

УДК 677.051

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ
РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПИЛЬЧАТОЙ СЕКЦИИ
ОЧИСТИТЕЛЯ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА**

**SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS AND MODES
OF MOTION OF THE WORKING BODIES OF THE FILM SECTION
OF THE CLEANER OF FIBER MATERIAL**

А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Д.С. ТАШПУЛАТОВ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, А. ДЖУРАЕВ, Ш. ШУХРАТОВ
A.F. PLEKHANOV, D.S. TASHPULATOV, I.M. JURINSKAYA, A. DJURAEV, SH. SHUHRATOV

(Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

Email: mda4580@inbox.ru, indi_06.79@mail.ru

В статье рассматриваются особенности очистительных машин для очистки волокнистых материалов. Представлены результаты теоретических исследований по определению законов движения и рекомендуемым параметрам рабочих органов очистительной машины. Приведены результаты сравнительных производственных испытаний очистителя волокнистого материала от крупного сора. Обоснованы параметры и режимы работы рабочих органов очистителя волокнистого материала, в частности хлопка.

The article discusses the features of cleaning machines for cleaning fibrous materials. The results of theoretical studies to determine the laws of motion and the recommended parameters of the working bodies of the cleaning machine are presented. The results of comparative production tests of a cleaner of fibrous material from large litter are presented. The parameters and operating modes of the working bodies of the fibrous material cleaner, in particular cotton are justified.

Ключевые слова: волокнистый материал, очиститель, крупный сор, пильчатый барабан, шнек, угловая скорость, неравномерность, колосник.

Keywords: fibrous material, cleaner, coarse litter, source, saw-tooth roller, screw, angular velocity, unevenness, cleaning bars.

Очистка волокнистых материалов производится в специальных машинах [1], [2]. При этом различают волоконоочистительные машины мелкого и крупного сора [3]. Основными элементами зоны очистки волокнистого материала от мелкого сора является колковый барабан и сетчатая поверхность под ним, а в зоне очистки волокнистого материала от крупного сора основными рабочими органами являются пильчатый цилиндр и прутковые колосники под ним [3], [4].

Основными недостатками очистителей волокнистых материалов являются низкий эффект очистки, а также большой процент поврежденности волокна. Причина заключается в несовершенстве конструкции пиль-

ного цилиндра и колосниковой решетки. При этом следует отметить, что до настоящего времени не обоснованы кинематические и динамические параметры рабочих органов, а также механизмов привода на основе глубоких теоретических исследований.

Анализ динамики машинного агрегата пильчатой секции очистительной машины проведен с использованием уравнений Лагранжа II рода. Была получена система дифференциальных уравнений, описывающих динамику движения ротора электродвигателя, пильчатых барабанов и шнека с учетом механической характеристики электропривода [4...6]:

$$\frac{1}{2\omega_c M_k} - \frac{dM_g}{dt} + \frac{S_k}{2M_k} M_g = \frac{\omega_0 - \frac{d\varphi_g}{dt}}{\omega_0}, \quad (1)$$

$$I_{21}\dot{\varphi}_{21} = M_{g1} - C_{21}(\varphi_{21} - U_{12}\varphi_{22}) - b_{21}(\dot{\varphi}_{21} - U_{12}\dot{\varphi}_{22}),$$

$$I_{22}\dot{\varphi}_{22} = U_{12}C_{21}(\varphi_{21} - U_{12}\varphi_{22}) + U_{12}b_{21}(\dot{\varphi}_{21} - U_{12}\dot{\varphi}_{22}) - C_{22}U_{23}(\varphi_{22} - U_{23}\varphi_{23}) - C_{23}U_{24}(\varphi_{22} - U_{24}\varphi_{24}) - b_{22}U_{23}(\dot{\varphi}_{22} - U_{23}\dot{\varphi}_{23}) - b_{23}U_{24}(\dot{\varphi}_{22} - U_{24}\dot{\varphi}_{24}) - M_{c2}, \quad (2)$$

$$I_{23}\dot{\varphi}_{23} = U_{23}C_{22}(\varphi_{22} - U_{23}\varphi_{23}) - U_{23}b_{22}(\dot{\varphi}_{22} - U_{23}\dot{\varphi}_{23}) - M_{c3},$$

$$I_{24}\dot{\varphi}_{24} = U_{24}C_{23}(\varphi_{22} - U_{24}\varphi_{24}) + b_{23}U_{24}(\dot{\varphi}_{22} - U_{24}\dot{\varphi}_{24}) - M_{c4},$$

где M_g – движущий момент; S_k , M_k – критические значения скольжения и момента двигателя; ω_0 – угловая частота идеального холостого хода; ω_c – угловая частота сети [7]; I_{21} , I_{22} , I_{23} , I_{24} – моменты инерции ротора двигателя, пильчатых барабанов и шнека; C_{21} , C_{22} , C_{23} – коэффициенты круговых жесткостей ременных передач; U_{23} , U_{24} – передаточные отношения соответствующих ременных передач машинных агрегатов очистителя УХК для зоны крупной очистки; b_{21} , b_{22} , b_{23} – коэффициенты диссипации соответствующих ременных передач очистителя хлопка УХК.

