

УДК 677.486.7-052.517

**СИЛОВОЙ АНАЛИЗ
МЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРОЧЕСА ППМ-2И***

Ю. В. ИВАНОВ, М. Ю. ИВАНОВ

(АО «Ивчесмаш»)

С учетом [1] приводим сокращенный силовой анализ среднего и нижнего транспортеров механического преобразователя прочеса ППМ-2И агрегата АЧВ-6 для производства нетканых материалов. Технологическая схема одного из двух раскладчиков ППМ-2И, передающих прочес на общий поперечный транспортер 1, приведена на рис. 1.

* Начало.

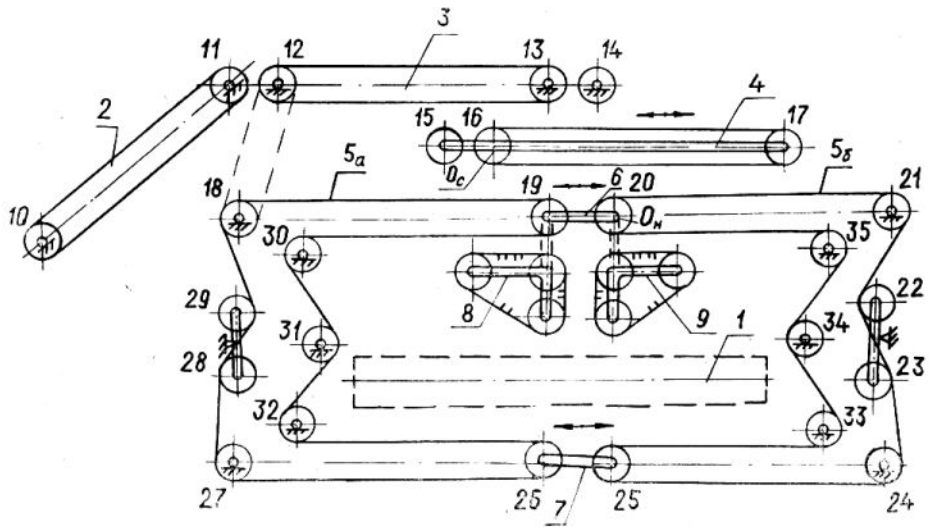


Рис. 1.

Подающий 2 и верхний 3 транспортеры с роликом 14 имеют постоянную абсолютную скорость движения, равную скорости выпуска прочеса из чесальной машины и направленную в одну сторону. Оси роликов 10...14 неподвижны. Транспортерные ленты среднего (с) 4 и нижних (н) 5-а, б совокупных транспортеров, связанные с предыдущими бесконечной цепью, имеют относительную скорость v . Верхняя 6 и нижняя 7 каретки нижних транспортеров 5-а и 5-б, а также средний транспортер 4 с роликом 15 движется возвратно-поступательно в основном рабочем режиме: первые со скоростью v , второй со скоростью $0,5v$. Каретки 6 и 7 имеют альтернативное движение. Левая верхняя ветвь транспортерной ленты нижних транспортеров над верхней кареткой в абсолютном движении от машины движется со скоростью $2v$, а при движении к машине останавливается, правая имеет обратное движение. Транспортерная лента среднего транспортера в абсолютном движении его от машины в точке передачи прочеса имеет скорость $1,5v$ и к машине — $0,5v$ (рис. 2).

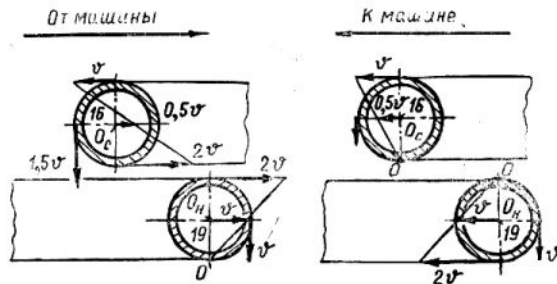


Рис. 2.

