

## 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 обуславливается 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  $\rho_m = f(w)$ , соответствующей оптимальному значению формовочной влажности и пластической прочности, можно написать выражение

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

где  $W_{opt}$  — оптимальная формовочная влажность, кг/кг;  
 $\rho_{m_{opt}}$  — пластическая прочность массы, соответствующей н/см<sup>2</sup>;  
 $C$  — коэффициент пропорциональности, характеризующий связность массы, н/см<sup>2</sup>;

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

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

где  $\varepsilon$  — коэффициент пропорциональности, н/см<sup>2</sup>.

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

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

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

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

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

| №<br>ШИХТЫ | Боксит | Глино-<br>зем | Шлам<br>ЭБ | Водно-физические характер. |               |   |       | Структурно-механические характер. |                |            |  |
|------------|--------|---------------|------------|----------------------------|---------------|---|-------|-----------------------------------|----------------|------------|--|
|            |        |               |            | $W_{нкв}, \%$              | $W_{мкв}, \%$ | ОПТИМАЛЬ-<br>ная влаж-<br>ность аг-<br>регирова-<br>ния | $K$   | $\rho_{opt}$ н/см <sup>2</sup>    |                | $ctg\beta$ | ОПТИМАЛЬ-<br>ная формо-<br>вочная<br>влажность,<br>% |
|            |        |               |            |                            |               |   |       | опыт-<br>ная                      | расчет-<br>ная |            |  |
| 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-<br>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-<br>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.