

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИ И ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ НА ВЫПРЕССОВКИ ОТФОРМОВАННОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ МАТРИЦЫ

В данной статье, установлено, что давление выпрессовки отформованного изделия из матрицы определяется давлением прессования изделия, коэффициентом трения смеси о стенки матрицы и коэффициентом Пуассона. Разработана расчетная схема и математическая модель физико-механических процессов, протекающих при выпрессовке отформованного изделия и получены результаты теоретических исследований.

In this article found that the pressing pressure of the processed from the matrix is determined by the pressure of compaction, friction production, mixtures of matrix wall and coefficient of passion. Developed design diagram and mathematical model of physic-mechanical processed occurring in the processed product and the results of theoretical studies.

В процессе полусухого прессования изделий усилие прессования затрачивается на уплотнение смеси и на преодоление силы трения, возникающего между формируемым изделием и стенками матрицы. При снятии усилия прессования под действием силы упругости отформованное изделие в матрице расширяется по оси прессования, в результате чего боковое давление отформованного изделия на стенки матрицы уменьшается.

В исследованиях по прессованию порошкообразных материалов установлено, что давление выпрессовки отформованного изделия из матрицы определяется давлением прессования изделия, коэффициентом трения смеси о стенки матрицы и коэффициентом Пуассона [1]. Имеются сведения как о линейности зависимости давления выпрессовки отформованного изделия от давления прессования, так и о нелинейности этой зависимости [2]. Нелинейность зависимости давления выпрессовки от давления прессования обусловлено тем, что с увеличением давления прессования боковое давление смеси увеличивается нелинейно [3]. По данным [1], с увеличением давления прессования давление выпрессовки изменяется в пределах 0,27-0,7 от давления прессования. С увеличением жесткости матрицы давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, снижается [4].

Из работ, посвященных исследованию процесса прессования керамических изделий, в частности, определению давления выпрессовки отформованного изделия из матрицы, известно лишь уравнение В.Е. Верниковского [5]

$$q_{\text{вып}} = \xi q_n \{ \exp [1 - \exp (-k_0 \mu h_{\text{уз}}/R)] - 1 \}, \quad (1)$$

где ξ – коэффициент, учитывающий уменьшение бокового распора отформованного изделия после снятия давления прессования.

Оценка соответствия уравнения (1) граничным условиям показывает, что при $h_{\text{уз}}=0$ $q_{\text{вып}}=0$, а при $h_{\text{уз}}=\infty$ $q_{\text{вып}}=q_n \xi (e - 1)$. Следовательно, в возможном диапазоне изменения высоты формируемого изделия $0 < h_{\text{уз}} < \infty$ максимальное значение соотношения давления выпрессовки отформованного изделия к давлению прессования, в зависимости от значения коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора при снятии давления прессования, может изменяться в пределах от нуля до 1,72. При этом наибольшее значение давления выпрессовки при прочих равных условиях будет равно давлению прессования, когда значение коэффициента, учитывающего уменьшение

бокового распора при снятии давления прессования, будет определяться выражением

$$\xi = \frac{1}{\exp \left[1 - \exp \left(- (k_{\sigma} h_{из} \mu) / R \right) \right] - 1} . \quad (2)$$

Кроме приведенной зависимости для определения давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, имеются эмпирические зависимости, полученные в процессе экспериментальных исследований и рекомендованные для приближенных расчетов по определению давления выпрессовки стандартного изделия в процентах от давления его прессования [1]

$$q_{вып} = (0,05 \dots 0,15) q_n. \quad (3)$$

На основании приведенных данных по определению давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, следует, что математическая зависимость для определения давления выпрессовки отформованного изделия из матрицы должна описывать влияние параметров смеси, геометрических размеров формуемого изделия, уменьшение бокового распора в результате снятия давления прессования. Кроме этого, зависимость должна учитывать дополнительную силу трения между изделием и стенками матрицы от давления, приложенного к изделию во время его выпрессовки.

Для установления математической зависимости давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, воспользуемся расчетной схемой, представленной на рис. 1. Из расчетной схемы видно, что в правой половине изображено взаимное расположение отформованного изделия, матрицы, верхнего и нижнего прессующих пуансонов в конце процесса прессования, а в левой половине представлено взаимное расположение этих же элементов в конце процесса выпрессовки.

