

Испытания показали, что камера пульсирующего горения в устройствах подобного типа может устойчиво работать при значительных противодавлениях, обусловленных аэродинамическим сопротивлением теплообменника. Это позволяет значительно увеличить плотность набивки теплообменника, сделать аппарат более компактным. Установлена возможность поддержания надежного пульсационного режима при снабжении камеры пульсирующего горения воздухом из замкнутого объема малой величины, что создает резервы для увеличения степени поглощения шума. Плотность тепловыделения при сгорании топлива, отнесенная к объему камеры пульсирующего горения, достигала $(25 - 30) \times 10^6$ Вт/м³ при отсутствии недожега.

Проведенной работой в основном решены принципиальные технологические вопросы для серийного изготовления теплогенератора с пульсирующим горением: выявлена надежность пульсационного режима (запуск, контроль, останов, возможность автоматизации); подтверждена высокая эффективность работы (отсутствие недожега, малый выход окислов азота, малый избыток воздуха, высокий КПД и т.д.); доказана удовлетворительная долговечность конструктивных элементов; намечены пути для создания других схем теплогенераторов (по теплообмену, компоновке, шумоглушению). Все это позволяет перейти к проектированию серийного теплогенератора с пульсирующим горением.

УДК 533.6.:621.63

Е.Н.Толчинский, В.Д.Дунский, Н.А.Фейгина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РАЗМОЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЛЬНИЦ-ВЕНТИЛЯТОРОВ

Освоение месторождений бурых углей Сибири и Дальнего Востока ставит задачу создания новых и совершенствования традиционных размольных устройств, применяемых на электрических станциях. В ряду этих устройств особое место занимают мельницы-вентиляторы (МВ), так как они позволяют создать мощные пылесистемы повышенной взрыво- и пожаробезопасности. Применение инертных продуктов горения в качестве сушильного агента таких пылесистем приводит к снижению температуры в центральной зоне топки котлоагрегата, что благоприятно сказывается на обеспечении бесшлаковочных ус-

ловый работы и подавления генерации токсичных окислов азота.

Эффективность использования МВ определяется степенью изученности процессов, протекающих в них, в частности знанием количественных характеристик зависимости размольных показателей от конструкции размольных элементов и от режимных параметров их работы. Из работ, посвященных этому вопросу, следует выделить исследование на модели влияния окружной скорости колеса на размол модельного материала [1]. Наиболее полно зависимость размольных характеристик от конструкции колеса отражена в [2]. В данной работе по сравнению с [2] расширен диапазон концентраций размалываемого материала, а также на основе ранее проведенного авторами исследования учтено влияние запыленности потока на аэродинамические характеристики МВ.

Исследование размольных характеристик выполнялось на стенде Белорусского филиала ЭНИН, схема которого показана на рис. 1. На стенде перед МВ (поз 6 - 10,25) и за МВ (поз. 14, - 16, 23) имеются устройства для отбора всего потока материала или пыли, поступающей в каждое из них в течение 3 - 10 с. Такие устройства обеспечивают высокую представительность отбираемых проб.

Модель МВ 12 с $D_2 = 0,3$ м выполнена Черновицким машзаводом по образцу МВ заводского изготовления. Конструкция модели МВ обеспечивает возможность установки сменных колес, комплект которых характеризуется различным количеством, разной шириной и высотой лопаток. Каждое из колес является геометрической моделью реальных колес МВ. Частота вращения колеса МВ контролировалась стробоскопическим тахометром типа СТ-5 и выбиралась исходя из критериев аэродинамического подобия и критериев, определяющих подобие процесса размола [3].

Влияние конструкции колеса на измельчение материала оценивалось по зерновым характеристикам готовой пыли при постоянных значениях концентраций.

В опытах изменялись: число лопаток $z = 6, 8, 10$ и 12 шт.; относительная высота лопаток $h/D_2 = 0,113; 0,157$ и $0,223$ (D_2 - наружный диаметр колеса); относительная ширина лопаток $b/D = 0,250; 0,317$ и $0,383$. Увеличение числа лопаток, их высоты и ширины приводило к утонению пыли и оценивалось по остаткам на сите с ячейками размером 90 мкм.

