

ISSN 0554-2081

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Республиканский
межведомственный тематический научный сборник



36

А. И. КОВАЛЕВ, ассист.

И. И. СТОРИЖКО, канд. техн. наук

Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

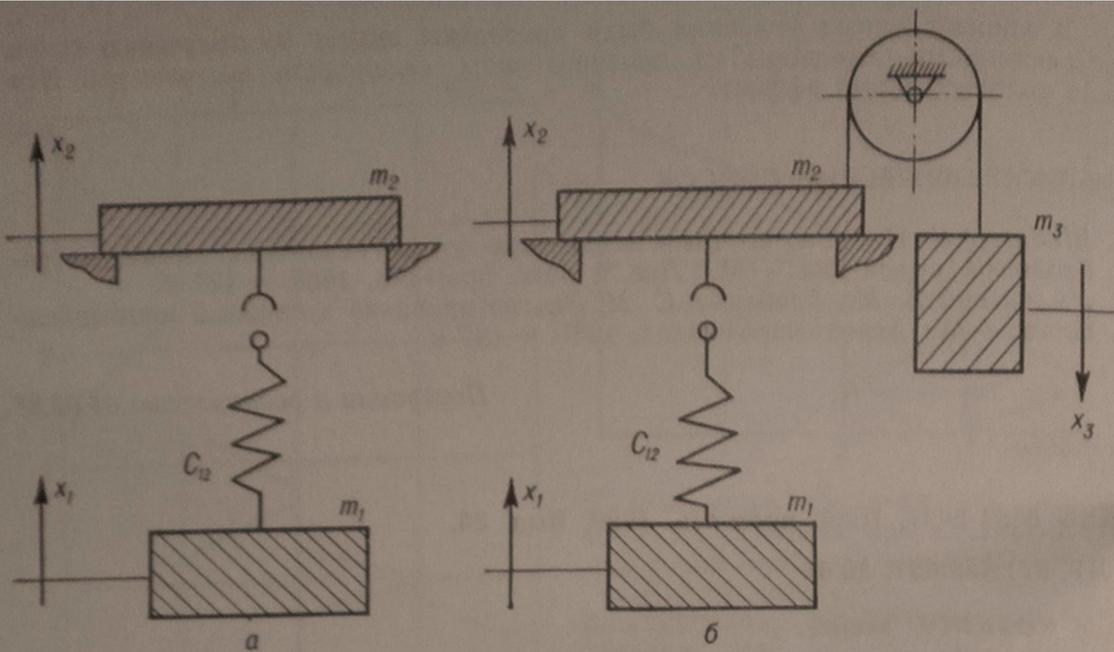
ОБ УРАВНОВЕШИВАНИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА УКЛАДОЧНЫХ МАШИН

Представлены результаты аналитических исследований операций машинной укладки (подъем слоя упаковок и вывод рабочего органа из тары-оборудования) и график снижения максимальных значений нагрузок в зависимости от коэффициента динамичности системы для различных сочетаний масс противовеса и рабочего органа.

Одной из особенностей работы машин для укладывания стеклянных бутылок с пищевыми жидкостями в горизонтальном или вертикальном положении в тару-оборудование являются циклически меняющиеся ударные нагрузки, которые отрицательно влияют на работоспособность машин и точность перемещений рабочего органа при выполнении операций машинной укладки. Снижения динамических нагрузок можно добиться путем применения противовеса, частично или полностью уравновешивающего рабочий орган. При этом важно оценить эффект от установки в конструкцию дополнительной массы.

В укладчиках бутылок наибольшие ударные нагрузки на звенья привода возникают при подъеме рабочим органом сформированного слоя и выводе рабочего органа из контейнера. В этих случаях расчетные схемы машины можно представить в виде двухмассовой (укладчик без противовеса) и трехмассовой (укладчик с противовесом) дискретных моделей, представленных на рисунке 1.

При аналитическом исследовании обеих схем были приняты следующие допущения: массы m_2 и m_3 в начале взаимодействия неподвижны, а в процессе ударного нагружения перемещаются синхронно; масса m_1 при выполнении исследуемых операций перемещается с постоянной скоростью V_1 . Процесс нагружения привода укладчика во время операций подъема слоя упаковок и при выводе рабочего органа из тары-оборудования условно разбит на два этапа. На I этапе, когда массы m_2 и m_3 неподвижны, происходит нагружение упругих звеньев привода с приведенным коэффициентом жесткости C_{12} . На II этапе начинается движение рабочего органа и слоя упако-



1. Расчетные схемы укладчика:

а) модель без противовеса; б) модель с противовесом; m_2 — приведенная к ведущему валу масса рабочего органа. В случае же операции подъема слоя упаковок m_2 — приведенная суммарная масса рабочего органа и слоя упаковок; m_1 и m_3 — приведенные массы соответственно элементов привода и противовеса; C_{12} — приведенный коэффициент жесткости упругих звеньев привода; x_1 ; x_2 ; x_3 — координаты перемещения масс m_1 , m_2 и m_3 .

