

*Асанов А.А., Турдакун уулу Н.*

**ПРЕСС ЖАБДЫГЫНЫН ТЫГЫЗДООЧУ  
МЕХАНИЗМИНИН НЕГИЗГИ КӨРСӨТКҮЧҮН ЖАНА  
ТАРТИБИН АНЫКТОО**

*Асанов А.А., Турдакун уулу Н.*

**ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ И ОСНОВНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНЯЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ПРЕССОВОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

*A.A. Asanov, Turdakun uulu N.*

**JUSTIFICATION OF REGIMES AND BASIC PARAMETERS OF THE  
COMPACTING MECHANISM OF PRESS EQUIPMENT**

УДК: 502.55: 66.099.2

*Макалa пресс жабдыгынын тыгыздоочу механизминин негизги параметрлерин жана режимин негиздөөгө арналган. Макаланын актуалдуулугу калыптанган материалга тийгизген ар түрдүү жагдай жана тыгыздоочу механизмдин негизги параметрлерин аныктоо. Схемалар жана эсептөөлөр боюнча анализ жүргүзүлүп, тыгыздоочу жабдуунун структурасы, тиешелүү барабарсыздык жазылып, изилдөө объектисинин математикалык моделинин негизин түздү.*

**Негизги сөздөр:** эсеп, кривошиптүү шатундук механизм, конвейер, үзгүлтүксүз калыптоочу пресстер, компьютердик модель.

*Статья посвящена на обоснование режимов и основных параметров уплотняющего механизма прессового оборудования. Актуальность данной статьи в том, что в статье рассматриваются различные воздействия на формируемый материал и обоснованы основные параметры уплотняющих механизмов. Проведена работа по анализу возможных схем и расчетов, а также структуры уплотняющих устройств. Описываются соответствующие уравнения, составляющей суть математической модели объекта исследований.*

**Ключевые слова:** кривошипно-шатунный механизм, конвейер, пресс непрерывного формования, компьютерная модель.

*The article is devoted to the substantiation of regimes and basic parameters of the compacting mechanism of press equipment. The relevance of this article is that the article considers various effects on the material being formed and substantiates the basic parameters of the sealing mechanisms. Work was carried out on the analysis of possible schemes and calculations, as well as the structure of sealing devices. The corresponding equations that form the essence of the mathematical model of the object of research are described.*

**Key words:** crank mechanism, conveyor, continuous forming machine, computer model.

**Введение.**

Метод формования полусухой смеси, режимы работы формовочного оборудования в значительной мере определяют качество изделий, поскольку именно при формовании закладывается первоначальная структура материала, прочность и долговечность [1].

Стеновой кирпич желателно изготовлять из полусухой или жестко-пластичной массы. При этом в последующих переделах исключается такая энергоемкая операция как сушка, сокращается время получения готового изделия и повышается его качество. Но несмотря на очевидные преимущества полусухих смесей перед пластичными, широкое применение их сталкивается с трудностями, связанными с техническими возможностями существующего формовочного оборудования, в особенности средств уплотнения [2,4].

Наиболее распространенный способ экструзионного формования изделий, весьма эффективный для уплотнения пластических смесей, недостаточно пригоден для жестких и полусухих смесей в силу их высокой структурной вязкости и большого внутреннего трения. Из других способов практически пригодными для эффективного уплотнения таких смесей являются статические и динамические: прессование, штампование, прокат, трамбование и вибропрессование.

Во всех перечисленных выше способах преобладают деформации сжатия и растяжения, создающие в материале аналогичные напряжения. Напряжения сдвига (касательные) являются производными от действия нормальных и, как правило, имеют незначительную величину. В то же время исследования свидетельствуют, что для получения высокой плотности структуры прессуемых смесей требуется создание в материале наряду с нормальными напряжениями касательных, т.е. сдвига, причем значительного [5]. Это в прессовых оборудовании может быть достигнуто применением уплотняющих устройств разной конструкции. Такие устройства, в сочетании с подвижным формованием, что достигается путем использования конвейеров или вращающихся столов, обеспечивают нужный технологический режим получения качественных изделий. Обоснование основных параметров устройств, работающих при вибрационных или ударных воздействиях, проведены в работах [3,5]. Однако создание ударных механизмов при уплотнении глиняных «жестких» или полусухих смесей имели недостаточную эффективность уплотнения и

требуют дальнейших исследований. Повышения эффективности оборудования целесообразно решать с одновременным улучшением полезности динамических воздействий, с учетом их влияния на внутренние изменения структуры уплотняемых смесей при уплотнении.

