



According to the results of investigations at NP RUP "Institute BelNIIlit" there is projected and produced the machine model 4841 of compacting of agglutinant sand by pneumatic stream for further pressing for size of casting-boxes 700x800x300/300 mm.

Д. М. ГОЛУБ, НП РУП «Институт БелНИИлит»

УДК 621.74

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ УПЛОТНЕНИИ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ПНЕВМОПОТОКОМ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПРЕССОВАНИЕМ

Несмотря на известность и внушительные масштабы поставок технологии и оборудования уплотнения песчано-глинистых формовочных смесей за рубежом, конструктивно-технологические параметры процесса и формовочного устройства, методы регулирования уплотнением формы в зависимости от различных конструктивных и технологических параметров в литературе и практике отсутствуют.

За счет оптимального сочетания конструкции установки можно довести коэффициент использования полной внутренней энергии воздуха до 10%, что более чем в 2 раза превышает установки для КПД газовзрывной формовки.

Основными параметрами, определяющими процесс уплотнения пневмопоток с последующим прессованием, являются V_p и p_0 — объем и начальное давление в ресивере, V_1 — объем подклапанной области, S — площадь выпускных отверстий клапана, t — время открытия клапана, а также $V_{оп}$ — объем опоки, реологические свойства смеси, суммарная площадь живого сечения вент и их расположение в зависимости от конфигурации модели, удельное давление подпрессовки.

В НП РУП «Институт БелНИИлит» проведены исследования по определению влияния конструктивно-технологических параметров на процесс уплотнения песчано-глинистых формовочных смесей пневмопоток с последующим прессованием. Исходя из полученных данных, были определены основные характеристики формовочной машины, а также рекомендации по выбору основных конструктивных элементов импульсно-прессового узла.

1. *Выбор ресивера.* На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований рекомендуется объем ресивера выбирать в следующих пределах:

$$V_p = (6-9) V_{оп}.$$

Эта величина по сравнению с импульсными машинами низкого давления в 1,5–2,0 раза боль-

ше, что объясняется отличием процессов формообразования. В импульсном методе открытие клапана — кратковременное и не превышает сотых долей секунды, а при уплотнении пневмопоток — десятые доли секунды и выше. В первом случае уплотнение происходит в основном за счет сил ударной волны сжатого воздуха, прошедшего за кратковременный период сквозь большое сечение импульсного клапана, а во втором — за счет сил фильтрации, образующихся в толще смеси при «растянутом» во времени воздействии воздушного потока. Размеры проходного сечения клапана в несколько раз меньше импульсного.

Форма ресивера должна обеспечивать не только удобство его изготовления и монтажа, но и высокую прочность при малой металлоемкости. Оптимальным с этой точки зрения является цилиндр со сварным сферическим днищем. В случае применения плоского днища прочность уменьшается. Расчет толщины стенок ведется по общепринятым формулам исходя из величины объема ресивера и сетевого давления сжатого воздуха.

2. *Выбор воздушного клапана.* Основные требования, предъявляемые к клапану:

- возможность регулирования времени открытия в пределах от 0,2 до 0,7 с. Для высоких и сложных моделей время открытия клапана должно увеличиваться, пока не будет наблюдаться достаточное предварительное уплотнение;
- обладать простым управлением и легкостью в обслуживании; предпочтительно использовать поршневые клапаны с пневматическим или пневмопружинным управлением;
- обладать циклической стойкостью;
- иметь небольшие габариты.

Эффективность клапана определяется качеством уплотнения формовочной смеси. Оптимальная площадь воздушного клапана при уплотнении смеси пневмопоток составляет $(0,04-0,06) F_{оп}$.

Математически правильность выбора конструкции клапана определяется величиной ∂_p / ∂_i . Эта связь выражается зависимостью:

$$\frac{\partial_p}{\partial_i} = \frac{2p_{н.с.}}{\pi} \sqrt{\frac{KE}{MH}}, \quad (1)$$

где $p_{н.с.}$ — давление воздуха над смесью; K — модуль упругости смеси, E , H , M — соответственно площадь, высота и масса уплотняемого столба смеси.

