

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУСУХОГО ФОРМОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассмотрены краткий технологический процесс и особенности формования строительных изделий методом полусухого прессования. Приведены физико-химические свойства пресс-порошка и режимы процесса прессования изделия.

Considered a technological process and the feature of formation of building products by method of moist pressing. Given the physic-chemical properties of press-powder pressing process modes and products.

Полусухое формование (прессование) изделий имеет ряд преимуществ перед пластическим формованием: устраняется длительный и сложный процесс сушки сырца, длительность производственного цикла сокращается почти в 2 раза, изделия имеют правильную форму и более точные размеры; они дают значительно меньшую усадку при обжиге. В производстве используются тощие глины, а также в больших количествах добавки: зола, шлак и др. Структурно-механические свойства изделий формируются в период уплотнения пресс-порошка и закрепляются при обжиге. Уплотнение порошкообразной массы при прессовании сопряжено с преодолением сил внутреннего трения между частицами и необходимостью удаления воздуха, который препятствует уплотнению и связыванию частиц при относительно малой влажности массы.

Уплотнение пресс-порошков сопровождается физико-химическими процессами, в которых участвует вся система: твердая фаза (минеральные частицы), жидкая (вода) и газообразная (воздух). В начальной стадии прессования твердые частицы перемещаются в разных направлениях, разрушаются крупные поры и арки (мостики), образовавшиеся в момент заполнения формы, частично удаляется воздух. Увеличивается контактная поверхность между зернами порошка

С повышением давления происходит дальнейшее уплотнение частиц и их деформация (пластическая, хрупкая, упругая). Влага с глинистыми коллоидами с глубинных слоев выжимается на контактную поверхность частиц, цементируя их. В местах контакта зерен происходят необратимые деформации. При этом воздух, не успевший удалиться, защемляется между зернами порошка и сжимается. При дальнейшем уплотнении порошка перемещение зерен происходит по их увеличенным контактными поверхностям, имеющим водные пленки; возможно частичное разрушение поверхности зерен в местах выступов (неровностей на углах). Упругое сжатие воздуха нарастает, и наступает упругая деформация тонких удлиненных частиц, пропорциональная действующим напряжениям. На последней стадии прессования изделие наиболее уплотняется вследствие дальнейшего развития контактных поверхностей. При уплотнении порошков эти процессы протекают быстро, они как бы накладываются друг на друга, что существенно затрудняет их регулирование. Качество прессования изделий зависит от свойства порошка, режима прессования, условий приложения давления и его величины.

Зерна порошков представляют собой агрегаты из первичных частиц глинистых минералов. От их формы, размера и соотношения зерен различных фракций зависит плотность упаковки, определяющая важнейшие свойства готовых изделий: пористость, прочность, морозостойкость. Правильный подбор зернового состава обеспечивает минимальное содержание воздуха в порошке (обычно до 30%), наименьшую объемную массу изделий при наивысшей их прочности и достаточной морозостойкости. Поверхностно-активные добавки повышают плотность изделий в момент максимального

сжатия и уменьшают упругое расширение после снятия давления.

Сыпучесть (подвижность) порошков определяет способность их быстро заполнять формы различной конфигурации. Она зависит от зернового состава, формы зерен, объемной массы, наличия в порошке пластифицирующих добавок, влажности, содержания пыли, шероховатости поверхности зерен и сил сцепления.

При повышенном содержании крупных зерен, наличии зерен шамота или песка порошок становится более сыпучим, из него легче удаляется воздух при прессовании, порошок уплотняется более равномерно, но при этом требуется повышенное давление. Не все фракции порошка ведут себя одинаково. Зерна размером 0,75 мм текут медленнее зерен размером 0,5 или 0,2 мм. Зерна размером меньше 0,2 мм текут быстрее зерен размером меньше 0,1 мм. Примесь пыли (меньше 0,06 мм) в количестве 10% к зернам 0,5-0,75 мм увеличивает подвижность, а к зернам меньше 0,5 мм – уменьшает ее. Тонкая пыль увеличивает вязкость и уменьшает подвижность порошков, затрудняет прессование ввиду медленного удаления воздуха, увеличивает неравномерность уплотнения и объемную массу, а также возможность расслоения изделий (появляются трещины). Влажность порошка обычно составляет 8-12%. Влага уменьшает силы внутреннего трения при прессовании, способствует большему сцеплению частиц и уплотнению порошка, снижает прессовое давление, повышает качество сырца и готовых изделий. Прессование порошков пониженной влажности (5-8%) сопровождается неоднородностью уплотнения по высоте изделий, тем большей, чем выше пластичность глины, и наоборот. С повышением влажности до 13-16% большая неоднородность при прессовании наблюдается у тощих глин, а чрезмерное увлажнение порошка вызывает необходимость сушки сырца. Повышенная влажность порошков вызывает также интенсивную осадку порошков при относительно небольшом прессовом давлении.

