

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В ПРОЦЕССАХ ПРЕССОВАНИЯ И ОКАТЫВАНИЯ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. М. ВИТЮГИН, В. А. ТРОФИМОВ

(Представлена научной итоговой конференцией химико-технологического факультета)

При оценке величины механических усилий в процессах окатывания влажных материалов рядом исследователей [1, 2] принято считать эти усилия равноценными давлению прессования, необходимому для получения брикетов с плотностью окатыша, т. е. удельные давления, испытываемые зернами в процессе окатывания, равны 300—800 кг/см<sup>2</sup>.

Однако сравнительная оценка процесса брикетирования и окатывания с энергетической точки зрения ставит под сомнение возможность возникновения таких высоких давлений при окатывании. В предоставленной работе исследован вопрос изменения гранулометрического состава тонкозернистых материалов для оценки механических усилий.

В качестве исследуемых материалов использовали ташлинский кварцевый песок крупностью 0,5—0 мм и Соколовско-Сарбайский железорудный концентрат крупностью 0,5—0 мм.

### Методика исследований

Для получения окатышей в слой предварительно высушенного песка или концентрата вводили с помощью шприца 2 мл воды в течение 5—7 сек. Получившийся при этом агрегат шарообразной формы окатывали на лабораторном тарельчатом грануляторе 300 мм с добавками воды и сухого материала в течение определенного времени. Определялся средний диаметр окатыша, его вес, прочность на раздавливание. Плотность окатышей определялась парафиновым методом. После раздавливания окатышей производился мокрый рассев материала на фракции— 0,5 + 0,2 мм, — 0,2 + 0,1 мм, — 0,1 + 0,05 мм, — 0,05 + 0,0 мм.

Брикеты готовились на лабораторном прессе в разъемной пресс-форме 300 мм следующим образом.

Навеска предварительно высушенного материала, равная весу высушенного окатыша, равномерно увлажнялась до заданной влажности и прессовалась при различных значениях удельного давления ( $p$  кг/см<sup>2</sup>). Брикеты оценивали по влажности, плотности, прочности и ситовому составу материала.

Сравнительные данные по плотности, прочности окатышей и брикетов представлены в табл. 1.

Анализ гранулометрического состава исходных материалов и полученных сырых окатышей и брикетов показывает, что в процессе прессования материалов происходит заметное изменение гранулометрического

Таблица 1

## Гранулометрический состав

песок исходный		концентрат исходный		окатыш песок		окатыш концентрат		брикет песок $p = 1000$		брикет концентрат $p = 1000$	
фракция, %	%	фракция, %	%	фракция, %	%	фракция, %	%	фракция, %	%	фракция, %	%
-0,5+0,2	93,6	-0,5+0,2	9,1	-0,5+0,2	93,5	-0,5+0,2	9,2	-0,5+0,2	61,4	-0,5+0,2	3,2
-0,2+0,1	6,4	-0,2+0,1	19,0	-0,2+0,1	6,5	-0,2+0,1	18,9	-0,2+0,1	12,8	-0,2+0,1	14,2
-0,1+0,05	сл.	-0 +10,05	33,4	-0,1+0,05	сл.	-0,1+0,05	33,7	-0,1+0,05	17,9	-0,1+0,05	30,6
-0,05	сл.	-0,05	38,5	-0,05	сл.	-0,05	38,2	-0,05	7,9	-0,05	52,0
				$\alpha = 0$		$\alpha = 0$		$\alpha = 32,2$		$\alpha = 13,5$	

## Сравнительная прочность и плотность окатышей и брикетов

Окатыши			Брикеты		
время окаты- вания, мин	плотность, г/см <sup>3</sup>	прочность в г/ок	давление прессова- ния, кг/см <sup>2</sup>	плотность, г/см <sup>3</sup>	прочность, г/бр
3	2,71	910	50	2,66	760
5	2,84	1020	250	2,77	920
10	3,08	1190	500	2,86	1070
15	3,33	1670	750	2,99	1310
			1000	3,13	1540
3	2,29	61	Кварцевый песок	2,08	19
3	2,27	57	1000	2,19	27

