

получим

$$v = \frac{u}{1+k} \quad (10)$$

В случае, когда  $i = 0$ , а потери напора

$$h_w = l \frac{lv^2}{d2g}, \text{ тогда уравнение Бернулли запишется:}$$

$$rv^2/2 = \Delta p - rgs - h_w \quad (11)$$

Тогда, подставив значение перепада давления из-за вращения пружины из формулы:

$$\Delta p = mr u_0^2 / 2 = mr(u-v)^2 / 2, \quad (12)$$

в уравнение (11), получим уравнение для определения осевой скорости жидкости:

$$rv^2/2 = rgh - mrl(u-v)^2/s - llv^2/d \quad (13)$$

Приведем его к виду, удобному для решения, и получим квадратное уравнение относительно  $v$ :

$$(1 + l \frac{l}{d} + z)v^2 - 2zuv + zu^2 - 2gh = 0. \quad (14)$$

где  $z = ml/s$ . Дискриминант этого уравнения равен:

$$D = 4 \cdot (2gh(1 + l \frac{l}{d} + z) - zu^2(1 + l \frac{l}{d})) = 0.$$

Величина дискриминанта положительна  $D > 0$  только

при  $2gh(1 + l \frac{l}{d} + z) > zu^2(1 + l \frac{l}{d}) = 0$ . В этом

случае линейная скорость движения должна удовлетворять неравенству:

$$u > \sqrt{2gh(1/z + 1/(1 + l \frac{l}{d}))} = 0.$$

Далее, решая это квадратное уравнение, получаем значение скорости движения жидкости по желобу:

$$v = \frac{zu \pm \sqrt{2gh(1 + l \frac{l}{d} + z) - zu^2(1 + l \frac{l}{d})}}{(1 + l \frac{l}{d} + z)}. \quad (15)$$

Знак выбирается из физических условий, чтобы скорость движения была положительной.

Для жидкости с плотностью  $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$  и вязкостью  $\eta = 14,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  наблюдается удовлетворительное совпадение результатов эксперимента с теоретической зависимостью  $v(n)$ . Совпадение результатов эксперимента с теоретической зависимостью подтверждает механизм движения жидкости в сложных условиях вращения проволочного винта в желобе, позволяет использовать полученные в работе данные при разработке и конструировании устройств и агрегатов для транспортировки различных жидкостей при помощи спирально-винтовой пружины.

## ВЛИЯНИЕ ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ НА ТРАНСПОРТИРОВКУ ЖИДКОСТЕЙ ИЗ ЕМКОСТЕЙ

Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х.,  
Гришин О.П., Аксенова Н.Н.  
Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Ульяновск

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны, испытаны пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких с материалов, в частности нефтепродуктов. Для выкачки жидкостей из фляг, бочек жидкость захватывается витками пружины и по кожуху перемещается к сливному патрубку.

Для транспортировки высоковязких жидкости из емкостей традиционными способами возникают определенные трудности. В этом случае могут быть использованы: двигатель на 0,2 кВт, кожух полиэтиленовый (нержавеющие материалы) диаметром 38 мм, проволока диаметром 3...4 мм, частота вращения  $1500 \text{ мин}^{-1}$ .

Пружина средним радиусом  $r$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  и движется вдоль трубы с линейной скоростью  $u = \omega r / (2p)$ . Диаметр проволоки пружины обозначим  $d$ , ход винта -  $s$ , плотность жидкости -  $\rho$ , ее кинематическая вязкость -  $\eta$ .

Сила, действующая на жидкость со стороны одного витка проволочного винта, равна лобовому сопротивлению обтекающего его потока и вызывается разностью давлений по обе стороны потока и напряжениями трения:  $P = c F u_0^2 r / 2$ , где  $c$  - коэффициент лобового сопротивления,  $F$  - площадь проекции витка на плоскость поперечную движению,  $u_0$  - относительная скорость набегающего потока. Перепад давления по потоку, обтекающего виток проволоки, определяется по формуле:  $\Delta p = z r u_0^2 / 2$ , в которую подставляется скорость смеси  $u_0$ , и коэффициент сопротивления  $Z$ .

В случае подъема жидкости и движения проволочного винта в канале скорость перемещения жидкости относительно пружины  $u_0 = u - v$  где  $u$  - линейная осевая скорость движения проволочного винта, а  $v$  - осевая скорость жидкости относительно канала. Запишем уравнение Бернулли данного движения для объема, соответствующего шагу  $s$  винта вдоль оси  $z$ ,

$$r u^2 / 2 = \Delta p - rgs - h_w \quad (1)$$

где  $h_w$  - потери напора в трубопроводе на данном участке.

