

THE INFLUENCE OF MECHANICAL TREATMENT ON THE PROCESS OF THERMICAL REDUCTION OF MOLYBDENUM SULFIDE BY METALLIC MAGNESIUM

A. R. TOROSSIAN and N. G. DANIELIAN

The influence of mechanical treatment on the process of thermal reduction of molybdenum sulfide by metallic magnesium has been studied. It has been established that during the process of mechanical treatment the powder with stratified microstructure is being formed. This permits significantly to decrease the temperature of Mo reduction. It has been shown that the reaction products are amorphous.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Даниелян Н. Г., Джаназян С. К., Мельниченко В. В., Ениколопян Н. С. — Тезисы докладов XI Всесоюзного симпозиума по механохимии и механоэлектрическим твердым тел, 11—14 сентября 1990 г., Черногов, т. 1, с. 45.
2. Даниелян Н. Г., Джаназян С. К., Мельниченко В. В., Ениколопян Н. С. — *Modern Physics Letters B*, 1991, v. 5, № 19, p. 1301.
3. Жорин В. А., Жаров А. А., Киссин Ю. И., Ениколопов Н. С. — *ДАН СССР*, 1974, т. 219, № 3, с. 647.
4. Жорин В. А., Шашкин Д. П., Ениколопян Н. С. — *ЖФХ*, 1985, т. 59, с. 3052.
5. Степанов А. А., Иванов Е. Ю., Констанчук И. Г., Болдырев В. В. — *Изв. СО АН СССР, сер. хим.*, 1986, вып. 2, с. 48.
6. Potts C., Johnson W. L. — *J. Appl. Phys.*, v. 60 (3), 1 August, 1986, p. 1147.
7. Rubin J. B., Schwarz R. B. — *Appl. Phys. Lett.*, v. 55 (1), 3 July, 1989, p. 36.

Армянский химический журнал, т. 45, № 1—2 стр. 26—31 (1992)

УДК 621.547

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ АКТИВИРОВАННОГО БЕНТОНИТА В АППАРАТЕ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ

Р. Е. АКОПЯН, Р. М. МИРЗАХАНЯН и Г. Г. ХАЧАТРЯН

Ереванский политехнический институт

Поступило 2 V 1991

Приводятся результаты исследования кинетики процесса сушки активированного бентонита в псевдоожигенном слое. Предложена схема промышленного аппарата, кратко изложен порядок его расчета.

Рис. 3, табл. 1, библиографические ссылки 6.

В химической промышленности широко распространены процессы сушки различных материалов с применением метода псевдоожигения. В псевдоожигенном слое высушиваются не только зернистые материалы, но также пасты, суспензии и растворы. Этот прогрессивный метод сушки упрощает производство ряда химических продуктов, позволяет интенсифицировать процесс сушки, автоматизировать его, увеличивать производительность труда, обеспечивает существенное снижение расхода топлива и металла [1, 2].

Известные в литературе кинетические уравнения сушки в псевдооживленном слое надежны только в условиях, близких к тем, в которых они получены [3]. Поэтому при изучении сушильных процессов теоретические методы исследования используются в сочетании с опытными. При выборе сушилок, расчете и проектировании для каждого конкретного материала необходимо иметь экспериментально полученную кинетическую закономерность сушки этого материала. Как известно, эти закономерности выражаются т.н. кривыми сушки, показывающими изменение относительной влажности высушиваемого материала C в течение времени t (рис. 2). Опыты проводят на моделях, в которых воспроизводятся рабочие условия сушки, характерные для промышленного аппарата [3].

В настоящей статье приводятся результаты исследования кинетики процесса сушки активированного бентонита, получаемого на ижевском заводе «Бентонит». Предлагается схема сушильного аппарата, кратко изложен порядок его расчета.

Химический состав активированного бентонита, масс. %: SiO_2 — 73,4; Al_2O_3 — 11,7; Fe_2O_3 — 2,1; CaO — 2,0; MgO — 2,0; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — 0,7; pp — 8,0.