Численное решение произведено при: $N=4,5$ кВт; $n=945$ об/мин; $\dot{\varphi}_g=98,9$ с⁻¹; $\dot{\varphi}_{22} =$

$= \dot{\varphi}_{23}=31,4$ с⁻¹; $\dot{\varphi}_{24}=13,6$ с⁻¹; $P_p=(4,0...6,0)$ т/ч; $C_{21}=(600...700)$ Нм/рад; $C_{22}=(550...650)$ Нм/рад; $C_{23}=(450...550)$ Нм/рад; $b_{21}=(10...12)$ Нмс/рад; $b_{22}=(8,0...10,5)$ Нмс/рад; $b_{23}=(8,0...9,0)$ Нмс/рад; $U_{12}=3,15$; $U_{23}=1,0$; $U_{24}=2,3$; $J_{21}=0,0027$ кгм²; $J_{22}=0,12$ кгм²; $J_{23}=0,093$ кгм²; $J_{24}=0,24$ кгм².

На рис. 1 (закономерности изменения угловых скоростей валов двигателя, пильчатых барабанов и шнека, а также крутящего момента на валу двигателя) представлены полученные закономерности изменения M_g , $\dot{\varphi}_{21}$, $\dot{\varphi}_{22}$, $\dot{\varphi}_{23}$, $\dot{\varphi}_{24}$ при производительности очистителя 4,0 т/ч (а) и 6,0 т/ч (б). Анализ закономерностей вращающихся валов машинного агрегата показывает, что система выходит на установившийся режим за 0,051 с при $P_p=4,0$ т/ч и за 0,079 с – при $P_p=6,0$ т/ч.

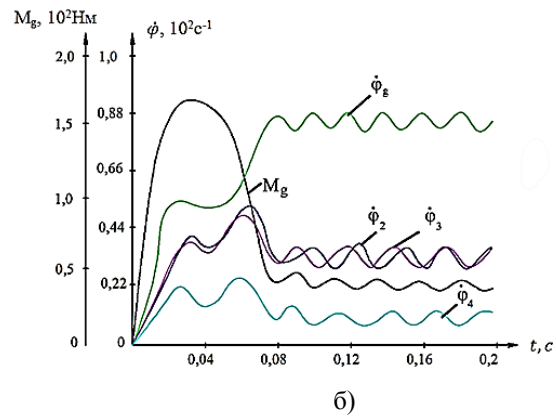
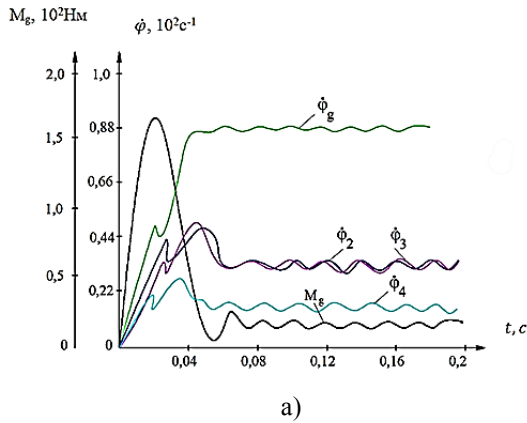


Рис. 1

Важным является определение частоты и амплитуды колебаний угловых скоростей, особенно пыльчатых барабанов и ротора электродвигателя. Следует отметить, что колебания угловых скоростей пыльчатых барабанов в основном зависят от следующих параметров: изменения технологической нагрузки от очищаемого хлопка-сырца; моментов инерции пыльчатых барабанов; упругодиссипативных свойств упругих передач в машинном агрегате.

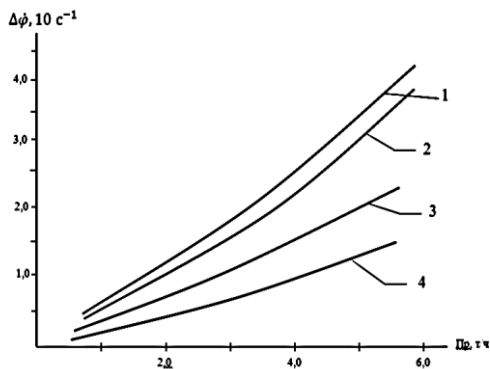


Рис. 2

На основе обработки полученных закономерностей изменения угловых скоростей и нагруженности электродвигателя были построены графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей пыльчатых барабанов, шнека к ротору электродвигателя от увеличения производительности машины (1 – $\Delta\phi_{22} = f(P_p)$; 2 – $\Delta\phi_{23} = f(P_p)$; 3 – $\Delta\phi_{21} = f(P_p)$; 4 – $\Delta\phi_{24} = f(P_p)$). Полученные зависимости имеют нелинейный характер. Так, при изменении

