

О ВЗАИМОСВЯЗИ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.М.Витюгин, В.А.Лотов

(Представлена научным семинаром кафедры ОХТ)

С позиций физико-химической механики процессы пластического формирования и гранулирования методом окатывания являются деформационными процессами. Величина деформирующих усилий в значительной мере предопределяется водно-физическими и структурно-механическими характеристиками увлажненных дисперсных материалов.

В процессах пластического формирования структурно-механические свойства полуфабриката могут быть достаточно полно оценены величиной пластической прочности (P_m) [1]. С помощью кривых зависимости пластической прочности структуры от ее абсолютной влажности можно определить также важнейшие характеристики полуфабриката, как оптимальная формовочная влажность и его формоустойчивость. При оптимальной влажности структура полуфабриката приобретает наиболее ярко выраженные механические свойства предельно концентрированной суспензии.

В технологии гранулирования дисперсных материалов пригодность сырья оценивается по комкуемости [2]. Способность материалов к мокрой агрегации в значительной мере обусловливается природой этих материалов, которая в свою очередь характеризуется такими комплексными параметрами водно-физических свойств дисперсных материалов, как максимальная молекулярная (W_{MMB}) и капиллярная (W_{MKB}) влагоемкость. Первый из них характеризует комплекс поверхностных свойств и энергетическое состояние системы, второй - структурное состояние агрегируемого материала. Следует оговориться, что значение MMB в данной работе использует-

ся не в том смысле, который вкладывает в нее А.Ф.Лебедев, а как влажность, характеризующая физико-химическое состояние массы при нижнем пределе пластичности - несколько размытую границу, сверх которой основная роль в удержании влаги от сорбционных сил переходит к капиллярным и обозначается в последующем символом НКВ - наименьшая капиллярная влагоемкость. Совокупность природных свойств дисперсных материалов достаточно полно оценивается по показателю агрегируемости K , который может быть определен из следующего соотношения:

$$K = \frac{W_{НКВ}}{W_{МКВ} - W_{НКВ}} \quad (1)$$

Анализ закономерностей мокрой агрегации дисперсных материалов показал, что основным условием успешного осуществления процесса грануляции должно быть строгое соответствие между влагоемкостью и оптимальной влажностью агрегируемого материала $W_{опт}$ [3]. Оно может быть представлено в виде

$$W_{опт} = \frac{W_{НКВ}}{K} \quad (2)$$

или

$$W_{опт} = W_{МКВ} - W_{НКВ} \quad (3)$$

Все вышеприведенное свидетельствует о наличии двух методов определения оптимальной влажности для одних и тех же процессов взаимодействия дисперсных материалов с водой, что позволяет установить взаимосвязь между водно-физическими и структурно-механическими характеристиками дисперсных материалов.

Для экспериментальной проверки данного положения нами были исследованы шихты, составленные из тонкоизмельченного татарского боксита (фракция - 80 мк), шламов белого электрокорунда (фракция 50 - 0 мк) и технического глинозема.

Пластическую прочность структуры, формуемость и оптимальную влагу формования определяли по методике С.П.Ничипоренко [1]. Максимальную молекулярную влагоемкость ($W_{НКВ}$) определяли по методу влагоемких сред [4], а капиллярную ($W_{МКВ}$) - путем капиллярного всасывания дистиллированной воды колонками сухих дисперсных материалов диаметром 15 мм и высотой 100 мм.

Результаты исследований представлены в табл. I, из которой видно, что для шихт, составленных из боксита и шламов ЭБ, значения оптимальных влажностей формования и агрегирования имеют хорошую сходимость. Для шихт боксит-глинозем и боксит-глинозем-шламы наблюдается некоторое расхождение результатов ввиду специфичности

структуры частиц глинозема [5] .

Известно, что пластическая прочность массы находится в обратно пропорциональной зависимости от ее абсолютной влажности [6] . Следовательно, для точки перегиба кривой $P_m = f(W)$, соответствующей оптимальному значению формовочной влажности и пластической прочности, можно написать выражение

$$P_{m_{opt}} = C \frac{1}{W_{opt}}, \quad (4)$$

где W_{opt} — оптимальная формовочная влажность, кг/кг;
 $P_{m_{opt}}$ — пластическая прочность массы, соответствующей н/см²;
 C — коэффициент пропорциональности, характеризующий связность массы, н/см²;

Обработка экспериментальных данных позволила установить между коэффициентами K и C зависимость, которая имеет вид

$$C = \varepsilon \frac{K}{1 - K}, \quad (5)$$

где ε — коэффициент пропорциональности, н/см².