Таблица

Гранулометрический состав активированного бентонита

Номер сита	0,4	0,315	0,24	0,16	0,10	0,063	0,05	меньше 0,05	Потери
Остаток на сите, %	0,4	0,6	4,4	4,4	13,8	33,6	19,2	22,6	1,0

Кинетика сушки изучена на лабораторной установке периодического действия по схеме, приведенной на рис. 1. Воздух газодувкой 1 подается в калорифер 2, а затем в нижнюю часть сушилки 3. После достижения необходимой температуры воздуха T , измеряемой термометром 4, подача воздуха прекращается, навеска влажного материала массой G_0 и влагосодержанием w_0 (масс.%) через штуцер 5 засыпается в сушилку 3 в слой сухого материала массой G_c . После этого подача воздуха возобновляется. Соотношение количеств влажного и сухого материалов в сушилке в начале процесса сушки поддерживается исходя из условия обеспечения устойчивого гидродинамического режима псевдооживления смеси на решетке. Опыты показали, что устойчивый режим псевдооживления сохраняется при влажности бентонита $w_n = 23\%$. Так как исходный материал содержит $w_0 = 35\%$ влаги, а высушенный материал $w_k = 4\%$ влаги, то для получения смеси с 23% влажностью надо брать соотношение количеств влажного (35%) и сухого (4%) бентонитов $\sim 1,5:1$. Именно в таком соотношении брались количества влажного и сухого материалов для получения псевдооживленного слоя высотой h в опытной сушилке (рис. 1).

После определенного промежутка времени подача воздуха в сушилку прекращается, содержимое сушилки снимается и взвешивается. Определяются также изменение массы фильтра 9 (рис. 1) и расход

воздуха по показаниям газосчетчика. По результатам взвешиваний можно рассчитать влажность материала после процесса сушки. После этого в сушилку засыпаются такие же количества сухого и влажного бентонитов, что и в первом опыте, но при большей продолжительности процесса сушки. В одной серии опытов при определенных и постоянных значениях температуры воздуха T и высоты слоя h промежуток времени сушки брались 5, 10, 15, 20, 25, 30 и 45 мин. После этого проводились другие серии опытов при других значениях температуры T и высоты слоя h (рис. 2). По оси ординат диаграммы отложены значения относительной влажности высушиваемого материала S , рассчитанные по количеству абсолютно сухого вещества во влажном (с влажностью 23%) материале, по оси абсцисс—продолжительность сушки t .

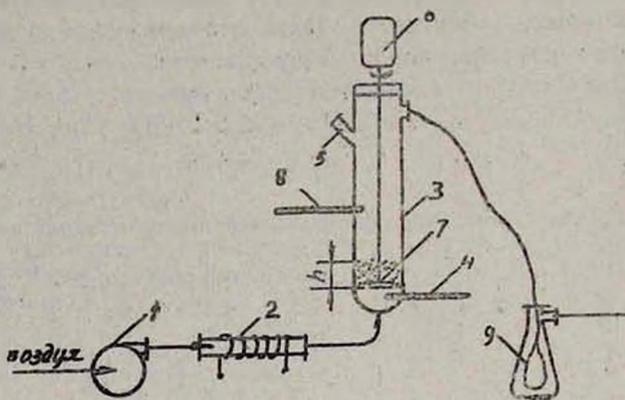


Рис. 1. Схема лабораторной установки.

Известно [6], что расположение кинетических кривых сушки, кроме продолжительности сушки t и высоты слоя материала h , зависит также от скорости газа u , начальной влажности газа φ_0 (до юлорифера и начальной влажности материала ω_n или относительной влажности S). Последние три фактора принимаются постоянными: $\varphi_0 = 0,6$; $\omega_n = 2,0\%$; $S_n = \omega_n(10) - \omega_0 = 0,20$ кг/кг. Скорость газа u , соответствующая оптимальному гидродинамическому режиму псевдооживления, определяется экспериментально: $u = 0,2$ м/с.

Показано [1, 3], что кинетические кривые, полученные для периодического процесса, отличаются от кинетических кривых непрерывного процесса: последние располагаются ниже (кр. 5 на рис. 2) и хорошо соответствуют полному перемешиванию:

$$f(t) = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

где τ —время пребывания частиц твердого материала в сушилке. Это время достижения равновесного влагосодержания материала S_k , определяемое по рис. 2. Для данной серии опытов времена периодического и непрерывного процессов сушки одинаковы, и т. к. при расчетах аппаратов фигурирует именно это время, то опыты периодиче-

ской сушки дают достаточные данные для расчета непрерывных процессов.