Принимая во внимание, что шаг винта пружины равен  $-20..60 \text{ мм}$ , то на такой длине потери напора в уравнении (4) можно не учитывать. Тогда, подставив значение перепада давления из-за движения пружины из формулы:

$$\Delta p = zr u_0^2 / 2 = zr(u - u)^2 / 2, \quad (2)$$

в уравнение (4), получим уравнение для определения осевой скорости жидкости

$$r u^2 / 2 = zr(u - u)^2 / 2 - rgs \quad (3)$$

Далее, решая это квадратное уравнение, получаем значение скорости движения жидкости по трубопроводу:

$$u = \frac{zu \pm \sqrt{zu^2 + 2gs(z-1)}}{(z-1)}, \text{ при } z \neq 1. \quad (4)$$

Знак выбирается из физических условий, чтобы скорость движения была положительной.

В случае, когда коэффициент сопротивления  $z = 1$  из уравнения (4) следует решение:

$$u = u/2 - gS/u. \quad \text{Критическая скорость}$$

$$u_* = \sqrt{2gs} \text{ при } v = 0.$$

Экспериментами установлено, что подача (производительность) барды влажностью 90,16 %, плотностью  $\rho = 907 \text{ кг/м}^3$ , вязкостью  $\nu = 28,896 \text{ мм}^2/\text{с}$  температуры  $20^\circ\text{C}$  пружинным насосом  $d = S = 35 \text{ мм}$ ,  $\delta = 3 \text{ мм}$ , высоты подъема  $H = 1,3 \text{ м}$ ,  $D_k = 40 \text{ мм}$  составляет  $W = 975,5 \text{ кг/ч}$ ,  $N = 0,307 \text{ кВт}$ . При этом, коэффициент осевого отставания материала  $k_v = v/u = 0,495$ , зависимости которого от частоты вращения показана на рис. 1. Зависимости производительности  $W$  и  $N$  от частоты вращения пружины  $n$  приведены в таблице.

**Таблица 1.** Зависимости производительности  $W$  и  $N$  от частоты вращения пружины  $n$

$n, \text{ мин}^{-1}$	$W, \text{ кг/ч}$	$u_{zn}, \text{ м/с}$	$u_{znb}, \text{ м/с}$	$K_v$	$N, \text{ Вт}$	$N_{y\delta}, \text{ Вт/кг/ч}$
1560	215,6	0,91	0,298	0,327	160	0,742
2590	824,4	1,51	0,718	0,475	225	0,275
2940	975,5	1,715	0,848	0,495	300	0,307
3400	1245,9	1,98	0,933	0,47	390	0,310
4220	1833,0	2,46	1,167	0,47	510	0,278
4970	2025,0	2,899	1,474	0,508	600	0,292
5350	2180,0	3,12	1,75	0,56	690	0,316
6110	2617,2	3,564	2,0	0,56	1032	0,394

Анализ таблицы показывает, заборная способность примерно идентичны. Коэффициент осевого отставания колеблется в пределах  $k_v = 0,327..0,56$ , при этом осевая скорость материала в большей степени отстаёт при  $n = 1000..2000 \text{ мин}^{-1}$ . Наименьшие удельные энергозатраты достигаются при частоте вращения пружины  $n = 2500..4000 \text{ мин}^{-1}$ . При частоте вращения пружины менее  $1000 \text{ мин}^{-1}$  жидкость в вертикальном положении не подаётся.

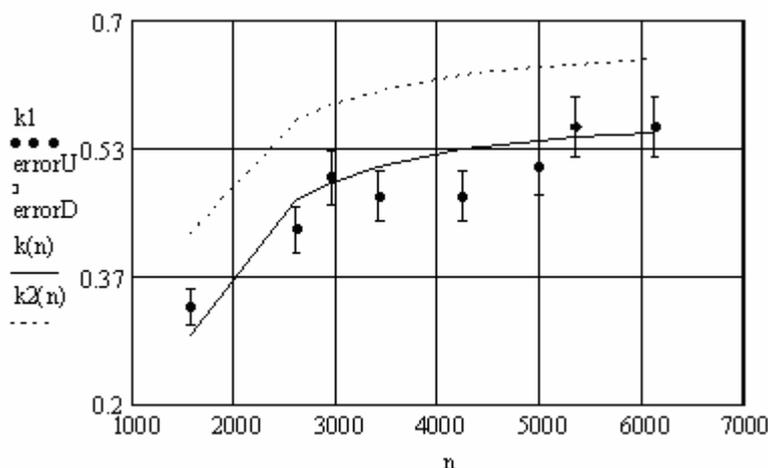
Увеличение вязкости до  $28,896 \text{ сСт}$  ведёт к уменьшению степени осевого отставания материала от осевой скорости винтовой поверхности пружины, что вдвое превышает  $k_v$  при  $\mu = 3,744 \text{ сСт}$ . Однако это не ведёт к заметному увеличению производительности перекачки, но наблюдается тенденция к началу забора жидкости при более низких частотах вращения пружины. Полученная теоретическая зависимость (4) позволяет, к тому же по значению критической частоты вращения (скорости пружины), при которой начинается подъем жидко-

