

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИ И ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ ПО ВЫСОТЕ ФОРМУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИ ПОЛУСУХОМ ПРЕССОВАНИИ

А.И.ДЖЫЛКЫЧИЕВ, А.Р.БЕКБОЕВ, К.Б.АРЫКБАЕВ  
[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

*Бул макалада, курулуш материалдарын чала кургак пресстөөдө өтүүчү физико-механикалык процесстин математикалык үлгүсү жана эсептөөчү схемасы иштелип чыккан жана теоретикалык изилдөөнүн жыйынтыгы алынган.*

*В статье разработаны расчетная схема и математическая модель физико-механических процессов, протекающих при полусухом прессовании строительных изделий, и приводятся результаты полученных теоретических исследований.*

*In this article developed design diagram and mathematical model of physic-mechanical processed occurring of moist pressing of building products and the results of theoretical studies.*

В процессе полусухого прессования изделий в порошкообразном материале, подвергаемом уплотнению, такие силы, как усилие прессования, сила трения и опорная реакция на неподвижном пуансоне, уравниваются между собой.

Усилие прессования определяется как произведение удельного давления прессования на площадь прессующих пуансонов. В свою очередь, удельное давление прессования определяется технологическими требованиями к конкретному формуемому изделию. Значение силы трения между уплотняемой смесью и стенками матрицы определяется как произведение бокового давления смеси на коэффициент трения между смесью и стенками матрицы и на площадь боковой поверхности матрицы, контактирующей с формуемым изделием.

Для математического моделирования и исследования распределения давления прессования по высоте формуемого изделия рассмотрим условие равновесия действующих сил на уплотняемую смесь в процессе его прессования в матрице. Для этого разработана расчетная схема процесса двухстороннего прессования изделия с неподвижной матрицей, которая представлена на рис. 1. В соответствии с расчетной схемой рис. 1 пресс-форма для двустороннего прессования изделия включает в себя неподвижную матрицу 1, пустотообразователи 2, жестко закрепленные при помощи пластин 3 к матрице 1, верхний 4 и нижний 5 прессующие пуансоны, которые кинематически соединены между собой таким образом, что усилие, развиваемое прессующим механизмом, одинаково и одновременно передается на оба пуансона.

При известном усилии прессования удельное давление прессования со стороны верхнего прессующего пуансона можно определить выражением

$$q_v = \frac{P_n}{F_1}, \quad (1)$$

где  $P_n$  – усилие прессования;  $F_1$  – площадь верхнего прессующего пуансона, контактирующая с уплотняемой смесью.

Ввиду того, что площади прессования со стороны верхнего и нижнего пуансонов отличаются между собой, аналогичным способом определим удельное давление прессования со стороны нижнего прессующего пуансона

$$q_n = \frac{P_n}{F_2}, \quad (2)$$

где  $F_2$  – площадь нижнего пуансона, контактирующая с уплотняемой смесью.

Как видно из представленной расчетной схемы (рис. 1), перемещение прессующих пуансонов не ограничено какими-либо механическими препятствиями, поэтому взаимное расположение отформованного изделия внутри матрицы по оси прессования будет определяться условием равновесия сил трения формируемого изделия о стенки матрицы в его верхней и нижней частях. Математически вышеизложенное условие можно записать в следующем виде:

$$2q_6(a+b)x k_0 f = q_n (\pi d + 2c) z h_n k_0 f + 2q_n(a+b)y k_0 f, \quad (3)$$

где  $x$  – расстояние от поверхности верхнего прессующего пуансона до поперечного сечения формируемого изделия, где удельное давление прессования минимально по высоте формируемого изделия;  $y$  – расстояние от поверхности нижнего пуансона до поперечного сечения формируемого изделия, где удельное давление прессования минимально по высоте формируемого изделия.

