

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.32743/UNITECH.2022.102.9.14310

СУШКА УГОЛЬНОЙ МЕЛОЧИ ПЕРЕД БРИКЕТИРОВАНИЕМ

*Ахунбаев Адил Алимович**канд. техн. наук, доц.,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана.
E-mail: a.ahunboyev@ferpi.uz**Хакимов Акмалжон Ахмедович**PhD, доц.,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: ferpi_info@edu.uz**Вохидова Насиба Хабибулло қизи**соискатель ученой степени доктора философии,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: ferpi_info@edu.uz*

DRYING OF COAL FINE BEFORE BRIQUETTING

*Adil Axunbaev**Postgraduate Researcher (DSc), Associate Professor,
Fergana Polytechnic Institute, Fergana,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Akmaljon Khakimov**PhD, associate professor,
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Nasiba Vokhidova**Graduate Student,
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

В статье описана кинетика сушки угольной мелочи в контактном барабанном аппарате с быстровращающимся ротором. Дана методика определения кривой сушки и кривой скорости сушки экспериментальным путем. На базе общих представлений о сушке и ее законах рассмотрена физическая картина процесса по стадиям, протекающим в сушильной установке.

ABSTRACT

The article describes the kinetics of coal fines drying in a contact drum apparatus with a rapidly rotating rotor. A method for determining the drying curve and the drying rate curve experimentally is given. On the basis of general ideas about drying and its laws, the physical picture of the process by stages occurring in the drying plant is considered.

Ключевые слова: скорости сушки, кинетика сушки, кривая скорости сушки, тонкодисперсный материал, контактная сушка.

Keywords: drying rates, drying kinetics, drying rate curve, fine material, contact drying.

Введение

Во всем мире уголь считается более экономичным и широкодоступным сырьем для теплоэнергетических установок, действующих в отдаленных регионах и промышленных зонах. Однако, качество угля не всегда отвечает требуемым нормам, особенно по показателю его механической прочности, что влечет за собой его значительное измельчение. Поэтому большое значение имеет брикетирование в специальных устройствах с использованием связующих веществ для повышения горючести образующихся мелочей угля [1,2,3].

Одним из процессов технология брикетирования является сушки угольной мелочи, так как, изначально добытые пробы из карьера уголь имеет определенную влажность. Например, отобранные на анализ основных физико-химических показателей бурых углей пробы Ангреновского месторождения показал, что исходная влажность угольных мелочей меняется существенно и в зависимости от пласта составляет от 17% до 45% [4]. По технологии брикетирования угольных брикетов необходимо добавление до 25% от массы угольной мелочи, в качестве связующих веществ из отходов гидролизной и масложировых производств [5]. Поэтому возникает необходимость сушки угольной мелочи до 15% перед добавлением связующих веществ при приготовлении исходной массы для прессования угольных брикетов.

Необходимо отметить, что бурые угли не зависимо от мест поставки имеют до 60% мелочей, которых необходимо с добавкой местных связующих

брикетировать в оптимальных геометрических размерах [6,7]. Исследования гранулометрического состава угольных мелочей Ангреновского месторождения, осуществленного методом сытового анализа, позволили установить, что содержание угольной пыли (менее 0,2 мм) в среднем доходить до 8%, и этот показатель колеблется от 3 до 14% [8,9].

При таком содержании угольной пыли применение конвективных сушилок нецелесообразно. Предлагаемой нами сушилке с быстровращающимся ротором процессы теплообмена происходят интенсивнее 2-4 раза по сравнению с другими контактными аппаратами. Это достигается за счет равномерного слоя дисперсного материала по всей нагреваемой внутренней поверхности аппарата и интенсивного движения материала относительно горячей стенки барабана [10,11].

Объект и метод исследования

В экспериментальной установке теплота подводится непосредственно от обогреваемой стенки барабана к слою дисперсной угольной мелочи, что исключает унос частиц, поскольку отсутствует поток теплоносителя сушильного агента. Аппарат состоит из неподвижного горизонтального, обогреваемого барабана, внутри которого расположен вращающийся ротор с шестью лопатками (рис. 1). При вращении ротора лопатки захватывают угольную мелочь, и возникающая при этом центробежная сила отбрасывает материал на нагретую внутреннюю стенку барабана. Энергия для высушивания получается при конденсации водяного пара, что позволило контролировать температуру нагрева [12,13,14].