С учетом вышеизложенного, на рисунке 1 приведены возможные схемные оформления структуры таких устройств, с применением подвижного формирования кирпича. Отличительной особенностью этих схем уплотняющих механизмов является то, что оба варианта обеспечивают непрерывное изменение структурно-механических свойств тиксотропных превращений смеси. На целесообразность уплотнения смесей низкочастотной вибрацией с большими значениями амплитуды колебаний для преодоления внутренних трений между частицами указывалось в работах А.А. Бахталовского, А.В. Туренко, С.В. Ермилова и других авторов. Схемы отличаются между собой размещением относительно направления движения цепи конвейера, где крепиться разъемные пресс-формы, а также частотой воздействия на прессуемую смесь, в первой схеме частота колебаний за один оборот кривошипа вдвое меньше чем во второй. Отсутствие данных по рациональным режимам прессования и напряженно-деформированному состоянию полусухих смесей, что затрудняет выбор размеров и рациональных параметров устройств подвижного формирования, обуславливает дальнейшее изучение этих вопросов для принятия обоснованных рекомендаций на практике.

Расчетная схема динамической системы, на примере кривошипно-шатунного механизма, представлена на рисунке 1. Схема составлена с учетом линейности и приближенного метода, расчета, приемлемого для практических целей. В соответствии принятыми допущениями имеем: перемещение формы происходит вдоль оси  $x$ , а масса  $m$ , колеблется относительно шарнира 5. Все массы сосредоточены в центрах тяжести. Опоры и места креплений не деформируемы, а деформация элементов происходит по линейному закону уравнения движения трамбующей плиты и рамы крепления представленного в виде

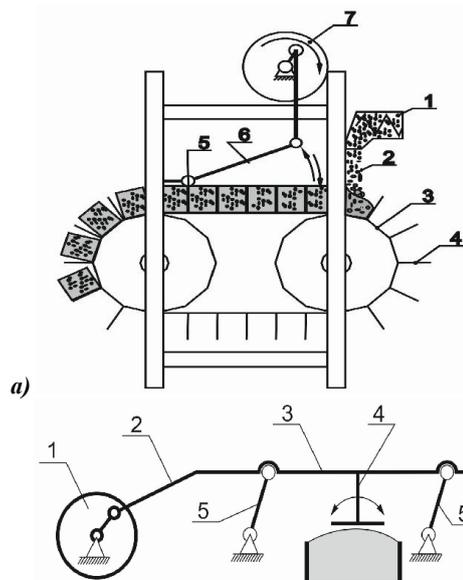
$$\{m_1 \ddot{y}_1 + \frac{J_1}{R_1} \ddot{\varphi} - K_1(y_{01} - y_1 - y_2) + K_H y_1 = \frac{1}{2} \tau_c \cdot 8m \omega_1 t_1\} \quad (1)$$

$$m_1 \ddot{y}_1 + k_2 y_2 + k_1 (y_{01} - y_1 + y_2) - k_{01} y_1 = 0$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – массы соответственно плиты и рамы;  $y_1, y_2$  – перемещения трамбующей плиты и рамы;  $y_{01}$  – перемещения эксцентрикового вала;  $\ddot{\varphi}$  – момент и инерции массы плиты  $m_2$  относительно оси проходящих через центр масс перпендикулярно к плоскости движения плиты;  $R_1$  – радиус инерции плиты;  $\varphi$  – фазовой угол наворота;  $k_{01}, k_1$ , и  $k_2$  – жесткости упругих связей соответственно пружины, шатуна и рамы

$$y_{01} = r \cdot \cos \omega_1 \cdot t_1 \quad (2)$$

где  $r$  – длина кривошипа;  $\omega_1$  – угловая скорость кривошипа;  $t_1$  – время отсчета.



1. кривошип 2. шатун  
3. шатун 4. пуансон 5. карамысло

1-Шнековый питатель; 2-грунт; 3-конвейер; 4-перегородки; 5-шарнир; 7- прессующая плита; 8-кривошипно шатунный механизм.