Значение коэффициента колеблется в пределах $0,98 \div 1,02$ и для практических расчетов может быть принято равным единице.

Подставив выражения (2,5) в (4), получим

$$P_{m_{opt}} = \varepsilon \frac{K^2}{(1 - K) \cdot W_{нкв}}. \quad (6)$$

Выражение (5) может быть представлено в виде

$$C = \varepsilon \frac{W_{нкв}}{W_{opt} - W_{нкв}}. \quad (7)$$

Следовательно, для любых значений влажности, несколько больших $W_{ммв}$, можно написать

$$C_i = \varepsilon \frac{W_{нкв}}{W_i - W_{нкв}} \quad (8)$$

или

$$P_{m_i} = \varepsilon \frac{W_{нкв}}{W_i - W_{нкв} W_i} \quad (9)$$

Выражения (6,9) позволяют установить взаимосвязь между водно-физическими свойствами дисперсной системы и пластической прочностью ее структуры, которая, очевидно, может отображать комплекс структурно-механических характеристик формовочного полуфабриката. Кроме того, используя выражение (9), можно расчетным путем установить зависимость пластической прочности массы от ее абсолютной влажности в границе пределов текучести, а также определить ее формуемость при W_{opt} .

Т а б л и ц а I

Состав и основные структурно-механические и водно-физические характеристики
исследуемых шихт

№ шихты	Боксит	Глинозем	Шлам ЭБ	Водно-физические характер.			Структурно-механические характер.				оптимальная формовочная влажность, %
				$W_{нкв}, \%$	$W_{мкв}, \%$	оптимальная влажность агрегирования	K	$R_{опт}$ опытная	n/cm^2 расчетная	$ctgb$	
I	100	-	-	21,50	52,1	30,60	0,703	6,4	7,8	3,1	30,0
2	-	100	-	22,60	61,20	38,60	0,585	-	3,65	-	не определя- ется
3	-	-	100	6,8	23,10	16,30	0,417	-	4,39	-	
4	70	-	30	17,10	44,15	26,95	0,635	6,6	6,5	2,1	25,6
5	60	-	40	15,60	39,85	24,25	0,644	6,4	7,25	1,5	23,9
6	50	-	50	14,20	36,50	22,30	0,637	7,3	7,88	1,2	21,9
7	40	-	60	12,60	33,45	20,85	0,603	7,1	7,15	1,2	19,8
8	30	-	70	11,12	30,80	19,68	0,565	6,4	6,58	1,3	19,0
9	70	30	-	21,78	52,40	30,60	0,71	6,4	8,0	3,0	33,0
10	60	40	-	21,95	52,0	30,05	0,718	8,5	8,5	3,2	33,6
11	50	50	-	22,00	53,35	31,35	0,703	7,4	7,42	3,4	34,6
12	40	60	-	22,20	54,62	32,42	0,686	-	6,75	-	не определя- ется
13	30	70	-	22,26	56,20	33,95	0,656	-	5,62	-	
14	70	15	15	19,25	48,45	29,20	0,66	6,7	6,66	2,6	28,7
15	60	20	20	18,60	46,05	27,45	0,677	7,7	7,66	2,2	25,8
16	50	25	25	17,95	46,55	28,60	0,628	6,7	5,92	3,0	26,6
17	40	30	30	17,31	44,35	27,04	0,641	6,6	6,63	3,4	28,6
18	30	35	35	16,70	43,40	26,70	0,626	6,2	6,2	3,5	29,8

Расчетные и экспериментальные данные для сравнения представлены в табл. I и показывают удовлетворительную корреляцию между структурно-механическими и водно-физическими характеристиками увлажненных дисперсных материалов.

Л и т е р а т у р а

1. С.П.Ничипоренко. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики. "Наукова думка", Киев, 1968.
2. В.М.Витюгин, А.С.Богма. Изв. вузов, "Черная металлургия", 1969, № 4, стр. 18.
3. В.М.Витюгин, А.С.Богма, П.Н.Докучаев. Изв. ВУЗов, "Черная металлургия", 1969, № 8, стр. 42.
4. А.М.Васильев. Основы современной методики и техники лабораторных определений физических свойств грунтов. М., Госиздат по строительству и архитектуре, 1953.
5. В.Л.Балкевич. Техническая керамика. Госстройиздат, 1968.
6. Р.И.Злочевская. Связанная вода в глинистых грунтах. Изд. МГУ, М., 1969.