вок, которое сопровождается повышением нагрузки на упругие звенья. Динамические процессы, протекающие в приводе, как на I, так и на II этапах, описаны системами дифференциальных уравнений, при решении которых

Результаты аналитического исследования динамики ударного нагружения чая установки противовеса и без него

Характеристика процесса ударного нагружения	I этап	
	без противовеса	с противовесом
Время окончания этапа взаимодействия, с	$t_{I\text{эт.}} = gm_2/C_{12} \cdot V_1$	$t'_{I\text{эт.}} = g(m_2 - m_3)/C_{12} \cdot V_1$
Величины перемещений масс, м	$x_2 = 0$	$x_2 = 0$
Скорость движения рабочего органа, м/с	$\dot{x}_2 = 0$	$\dot{x}_2 = 0$
Ускорение рабочего органа, м/с ²	$\ddot{x}_2 = 0$	$\ddot{x}_1 = 0$
Динамические нагрузки на звенья привода машины, Н:	$P_{12} = C_{12} \cdot V_1 \cdot t$	$P_{12} = C_{12} \cdot V_1 \cdot t$
	текущие значения	
максимальные значения	$(P_{12})_{\text{max}} = gm_2$	$(P_{12})_{\text{max}} = g(m_2 - m_3)$

получены зависимости для расчета кинематических характеристик движения рабочего органа и динамических нагрузок на звенья привода (см. таблицу). В целях получения окончательных уравнений в виде зависимостей, удобных для практического применения, в исследовании не учитывали фактор затухания и наличие зазоров в кинематических парах. Обоснованность принятых упрощений подтверждена экспериментами.

Указанные в формулах таблицы значения круговых частот колебаний системы W (для модели без противовеса) и W_1 (для модели с противовесом) определяют из выражений:

$$W = \sqrt{C_{12}/m_2}; \quad (1)$$

$$W_1 = \sqrt{C_{12}/(m_2 + m_3)}. \quad (2)$$

Для анализа влияния противовеса на динамические процессы в приводе уравнение расчета максимальных значений нагрузок на звенья привода укладчика с противовесом преобразуем к виду:

$$(P_{12})_{\max} = V_1 \sqrt{C_{12} \cdot m_2} (1 + K_y)^{1/2} + g m_2 (1 - K_y), \quad (3)$$

где $K_y = m_3/m_2$ — коэффициент уравнивания.

Из уравнения (3) следует, что противовес, установленный в укладчике,

звеньев привода укладочной машины в слу-

II этап	
без противовеса	с противовесом

$$x_2 = V_1 \cdot (t - \sin \omega \times \\ \times (t - t_{1 \text{эт.}}) / W) - \\ - g m_2 / C_{12}$$

$$\dot{x}_2 = V_1 (1 - \cos W \times \\ \times (t - t_{1 \text{эт.}}))$$

$$\ddot{x}_2 = V_1 \cdot W \cdot \sin W \times \\ \times (t - t_{1 \text{эт.}})$$

$$P_{12} = V_1 \cdot \sqrt{C_{12} \cdot m} \times \\ \times \sin W (t - t_{1 \text{эт.}}) + \\ + g m_2$$

$$(P_{12})_{\max} = \\ = V_1 \sqrt{C_{12} \cdot m_2} + g m_2$$

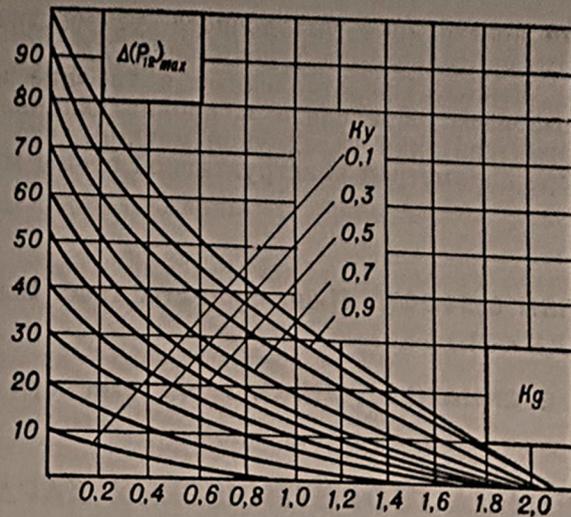
$$x_2 = V_1 t - g (m_2 - \\ - m_3) / C_{12} - V_1 \times \\ \times \sin W_1 (t - t'_{1 \text{эт.}}) / W_1$$

$$\dot{x}_2 = V_1 (1 - \cos W_1 \times \\ \times (t - t'_{1 \text{эт.}}))$$

$$\ddot{x}_2 = V_1 \cdot W_1 \sin W_1 \times \\ \times (t - t'_{1 \text{эт.}})$$

$$P_{12} = V_1 \cdot \sqrt{C_{12} (m_2 + \\ + m_3)} \sin W_1 (t - \\ - t'_{1 \text{эт.}}) + g (m_2 - m_3)$$

$$(P_{12})_{\max} = \\ = g (m_2 - m_3) + \\ + V_1 \cdot \sqrt{C_{12} (m_2 + m_3)}$$



2. Изменение максимальной нагрузки на звенья привода укладчика, %:

K_y — коэффициент уравнивания; K_g — коэффициент динамичности системы без противовеса

уменьшает статическую составляющую нагрузки на звенья привода, однако увеличивает ее динамическую составляющую. Установка противовеса ведет к повышению коэффициента динамичности системы.

Снижение нагрузки на звенья привода укладчика после установки противовеса определяют по уравнению:

$$(\Delta P_{12})_{\max} = \\ = \frac{K_g (1 - (1 + K_y)^{1/2}) + K_y}{1 + K_g} \times \\ \times 100 \%, \quad (4)$$

где $K_g = V_1 \cdot W / g$ — коэффициент динамичности системы без противовеса. По уравнению (4) выполнен расчет значений $(\Delta P_{12})_{\max}$, при этом значения K_y изменялись от 0 до 1. Результаты счета обобщены графически на рисунке 2, из которого следует, что уравнивание рабочего органа даст положительный эффект, если коэффициент динамично-

сти конструкции укладочного устройства, в которую предполагают установить противовес, не будет больше 2,2.

Вывод. Представленные в таблице и тексте аналитические зависимости позволяют определить и проанализировать кинематические и динамические характеристики укладочной машины, что важно при проектном расчете и выборе параметров конструктивной схемы машины.

Поступила в редколлегию 06.03.88.