

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРОБЛЕННОЙ РУДЫ ДФ-1 ПАО «СЕВГОК»

Физико-механические свойства дробленых материалов являются одним из главных условий, определяющих объемы аккумулирующих бункеров обогатительных фабрик. При этом, решающую роль играют такие свойства материала, как угол естественного откоса (угол внутреннего трения частиц материала), углы трения материала по различным поверхностям (сталь, бетон, полистирол и др.), насыпная плотность, гранулометрический и минералогический состав. Комплекс перечисленных свойств характеризует степень подвижности материала (сыпучесть) при прохождении его через бункер. Кроме того, важную роль играет физическое состояние материала – влажность, склонность к смерзанию, слеживанию и т.д. [1]. Аккумулирующие бункера прямоугольного типа обогатительной фабрики №1 (РОФ-1) ПАО «СевГОКа» рассчитаны для хранения дробленой руды крупностью 25-0 мм.

В 2008г. проведены технологические испытания третьего тракта средне-мелкого дробления ДФ-1 с применением дробилки МР-800 (фирмы «Metso Minerals») с целью получения в открытом цикле дробленого продукта крупностью 16-0 мм. В связи с этим необходимо изучить вопрос о влиянии крупности дробленой руды на изменение объема аккумулирующих бункеров РОФ-1. Выполнены лабораторные исследования по определению физико-механических свойств руды крупностью 25-0 мм, 16-0 мм, 12-0 мм и 8-0 мм: насыпная плотность, угол естественного откоса, угол внутреннего трения, угол внешнего трения при различной влажности. Результаты лабораторных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1
 Результаты исследований физико-механических свойств
 дробленой руды СевГОКа

№ п/п	Крупность мм	Насыпная плотность г/см ³ , т/м ³	Угол естественного откоса градусы
W = в/с			
1	8-0	1,97-2,23	37-40 ср. 39
2	12-0	1,83-2,17	37-42 ср. 40
3	16-0	2,25-2,30	32-37 ср. 36
4	25-0	2,01-2,22	34-36 ср.35
W =3%			
5	8-0	1,77-2,01	37,5-39 ср. 38
6	12-0	1,80-2,11	40-41 ср. 41
7	16-0	1,81-2,23	37-39 ср. 38
8	25-0	1,83-2,07	38-42 ср. 40
W =5%			
9	8-0	1,75-2,25	42,5-45 ср. 43
10	12-0	1,80-2,22	41-44 ср. 42
11	16-0	1,89-2,38	39-42 ср. 40
12	25-0	1,90-2,07	37-41 ср.39

Анализ полученных данных показывает, что насыпная плотность руды имеет наибольшее значение в крупности 16-0 мм и составляет 1,81-2,23 т/м³ при влажности W=3% и увеличивается до 2,23-2,30 т/м³ при уменьшении влаги до воздушно-сухого (в/с) состояния руды. Определены углы естественного откоса при различной влажности руды. Данные табл. 1 показывают, что углы естественного откоса составляют для руд различной крупности и влажности от 32° до 45°. Наименьшее значение относится к воздушно-сухому материалу в крупности 16-0 мм, а наибольшее – к материалу крупностью 8-0 мм с влажностью 5 %.

Выполнены работы по замерам насыпной плотности и углов естественного откоса дробленой руды в крупности 16-0 мм в аккумулирующих бункерах 20 секции РОФ-1. Насыпная плотность руды во время замеров составила 2,28 т/м³. Фактические углы естественного откоса в бункере секции №20 составляют 36-39°, а на перемычках при выработанных питателях составляют от 34°

до 46°. Углы естественного откоса дробленой руды, отобранной с конвейера-питателя по прибору ГК-2И, составляют 36°.

Выполнены определения сдвиговых характеристик руды СевГОКа (-25+0 мм) на приборе ГПП-30М по металлу и руде вышеупомянутой крупности. Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты определения коэффициента внутреннего трения руды СевГОКа

Влаж-ность W %	По металлу				По руде			
	Уплотняющее напряжение σ кГ/см ²	Сопротивление сдвигу τ кГ/см ²	Коэффициент трения tgφ	Сцепление С* кГ/см ²	Уплотняющее напряжение σ кГ/см ²	Сопротивление сдвигу τ кГ/см ²	Коэффициент внутреннего трения tgφ	Сцепление С кГ/см ²
в/с	0,50	0,26	0,63	0,68	0,50	0,35	0,58	1,71
	2,50	1,25			2,00	1,22		
3	0,50	0,305	0,574	0,71	0,50	0,25	0,66	0,81
	1,00	0,592			1,00	0,58		
5	0,50	0,26	0,62	0,69	0,50	0,51	0,72	0,64
	1,00	0,57			1,00	0,87		
8	0,50	0,27	0,70	0,65	0,50	0,49	1,02	0,49
	1,00	0,62			1,00	1,00		

в/с – воздушно – сухая руда

С* - сцепление между частицами материала

Полученные результаты испытаний позволяют сделать заключение, что с увеличением уплотняющих напряжений от 0,5 до 1,0 кГ/см² по технологической пробе магнетитовой руды крупностью -16+0 мм закономерно для всех влажностей от воздушно-сухой до 8 % увеличивается сопротивление сдвигу и коэффициент трения (tg φ) по материалу от 0,63 до 0,70 кГ/см². Сцепление (С) имеет наибольшее значение 0,71 кГ/см² при влажности 8 %.