сти, определить истинное значение коэффициента  $z$ . Коэффициент осевого отставания материала  $k_v = u/u$  можно определить из формулы (4):

$$k_v = \frac{z - \sqrt{z + 2gs(z-1)/u^2}}{(z-1)}, \text{ и при } u \rightarrow \infty ;$$

$$k_v = \frac{z - \sqrt{z}}{(z-1)}, \quad (5)$$

Для сравнения полученной теоретической зависимости по формуле (6) с результатами экспериментальных исследований проведен расчет коэффициента осевого отставания материала  $k_v = v/u$ . Для цилиндрической трубы с внутренним диаметром  $D = 40 \text{ мм}$ , диаметром пружины  $d_n = 35 \text{ мм}$  и диаметром проволоки  $\delta = 3 \text{ мм}$  коэффициент  $z$  равен 1,3.



**Рисунок 1.** Зависимость коэффициента осевого отставания материала  $k_v = v/u$  от частоты вращения пружины при  $s=35$  мм.

Обозначения:  $k(n)$  – заборная часть с прямоугольными окнами размером 10 x 80 мм,  $k1$  – точками показаны экспериментальные значения;  $k2(n)$  – традиционная заборная часть без окон/

Исследования показали, что для жидкости с плотностью  $\Gamma = 907$  кг/м<sup>3</sup> теоретическая зависимость  $k_v(n)$  удовлетворительно совпадает с результатами

эксперимента и подтверждает механизм движения жидкости в сложных условиях вращения пружинного винта в канале и позволяет использовать полученные в работе данные при разработке и конструировании насосов и устройств, для транспортирования различных жидкостей.

#### Медицинский технологии

### ХАРАКТЕРИСТИКА ГИПОФИЗАРНО-АДРЕНАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Поскребышева Е.А., Волкова О.В.

Российский Государственный  
Медицинский Университет,  
Москва

Для изучения механизмов взаимодействия нейроэндокринной и иммунной системы проводилось экспериментальное моделирование иммунного стресса путем введения бактериального эндотоксина (ЛПС) экспериментальным животным. Для воспроизведения острого стресса ЛПС вводился однократно в дозе 250мл./100г.; хронический стресс моделировали длительным введением ЛПС в нарастающих дозах (от 25мг до 250мг) в течение 13 дней.

Об активности нейроэндокринной оси судили по динамике экспрессии и-РНК пропигомеланокортина (предшественник) АКТГ в аденогипофизе для ИВ – гидроксилазы (предшественник кортикостерона – ключевого гормона пучковой зоны у крыс), для катехоламинов мозгового вещества, для ИЛ-6 с помощью метода гибридизации *in situ*.

Для оценки структурного состояния надпочечника использовался классический метод гистологического и электронномикроскопического анализа.

При моделировании острого стресса зарегистрирована активация всех звеньев гипофизарно-адреналовой оси (как по данным биохимического, так

и морфологического анализа коры надпочечника), что совпадало с данными литературы о возрастании КРГ в этих условиях (Гриневич В.В., 2004).

Несколько иная картина отмечена при хроническом стрессе: если в гипофизе и надпочечнике отмечен высокий уровень гормонотоза, то секреция КРГ в паравентрикулярных ядрах гипоталамуса была угнетена. Характерно, что аналогичные показатели зафиксированные при целом ряде аутоиммунных заболеваний.

Можно предположить, что на роль стимуляторов синтеза АКТГ, а следовательно и стероидогенеза в надпочечнике могут претендовать фолликулярно-звёздчатые клетки аденогипофиза, цитокины, имеющие различное (в том числе надпочечниковое) происхождение, продукты хромоафинных клеток мозгового вещества адреналовой железы. Характерно, что уровни м-РНК для катехоламинов и ИЛ-6 при остром и хроническом стрессе превышают норму.

Подытоживая сказанное, необходимо подчеркнуть, что лишь сочетанные действия нейроэндокринной и иммунной системы обеспечивают адекватное протекание адаптивных реакций организма.