**Рис. 1.** Схемное оформление ударных механизмов кривошипно-шатунного (а) и кривошипно-коромыслового (б) типов для подвижного формирования кирпича полусухим способом.

В виду малости  $\varphi$  имеем  $\varphi = \text{tg} \varphi$  и  $\varphi'' = \ddot{y}_{2/R}$ , подставляя эти значения в уравнение (1), имеем

$$\begin{cases} m_1 y_1 + \frac{J_1}{R_1^2} \ddot{y}_1 - k_{01} y_1 + k_1 y_1 - k_1 y_2 + k_{02} \cdot y_1 = \\ = \frac{1}{2} \tau_c \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1 \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_2 y_2 + k_1 y_{01} - k_1 y_1 + k_1 \cdot y_2 - k_{01} \cdot y_1 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Складывая уравнения этой системы, имеем

$$(m_1 + \frac{J_1}{R_1^2}) \ddot{y}_1 + m_2 \ddot{y}_2 + k_2 y_2 = \frac{1}{2} \tau_c \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1 \quad (4)$$

На практике, при создании пресса конструкцию рамы усиливают. В этом случае уравнение (4) упрощается и принимает вид

$$(m_1 + \frac{J_1}{R_1^2}) \ddot{y}_1 = \frac{1}{2} \tau_c \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1 \quad (5)$$

При этом необходимо соблюдать условия  $m_2 \gg \omega_1$ , и  $A_1 \gg A_2$ , где  $A_2$  – амплитуда колебания рамы.

Под действием поверхностных статических и динамических воздействий и сил тяжести смесь приводится в напряженное состояние и деформируется. Предельная величина абсолютной деформации для достижения теоретической плотности  $\rho_T$ , определяется зависимостью.

$$\Delta h_{пр} = \frac{\rho_T S H_0 - I}{\rho_T} \quad (6)$$

где  $S$  – площадь формируемого изделия;  $H_0$  – начальная высота столба смеси;  $I$  – навеска смеси.

Предельная относительная деформация (коэффициент осадки)

$$E_{пр} = h_{пр}/H_0 \quad (7)$$

Связь коэффициента уплотнения с достигнутой величиной деформации  $E$  и предельной деформации установленного в виде

$$K_y = \frac{1-E_{пр}}{1-E} \quad (8)$$

Такая плотность может достигнуть в случае возникновения в уплотняемой смеси динамического давления  $G1$ , реализация которого достигается действием силы тяжести, статической и динамической нагрузками. Результаты исследований в этом направлении приведены в работах [1,3,6]. Синтез уплотняющих устройств подвижного формования целесообразен на основе изменяющихся нагрузок, реализация которого возможно с помощью одного или нескольких исполнительных элементов.

Конструктивное исполнение таких дифференцированных режимов базируется на принципе суперпозиции, а аналитическая зависимости механических воздействий описываются соответствующими уравнениями, составляющей суть математической модели объекта исследований.

Размер прессующей плиты по ширине определяется длиной формируемого изделия в разъемной форме смонтированной пластинчатом конвейере, а по длине равно  $2\div 3$

$$l = vt \geq 2b \quad (4)$$

где  $v$  – скорость выдвижного пластинчатого конвейера,  $t$  – время уплотнения;  $b$  – ширина изделия.

Напольная высота уплотняемого слоя равной высоте формируемого изделия может быть определено по формуле

$$H_0 = \frac{h}{1-K_0} \quad (9)$$

Возникающее в смеси динамическое давление определяется действием силы и тяжести, статической нагрузкой:

$$\tau = \tau + \tau_{ст} + \tau_d = \tau_A/K_{пр} \quad (10)$$

где  $\tau$  – давление силы тяжести;  $\tau_{ст}$  – статическое давление на смесь со стороны плиты;  $K_{пр}$  – коэффициент превышения сырьевой прочности изделия;  $\tau_A$  – сырьевая прочность изделия;  $\tau_d$  – давление от действия кривошипно-шатунного механизма плиты.

Давление от действия кривошипно-шатунного механизма плиты переменная, зависит от угла установки прессующей плиты и, вызывает усилие сдвига прессуемой смеси в горизонтальном направлении.

