

УДК 661.333.32.081.2

А.Э. Левданский, проф., зав. кафедрой, д-р техн. наук;

Е.Г. Федарович, асп. (БГТУ, г. Минск);

Ж.В. Султанов, ст. преп.; О.А. Шералиева, доц., канд. техн. наук

(ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан);

С.Х. Нурмухамедов, канд. техн. наук (АО «Махам-Чирчик», г. Чирчик)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ БУРОГО УГЛЯ В ТУРБОЛОПАСТНОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ

В последнее время актуальным становится проблема создания энергоэффективных и ресурсосберегающих угольных ТЭС нового поколения, а также модернизация существующих станций, отвечающие самым строгим нормам экологической чистоты выработки электроэнергии и тепла с утилизацией образующихся отходов [1].

Общеизвестно, что к низкосортным углям относят все количества бурых углей и часть каменных углей с зольностью свыше 25%. Переработка низко реакционного топлива с целью получения энергии методом газификации является весьма перспективным направлением, способным обеспечивать высокую эффективность и высокие энергетические показатели производства.

Основными направлениями переработки бурых углей являются: механическое и; термическое облагораживание; сжигание; термолиз; газификация; гидрогенизация; экстракция и термическое растворение; производство адсорбентов. Для успешной организации любого из вышеперечисленных способов необходима предварительная переработка твердых топлив, в частности, измельчение.

В настоящее время предложены разнообразные методы газификации, отличающиеся, главным образом, крупностью перерабатываемого твердого топлива, способом его подачи в газогенератор, температурой газификации, давлением в газогенераторе, составом дутья, а также проведением процесса без подачи тепла из постороннего источника и с подачей тепла – соответственно, адиабатические и аллотропические процессы.

Известна работа посвященная одному из методов газификации низкореакционного твердого топлива в восходящем потоке, активированного нанокатализаторами окислителя [2]. Из работ многих исследователей видно, что основными направлениями переработки углей являются: механическое облагораживание; сжигание; термолиз; газификация; гидрогенизация; экстракция и термическое растворение; производство сорбентов.

Некоторые ученые исследовали «подземную газификацию углей» как альтернатива существующим технологиям добычи угля [3], в одной работе предлагают несколько вариантов «подземной газификации углей», в частности, очищенный газ не содержит сероводород, а, следовательно, при сгорании не выделяет сернистого ангидрида; в газе, полученном на кислородном дутье, не содержится оксидов азота [4].

Одним из перспективных методов измельчения твердых материалов является измельчение в аппаратах турболопастного типа [5].

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования процесса измельчения твердых углеводородов, в частности, бурого угля Ангренского месторождения, являющегося низко-реакционным топливом. Для достижения поставленной цели авторами предложен метод измельчения бурого угля в трехзонном измельчителе турболопастного типа [6].

Конструкция аппарата включает цилиндрический корпус изготовленный из нержавеющей стали X18H10T диаметром 0,150 м, толщиной 0,006 м и длиной 1,5 м, внутри которого по горизонтальной оси расположен вал с клиновидными стержнями оба конца. Вала установлены на подшипниках и посажены в стакан, который на скользящей посадке вращается внутри втулки. Вал осуществляет как вращательное, так и возвратно-поступательное движение. Для осуществления вращательного движения конец вала, находящийся на стороне зоны загрузки, соединен с электродвигателем при помощи муфты специальной конструкции.

Аппарат для измельчения имеет 5 зон: загрузки “А”, грубого измельчения “В”, мелкого измельчения “С”, тонкого измельчения “D” и выгрузки “Е”.

Вращательное движение вала со стержнями составляет от 100 до 2880 об/мин, а возвратно-поступательное движение колеблется в пределах 30 мм. Мощность двигателя постоянного тока 5 кВт. Число оборотов электродвигателя регулируется при помощи специально сконструированного частотного преобразователя.

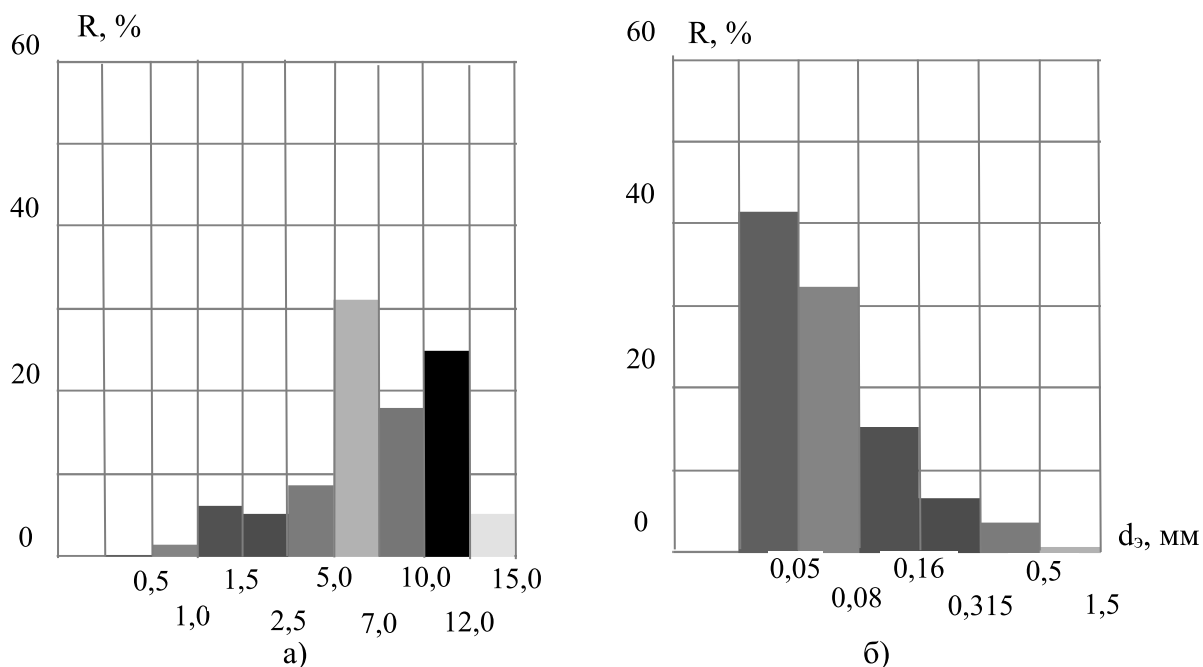
Экспериментальные исследования по тонкому измельчению полидисперсных материалов проведены в скоростном измельчителе турболопастного типа в следующем диапазоне изменения режимных параметров: угловая скорость рабочего вала $\omega=48,1-182,6 \text{ с}^{-1}$ [6].

