

## РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГРУБЛЕННОЙ ПЫЛИ

ШУВАЛОВ С.И., д-р техн. наук, МИХЕЕВ Г.Г., канд. техн. наук, МИХЕЕВ П.Г., ЦЕШКОВСКИЙ Ю.А., инженеры

Представлены результаты расчетного анализа влияния граничного размера разделения сепаратора и шаровой загрузки мельницы на дисперсный состав угольной пыли и производительность пылесистемы с шаровой барабанной мельницей. Определены основные характеристики, которыми должен обладать сепаратор для получения угрубленной пыли, дано описание конструкции нового сепаратора и схема реконструкции серийного сепаратора, приведены результаты модернизации Воркутинской ТЭЦ-2.

*Ключевые слова:* сепаратор, шаровые барабанные мельницы, дисперсный состав, производительность пылесистемы.

## A NEW SEPARATOR DESIGN DEVELOPMENT FOR GETTING HARDENED DUST

SHUVALOV S.I., Ph.D., MIKHEEV G.G., Ph.D., MIKHEEV P.G., eng., TSESHKOVSKY Yu.A., eng.

The article deals with the calculated analysis results of influence of separator division boundary size and mill ball load on coal dust dispersed content and dust-system with ball tumbling mill output. It enumerates the basic characteristics of separator to get hardened dust. The article contains the description of a new separator design and the modernization scheme of a serial separator. It has the results of Vorkutinskaya heat power plant 2 modernization.

*Key words:* separator, ball tumbling mills, dispersed content, dust-system output.

На Воркутинской ТЭЦ-2 применяются технологии низкоэмиссионного вихревого сжигания топлива (ВИР-технологии), позволяющие организовать сжигание пыли со средним размером частиц 100–300 мкм.

Однако установленные на ТЭЦ шаровые барабанные мельницы типа Ш-10 с центробежными сепараторами типа ТКЗ-ВТИ предназначены для подготовки угольной пыли к факельному сжиганию и не могут выдавать более крупную пыль без дополнительных конструктивных изменений мельницы и сепаратора, а также соответствующего изменения режима работы пылесистемы. Переизмельчение угля приводит к необоснованным затратам электроэнергии на собственные нужды, повышенному износу мельниц, сепараторов и пылепроводов и, следовательно, к дополнительным затратам на ремонт и техническое обслуживание оборудования.

Для поиска возможных путей модернизации оборудования и выбора оптимального режима работы пылесистемы была разработана вычислительная программа, основанная на математических моделях вентилируемой шаровой барабанной мельницы [1] и сепаратора [2].

При анализе процессов формирования дисперсных составов и массопотоков угольной пыли в элементах пылесистемы в качестве управляющих факторов рассматривались доступные в процессе эксплуатации или малозатратной реконструкции граничный размер разделения сепаратора и степень шаровой загрузки мельницы.

В результате расчетов было выявлено, что при максимально возможной вентилиции барабана мельницы  $Q = 45000 \text{ м}^3/\text{ч}$  независимо от дисперсного состава пыли максимальный расход угля через мельницу составляет 31,3–31,7 т/ч. Превышение этой величины ведет к резкому снижению интенсивности измельчения и, соответственно, к быстрому росту аккумулярованного в барабане материала, что в итоге приводит к завалу барабана углем.

Существенное влияние на максимальную производительность пылесистемы и крупность пыли оказы-

вает изменение граничного размера в диапазоне 100–400 мкм, дальнейший рост границы оказывает меньшее влияние на характеристики работы пылесистемы. Результаты расчета представлены на рис. 1–3.

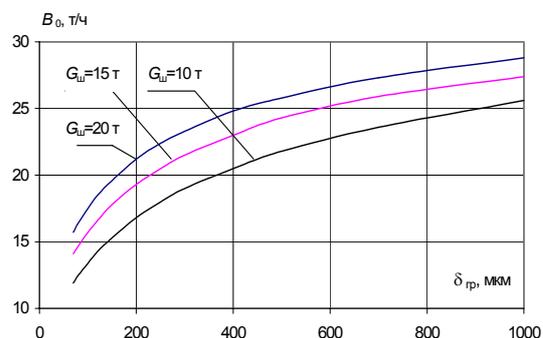


Рис. 1. Зависимость производительности пылесистемы с Ш-10 от граничного разделения сепаратора при  $K_{по} = 1,5$