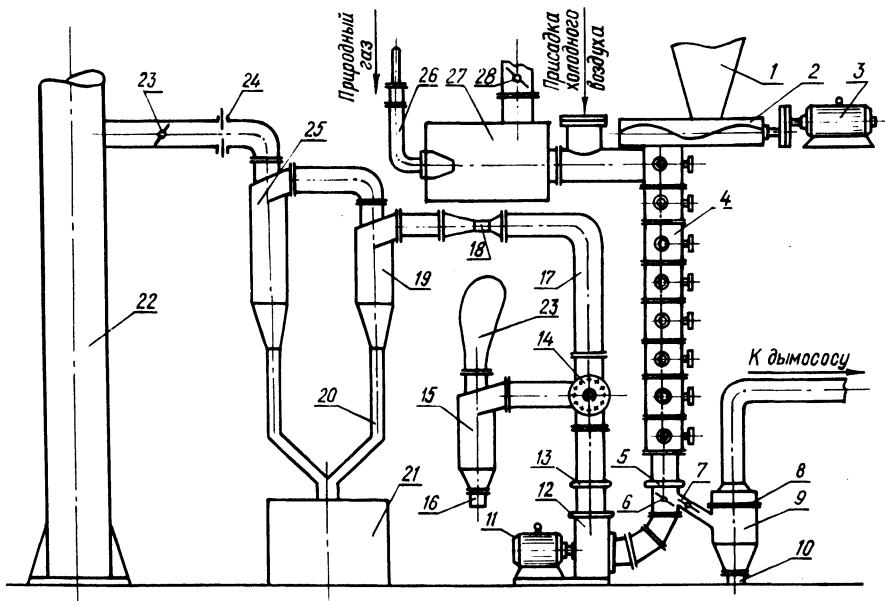


Рис.1 Схема экспериментальной пылеприготовительной установки с МВ: 1 — бункер сырого топлива; 2 — ленточный питатель; 3 — двигатель постоянного тока; 4 — сушильная шахта; 5, 13 — кольцевые каналы для измерения статического давления; 6, 7 — поворотные шиберы для отбора пыли; 8 — фильтр; 9, 15 — циклоны для отбора проб; 10, 16 — стакан для отбора пробы; 11 — электродвигатель; 12 — мельница-вентилятор; 14 — трехходовой кран; 17 — газопылепровод; 18 — труба Вентури; 19, 25 — центробежные циклоны для улавливания пыли; 21 — бункер уловленной пыли; 22 — вытяжная труба; 23, 28 — поворотные шиберы; 24 — измерительная диафрагма; 27 — камера сгорания для генерации сушильного агента.

Интенсивность измельчения ΔR_{90} (разность между остатками на сите 90 мкм исходного материала и пыли [1]) модельного материала в широком диапазоне концентраций для различных конструктивных параметров колеса представлена на рис. 2, а, б, в. Как видно из этого рисунка, с ростом поверхности лопаток (увеличение их числа, высоты или ширины) интенсивность измельчения возрастала. В исследованном диапазоне числа лопаток концентрация материала практически не влияла на характер зависимости интенсивности измельчения от увеличения поверхности лопаток.

Рост интенсивности измельчения с увеличением высоты лопаток имел место во всем исследованном диапазоне, но темп

