

РАСЧЕТ РАБОЧЕЙ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПРИЦПРЕССА АНВ

А. А. ТАТАРНИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры АТППП)

Расчет рабочей статической расходной характеристики шприцпресса агрегата непрерывной вулканизации (АНВ) необходим при разработке системы автоматического регулирования (САР) диаметра резиновой оболочки кабельного изделия для определения передаточных коэффициентов по различным каналам внешних воздействий, влияющих на величину диаметра оболочки, при разработке технологических режимов опрессовывания оболочки. Под статической характеристикой будем понимать зависимость $n_{ш} = f(V_T)$ при заданной конструкции кабельного изделия, матрицы (формующего инструмента), $n_{ш}$ — число оборотов червяка шприцпресса, V_T — скорость движения заготовки кабельного изделия.

Основы теории расчета и расчет производительности шприцпрессов подробно рассмотрены, например, в [1, 2, 3]. Однако в этих и других литературных источниках рассматриваются в основном вопросы, связанные с производством некабельных изделий из пластических масс. Одно из отличий между производством кабельных и некабельных изделий с применением прессов состоит в следующем. В процессе наложения оболочки на заготовку кабельного изделия пластическая или резиновая масса напрессовывается на движущуюся заготовку кабеля, которая проходит через матрицу с некоторой скоростью V_T , т. е. внутренняя поверхность «кольцевой» матрицы является подвижной. При изготовлении же изделий из пластмассы внутренняя поверхность «кольцевой» матрицы остается неподвижной. В [3] отмечается, что движение заготовки кабеля через матрицу оказывает влияние на количество выпрессовываемой массы шприцпрессом при одном и том же числе оборотов червяка.

В предлагаемой статье выводится уравнение статической характеристики работы шприцпресса с учетом скорости движения заготовки кабельного изделия V_T .

Производительность червячного пресса может быть выражена уравнением [1]

$$Q_M = Q_d - Q_p - Q_L, \quad (1)$$

где Q_M — объемная производительность червячного пресса;
 Q_d — объем прямого потока;
 Q_p — величина обратного потока в объемных единицах;
 Q_L — величина утечки через зазор между червяком и цилиндром.

Определяя величины Q_d , Q_p и Q_L путем интегрирования уравнения движения вязкой жидкости и подставляя результаты вычислений в уравнении (1), получим полное уравнение потока в виде [1]

$$Q_m = \alpha n_{ш} - \beta \left(\frac{\Delta P}{\mu} \right) - \gamma \left(\frac{\Delta P}{\mu} \right),$$

где $n_{ш}$ — число оборотов червяка шнека;
 α , β , γ — постоянные величины, которые определяются конструкцией червяка. В течение эксплуатации величины этих коэффициентов несколько изменяются [1, 2].

ΔP — перепад давления, создаваемый червяком;
 μ — вязкость резиновой массы.

Создаваемый червяком перепад давления ΔP идет на образование потока резиновой массы через матрицу Q_m . Для установившегося потока на участке I (подводящие каналы к матрице) и участке II (матрица), рис. 1, можно написать уравнения

$$\left. \begin{aligned} Q_m &= k_1 \frac{\Delta P_1}{\mu_1} \\ Q_m &= k_m \frac{\Delta P_2}{\mu_2} + k_T V_T \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где ΔP_1 и ΔP_2 — соответственно потери давления на участках I и II;
 μ_1 и μ_2 — вязкость резиновой массы на участках I и II;

k_1 и k_m — соответственно константы подводящего канала и матрицы;

k_T — константа, определяющая увеличение производительности матрицы за счет движения через нее заготовки кабельного изделия.