Аналогичным образом составлена математическая модель динамической системы, приведенная на рисунке 1. б. Подробно результаты исследования изложены в работе [6]. Здесь представлена компьютерная модель этого ударного механизма проектируемого пресса. Компьютерная модель таких механизмов (см. рис. 2) позволяет представить пространственное расположение их основных элементов и узлов, а также осуществить моделирование процесса формования прессуемой смеси при разных исходных данных, что ускоряет процесс принятия решений.

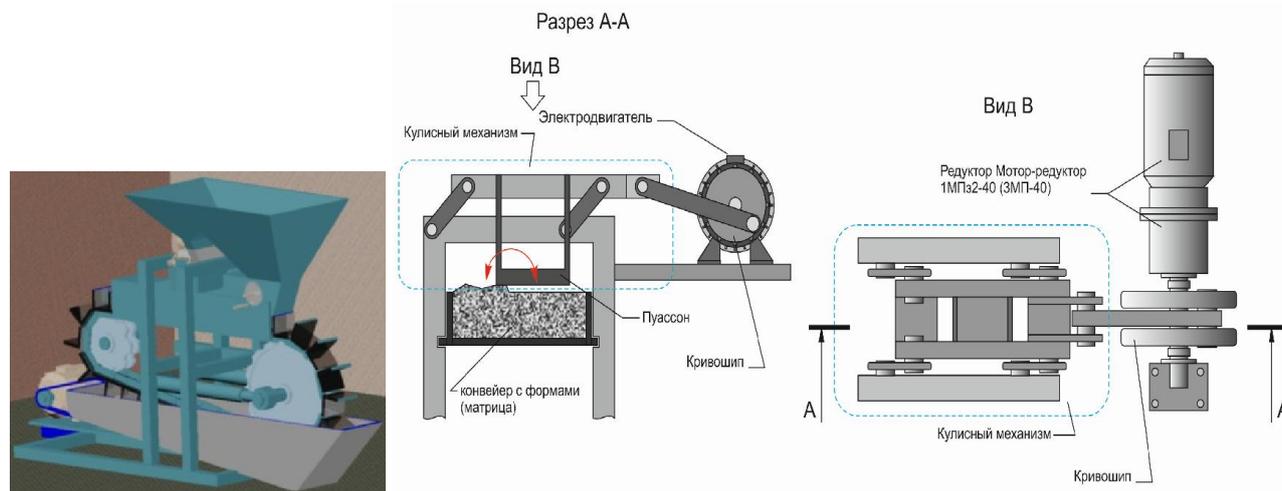


Рис. 2. Компьютерная модель механизма кривошипно-коромыслового типа для ударного уплотнения прессуемой смеси.

Таким образом, разработана математическая модель ударного механизма формовочного пресса. Она позволяет осуществлять компьютерное моделирование и исследовать динамические характеристики пресса для непрерывного формования изделий с кривошипно-шатунным или кривошипно-коромысловым

ударными органами в широком диапазоне изменения исходных параметров. Такие механизмы позволяют создать в смеси, наряду с нормальными значительными касательными напряжениями, способствующие достижению высокой плотности структуры прессуемых смесей и формируемых изделий.

**Литература:**

1. Руденко И.Ф. Формование изделий поверхностными виброустройствами. - М.: Стройиздат, 1972. - С. 104.
2. Буткевич Г.Р., Ковалев С.А. Состояние и перспективы развития промышленности строительных материалов. - Ж.: Строительные материалы. - №3, 2006.
3. Гончаревич И.В., Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии. - М.: Наука, 1981. - С. 368.
4. Строительные машины: Справочник в 2-х т. Оборудование для производства строительных материалов и изделий / под общей ред. М.Н. Горбоцова М.: Машиностроение, 1991. - С. 496.
5. Севостьянов И.В., Зубаков А.П. Энергосберегающая техника и технология формования порошкообразных шихт для малотоннажных производств // Передовые технологии в промышленности и строительстве на пороге XXI века: Сб. докл. Межд. конфер.- шк. сем. молод. учен., и асп. 42. - Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. - С. 550-555.
6. Кудрявцев Е.М. Моделирование, проектирование и расчет механических систем. - М.: ДМК Пресс, 2008. - С. 400.

**Рецензент: к.т.н. Шайдуллаев Р.Б.**

---