

Расчет тестоделителей с лопастным нагнетателем

А. И. ЛЕВЧЕНКО, И. С. СКРИПКО
Киевский технологический институт
пищевой промышленности

В. З. ШАПРАН, Э. Б. ЗОЛОТОВ, А. Г. РАХИМШТЕЙН
Украинский научно-исследовательский
и конструкторский институт продовольственного
машиностроения

При проектировании новых машин-автоматов пищевой промышленности определяют требуемую мощность двигателя, чтобы рассчитать привод и его элементы и выбрать основные параметры (геометрические, кинематические, динамические) рабочих органов.

Рассчитывая крутящие моменты на валах исполнительных механизмов и момент сопротивления на валу двигателя, принимают следующие допущения:

тесто, находящееся в тестовой камере, занимает объем полого цилиндра, внутренний радиус которого соответствует радиусу r ступицы нагнетательной лопасти, наружный — радиусу R барабана тестовой камеры, а высота — ширине тестовой камеры b ;

трение рабочих органов о корпус тестовой камеры отсутствует, а сила трения делительной головки о козырек постоянна;

давление на плоскости нагнетательной лопасти и заслонки распределяется равномерно суммарный момент от масс теста m_1 и m_2 соответственно находящихся в рабочей зоне тестовой камеры и бункере, равен нулю;

силы инерции неуравновешенных масс незначительны по сравнению с производственными нагрузками и поэтому ими можно пренебречь.

Момент на валу нагнетательной лопасти (H/m) определится из равенства

Крутящие моменты и мощность дви- гателя	$\varphi_{л}$, град											
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
$I'_л$	162	175	396	472	425	522	542	232	143	122	133	144
$I'_з$	0	68	225	274	265	306	326	112	14	12	10	4
$I'_л$	2,35	2,50	5,68	6,76	6,06	7,50	7,80	2,34	2,05	1,75	1,91	2,06
$I'_з$	0	1,86	3,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$I'_г$	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
$I'_с$	5,70	7,71	12,93	10,11	9,41	10,85	11,15	6,70	5,40	5,10	5,26	5,41
d	855	1160	1940	1520	1410	1630	1670	1000	810	765	785	810

$$M'_л = b \frac{R^2 - r^2}{2} (p_{л1} + p_{л2}) + \pi \left(\frac{180 - \varphi_{л}}{180} \tau_1 + \tau_2 \right) \times \left[bR^2 + (R^2 - r^2) \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}} \right], \quad (1)$$

$p_{л1}$ — давление на рабочую лопасть, нагнетающую в течение рассматриваемого рабочего цикла тесто в рабочую зону камеры, Па;

$p_{л2}$ — давление на нерабочую лопасть, подающую за этот период тесто из бункера в тестовую камеру, Па;

τ_1, τ_2 — напряжение сдвига теста, возникающее при его перемещении рабочей и нерабочей лопастями, Па.

Момент сопротивления на валу заслонки соавит

$$M'_з = \frac{r_з^2}{2} \left[b p_з + \frac{\pi \tau_з (\varphi_з - \varphi_з)}{90} (b + 0,707 r_з) \right], \quad (2)$$

$r_з$ — размах (радиус) заслонки, м;

$p_з$ — давление на заслонку, Па;

$\varphi_з$ — максимальный и текущий угол поворота заслонки, град; °

$\tau_з$ — напряжение сдвига теста, возникающее при его перемещении заслонкой, Па.

Вал делительной головки нагружен момен-

$$M'_г = R_г \left(p_{10} + \frac{\pi D^2}{4} \tau_4 \right), \quad (3)$$

$R_г$ — радиус делительной головки, м;

p_{10} — сила трения делительной головки о козырек, Н;

D — диаметр мерного кармана, м;

τ_4 — напряжение сдвига теста, возникающее при его перемещении по площади сообщения стакана с делительной головкой, Па.

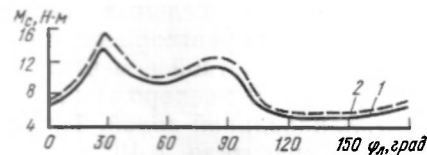
Момент сопротивления $M'_с$, приведенный к валу двигателя, определится из уравнения:

$$M'_с = \frac{M'_л}{i_1 \eta_1} + \frac{M'_з}{i_2 \eta_2} + \frac{M'_г}{i_3 \eta_3} = M'_л + M'_з + M'_г, \quad (4)$$

$M'_л, M'_з, M'_г$ — соответственно моменты сопротивлений на валах нагнетательной лопасти, заслонки и делительной головки, приведенные к валу двигателя, Н·м;

i_3 и η_1, η_2, η_3 — соответственно передаточные отношения и к. п. д. от валов нагнетательной лопасти, заслонки и делительной головки к валу двигателя.

При решении уравнений (1, 2, 3, и 4) вместо напряжений сдвига $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ следует брать значение предельного напряжения сдвига τ для данного вида теста¹. Величину давлений на рабочие органы машины $p_{л1}, p_{л2}$ и $p_{л3}$ определяли экспериментально на делителе А2-ХТН в производственных условиях Киевского хлебозавода № 5.



Графики момента $M'_с$.

Решение уравнения (3) затруднено, так как величина силы p_{10} зависит от многих, не поддающихся учету факторов. Поэтому значение $M'_г$ определяли экспериментально. Установлено, что эта зависимость в исследуемом интервале производительности делителя представляет собой уравнение прямой вида

$$M'_г = A\Pi + B, \quad (5)$$

где A — тангенс угла наклона линии зависимости к оси абсцисс ($A = 1,1$);

Π — производительность делителя, циклов в 1 мин;

B — отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат ($B = -1$).

В таблице приведены значения крутящих моментов на валах исполнительных механизмов и момента сопротивления на валу двигателя, вычисленные по уравнениям (1, 2, 4). Как видно из рисунка, кривые изменения момента $M'_с$, рассчитанного аналитически (1) и найденного экспериментально (2), в достаточной степени совпадают.

Используя разработанную методику, по выбранным параметрам тестоделителя с лопастным нагнетателем можно рассчитать потребляемую мощность двигателя или по заданной мощности определить параметры рабочих органов машины.

¹ Тихомиров Я. В., Тульский Н. В. Исследование работы тестоделителей поршневого типа. М., 1970, с. 33.