Коэффициент внутреннего трения по материалу имеет наименьшее значение 0,58 при воздушно-сухом материале и наибольшее 1,02 при влажности 8 %, в то время, сцепление соответственно составляет 1,71 и 0,49 кГ/см².

Форма, размеры и наклон стенок бункера, его состояние, физико-механические свойства материала (влажность, крупность частиц), а также высота насыпки, время пребывания в бункере оказывают существенное влияние на картину истечения материала из выпускных отверстий, а в целом на разгрузку бункера [2, 3].

Как известно, формы поперечного сечения зоны потока в нижней его части определяются формой выпускных отверстий, с удалением от него они стремятся к кругу. В бункерах с плоским дном образуются застойные зоны с наклонными стенками под углом наклона равным углу внутреннего трения материала. Если материал склонен к слипанию и задерживается, это приводит к еще большему увеличению застойных зон, образованных на горизонтальных участках днища, и развитию зависаний. Поэтому даже при самых благоприятных условиях выпуска в бункерах такой конструкции будет залеживаться при углах естественного откоса от 40° до 45° по нашим расчетам от 13 до 16 % материала.

Под слеживаемостью понимают свойство ряда мелкозернистых материалов терять сыпучесть при хранении. Потеря сыпучести материала означает увеличение его связности.

Как правило, дробленые материалы в присутствии влаги обладают свойством налипания на рабочие поверхности перегрузочных машин, стенки бункеров, вагонов и др. Совместно со связностью сыпучих материалов налипание приводит к зависанию материала на наклонных станках и даже на вертикальных, что требует выполнять зачистные работы. Известно, что углы трения материала по стенке меньше углов наклона стенок, то наличие налипания (зависания) мы можем объяснить наличием сил сцепления между частицами сыпучей среды и стенками бункера. По своей природе эти силы аналогичны силам сопротивления первоначальному сдвигу τ_0 .

Установлено, что увлажнение пристеночных слоев измельченных железистых кварцитов и концентратов, кроме того, происходит за счет термодиффузии водяного пара при разнице

температуры материала окружающего воздуха и стенок бункера. Последующий отсос влаги из пристеночного участка более сухими слоями приводит к значительному налипанию материала на стенки.

Существует два вида связности, а, следовательно, и слеживаемости: физико-механическая и физико-химическая. Связность характеризуется сопротивлением сдвигу, т.е. силами взаимодействия частиц сыпучей среды, а это обусловлено не только минералогическим составом, а тем многообразием физических факторов взаимодействующих на частицы материала.

На основании проведенных исследований выполнен расчет усилия давления материала на затвор бункера. По расчетам на горизонтальный затвор бункера масса материала будет давить с усилием $0,3 \text{ кГ/см}^2$. По данным лабораторных исследований, при влажности $W=3 \%$ магнетитовая руда при уплотняющем напряжении $\sigma=0,5 \text{ кГ/см}^2$ и более имеет сопротивление сдвига $\tau=0,25-0,59 \text{ кГ/см}^2$ и не теряет своей текучести (табл. 2).

В результате выполненной работы установлено:

- наибольшая насыпная плотность руды $2,27 \text{ г/см}^3$ при крупности 1-0 мм в воздушно-сухом состоянии;
- максимальный угол естественного откоса руды крупностью 16-0 мм наблюдается на перемышках в бункерах РОФ-1 и составляет 46° ;
- руда различной крупности при влажности $W=3 \%$ и уплотняющем напряжении $\sigma=0,5 \text{ кГ/см}^2$ и более имеет сопротивление сдвига $\tau=0,25-0,59 \text{ кГ/см}^2$ и не теряет своей текучести.

Результаты выполненной работы могут быть использованы при расчете по проектированию аккумулирующих бункеров обогатительных фабрик.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Киселев И.Н., Патковская Н.А., Тасина Т.И. О модернизации технологии производства железорудного концентрата АО «СЕГПО» на 20-летний период развития //Обогащение руд.- 2006, №1.
2. Исследование физических свойств руды с целью определения оптимальных параметров согласно бункера Первомайского ЖРК. Отчет о НИР. - г.Кривой Рог, КГРИ, 1974.
- 3.Справочные материалы по физико-механическим свойствам пылевидных и порошковых грузов.- Л., 1969.