Величина ∂_p / ∂_i должна быть более 60 МПа.

3. Выбор рассекателя. При отсутствии рассекателя струя воздуха выдувает смесь из части формы, противоположной к выпускному отверстию, контрлад формы становится неровным, толщина рыхлого слоя увеличивается, иногда обнажается модель. Вместе с тем рассекатель не должен уменьшать интенсивность поступления сжатого воздуха в пространство над формовочной смесью, поэтому с учетом уменьшения плотности воздуха суммарные сечения отверстий в рассекателе должны быть больше сечения выпускного отверстия. Проходя через отверстия рассекателя, воздушный поток дробится и поступает в полость прессования в виде множества отдельных маленьких струек.

Выпускное отверстие при его подводе в надопочную область стараются расположить по центру опоки, что также создает неравномерный поток по площади опоки. Поэтому отверстия в рассекателе рекомендуется выполнять дифференцированно — с увеличением площади каждого от центра к периметру рассекателя.

Из рис.1 видно, что оптимальным значением отношения суммарной площади отверстий прессовой плиты и клапана является число 2,5–4,0. Дальнейшее увеличение сказывается на уплотнении несущественно.

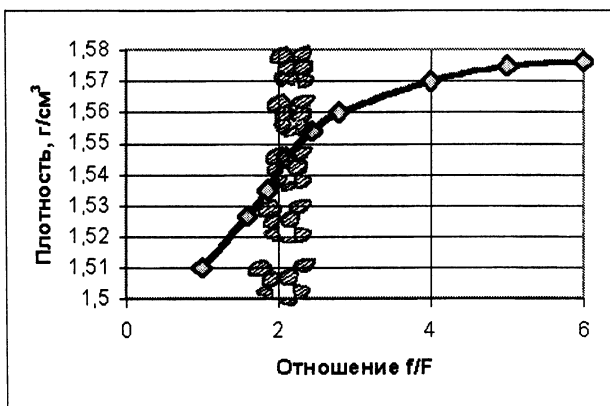


Рис.1. Зависимость плотности формовочной смеси от величины суммарного сечения отверстий в рассекателе

На верхней поверхности плиты-рассекателя устанавливают дополнительные рассекатели — призматической или другой формы (рис. 2). Они служат для предварительного распределения энергии потока над плитой-рассекателем воздушного потока, изменения направления движения струи

и равномерного распределения потока над плитой-рассекателем.

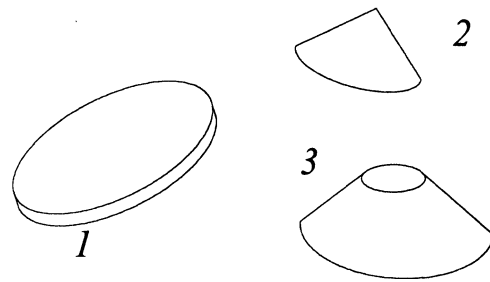


Рис. 2. Рассекатели воздушного потока: 1 — пластинчатые; 2 — конусные; 3 — усеченный конус

На совершение полезной работы уплотнения расходует часть энергии расширения. Энергия сжатого воздуха, находящаяся в объеме после запорного органа клапана до формовочной смеси, идет только на его расширение. Поэтому эта энергия потеряна, а объем подклапанной области — вредный объем. Чем он меньше, тем меньше энергии требуется на цикл уплотнения.

4. Расчет прессового механизма. Так как верхние слои формы (50–70 мм) после уплотнения пневмопоток имеют малую плотность, требуется их доуплотнение. Наиболее распространенные методы — верхнее прессование плоской перфорированной плитой, многоплунжерной головкой и гибкой диафрагмой. Расчет прессового механизма формовочной машины при использовании плоской жесткой плиты в основном сводится к расчету площади прессового поршня по выбранному удельному давлению прессования и его скорости. Площадь прессового поршня определяется из уравнения:

$$S = pF_0 + Q + R = p_0 F, \quad (2)$$

где S — полная сила прессования; p — давление прессования в конце хода прессования; F_0 — площадь опоки; Q — масса поднимаемых при прессовании частей машины, включая и полезную нагрузку; R — сила трения; p_0 — давление сжатого воздуха или масла; F — площадь прессового поршня.