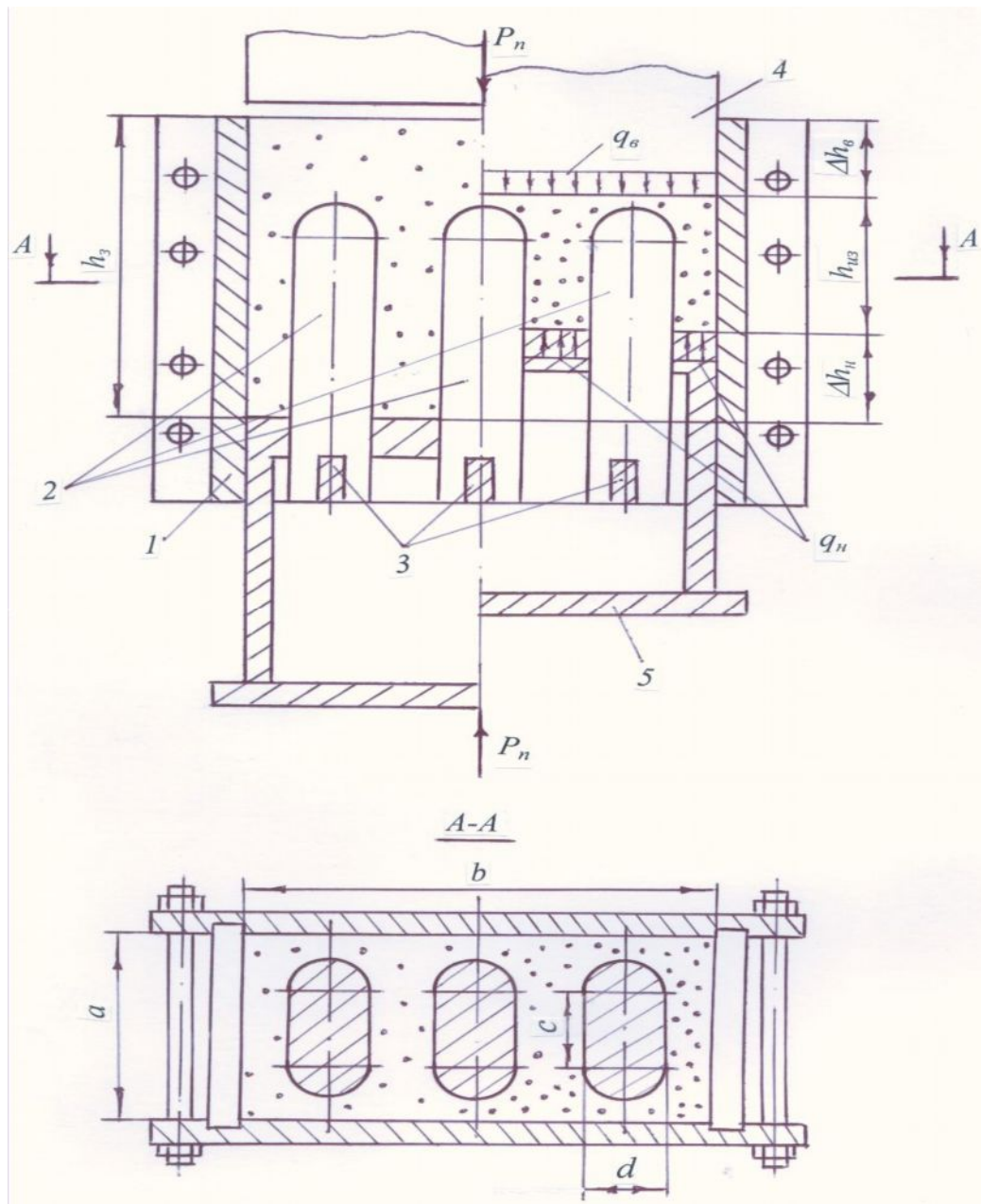


Рис. 1. Расчетная схема процесса двустороннего прессования крупноформатного строительного блока

Уравнение (3) включает в себя два неизвестных, поэтому, учитывая, что сумма расстояний от поверхности верхнего и нижнего прессующих пуансонов до уровня поперечного сечения формуемого изделия, где удельное давление прессования минимально, равна высоте формуемого изделия, можно записать второе уравнение в следующем виде:

$$x + y = h_{из}. \quad (4)$$

Решив уравнение (4) относительно  $x$ , подставив полученное его значение в уравнение (3) и проведя, затем, соответствующие преобразования, получим

$$2q_в k_б f a h_{из} - 2q_в k_б f a y + 2q_н k_б f b h_{из} - 2q_н k_б f b y = q_н z h_н k_б f \pi d + q_н z h_н k_б f \pi d + 2q_н z h_н k_б f c + 2q_н y k_б f a + 2q_н y k_б f b \quad (5)$$

Решив полученное уравнение (5) относительно  $y$ , получим

$$y = \frac{2q_в k_б f a h_{из} - 2q_н k_б f b h_{из} - 2q_н z h_н k_б f c - q_н z h_н k_б f \pi d}{2q_в k_б f a + 2q_н k_б f b + 2q_н k_б f a + 2q_н k_б f b}. \quad (6)$$

Анализ уравнений (3) и (6) показывает, что при  $z=0$ ,  $x=y$ , иначе говоря, когда  $z=0$ , минимальное значение удельного давления прессования по высоте формуемого изделия будет располагаться на одинаковом расстоянии от поверхностей верхнего и нижнего прессующих пуансонов. Это свидетельствует о том, что при  $z=0$  двустороннее прессование изделия с пустотообразователями превращается в двустороннее прессование изделия без пустотообразователей. Причем этот процесс перехода из двухстороннего прессования изделия с пустотообразователем в двухстороннее прессование без пустотообразователя описан математически, и при подстановке в уравнение (3) значения  $z=0$  уравнение превращается в тождество и описывает этот процесс, т.е.  $x=y$ .