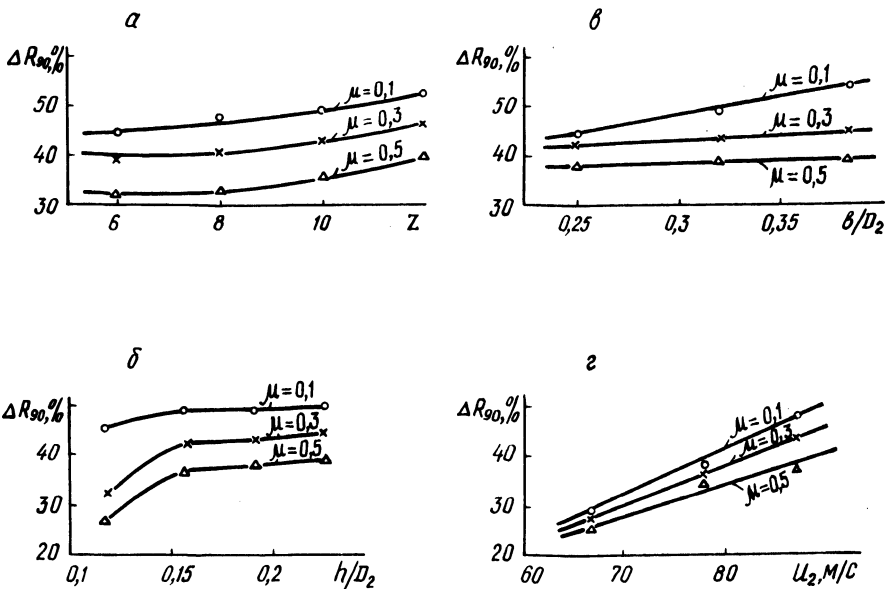


Рис. 2. Зависимость интенсивности размола от конструктивных параметров колеса :
 а — z; б — h/D_2 ; в — v/D_2 ; г — U_2 .

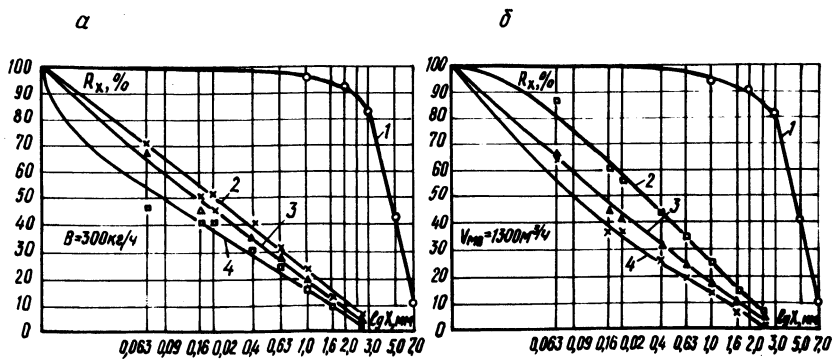


Рис. 3. Зерновые характеристики исходного материала (1) и пыли при размоле в МВ:
 2 — $V_1 = 1240 \text{ м}^3/\text{ч}$; 3 — $V_2 = 1110$; 4 — $V_3 = 890 \text{ м}^3/\text{ч}$ (а); 2 — $B_1 = 600 \text{ кг/ч}$; 3 — $B_2 = 300$; 4 — $B_3 = 155 \text{ кг/ч}$ (б).

роста замедлялся. С увеличением ширины лопаток характер изменения интенсивности измельчения зависел от концентрации материала. С ростом концентрации снижалась доля частиц, измельчаемых за счет трения о поверхность лопатки, поэтому уменьшалось влияние ширины лопатки на интенсивность измельчения.

Влияние частоты вращения колеса (рис. 2,г) также более сильно выражено при низкой концентрации материала. Так, при увеличении частоты вращения от 66,7 м/с до 86,7 м/с (на 30%) интенсивность измельчения при концентрации $\mu = 0,1$ кг/кг возрастала на 62%, а при $\mu = 0,5$ кг/кг - на 52%.