Существуют три разновидности удельного давления прессования:

- низкое давление прессования — 0,25–0,6 МПа;
- среднее — 0,6–1,0 МПа;
- высокое — от 1 до 5 МПа [1].

Давление прессования необходимо предусматривать регулируемым, что позволит создать благоприятные условия при уплотнении различной сложности форм.

По уравнению Аксенова можно определить среднюю плотность формовочной смеси по всему объему в зависимости от выбранного давления прессования:

$$\delta = 1 + CP^{0,25}, \quad (3)$$

где C — коэффициент уплотняемости 0,4–0,6; P — давление прессования.

Расчет верен для опок высотой до 300 мм, при увеличении высоты опоки:

$$C = 0,92 / H^{0,19}, \quad (4)$$

где H — высота опоки.

5. *Определение количества вент и места их расположения.* Наличие, количество и место расположения вент на модельной плите и моделях являются определяющими факторами при уплотнении формовочной смеси пневмопоток. При импульсном уплотнении с использованием высокого давления наличие вент на плите необязательно, при использовании импульса низкого давления суммарное сечение составляет до 1% от площади опоки в свету, что является достаточной величиной для хорошего уплотнения формы. При уплотнении пневмопоток необходима четкая величина их минимального количества, без которого не состоится процесс фильтрации. Из проведенных исследований видно, что оптимальной величиной суммарного сечения вент на моделях и модельных плитах при уплотнении пневмопоток является число 2–3%. По сравнению с воздушно-импульсной формовкой с применением скоростных клапанов эта величина выше, что объясняется большими объемами воздуха, участвующего в процессе фильтрации при уплотнении пневмопоток. Увеличение или уменьшение этой величины ведет к обратному эффекту — давление воздушного потока снижается (рис. 3 и 4).

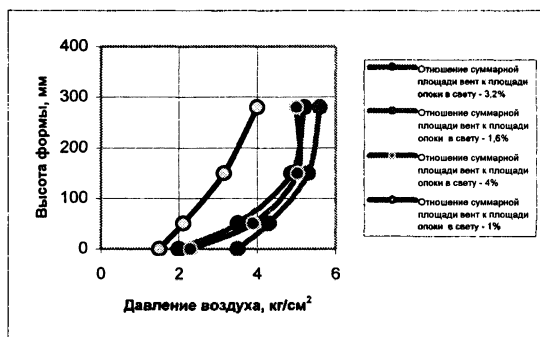


Рис. 3. Распределение показателей давлений сжатого воздуха при различных условиях вентиляции

Ширина перемычки В, мм	Вента, диаметр D, мм	Шаг С, мм
25	20	25
30	25	30
35	30	35
40	30	38
50	30	42

При наличии у модели высоких стенок требуется установка вент у ее основания. Их количество прямо пропорционально высоте модели.

Если в модели имеются глубокие болваны, узкие места, то регулировку плотности формы в этих местах можно проводить не только добавлением вент в трудноуплотняемые участки, но и путем удаления отдаленных к ним вент.

6. *Минимальные расстояния между стенкой опоки и моделью или между двух моделей в зависимости от высоты моделей.* Разница показаний расстояний между моделями и моделями и опокой образуется за счет различных давлений в центре формы (где эта величина больше) и по периферии (рис. 5).

7. *Расчет усилия поджима модельно-опочной оснастки к импульсно-прессовому узлу.* При уплотнении формы пневмопоток формовочная смесь движется в сторону моделей и тормозится о модельную плиту, установленную на столе формовочной машины. При этом оснастка стремится опуститься вниз и в образовавшийся зазор между головкой и оснасткой уходит сжатый воздух. Усилие поджима опочной оснастки к головке рассчитывается следующим образом:

$$F = G k S_{оп}, \quad (5)$$

где G — максимальные давления, возникающие при торможении формовочной смеси о модельную плиту (0,8–1,0 МПа); $S_{оп}$ — площадь опоки; k — коэффициент запаса ($k=1,2-1,3$).