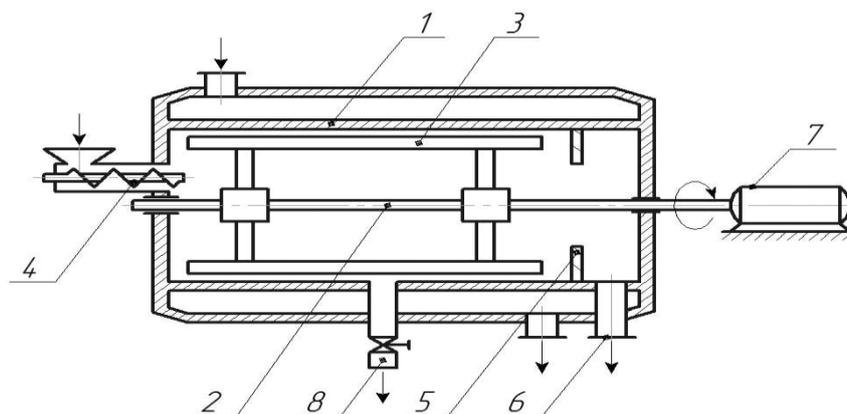


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

1-корпус; 2-ротор; 3-лопатки; 4- питатель; 5- выгрузной порог; 6- выход высушенного продукта; 7-электродвигатель; 8-проботоорбитник

Испаренная влага выводится из аппарата противотоком движению высушиваемого материала через

зазор вблизи вала и конденсировался в теплообменнике. Вследствие этого, исключались потери продукта и загрязнение окружающей среды.

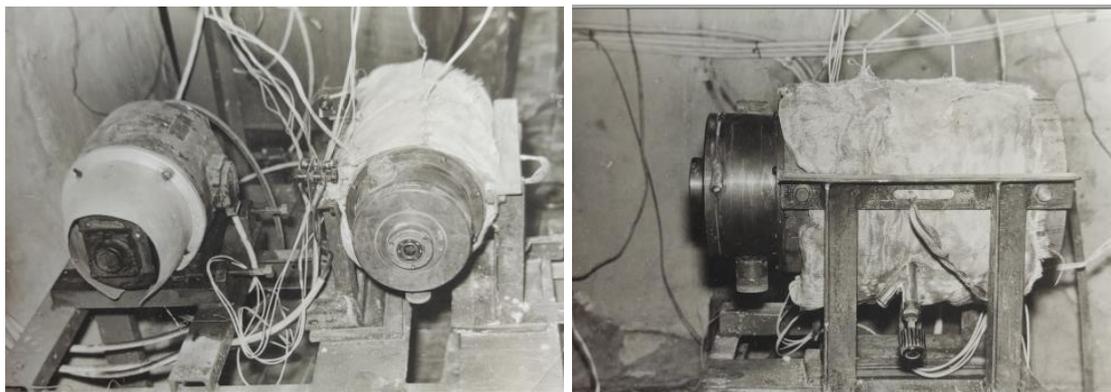


Рисунок 2. Фотографии экспериментальной установки

Для определения основных закономерностей процесса сушки угольной мелочи было проведено экспериментальное исследование кинетики процесса удаления влаги в периодическом режиме. Опыты проводились для исходного продукта с исходной влажностью 45%. Определение кинетики сушки угольной мелочи проводилось в периодическом режиме. Методика эксперимента заключалась в следующем. В течение длительного времени (до 2 часов) аппарат поддерживался в нагретом состоянии. При этом во всех точках достигалась стационарная температура. После этого запускался двигатель и устанавливалось заданное число оборотов и в аппарат через питатель загружалась порция материала. С этого момента через определенные промежутки времени отбиралось пробы материала и

определяли их влажность весовым методом. Влажность образцов определяют путем их сушки при 105°C в течение 3 ч в сушильном шкафу [15,16].

В процессе сушки контролировались температуры материала и стенки аппарата в различных точках по длине и по периметру барабана. В разных экспериментах поддерживалась постоянной либо температура стенки, либо электрическая мощность, снимаемая с нагревателя [17].

Исследовались кинетические зависимости сушки угольной мелочи при следующих режимах работы аппарата:

Число оборотов ротора $n = 200 - 1000$ об/мин;

Температура стенки аппарата $t_{cm} = 110 - 140$ °C

Коэффициент загрузки зазора $\kappa_3 = 0,75 - 1,25$

Характерные кривые кинетики сушки представлены на рис. 3.