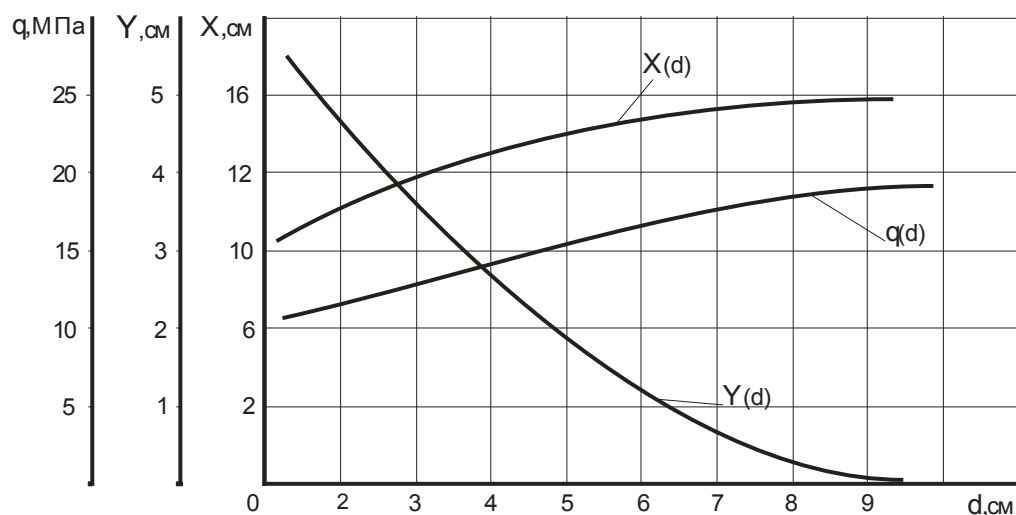


Рис. 2. Зависимость  $x$ ,  $y$  и  $q$  от диаметра пустотообразователя  $d$

График зависимости изменения минимального значения удельного давления прессования по высоте формуемого изделия представлен на рис. 2 при изменении диаметра пустотообразователя  $d$ , равного от 0 до 9 см.

Из графика видно, что при увеличении диаметра пустотообразователя  $d$  величина минимального значения удельного давления прессования  $q_{min}$  увеличивается.

График зависимости изменения расстояния от поверхности верхнего прессующего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $x$ , где удельное давление прессования

минимально по высоте формуемого изделия, и расстояния от поверхности нижнего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $y$ , где удельное давление прессования минимально по высоте формуемого изделия, представлен на рис. 2 при изменении диаметра пустотообразователя  $d$ , равного от 0 до 9 см.

Из графика видно, что при увеличении диаметра пустотообразователя расстояние от поверхности верхнего прессующего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $x$ , где удельное давление прессования минимально по высоте формуемого изделия, перемещается в сторону нижнего прессующего пуансона, то есть расстояние  $x$  от верхнего пуансона увеличивается, а расстояние от поверхности нижнего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $y$ , где удельное давление прессования минимально по высоте формуемого изделия, перемещается в сторону нижнего пуансона, расстояние  $y$  уменьшается.

Анализ зависимостей (3)-(6) показывает, что изменение расстояния от поверхности верхнего прессующего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $x$ , где удельное давление прессования минимально по высоте формуемого изделия, и расстояния от поверхности нижнего пуансона до поперечного сечения формуемого изделия  $y$ , где удельное давление прессования минимально по высоте формуемого изделия, зависит от диаметра пустотообразователя. Также диаметр пустотообразователя  $d$  влияет на величину минимального значения удельного давления прессования  $q_{min}$ .

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

### Список литературы

1. Строительные машины / Под редакцией В.А. Баумана и Ф.А. Лапира. Т. 2. Оборудование для производства строительных материалов и изделий. – М.: Машиностроение, 1977.
2. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. – М.: Металлургия, 1983. – 176 с.
3. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций. – М.: Высш. школа, 1971. – 382 с.
4. Джылкичиев А.И. Технология и оборудование для производства изделий полусухим способом формования. – Бишкек, 2001. – 245 с.