Для уплотнения песчано-глинистых формовочных смесей пневмопоток максимальные давления, складывающиеся из воздушного и смесового потоков при торможении формовочной смеси о модельную плиту, определенные экспериментальным путем, составляют 0,4–0,6 МПа.

Существует несколько методов исключения проседания оснастки во время уплотнения пневмопоток и прессования. Наиболее распространенными среди них являются поджим гидравлическим цилиндром оснастки снизу давлением, превышающим максимальные давления, возникающие при торможении формовочной смеси о модельную плиту, и поджим с помощью введе-

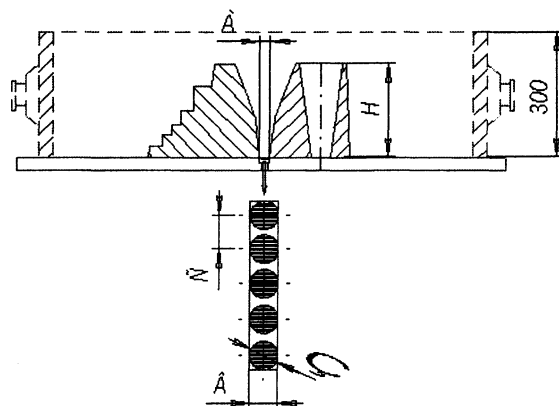


Рис. 4. Определение необходимого количества вент в узких местах формы

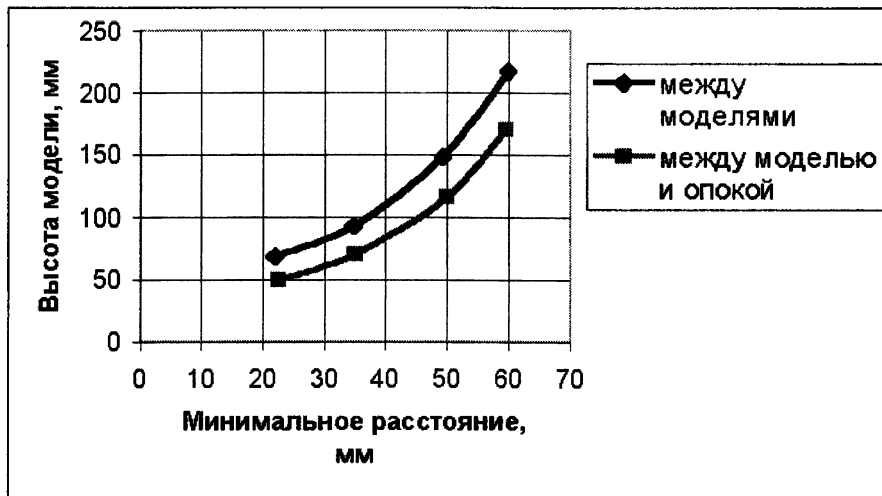


Рис. 5. Зависимость минимального расстояния между моделями и их высоты

ния клиновидных опор между основанием машины и оснасткой.

Полученные результаты исследований и выбранные конструктивно-технологические особенности показали, что существует реальная возможность использования разработанной технологии на производстве.

По результатам исследований в НП РУП «Институт БелНИИлит» спроектирована и изготовлена машина модели 4841 уплотнения формовочной смеси пневмопотокком с последующим прессованием для размера опок 700x800x300/300 мм.

Литература

1. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. М.: Машиностроение, 1977.

**Белорусское объединение литейщиков и металлургов,
редакция журнала "Литье и металлургия"**

поздравляют

Леонида Васильевича МАРКОВА

**с назначением на должность директора
ОАО "Могилевский металлургический завод".**

**Желаем Вам успехов в труде,
выполнения всех производственных планов,
крепкого здоровья и удачи во всем!**