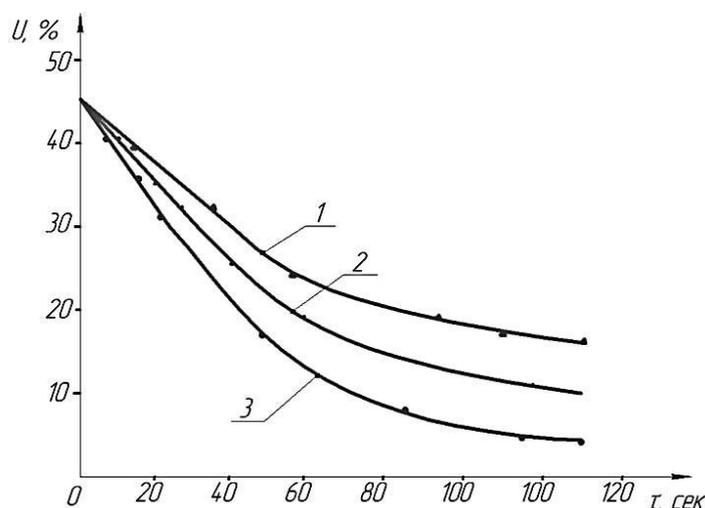


Рисунок 3. Кинетические кривые сушки угольной мелочи
 1- $n = 300$ об/мин; 2- $n = 500$ об/мин; 3- $n = 700$ об/мин

С достаточной точностью графики кинетических зависимостей до остаточной влажности около 30% можно условно аппроксимировать прямой линией и рассматривать эту влажность как критическую. Данный вывод косвенно согласуется с кривой температуры материала. Температура материала до влажности 30 % остается равной 100 °C и при дальнейшем уменьшении влажности высушиваемого материала происходит рост её температуры [18,19].

Из кривой скорости сушки видно, что до влажности 30 % процесс сушки происходит в первом периоде, то есть скорость сушки постоянна. Анализируя материальный и тепловой баланс процесса сушки, можно заметить, что скорость сушки пропорциональна тепловому потоку, получаемому материалом от стенки. Также необходимо отметить довольно простой вид кривой сушки – это линейная зависимость

скорости сушки от текущего влагосодержания. Следовательно, экспериментальные кинематические результаты можно аппроксимировать в виде (1):

$$\frac{dU}{d\tau} = \left\{ \begin{array}{l} NnpU \geq U_{kp} \\ N \frac{U - U_p}{U_{kp} - U_p} npU \leq U_{kp} \end{array} \right\} \quad (1)$$

По изменению влагосодержания и температуры материала в процессе сушки определялось количество подведенной к материалу теплоты в процессе теплоотдачи от нагретой стенки аппарата. Результаты экспериментов обратывались в виде зависимости коэффициента теплоотдачи от нагретой стенки к слою материала в соответствии с формулой (2)

$$\alpha = Q / (F \cdot \Delta t_{cp}) \quad (2)$$

Здесь Δt_{cp} - разность между средней температурой стенки и температурой материала. В экспериментах для точности определения коэффициента теплоотдачи разность температур поддерживалась

более 20 °С. $F = 0,17 \text{ м}^2$ – внутренняя поверхность корпуса аппарата.

Количество теплоты, подводимой к материалу, в процессе сушки определялось по балансу

$$Q = G_c \frac{dU}{d\tau} r + G_c (C + C_B U) \frac{dt}{d\tau}, \quad (3)$$

где U – массовая доля влаги в материале, отнесенная к абсолютно сухому весу.

Влияние содержания влаги на теплообмен представлен на рис. 4, где можно заметить наличие трех периодов – с увеличивающимся значением коэффициента теплоотдачи α , с относительно постоянной его величиной и с уменьшающимся значением α . Как было замечено в дальнейших экспериментах, понижение значения коэффициента теплоотдачи при высоких влагосодержания связано с неудачно организованной загрузкой в аппарат, вследствие чего с начале процесса не образуется хорошего контакта материала со стенкой.

Высокий коэффициент теплоотдачи α соответствует удалению поверхностной влаги и физическое объяснение высоких значений коэффициента теплоотдачи α следующие:

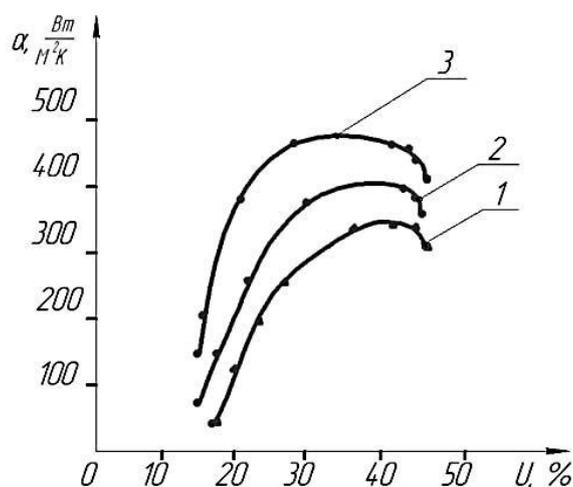


Рисунок 4. Зависимость коэффициента теплоотдачи α от влажности и угольной мелочи
 1- $n = 300$ об/мин; 2- $n = 500$ об/мин; 3- $n = 700$ об/мин.