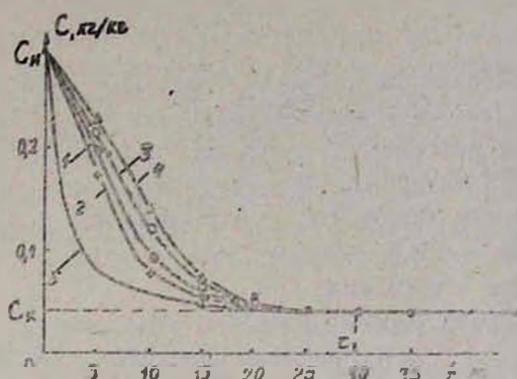


рис. 2. Кинетические кривые сушки бентонита 1 - 7 - 137°, $h = 4$ см; 2 - 100, 4; 3 - 11, 21; 4 - 131, 0; 5 - непрерывный процесс сушки.

Определяя по рис. 2, время пребывания τ частиц в псевдооживленном слое, можно рассчитать промышленный аппарат для сушки бентонита. В последние годы предложены различные конструкции промышленных сушильных аппаратов [1, 4, 5], соответствующих различным агрегатным состояниям высушиваемых материалов, их физико-химическим свойствам. Для сушки бентонита нами предлагается одноступенчатая сушилка непрерывного действия с цилиндрической или расширяемой сушильной камерой круглого сечения (см. схему на рис. 3). Влажный пастообразный бентонит из бункера 1 питателем 2 непрерывно подается в сушильную камеру 3—в слой высушенного бентонита. Для обеспечения более однородного псевдооживления смеси сухого и пастообразного бентонита сушилка снабжена медленно вращающейся мешалкой 4. Предлагается применять горячие дымовые газы, которые подаются в сушильный аппарат под опорную распределительную решетку 5. Высушенный материал выводится через патрубок 6. Запыленный газ проходит циклон 7 и окончательно очищается от пыли в фильтре 8.

Зависимость τ от параметров сушки выражается следующим уравнением:

$$\tau = G/G_1, \quad (2)$$

где G —масса твердого материала в слое, кг; G_1 —массовый расход твердого материала, кг/с. Объем твердого материала в слое определяется следующим образом:

$$V = G/\rho_T, \quad (3)$$

где ρ_T —плотность твердого материала. Объем псевдооживленного слоя зависит от порозности этого слоя ϵ :

$$V_c = \frac{V}{1 - \epsilon}. \quad (4)$$

Этот объем определяется диаметром распределительной решетки D и высотой слоя h из уравнения

$$V_c = \frac{\pi D^3}{4} h. \quad (5)$$

Приводим результаты расчетов промышленной сушилки бе тонита. Исходные данные: производительность $G_k = 0.5 \text{ т/ч} = 0.1389 \text{ кг/с}$ (по высушенному материалу), температура бентонита, поступающего на сушку $\theta_1 = 20^\circ$, влажность бентонита (на общую массу) $w_0 = 35\%$; $w_k = 4\%$, плотность бентонита $\rho_T = 2160 \text{ кг/м}^3$, порозность псевдоожигенного слоя $\varepsilon = 0.8$, скорость газа $u = 0.2 \text{ м/с}$, время пребывания частиц в слое $\tau = 30 \text{ мин.}$

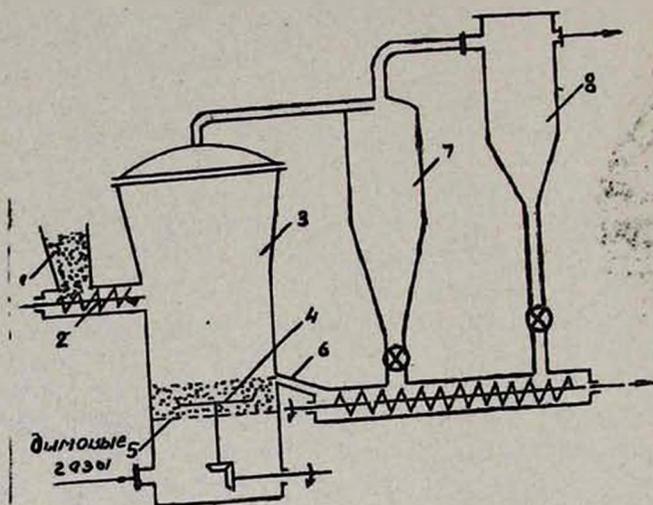


Рис. 3. Схема сушильной установки.

