

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСАДОЧНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

В. М. ВИТЮГИН, Т. Г. ЛЕОНТЬЕВА, В. П. ГУСЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры общей химической технологии)

В процессе сушки сформованных из дисперсных материалов тел происходит изменение геометрических размеров их — усадка. Это явление связано с удалением влаги из структуры тел. Характер и количественные показатели усадки определяются количеством влаги, природой дисперсных материалов, а также интенсивностью и способом сушки.

В соответствии с классификацией А. В. Лыкова [1] железорудные окатыши в зависимости от состава шихты можно отнести к типам тел между капиллярнопористыми и коллоидными капиллярнопористыми. Для каждого из этих типов усадочные явления своеобразны. Естественно, что при малых интенсивностях сушки усадочные явления будут определяться в основном типом высушиваемого тела. Так, при мягком режиме сушки капиллярнопористых тел усадочные явления практически не проявляются. Для коллоидных капиллярнопористых тел усадка в этих условиях неизбежна и происходит в тем большей мере, чем выше степень коллоидности. Для капиллярнопористых тел с небольшим содержанием коллоидных частиц наиболее опасным, с точки зрения усадки, этапом является начальный, когда из поверхностных слоев тела со сравнительно большой скоростью испаряется капиллярная вода. Возникающие при этом влажностный и температурный градиенты вызывают растрескивание поверхностной зоны тела. При интенсификации процесса сушки усадочные явления усиливаются. Характер усадки при этом может меняться в зависимости от типа капиллярнопористого тела.

В настоящей работе излагаются результаты исследования по выяснению влияния температурного режима, состава шихты и начальной влажности на характер и величину усадки.

Для исследований использовались шихтовые материалы производства железорудных окатышей фабрики окомкования Соколовско-Сарбай-

ского горнообогатительного комбината (ССГОКа): магнетитовый концентрат, известняк и бетонит. Окатывание сырых материалов и шихт производили на лабораторном тарельчатом грануляторе с диаметром тарели 1 м, высотой борта 0,1 м, при угле наклона тарели 45° и окружной скорости 0,8 м/сек; исходная влага равнялась оптимальной рабочей влажности окомкования, время окатывания 7 мин., диаметр окатышей 14—16 мм. Величину усадки замеряли с помощью катетометра КМ-8. Высушивание окатышей производили в муфельной печи, нагретой до постоянной температуры. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величина усадки материалов в зависимости от природных свойств и температурного режима

Материалы и шихты	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Влажность окатышей, %	ММВ, %	Порис- тость, %	Усадка, %			
					105°С	200°С	300°С	400°С
Железорудный концентрат (ССК)	2100	7	5,6	26,8	0,7	0,3	0,1	0
Известняк . . .	4860	16	14,5	34,9	2,4	1,8	0,7	+0,1
Бентонит . . .	562000	50	40	50	11	10,7	рассыпался	
ССК-95 Бенто- нит-5 . . . . .	—	9,8	7,2	32,3	5	4,7	0,1	+1,1
ССК-91 Бен- тон.-1. Извест.-8 .	—	8,7	6,5	29,3	2,9	1,8	0	+0,8

Наибольшая усадка характерна для материалов с максимальными значениями оптимальной рабочей влажности. Так, из приведенных в таблице материалов наибольшая усадка характерна для окатышей из чистого бетонита. Наименьшей усадкой обладают окатыши из железорудного концентрата. С величиной усадки связано возникновение на окатышах поверхностных трещин. Наиболее интенсивное трещинообразование характерно для образцов из бентонита.

Для окатышей из всех приведенных в табл. 1 материалов усадка (с уменьшением размеров) наблюдается при сравнительно мягких температурных режимах (до 300°С). При высокотемпературных режимах сушки наблюдается увеличение линейных размеров окатышей. Следует отметить, что наибольшие величины положительной усадки (с увеличением размеров) при жестких режимах сушки характерны для материалов, которым присущи наибольшие значения усадки при мягких режимах сушки (отрицательная усадка). Этот факт можно объяснить пластичностью структуры окатышей. Под действием значительных градиентов давления парогазовой смеси между центром окатыша и его поверхностью происходит пластическое деформирование структуры без разрушения. Подвижность коагуляционной структуры в местах контактов, наиболее развитых у окатышей из шихт с добавками бентонита, обеспечивает сохранность окатышей. С другой стороны, значительная прочность коагуляционных структур противостоит усадочным напряжениям, что снижает возможность образования трещин. Однако количество бентонита не беспредельно увеличивает сопротивляемость структуры усадочным напряжениям. Так, для образцов из числа бентонита, для которых характерны максимально развитые коагуляционные структуры, трещинообразование максимально. На наш взгляд, это явление объясняется наличием значительного количества контактной воды, которую косвенно можно оценивать по показателю ММВ (максимальной молекулярной

влагоемкости), а величина контактов (водных) соизмерима с размерами частиц, чему и соответствует величина усадки.

Следовательно, величина усадки зависит в первую очередь от природы материала, от степени дисперсности, величины удельной поверхности, ММВ и т. п. Характер усадки определяется как природой материала, так и температурным режимом сушки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Лыков. Теория сушки. «Энергия», М., 1968.
-