



*There is given the analysis of factors, influencing on appearance of compression stresses at formation by pneumatic stream.*

Д. М. ГОЛУБ, НП РУП "Институт БелНИИлит",  
Д. М. КУКУЙ, Белорусский национальный технический университет

## СЖИМАЮЩИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ПРИ ЕЕ УПЛОТНЕНИИ ПНЕВМОПОТОКОМ

УДК 621.744.362

Распределение величины твердости песчано-глинистой формовочной смеси по высоте формы при импульсном процессе уплотнения, а также природа возникновения сжимающих напряжений, влияющих на уплотнение формовочной смеси, описаны и рассчитаны Г. М. Орловым [1].

Ниже приводится расчет, который показывает распределение величин сжимающих напряжений и давлений сжатого воздуха в формовочной смеси в момент ее уплотнения пневмопоток. Показано, что по мере приближения к модельной плите величина сжимающих напряжений в формовочной смеси в момент ее уплотнения пневмопоток возрастает, а давление сжатого воздуха уменьшается. Теоретическая часть расчета подтверждена результатами проведенного эксперимента (рис. 1, 2). Подготовку эксперимента и его выполнение осуществляли согласно разработанной методике.

На рис. 3 приведена механическая модель, объясняющая причины изменения величин давлений воздушного потока и возникающих напряжений по высоте смеси при воздушном импульсе. В цилиндре 1 расположены несколько поршней 2, соединенных между собой пружинами 3.

В поршнях имеются отверстия. В верхнюю полость цилиндра подается сжатый воздух, который через отверстия в поршнях проходит во все полости и выходит через нижнее отверстие цилиндра.

Пусть давление в верхней полости 4 в данный момент времени равно  $P$ . Величина давления  $P_1$  воздуха в средней полости 5 зависит от скорости поступления воздуха из верхней полости 4 и скорости его ухода в нижнюю полость 6. Давление в полости 5 всегда меньше, чем давление в верхней полости:

$$P_1 = P - \Delta P. \quad (1)$$

Тогда условие равновесия верхнего поршня может быть записано в виде

$$PS - P_1S + F - N_1 = 0, \quad (2)$$

где  $S$  — площадь сечения поршня;  $N_1$  — реакция пружины;  $F$  — сила взаимодействия воздушного потока, двигающегося через отверстие поршня, со стенкой отверстия.

Для упрощения силами инерции и трения поршня о цилиндр пренебрегаем. Подставляя в формулу (2) значение  $P_1$  из формулы (1) и проведя преобразования, получаем

$$N_1 = \Delta PS + F. \quad (3)$$

Следовательно, верхние пружины сжимаются силой  $N_1$ , пропорциональной перепаду  $\Delta P$  давлений. Здесь поршень с пружинами имитирует элементарный слой смеси, а сила  $N_1$  — сжимающие напряжения, действующие в смеси.

Аналогично условие равновесия для поршня 2

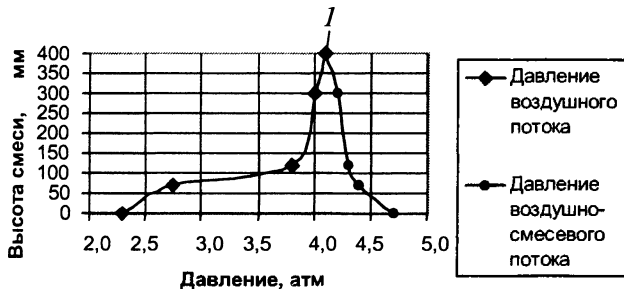


Рис. 1. Экспериментальные зависимости распределения величин давлений воздушного потока и напряжений по высоте смеси при воздушном импульсе: 1 — точка замера выше уровня формовочной смеси

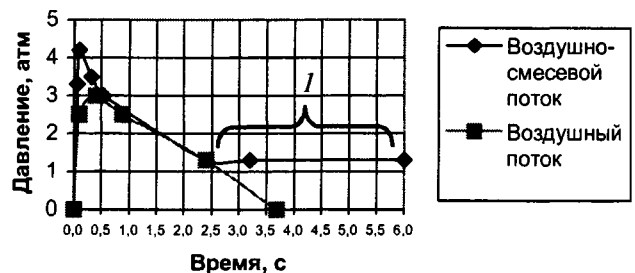


Рис. 2. Рост величин давлений воздушного и воздушно-смесового потоков на уровне 20 мм над уровнем модельной плиты: 1 — остаточные напряжения в формовочной смеси, воздействующие на мембрану датчика

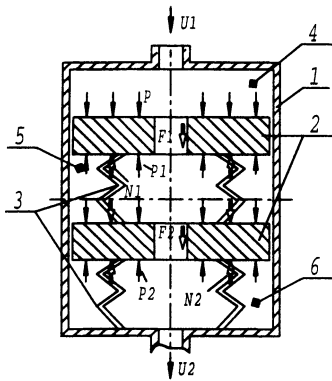


Рис. 3. Механическая модель движения сжатого воздуха при воздушно-импульсном процессе

может быть записано в виде:

$$P_1 S + N_1 - P_2 S + F_2 - N_2 = 0, \quad (4)$$

где  $N_2$  — реакция пружин нижнего ряда;  $F_2 = F_1$ .

Примем, что  $P_2 = P_1 - \Delta P$ , тогда при прежних допущениях имеем

$$N_2 = 2(\Delta P S + F_1) = 2N_1. \quad (5)$$

Следовательно, сила, сжимающая пружины, увеличивается по мере удаления от места входа воздуха, что соответствует увеличению напряжений, действующих в смеси при приближении к модельной плите.

Аналогично просчитаем изменение давления сжатого воздуха по истечении из одной полости в другую (в полостях цилиндра 5 и 6):

$$\begin{aligned} P_1 &= P - \Delta P, \\ P_2 &= P_1 - \Delta P. \end{aligned} \quad (6)$$

Отсюда

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 + \Delta P, \\ P_2 + \Delta P &= P - \Delta P, \\ P_2 &= P - 2\Delta P, \\ P_1 &= P - \Delta P. \end{aligned} \quad (7)$$

При фильтрации газа через столб смеси давление сжатого воздуха на верхней границе любого элементарного слоя смеси больше, чем давление на нижней границе того же слоя, поэтому в слое возникают сжимающие напряжения, которые суммируются по мере удаления от контрлада. Эти напряжения и уплотняют смесь. Сжимающие напряжения — силы, направленные на уплотнение формовочной смеси и образующиеся при ее разгоне воздушным потоком.

Под действием сжимающих напряжений смесь уплотняется и слои смеси начинают двигаться вниз к модельной плите. В начале процесса уплотнения происходит разгон слоев смеси, возникают инерционные силы, направленные против движения слоев и препятствующие уплотнению. В конце процесса уплотнения, когда скорость уплотнения смеси уменьшается, происходит замедление движения слоев; при этом вновь возникают силы инерции, однако в этот момент они направлены вниз, по направлению движения смеси, и способствуют увеличению сжимающих напряжений.

### Литература

1. Орлов Г. М. Динамическое уплотнение литейных форм. М.: МАМИ, 1983.