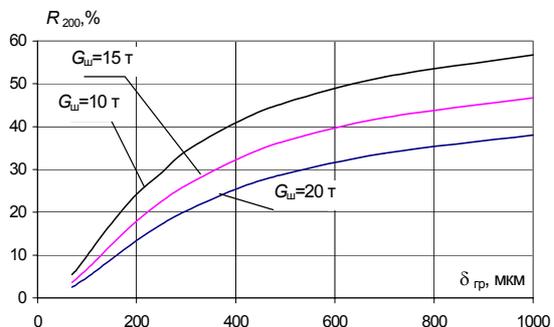


Рис. 2. Зависимость величины остатка на сите 200 мкм в готовой пыли от граничного размера сепаратора при максимальной производительности питания при  $K_{по} = 1,5$

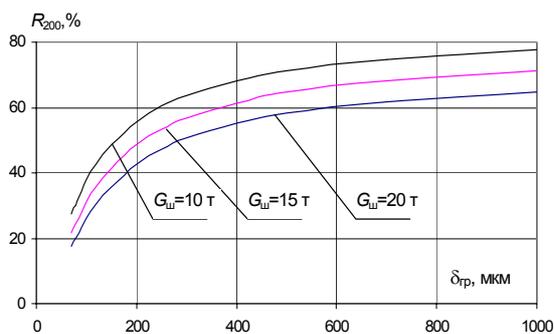


Рис. 3. Зависимость величины остатка на сите 90 мкм в готовой пыли от граничного размера сепаратора при максимальной производительности питания при  $K_{\text{лп}} = 1,5$

На основании анализа режима работы существующей пылесистемы и результатов расчета были сформулированы характеристики, которыми должна обладать новая конструкция сепаратора:

1. При подаче мельничного продукта с  $R_{500} = 15\text{--}30\%$  граничный размер разделения должен находиться в диапазоне 200–400 мкм, при подаче более крупного продукта граница разделения может быть снижена.
2. Сепаратор должен быть рассчитан на вентиляцию пылесистемы 45000 м<sup>3</sup>/ч.
3. Реконструкция сепаратора должна быть малозатратной (по возможности необходимо использовать существующую конструкцию или ее элементы).

За основу нового сепаратора была взята конструкция сепаратора типа ТКЗ-ВТИ, показанная на рис. 4. На стендовой установке были проведены исследования характеристик разделения нескольких вариантов моделей сепараторов, окончательно к реализации была принята конструкция [3], приведенная на рис. 5.

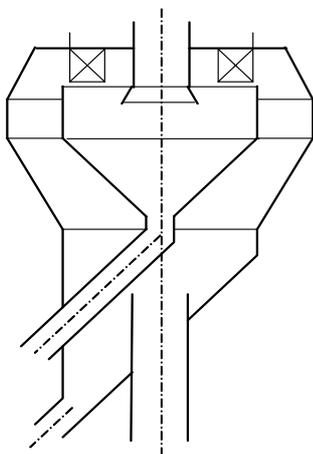


Рис. 4. Схема сепаратора пыли типа ТКЗ-ВТИ

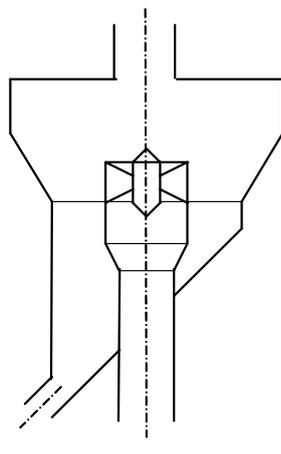


Рис. 5. Схема сепаратора для получения угрубленной пыли

Переход от существующего сепаратора к новой конструкции осуществляется за счет выполнения следующих операций:

- в сепараторе ТКЗ-ВТИ удаляется внутренний конус с обечайкой и течкой возврата;
- вырезается верхняя крышка сепаратора, с нее срезаются лопатки и выходной патрубок обрезается заподлицо с внутренней поверхностью крышки;
- с наружного корпуса сепаратора удаляются цилиндрическая и коническая обечайки;

- крышка с верхней частью выходного патрубка опускаются в наружный корпус сепаратора;

- на входном патрубке устанавливается переходный участок с  $\varnothing 800$  мм на  $\varnothing 1100$  мм;
- в выходной части участка устанавливается закручивающий аппарат, состоящий из обечайки и закручивающих лопаток.