На качество готовой пыли, кроме частоты вращения колеса, существенное влияние оказывали также режимные факторы работы МВ (производительность по газовой фазе и загрузка материалом). При уменьшении расхода газа и постоянном расходе материала тонкость помола улучшалась. Примером этого могут служить зерновые характеристики готовой пыли при $V = 300$ кг/ч = const для трех значений вентиляции: $V_1 = 1240$ м³/ч; $V_2 = 1100$ м³/ч и $V_3 = 830$ м³/ч (рис. 3,а). Снижение вентиляции от V_1 до V_2 вызвало снижение R_{90} с 63% до 49%, несмотря на то, что расходная концентрация при этом возросла с 0,24 до 0,3 кг/кг. Это объясняется тем, что скорость газового потока становится равной скорости витания более мелких частиц. Поскольку с уменьшением расхода газовой фазы концентрация материала возрастает, при определенных режимах это может привести к

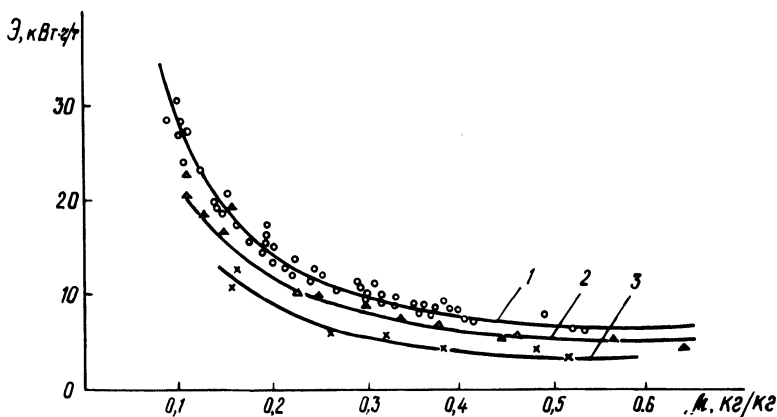


Рис. 4. Удельный расход электроэнергии на 1 т проходящего через МВ материала:

1, 2, 3 — $U_2 = 86,7; 77,5; 66,8$ м/с соответственно.

завалу. В реальных условиях имеется некоторый запас скорости потока, что позволяет прикрытием шибера на напорном пылепроводе уменьшить расход газов. Все это может оказаться необходимым, например при избытке тепла сушильного агента [4].

Влияние загрузки МВ топливом для одной из модификаций колеса при постоянной вентиляционной производительности на зерновые характеристики готовой пыли показано на рис. 3, б. С уменьшением загрузки от $V_1 = 600$ до $V_2 = 155$ кг/ч остаток уменьшился с 76 до 50%, т.е. при меньшей загрузке в меньшей степени сказывается демпфирующее воздействие слоя частиц, концентрирующихся у поверхностей размола.

Величина удельного расхода электроэнергии на размол ($\text{Э, кВт}\cdot\text{ч/т}$) зависит главным образом от режимных параметров: окружной скорости колеса и концентрации материала (рис. 4). Экспериментальные точки, полученные для разных колес и связывающие концентрацию материала и удельный расход электроэнергии на размол для каждой величины окружной скорости, могут быть с достаточной точностью аппроксимированы кривой, т.е. можно считать, что удельный расход электроэнергии реальным МВ является функцией концентрации материала и практически не зависит от конструктивных параметров колеса.

Л и т е р а т у р а

1. Брусин М.А., Гофайзен А.В. Влияние предвключенной бильной системы на работу мелющего вентилятора. - Теплоэнергетика, 1964, №9, с.40 - 42. 2. Волковинский В.А., Роддатис К.Ф., Дунский В.Д. Исследование влияния геометрических и режимных характеристик рабочего колеса на аэродинамические и размольные показатели мельниц-вентиляторов. - Теплоэнергетика, 1978, №1, с. 83. 3. Толчинский Е.Н. Применение метода модели при изучении процесса размола топлив в мельнице-вентиляторе. - Изв. вузов. Сер. Энергетика, 1979, №2, с.51 - 55. 4. Регулирование температуры аэросмеси в пылесистемах с мельницами-вентиляторами на электростанциях, сжигающих торф / В.Д.Дунский, Е.Н.Толчинский, Е.С.Иванов, В.Н.Биткин. - Теплоэнергетика, 1973, №6, с.54 - 56.