состава материалов. При примерно одинаковой плотности окатышей и брикетов у последних выход вновь образованного класса ( $\alpha$ ) меняется в широких пределах. Так, кварцевый песок при удельном давлении прессования в  $1000 \text{ кг/см}^2$  имеет выход вновь образованного класса  $32,2\%$ , железорудный концентрат —  $13,5\%$ . В процессах окатыwania материалов изменение ситового состава не обнаружено. Характер изменения ситового состава материалов при различных величинах удельного давления прессования показан на рис. 1.

Как видно из рисунка, с увеличением удельного давления прессования выход вновь образованного класса растет в большей мере для

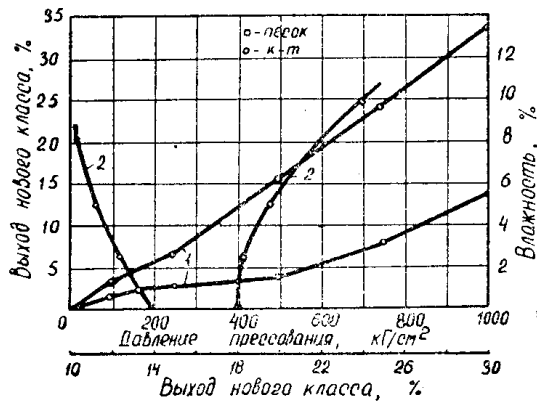


Рис. 1. Влияние влажности материала и удельного давления прессования на степень измельчения зерен при формировании брикета.

1 — Зависимость между  $p$  и  $\alpha$ ;  $\alpha$  — выход класса, %; 2 — Зависимость между  $\alpha$  и  $W$ ;  $W$  — влажность, %

при изготовлении окатыша была использована вода с добавками красителя. Площадь касания определялась по следу окатыша на листе плотной бумаги при окатывании. Результаты этих опытов показывают, что площадь касания окатыша не ограничивается одним зерном. Так, например, в начальный период окатывания гранулы диаметром  $30 \text{ мм}$  и весом  $31 \text{ г}$  имели площадь касания, равную  $4 \text{ см}^2$ , т. е. удельные давления, испытываемые зернами агрегата в точке касания составляли  $0,02 \text{ кг/см}^2$ . При увеличении времени окатывания с добавками сухого материала по мере уплотнения гранулы площадь касания уменьшалась и в конечный период составляла  $0,1 \text{ мм}^2$ , что соответствует удельному давлению  $31 \text{ кг/см}^2$ .

При прессовании внешнее приложение давления приводит к дроблению отдельных зерен, имеющих беспорядочный случайный контакт с небольшой площадью. Условия для удаления воздуха из прессуемого материала затруднены. Тонкие пленки воды в случае относительно крупнозернистых материалов способствуют повышению эффективности дробления (см. рис. 1). Значительная доля энергетических затрат идет на преодоление трения как о стенки прессформы, так и внутреннего трения. Незначительные по величине механические усилия при окатывании тонкозернистых материалов лишь способствуют более упорядоченной упаковке зерен в грануле с максимальной площадью контакта, и это определяет плотность и прочность окатышей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Ровенский. Получение офлюсованных окатышей. Изд. Проминь, 1965.
2. C. V. Firth. Amer. Inst. Min. Eng. Proceedings of the Blast Furnace and Coke Ovens. Raw Materials Conference, v. 4, pp. 46—69, 1944.

проб относительно крупнозернистого ташлинского песка и в меньшей мере для железорудного концентрата. Кривые 2 показывают, что изменение влажности материалов в пределах  $2,5\text{—}10\%$  не оказывает существенного влияния на гранулометрический состав их. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что энергетические затраты в процессах прессования и окатывания различны.

С целью проверки величин удельных давлений, развиваемых в процессе окатывания, были проведены опыты по определению площади касания окатыша при его формировании. В качестве связующего