на сите с размером отверстий 10 мм —  $R_{10} = 18...38\%$ ; то же на сите с размером отверстий 5 мм —  $R_5 = 37...58\%$ ; расчетный максимальный размер куска —  $d_{max1} = 35...70$  мм; средний (по массе) размер частиц —  $d_{s1} = 6,7...16$  мм; коэффициент полидисперсности —  $n_1 = 0,7...0,86$ . Параметры сушильного агента варьировались в следующих пределах: расход горячего воздуха на мельницу —  $V'_M = (33...68) \times 10^3$  м<sup>3</sup>/ч; температура горячего воздуха на входе в мельницу —  $t'_M = 240...270$  °С; температура аэросмеси на выходе из мельницы —  $t''_M = 46...82$  °С.

Ситовый анализ мельничного продукта дал следующие гранулометрические характеристики пыли:  $R_{10} = 0,1...3\%$ ;  $R_5 = 4...10\%$ ;  $R_1 = 38...63\%$ ;  $R_{0,36} = 50...80\%$ ;  $d_{max2} = 7...15$  мм;  $d_{s2} = 1,5...2,5$  мм;  $n_2 = 0,6...1,1$ .

Обработка первичных данных и анализ полученных результатов позволили установить следующее.

1. Максимально достигнутая производительность мельницы по сырому топливу (при влажности угля  $W_t' = 38\%$ ) составила 14,2 кг/с.

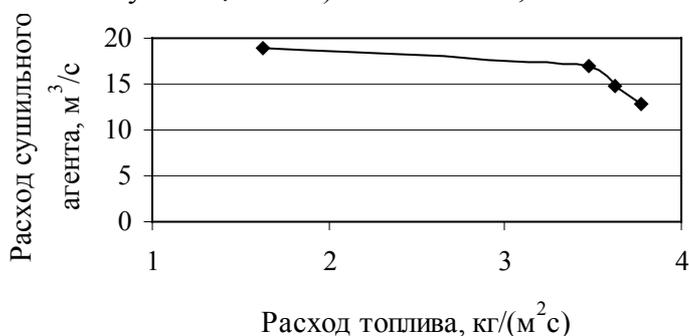


Рис. 1. Изменение расхода сушильного агента в зависимости от топливной нагрузки мельницы

2. При повышении удельной топливной нагрузки на ротор мельницы с 1,6 до 3,8 кг/(м<sup>2</sup>·с) расход сушильного агента (горячего воздуха) самопроизвольно снижается с 18,9 до 12,8 м<sup>3</sup>/с (рис. 1), что можно объяснить повышением сопротивления топливного тракта.

3. Не удалось проследить (как предполагалось ранее) четкой зависимости влияния вентиляции мельницы на крупность

измельчения (рис. 2). Так, в опытах при неизменной топливной нагрузке и изменении расхода сушильного агента от 9,2 до 18,9 м<sup>3</sup>/с (т.е. более, чем в 2 раза) зафиксировано колебание среднего размера куска пыли в диапазоне от 1,55 до 1,96 мм (или в пределах 3,7...9,4% от среднего значения указанной величины в зависимости от серии опытов, что укладывается в погрешность определения).

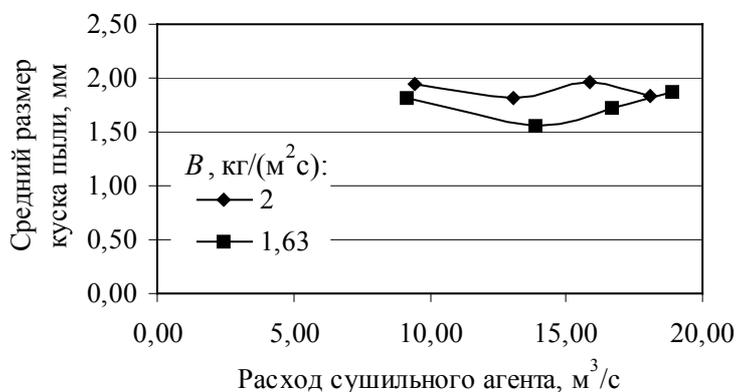


Рис. 2. Изменение среднего куска пыли в зависимости от расхода горячего воздуха на мельницу при постоянных расходах сырого топлива ( $B$ )

4. Четкая зависимость наблюдалась между кратностью измельчения  $m$  и крупностью исходного топлива, характеризуемой величиной среднего размера куска  $d_{s1}$ .

Таким образом, экспериментально установлено, что наибольшее влияние на конечный продукт при однократном цикле размол в молотковой мельнице без сепаратора оказывает крупность исходного топлива, а не вентиляция мельницы.

*Выводы.* В результате

проведенных испытаний молотковой мельницы и анализа опытных данных определены основные параметры ее работы в бесепараторном режиме при размоле бурых углей. Получена зависимость связывающая кратность измельчения и крупность (средний размер куска) исходного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьев К.А. и др. Исследование подготовки топлива для низкотемпературного вихревого сжигания // Теплоэнергетика. 1988, № 11.– С. 66-68.
2. Трёмбовля В.И., Фигнер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергоатомиздат, 1991.– 416 с.
3. Малярова О.В., Григорьев К.А. К вопросу о коэффициенте полидисперсности пыли и максимальном размере зерна при угрубленном помоле // Тез. докл. науч.-техн. конф. СПбГТУ (Санкт-Петербург, 2-6 дек. 1996 г.).– СПб., 1996.– С. 50-51.
4. Ромадин В.П. Пылеприготовление. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1953.– 519 с.
5. Расчет и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (Нормативные материалы) / ЦКТИ-ВТИ. Л.: ОНТИ ЦКТИ, 1971.– 309 с.