На остовах верхней каретки 6 укреплены планочные (п) транспортеры 8 и 9, раскладывающие прочес и движущиеся реверсивно в одну сторону с несколько большей скоростью: при движении от машины по часовой стрелке, а к машине — против часовой стрелки.

При движении раскладывающей каретки 6 от машины (рис. 1) ролики 30...32 левого нижнего транспортера и 21...24 правого (7 из 14) не вращаются, и связанные с ними участки транспортерной ленты не перемещаются. При движении к машине не вращаются симметричные им ролики 18; 27...29 и 33...25. Движение роликов нижней каретки 7 альтернативно верхней 6.

Переменный характер движения транспортеров не только внутри каждого полупериода, но и в направлениях движения от и к машине [1], вызывает возникновение различных нагрузок на рабочие органы машины.

Суммарный крутящий момент M_r , передаваемый на главный вал 12 раскладчика от чесальной машины, расходуется на сообщение движения транспортерным лентам с роликами, имеющими неподвижные оси вращения, и для вращения двух боковых бесконечных цепей. Последние через центральные кривошипно-шатунные механизмы и тяговые цепи из-за отсутствия ускорения движения создают постоянные по величине тяговые усилия F на подвижные остовы транспортеров с подвижными осями роликов в главных рабочих циклах 2 и 5, и переменные на концах движения кареток в циклах 1, 3, 4, 6 вследствие изменяющегося во времени ускорения [1].

Проведем силовой анализ ППМ-2И применительно только к главным рабочим циклам движения подвижных рабочих органов на участках 2 и 5, где их ускорение движения равно нулю [1]. Два планочных транспортера 8 и 9 условно заменим на два ролика, в общий вес которых включим вес планок. Учитываем, что из 19 продольных роликов преобразователя прочеса с неподвижными осями 10...14; 18; 21...24; 27...35 (рис. 1) одновременно вращаются только 12. Для упрощения расчетов полагаем, что ролики имеют одинаковый радиус R и вес P_p .

Считаем, что вес транспортерных лент и каждой каретки равномерно распределяется по роликам их движения, причем передаточные отношения между рабочими органами ППМ-2И и главным валом равны единице.

Согласно теореме суммарная кинетическая энергия ΣK системы при выходе из состояния покоя равна суммарной работе $\Sigma A_{K^{(e)}}$ внешних сил всей системы, так как суммарная работа $\Sigma A_{K^{(i)}}$ внутренних сил — натяжение транспортерных лент и цепей, равна нулю [2]:

$$\Sigma K = \Sigma A_{K^{(e)}}. \quad (1)$$

Суммарная кинетическая энергия ΣK системы складывается из кинетических энергий: K_p — вращающихся роликов с неподвижными осями; K_c — среднего транспортера 4; K_n — двух нижних кареток 6 и 7, $K_{п}$ — двух планочных транспортеров 8, 9 и K_T — транспортерных лент:

$$\Sigma K = 12K_p + K_c + 2K_n + 2K_{п} + K_T, \quad (2)$$

где $K_n = K_{нв} = K_{ни}$; $K_{T2} = K_{T3}$; $K_T = 2K_{T3} + K_{T4} + 2K_{T5}$;

$$K_p = J_p 0,5\omega_p^2; \quad (3)$$

$$K_c = 0,5P_c v_c^2/g + 0,5J_c \omega_c^2; \quad (4)$$

$$K_{II} = 0,5P_{II}v_{II}^2/g + 0,5J_{II}\omega_{II}^2; \quad (5)$$

$$K_{II} = 0,5P_{II}v_{II}^2/g + 0,5J_{II}\omega_{II}^2; \quad (6)$$

$$K_{Ti} = 0,5P_{Ti}v_{Ti}^2/g; \quad (7)$$

$$J_i = 0,5P_iR^2/g; \quad (8)$$

$$\omega_p = \omega_{II} = \omega_{II} = \omega = v/R.$$

При движении среднего транспортера от чесальной машины (участок 2 [1])

$$\omega_{с(2)} = 0,5\omega = 0,5v/R; \quad v_{с(2)} = 1,5v.$$

При движении к машине (участок 5 [1])

$$\omega_{с(5)} = 0,5\omega = 0,5v/R, \quad v_{с(5)} = 0,5v.$$

где $v_{с(2)}$, v_i , v_{Ti} — скорости соответственно среднего транспортера, i -го рабочего органа и расчетного участка (рис. 2) i -й транспортной ленты;