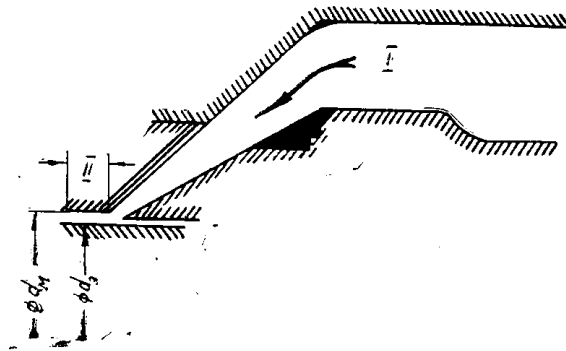


Рис. 1. Рабочий канал шприцпресса

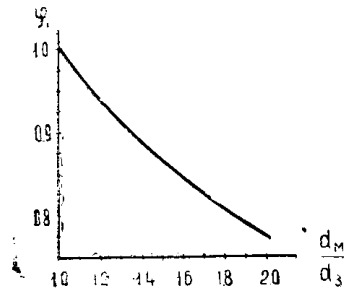


Рис. 2. График для определения коэффициента φ_1 в уравнении (6) для кольцевой матрицы.
 d_m — наружный диаметр матрицы; d_3 — диаметр заготовки кабеля

Определим значение ΔP_1 , ΔP_2 из (3) и подставим их в (2), учитывая при этом, что $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$. После некоторых преобразований получим

$$Q_m = \frac{\alpha n_{ш}}{1 + (\beta + \gamma) \left(\frac{1}{k_1} \frac{\mu_1}{\mu} + \frac{1}{k_m} \frac{\mu_2}{\mu} \right)} + \frac{(\beta + \gamma) \frac{k_T}{k_m} \frac{\mu_2}{\mu} \cdot V_T}{1 + (\beta + \gamma) \left(\frac{1}{k_1} \frac{\mu_1}{\mu} + \frac{1}{k_m} \frac{\mu_2}{\mu} \right)} \quad (4)$$

Принимаем в первом приближении [1, 2, 3], что поток резиновой

массы является изотермическим и величина $\mu_1 = \mu_2 = \mu$. Тогда (4) преобразуем к виду

$$Q_m = \frac{\alpha n_{ш}}{1 + (\beta + \gamma) \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_M} \right)} + \frac{(\beta + \gamma) \frac{K_T}{K_M} \cdot V_T}{1 + (\beta + \gamma) \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_M} \right)}. \quad (5)$$

Второй член в уравнении (5) определяет влияние на производительность шприцпресса скорости движения заготовки V_T . Количество выпрессовываемой пластической или резиновой массы Q_T за счет движения заготовки можно определить по уравнению

$$Q_T = K_T V_T = \frac{1}{2} \varphi_1 \left(\frac{\pi d_M^2}{4} - S_0 \right) \cdot V_T = \frac{1}{2} \varphi_1 \cdot \varphi_2 \left(\frac{\pi d_K^2}{4} - S_0 \right) \cdot V_T, \quad (6)$$

где d_M — диаметр матрицы;
 d_K — диаметр оболочки кабельного изделия;
 S_0 — сечение заготовки кабельного изделия;
 φ_1 — коэффициент, учитывающий нелинейность профиля скорости в кольцевом зазоре матрицы. Значения определяются по графику рис. 2 [3];

$\frac{1}{2} \varphi_1 V_T = V_{cp}$ — средняя скорость движения массы в матрице за счет движения заготовки кабеля;

$$\varphi_2 = \frac{\frac{\pi d_M^2}{4} - S_0}{\frac{\pi d_K^2}{4} - S_0}.$$

Подставляя значения Q_T из (6) и $Q_m = \left(\frac{\pi d_K^2}{4} - S_0 \right) V_T$ в (5) и решая полученное выражение относительно $n_{ш}$, окончательно получим

$$n_{ш} = \left(\frac{\pi d_K^2}{4} - S_0 \right) \cdot \left\{ \frac{1 + (\beta + \gamma) \left[\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_M} \left(1 - \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_2}{2} \right) \right]}{\alpha} \right\} \cdot V_T. \quad (7)$$

Полученное уравнение (7) представляет аналитическое выражение для статической характеристики работы шприцпресса с учетом скорости движения заготовки кабеля.

Решая уравнение (7) относительно d_K и беря затем частные производные по различным возмущающим воздействиям, например, $n_{ш}$ и V_T , получим значения соответствующих передаточных коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выдавливание пластических масс на червячных прессах (основы теории). Сборник переводов ГНИИНТИ. М., изд-во ГНТИМЛ, 1960.
2. Г. Шенкель. Шнековые прессы для пластмасс. Л., изд-во ГХИ, 1962.
3. Э. Бернхардт. Переработка термопластических материалов. М., изд-во «Химия», 1965.