Баланс давлений в процессе выпрессовки отформованного изделия из матрицы в соответствии со схемой, представленной на рис. 1, можно записать в виде

$$q_{вып} = 0,5(q_{\sigma} + q_n) F_3 k_{\sigma} \mu \xi (1 + k_{\sigma} \mu) / F_2, \quad (4)$$

где $q_{вып}$ – давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы; F_2 – площадь поверхности нижнего прессующего пуансона, при помощи которого происходит выпрессовка отформованного изделия; F_3 – площадь боковой поверхности стенки матрицы и пустотообразователей, контактирующая с уплотняемой смесью; ξ – коэффициент, учитывающий уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования.

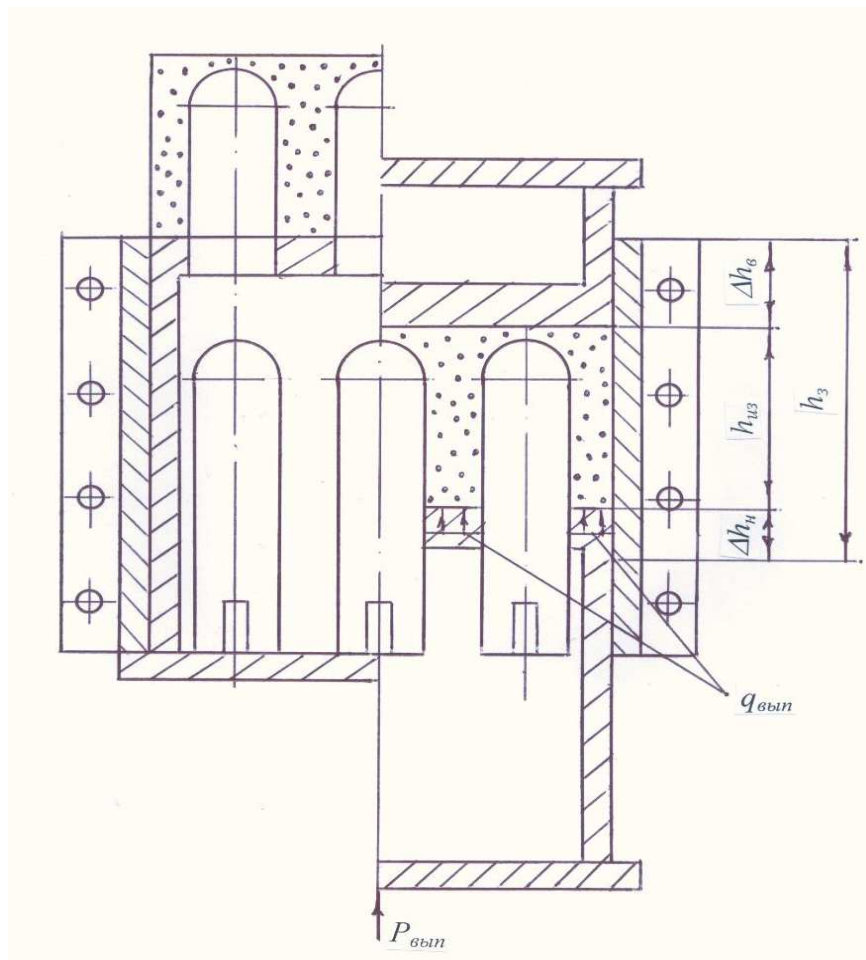


Рис. 1. Расчетная схема процесса выпрессовки отформованного изделия из матрицы.

Первое слагаемое в уравнении (4) описывает сопротивление перемещению отформованного изделия внутри матрицы с учетом коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора, а второе описывает возникновение дополнительного сопротивления от воздействия первого слагаемого.

Подставив в уравнение (4) среднее значение давления прессования по высоте формуемого изделия и проведя соответствующие преобразования, получим

$$q_{\text{вып}} = \frac{4(q_{\text{в}} + q_{\text{н}})h_{\text{из}}k_{\text{б}}\mu\xi(1+k_{\text{б}}\mu)}{4R + h_{\text{из}}k_{\text{б}}\mu}. \quad (5)$$

На рис. 2 представлены зависимости отношения давления выпрессовки к давлению прессования от высоты формуемого изделия при разных значениях коэффициента, учитывающие уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования.