Во-первых, увеличение пятно контакта между частицей и горячей поверхностью, т. к. часть воздушной прослойки заполняется жидкостью.

Во-вторых, в сильных центробежных полях может происходить отжим влаги на горячую поверхность, что приведет к увеличению эффективной поверхности теплообмена;

В-третьих, с изменением влажности дисперсного материала будут изменяться теплофизические свойства слоя, что скажется на интенсивности теплообмена между слоем и стенкой.

Из кривых также можно видеть, что скорость подвода теплоты быстро возрастает с увеличением скорости вращения ротора.

Выводы

Экспериментально показана принципиальная возможность сушки угольной мелочи в контактном аппарате в виде тонкого слоя в зазоре между барабаном и лопатками ротора. Доказана возможность исключения потерь тонкодисперсной угольной мелочи и вследствие этого загрязнение окружающей среды. За счёт высоких коэффициентов теплообмена контактные аппараты имеют значительно малые габаритные размеры по сравнению с конвективными аппаратами.

Получены кинетические кривые сушки дисперсных материалов в исследуемом аппарате, что позволяет рассчитать необходимые размеры предлагаемого нами аппарата.

Список литературы:

1. Akhmedovich K.A. et al. The Diligence of Drying the Coal Dust in the Process of Obtaining the Coal Brickets // International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 111-115.
2. Axmedovich X.A., Saidakbarovna S.D. Research the strength limit of briquette production //Asian journal of multi-dimensional research. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 275-283.
3. Khakimov A.A., Salikhanova D.S., Vokhidova N.K. Calculation and design of a screw press for a fuel briquette //Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 24. – №. 3. – С. 65-68.
4. Nasiba V. High-pressure coal dust pressing machine //Universum: технические науки. – 2022. – №. 7-4 (100). – С. 17-19.
5. Saidakbarovna S.D., Akhmedovich K.A., Abdusattor o'g'li D.A. The current state of technologies for the production and activated clay adsorbents // International Journal of Advance Scientific Research. – 2022. – Т. 2. – №. 04. – С. 25-28.
6. Хакимов А., Вохидова Н. Relevance of the choice of binders for coal briquettes // Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 8. – С. 181-188.
7. Хакимов А., Voxidova N., Rajabov B. Analysis of collection of coal brickets to remove toxic gas //Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журнали. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 85-90.
8. Хакимов А., Voxidova N., Хужахонов З. Analysis of main indicators of agricultural press in the process of coal powder bricketing //Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журнали. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 72-78.
9. Хакимов А. et al. Analysis of coal bricket strength dependence on humidity // Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журнали. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 79-84.
10. Хакимов А. et al. The diligence of drying coal powder in the process of coal bricket manufacturing //Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журнали. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 64-71.
11. Асанов А.А. и др. К разработке технологических систем для получения угольных брикетов //Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. – 2015. – №. 2. – С. 54-58.
12. Ахунбаев Адил Алимович, & Ражабова Наргизахон Рахмоналиевна (2021). Высушивание дисперсных материалов в аппарате с быстро вращающимся ротором. Universum: технические науки, (7-1 (88)), 49-52.
13. Марченко В.А. и др. Способ брикетирования влажных мелких классов угля и шламов. – 2008. – С. 131.
14. Хакимов А.А., Вохидова Н.Х., Нажимов Қ. Қўмир брикети ишлаб чиқаришнинг янги технологиясини яратиш // ўзбекистон республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Захириддин Муҳаммад Бобур номидаги Андижон давлат университети. – С. 264.
15. Хакимов А.А., Вохидова Н.Х. Использование местных отходов в производстве угольных брикетов // Универсум: химия и биология. – 2020. – №. 4 (70).
16. Хакимов А.А., Салиханова Д.С., Каримов И.Т. Қўмир кукунини брикетловчи қурилма //Фарғона политехника институти илмий техника журнали. -2018. -№ спец. – 2018. – Т. 2. – С. 169-171.
17. Хакимов А.А. и др. Определение показателей качества угольного брикета // Universum: химия и биология. – 2021. – №. 5-2 (83). – С. 40-44.
18. Хакимов А.А. и др. Связующее для угольного брикета и влияние его на дисперсный состав //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 6 (72). – С. 81-84.
19. Хакимов А.А. Совершенствование технологии получения угольных брикетов с использованием местных промышленных отходов: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.