В процессе сжатия порошка (по Г.В.Куколеву) происходит перемещение воды в материале в более крупные поры, что может быть причиной последующих упругих расширений отпрессованных изделий. Создавая водные пленки на поверхности частиц зерен, влага в наибольшей мере проявляет роль связки при условии, если она равномерно распределена в массе порошка.

При прессовании изделий из неравномерно увлажненного порошка создается рыхлая, неоднородная структура и возникают мелкие трещины на поверхности изделий. Объясняется это, прежде всего, тем, что процессы набухания различных по величине зерен не совпадают во времени. В крупных зернах эти процессы, как правило, заканчиваются с опозданием в уже сформованном сырце, что приводит к возникновению внутренних напряжений, образованию трещин и рыхлой структуры.

Завершению процессов набухания в порошке способствует его прогрев паром до 70-90°C. Процесс набухания глинистых частиц, увлажненных пропариванием, протекает в 3 раза быстрее, чем при увлажнении водой. Прогрев порошка перед прессованием повышает его пластические свойства, способствует снижению прессового давления и получению полуфабриката более высокого качества, сокращает продолжительность сушки изделий, уменьшает их растрескивание, снижает износ пресс-форм и расход мощности. Считается, что нагрев массы при прессовании на каждые 10°C равноценен повышению ее влажности на 1%. Для каждой оптимальной влажности пресс-порошка должно быть соответствующее прессовое давление.

Режим прессования имеет огромное влияние на качество прессовок. Под режимом прессования понимают продолжительность прессования, условия приложения давления (одно- или двухстороннее) и его характер (мгновенное, переменное, нарастающее), а также величину давления. Режим прессования устанавливается в каждом отдельном случае и зависит от свойств сырья, качества пресс-порошков (зернового состава и

влажности) и вида прессуемых изделий.

В процессе прессования объем порошка в форме уменьшается вследствие уплотнения минеральной части и частичного удаления воздуха. Степень уплотнения характеризуется коэффициентом сжатия, то есть отношением толщины слоя засыпанного в форму порошка к толщине спрессованного изделия (полуфабриката) или отношением объемных масс порошка и полуфабриката.

В зависимости от свойств сырья коэффициент сжатия глиняного порошка изменяется от 1,5 (для пластичных глин) до 2,5 (для тощих).

Глубина засыпки формы определяется как произведение коэффициента сжатия на высоту отпрессованного изделия.

Продолжительность прессования должна быть минимальной, но достаточной для удаления воздуха из пресс-порошка (0,5-3,5 с). При влажности пресс-порошков около 8% давление запрессованного воздуха в порах примерно 0,6-0,8 МПа. С повышением влажности более 8% давление воздуха в порах достигает 1-2 МПа. Давление запрессованного воздуха и воды является одной из основных причин упругого расширения, вызывающего расслоение изделий и повышенный расход мощности при прессовании. Вредное действие воздуха больше проявляется при быстром цикле прессования, использовании пластичных глин, повышенном содержании тонких фракций в порошке, одностороннем приложении прессового давления.

Среднее удельное давление прессования для пластичных глин 7,35-9,80 МПа, тяжелых суглинков 11,76-14,70 МПа, суглинков лессов и лессовидных суглинков – 12,74-14,70 МПа. С повышением влажности пресс-порошка (но не выше 11-12%) прессовое давление уменьшается примерно на 1,40-1,96 МПа на каждый процент влаги. Соотношение рекомендуемых предварительного и окончательного давлений – от 1:3 до 1:9-15. Величина первой ступени давления – 1,96-2,45 МПа.

Прессы для полусухого прессования разделяют по способу передачи прессующих усилий (прессы ударного действия, рычажные и гидравлические), по направленности прессовых усилий (прессы одно- и двухстороннего прессования) и по кратности воздействия прессовых усилий (прессы одно- и многоступенчатого, или многократного прессования).

Таким образом, сравнивая технологии, можно сделать вывод, что полусухой способ производства наиболее выгоден с точки зрения металлоемкости заводов, трудоемкости выпуска изделий, требует примерно на 30% меньше производственной площади и на 20-25% обслуживающего персонала.

Литература:

1. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. – М.: Металлургия. – 1983. – 176 с.
2. Кашкаев И.С., Шейнман Е.Ш. Производство глиняного кирпича: Учебник для подготовки рабочих на производстве. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа. – 1978. – 205 с.
3. Джылкычиев А.И. Технология и оборудование для производства изделий полусухим способом формования. – Бишкек, 2001. – 245 с.