ω_i — угловая скорость;

P_i — вес;

J_i — сила инерции i -го рабочего органа;

g — ускорение силы тяжести.

Суммарная работа $\Sigma A_{K(e)}$ внешних сил всей системы равна разности работ, создаваемых движущим моментом M_r , приложенным к ведущей звездочке 12 на главном валу ППМ-2И, передаваемым через тяговые усилия транспортерных лент и цепей, и моментов M_i сопротивления сил на подвижном среднем транспортере 4 и каретках 6...9, обеспечивающих на каркасе ППМ-2И их движение вперед и назад в горизонтальных плоскостях на ширину раскладки прочеса.

Примем равной нулю работу замкнутых, симметричных и альтернативно движущихся транспортерных лент и всех вращающихся роликов с неподвижными осями:

$$\Sigma A_{K(e)} = M_r\varphi_r - (M_c\varphi_c + 2M_{II}\varphi_{II} + 2M_{II}\varphi_{II}), \quad (9)$$

где $\varphi_r = \varphi_{II} = \varphi_{II} = \varphi = B/R$; $\varphi_c = \varphi/2 = B/2R$;

φ_i — угол поворота ролика i -го рабочего органа за время его движения на ширину B раскладки прочеса в одну сторону;

$$M_i = kP_iR, \quad (10)$$

k — коэффициент трения качения.

Подставляя (3)...(8) в (2) и (10) в (9), а после преобразования (2) и (9) в (1) после упрощения и определения M_r при движении от машины (участок 2) и к машине (участок 5) соответственно имеем

$$M_r = v^2R(3P_p + 0,18P_c + 1,5P_{II} + 1,5P_{II} + P_{T3} + 1,25P_{T4} + 2P_{T5})/gB + KR(0,5P_c + 2P_{II} + 2P_{II}), \quad (11)$$

$$M_r = Rv^2(3P_p + 0,18P_c + 1,5P_{II} + 1,5P_{II} + P_{T3} + 0,25P_{T4} + 2P_{T5})/gB + KR(0,5P_c + 2P_{II} + 2P_{II}). \quad (12)$$

С учетом конкретных данных: $R = 0,05$ м, $B = 20$ м, $P_p = 110$ Н, $P_c = 680$ Н, $P_{II} = 870$ Н, $P_{II} = 280$ Н, $P_{T2} = P_{T3} = P_{T4} = 20$ Н, $P_{T9} = 90$ Н при

скорости раскладки прочеса $v=1$ м/с имеем на участке 2 $M_r=13$ Н·м, на участке 5 $M_r=12,5$ Н·м.

ВЫВОДЫ

1. Выведенная формула для определения крутящего момента на главном валу преобразователя прочеса ППМ-2И в зависимости от скорости раскладки прочеса позволяет провести полный силовой анализ его рабочих органов.

2. Нагрузки на рабочие органы ППМ-2И находятся в прямо пропорциональной квадратичной зависимости от скорости раскладки прочеса и прямо зависят от масс его подвижных частей и транспортерных лент. Для уменьшения нагрузок на рабочие органы и приводные механизмы преобразователя прочеса необходимо снижать массу его подвижных частей, особенно кареток, планочных транспортеров и транспортерных лент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Ю. В., Иванов М. Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности — 1993, № 5.
2. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. — М.: Высшая школа, 1990. С. 339...341.

Рекомендована техническим советом АО «Ивчесмаш». Поступила 08.04.97.