Исходное сырье, бурый уголь Ангренского месторождения предварительно раскалывали до размера 15 мм.

На рис.1 представлены гистограммы гранулометрического состава бурого угля до (рис.2а) и после измельчения (рис.1б), при угловой скорости рабочего вала турболопастного аппарата $182,6 \text{ с}^{-1}$ соответственно.

При угловой скорости рабочего вала со стержнями круглого поперечного сечения получены следующие опытные результаты: при величине угловой скорости $\omega=182,6 \text{ с}^{-1}$ фракции до $d_3=0,08 \text{ мм}$ составляет свыше 73,98%, а фракция до $d_3=0,5 \text{ мм}$ свыше 99,4%. Доля фракции с размером частиц до 0,05 мм с 13,18% возросла до 41,57%, т.е. интенсификация процесса измельчения в 3 и более раз.

Как видно, гранулометрический состав кардинально улучшился, причем, если исходное сырьё состояло на 97,3% из фракций 1-15 мм, то после измельчения 97,43% фракций состоят из частиц до 1,5 мм.



а – исходное сырьё; б – $\omega=182,6 \text{ с}^{-1}$.

Рисунок 1 – Фракционный состав измельченного бурого угля в интегральной форме

Общеизвестно, что на разрушение материалов и продуктов доминирующее влияние оказывает возникновение и развитие трещин в результате приложения определенных нагрузок. Концентрация энергии по фронту всегда способствует разрушению материалов и частиц при относительно низких напряжениях, чем это необходимо для разрушения тел с однородной структурой.

В турбулизированном слое происходит многочисленные соударения частиц твердых материалов о стержни и стенку аппарата, что

приводит к возникновению и развитию трещин при высоких нагрузках в турбулентном режиме двухфазного потока, способствуют получению однородных по размерам, близких по форме к шарообразной частиц.

Анализ результатов экспериментальных исследований по измельчению бурого угля в турболопастном измельчителе продемонстрировал, что рост численных значений угловой скорости вращения рабочего вала увеличивает степень измельчения твердых тел, и соответственно, способствует повышению удельной поверхности слоя частиц. Естественно, повышение поверхности частиц слоя ведет к интенсификации технологических (химических или тепло- или массообменных) процессов.

В заключении необходимо подчеркнуть, что для эффективного измельчения бурого угля Ангренского месторождения доказана целесообразность использования много стадийного измельчения в турболопастном аппарате.

Эффективность процесса измельчения бурового угля в 3-х стадийном турболопастном измельчителе объясняется одновременным воздействием трех способов измельчения: раскалывание, стесненный удар и истирание. Доминирующий вклад в интенсификацию процесса измельчения бурового угля в турболопастном аппарате вносит угловая скорость вращения рабочего вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетическая стратегия России в период до 2030 года // “Энергетическая политика”. – М.:ГУ ИЭС, 2010.–184 с.
2. Пряткин В. С., Белов А. А., Иванов В. В. и др. Газификация угля и ее применение в энергетике //“Энергетика”, 2018. – №3. – с.42-47.
3. Ремезов А.В., Ермак В.В. «Подземную газификацию углей» как альтернатива существующим технологиям добычи угля // Геотехнология, 2006. – №7. – с.110-113.
4. Крейнин Е.Г. Подземная газификация углей как один из вариантов экологически чистого энергетического предприятия // Теплоэнергетика.- 1991. – N4. – С.17-37.
5. Аннаев Н. А., Левданский А. Э., Султанов Ж. В., Федарович Е.Г., Нурмухамедов С. Х. К проблеме измельчения бурового угля Ангренского месторождения в турболопастном аппарате / Сб. трудов 1-ой межд. конф. «РАСЕ-2024», Т.: ТХТИ. – с.52-60.
6. Аннаев Н.А., Нурмухамедов Х.С., Усмонов Б.С. и др. Влияние шага размещения стержней на грубое измельчение деформирующихся материалов в турболопастном аппарате // Илмий-техника журнали, ФерПИ, 2019. – №2. – С.115-118.