Кривые 1, 2 и 3 построены по уравнению (5) соответственно при значениях коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования, равного 0,1; 0,2 и 0,3. Как видно из представленных графиков (рис. 2), с увеличением высоты формуемого изделия давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы,

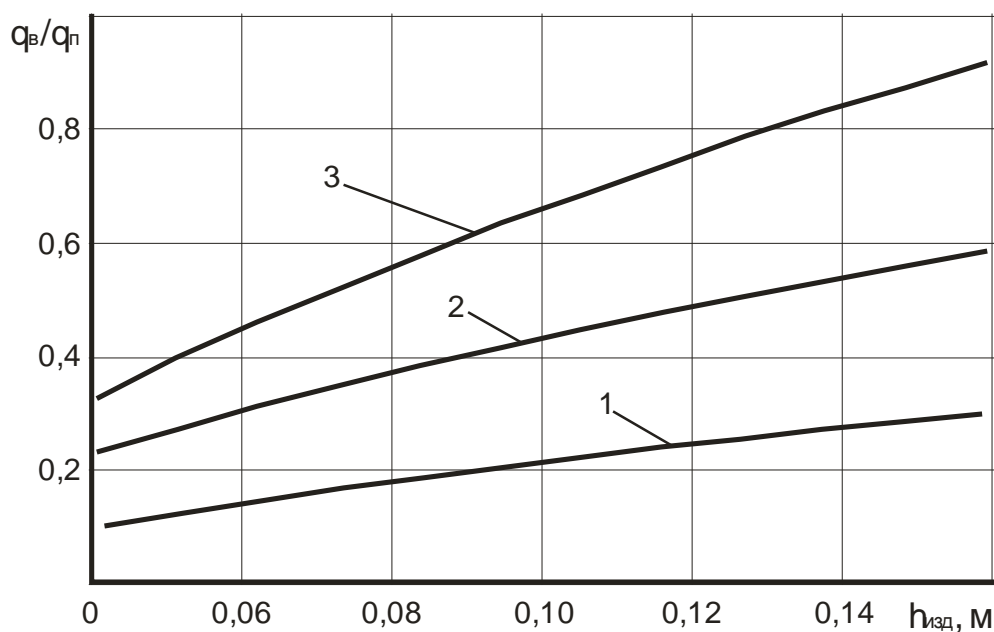


Рис. 2. Зависимости отношения давления выпрессовки к давлению прессования от высоты формуемого изделия.

возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением высоты формуемого изделия увеличивается площадь боковой поверхности изделия, контактирующая со стенками матрицы и пусотообразователя, соответственно, возрастают и потери усилия на трение при перемещении изделия внутри матрицы. В тоже время, при прочих равных условиях, с увеличением значения коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования, перепад напряжений по высоте формуемого изделия увеличивается, так как увеличиваются потери усилия выпрессовки на преодоление сил трения смеси о стенки матрицы и пусотообразователей в процессе перемещения внутри матрицы.

Таким образом, полученные зависимости описывают физико-механические процессы, протекающие при выпрессовке отформованного изделия, и могут быть использованы для обоснования параметров прессового оборудования при производстве крупноформатных керамических строительных блоков.

Литература:

1. Шербань Н.И., Петрова Е.М., Слепцов В.П. Усилие выталкивания при прессовании двухкомпонентных металлокерамических материалов // Порошковая металлургия. – 1970, № 2. -С. 6-10.
2. Радомысльский И.М., Шербань Н.И. Усилие выталкивания при холодном прессовании металлостеклянных материалов //Порошковая металлургия. – 1969.– № 12. - С. 10-13.
3. Красниченко Л.В., Крешик В.С. Давление выталкивания железных и железорафитных брикетов из пресс-форм //Порошковая металлургия. – 1968, – № 11. -С. 8-12.
4. Благин В.А. Конструкционная жесткость матриц и форм // Порошковая металлургия. – 1981, № 7. -С. 13-19.