При расчете сушилки известными в литературе методами получены следующие результаты: количество испаряемой влаги $W = 0.066 \text{ кг/с}$; расход газа $L = 1.71 \text{ кг/с}$, $v = 1.9329 \text{ м}^3/\text{с}$; диаметр сушилки $D = \sqrt{\frac{4V}{\pi u}} = 3.5 \text{ м}$; массовый расход твердого материала

$$G_1 = G_k + W = 0.1389 + 0.066 = 0.2049 \text{ кг/с.}$$

Масса твердого материала в слое G определяется по формуле (2);

$$G = G_1 \tau = 0.2049 \cdot 30 \cdot 60 = 368.82 \text{ кг.}$$

Объем твердого материала в слое $V = 368.82 : 2160 = 0.17 \text{ м}^3$. Объем псевдоожигенного слоя V_c определяется по формуле (4):

$$V_c = \frac{0.17}{1 - 0.8} = 0.85 \text{ м}^3.$$

Высота слоя h определяется из уравнения (5):

$$h = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 3.5^2} = 0.038 \text{ м.}$$

Принимается высота слоя $h = 10 \text{ см.}$

Далее определяется степень уноса мелких частиц бентонита из сушильного аппарата. Принимая диаметр сепарационной части аппарата 5 м, по известной формуле Стокса определяется минимальный диаметр частиц бентонита d , которые не уносятся из аппарата ($d = 20$ мкм). Так как содержание частиц диаметром меньше 20 мкм в бентоните составляет $\sim 5\%$, следует учитывать, что соответствующее количество твердого материала должно улавливаться в циклонах и фильтрах сушильной установки. Опыты, проведенные на лабораторной установке, также подтверждают, что примерно 5% высушенного материала уносится из слоя и улавливается в фильтре.

**ԿԵՂՄ ՀԵՂՈՒԿԱՑՎԱԾ ՇԵՐՏՈՎ ԱՇԽԱՏՈՂ ԱՊԱՐԱՏՈՒՄ
ԲԵՆՏՈՆԻՏԻ ԶՈՐԱՑՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Ռ. Ե. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Ռ. Մ. ՄԻՐԶԱԽԱՆՅԱՆ և Գ. Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Ուսումնասիրված է բենտոնիտի շորացման պրոցեսի կինետիկան եռա-
ցող շերտով աշխատող ընդհատ գործողության լաբորատոր սարքում: Ստաց-
ված փորձնական տվյալների հիման վրա կառուցված են բենտոնիտի շո-
րացման կորերը և որոշված է մասնիկների եռացող շերտում գտնվելու ժա-
մանակը: Առաջարկված է անընդհատ գործողության արդյունաբերական շո-
րանոցի սխեման և տրված է նրա հաշվարկման կարգը:

**THE STUDY OF KINETICS OF ACTIVATED BENTONITE
DRYING IN APPARATUS OF PSEUDO LAYER**

R. Ye. HAKOBIAN, R. M. MIRZAKHANIAN and G. G. KHACHATRIAN

The results of the study of kinetics of the drying process of acti-
vated bentonite in pseudo layer are brought in the paper. The scheme
of the production apparatus and the way of its calculation are suggested.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Романков П. Г., Рашковская Н. Б. — Сушка во взвешенном состоянии. Л., Химия, 1979, с. 272.
2. Лыков М. В. — Сушка в химической промышленности. М., Химия, 1970, с. 429.
3. Псевдооживление/под ред. И. Ф. Дэвидсона и Д. Харрисона. М., Химия, 1974, с. 728.
4. Каганович Ю. Я., Сыркин Л. И., Каганович Л. А. — Хим. пром., 1988, № 10, с. 621.
5. Козлов А. И., Алендеев П. В., Ефимова Г. Д. — Хим. пром., 1988, № 5, с. 297.
6. Ойзенблик А. А., Корягин Б. А., Сажин В. Б., Соловьева И. В., Жиганова Э. М. — Хим. пром., 1989, № 11, с. 866.