В новой конструкции сепаратора снижение диаметра лопаточного аппарата и уменьшение угла установки лопаток способствуют снижению центробежной силы, действующей на частицы. Образование широкой зоны разделения от закручивающего аппарата до верхней крышки усиливает влияние гравитационной силы и обеспечивает выпадение наиболее крупных частиц из пылегазового потока в сборный конус возврата. Исключение поворотов пылегазового потока и организация прямолинейного движения приводят к снижению аэродинамического сопротивления сепаратора и повышению эффективности разделения.

Стендовые исследования модели сепаратора показали, что наиболее приемлемые характеристики сепаратора достигаются при установке лопаток под углом 20°. Увеличение закрутки потока ведет к снижению эффективности разделения, границы разделения и доли выхода готовой пыли. С другой стороны, уменьшение угла менее чем на 20° является нецелесообразным, так как в этом случае происходит прямой прострел частиц мельничного продукта в готовую пыль без классификации по размерам. Поэтому для промышленного сепаратора был принят угол установки лопаток 20°. Высота зоны разделения (расстояние от закручивающего аппарата до верхней крышки сепаратора) также влияет на эффективность разделения и дисперсный состав готовой пыли. Наибольшая эффективность разделения достигается при высоте зоны 100 мм, что соответствует высоте зоны промышленного сепаратора. Эти конструктивные параметры и были реализованы при модернизации промышленного сепаратора 3А Воркутинской ТЭЦ-2.

Испытания пылесистемы после реконструкции показали, что характеристики работы пылесистемы близки к ожидаемым: доля частиц в готовой пыли крупнее 1 мм составила менее 2,5%, что допускалось по техническому заданию на модернизацию пылесистемы. Однако надежность работы пылесистемы с новым сепаратором оказалась недопустимо низкой, так как в мельничном продукте на выходе из барабана оказывались щепки длиной до 5–6 см, попавшие в мельницу от досок и деревянных стоек шахтного крепления. Эти щепки, попадая в бункер пыли, заклинивают лопастные питатели пыли.

Для предотвращения попадания щепы в готовую пыль граница разделения сепаратора была уменьшена, для чего высота зоны разделения сепаратора была увеличена до 1100 мм, а лопатки были установлены под углом 25°.

Проведенные испытания показали, что работа пылесистемы стала стабильной, заклинивание пылепитателей прекратилось. Дисперсный состав пыли характеризуется полными остатками  $R_{1000} = 0,8\text{--}1,7\%$ ,  $R_{200} = 25\text{--}32\%$ ,  $R_{80} = 40\text{--}50\%$ . Горение факела стало устойчивым, выпадения пыли в нижнюю часть топки не наблюдалось.

За счет угрубления пыли производительность пылесистемы увеличилась с 16 т/ч до 24,5 т/ч, что позволило обеспечить полную нагрузку котла при работе только одной пылесистемы, оставив в резерв вторую мельницу. В 1,5 раза снизились удельные затраты электроэнергии на пылеприготовление. Вывод в резерв второй пылесистемы позволил сократить присосы воздуха в топку на  $\Delta\alpha_T = 0,03$ , что привело к снижению потерь тепла с уходящими газами. С другой стороны, угрубление пыли привело к увеличению содержания горючих в уносе в среднем с 5,6% до 6,7%.

В целом результаты модернизации пылесистемы пыли признаны положительными. Этот вариант реконструкции сепараторов пыли может быть рекомендован

для практического использования при переводе котлов на сжигание пыли по ВИР-технологии.

#### Список литературы

1. **Шувалов С.И., Ушаков С.Г.** Расчет процесса измельчения в вентилируемой шаровой барабанной мельнице // Теплоэнергетика. – 1994. – №9. – С. 55–57.
2. **Новосельцева С.С.** Повышение эффективности сложных технологических систем измельчения путем их структурной оптимизации. Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1999. – 177 с.
3. **Патент** РФ на полезную модель №45944, БИ №16, 2005. Центробежный классификатор / С.И. Шувалов, Г.Г. Михеев, П.Г. Михеев, Ю.А. Цешковский.