производительности от 1,0 до 6,0 т/ч размах колебаний верхнего пыльчатого барабана увеличивается от 3,6 до 38,7 c^{-1} по нелинейной закономерности. Эти колебания в основном возникают от периодически изменяющейся составляющей технологической нагрузки, которая получена в результате экспериментальных исследований [8]. При этом размах колебаний угловой скорости нижнего пыльчатого барабана будет значительно меньше, чем в верхнем барабане. Увеличение $\Delta\phi_{23}$ происходит от 2,7 до 33,2 c^{-1} . Это объясняется тем, что основная нагрузка по разрыхлению и очистке хлопка происходит в основном в зоне очистки верхней пыльчато-колосниковой системы. При этом изменение нагрузки на нижний пыльчатый барабан будет более равномерным. Поэтому размах колебаний данного пыльчатого барабана будет меньше на (5,0...8,0) c^{-1} , чем в верхнем пыльчатом барабане. Изменение $\Delta\phi_{24}$ будет наименьшим (2,1...13,5) c^{-1} . Это объясняется относительно низкой технологической нагрузкой, а также большим значением момента инерции $J_{24} = 0,24$ кгм² шнека. Самым скоростным является ротор электродвигателя, а все рабочие органы получают вращательное движение от него.

Поэтому в двигателе не действует технологическая нагрузка, на изменение $\Delta\phi_{21}$ влияют изменения угловых скоростей пыльчатых барабанов и шнека через ременные передачи, размах колебаний угловой скорости ротора двигателя доходит до 21,5 c^{-1} .

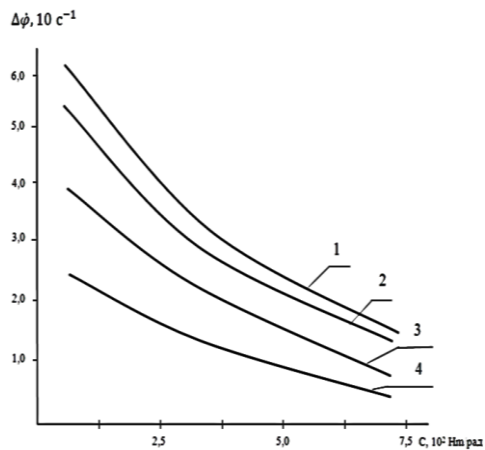


Рис. 3

С учетом результатов экспериментов [9...11] наиболее приемлемыми значениями являются: $\Delta\dot{\phi}_{21} = (18...20)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{22} = (26...30)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{23} = (20...23)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{24} = (8,0...10)c^{-1}$, которые обеспечиваются при $P_p \leq 6,0$ т/ч. Увеличение коэффициентов жесткостей ременных передач приводит к уменьшению размаха угловых скоростей валов по нелинейной закономерности (рис. 3 – зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей валов двигателя, пыльчатых барабанов и шнека от изменения коэффициентов круговых жесткостей упругих передач: 1 – $\Delta\dot{\phi}_{22} = f(C_{21})$; 2 – $\Delta\dot{\phi}_{23} = f(C_{22})$; 3 – $\Delta\dot{\phi}_{21} = f(C_{21})$; 4 – $\Delta\dot{\phi}_{24} = f(C_{23})$; при $P_p = 6,0$ т/ч).

Так, увеличение C_2 от 110 до 745 Нм/рад приводит к уменьшению $\Delta\dot{\phi}_{22}$ от $52,0 c^{-1}$ до $19 c^{-1}$. Размах угловой скорости шнека снижается $18,5 c^{-1}$ до $4,6 c^{-1}$ при увеличении коэффициента круговой жесткости C_{23} ременной передачи, приводящей шнек в движение [9], [10].

При этом размах колебаний ротора двигателя снижается от $26,4 c^{-1}$ до $9,7 c^{-1}$ при увеличении круговой жесткости ремня C_{23} . Для обеспечения необходимых равномерностей угловых скоростей пыльчатых барабанов, шнека и ротора двигателя рекомендуемыми значениями являются: $C_{21} = (600...620)$ Нм/рад; $C_{22} = (480...500)$ Нм/рад; $C_{23} = (400...420)$ Нм/рад. Для соответствующих значений коэффициентов жесткостей рекомендуется использование ремней типа "В" с соответствующими значениями: $b_{21} = (9,0...10,0)$ Нмс/рад;

$b_{22} = (8,5...9,0)$ Нмс/рад; $b_{23} = (10,0...11,0)$ Нмс/рад. Для обеспечения необходимых значений коэффициентов неравномерностей пыльчатых барабанов, шнека и ротора электродвигателя рекомендуемыми значениями моментов инерции машинного агрегата являются: $J_{21} = (0,002...0,0095)$ кгм²; $J_{22} = (0,12...0,14)$ кгм²; $J_{23} = (0,09...0,1)$ кгм²; $J_{24} = (0,22...0,25)$ кгм².

ВЫВОДЫ

На основе рекомендованных параметров рабочих органов пыльчатой секции очистителя волокнистого материала был изготовлен опытный образец машины. Проведены производственные испытания. При проведении испытаний рекомендуемая конструкция пыльчатой секции очистительного агрегата УХК показала высокую надежность и стабильность работы. Результаты испытаний показали, что очистительный эффект по сравнению с существующей конструкцией увеличивается в среднем на 16,14%, механическая поврежденность семян уменьшается на 1,46%, процент свободных волокон в хлопке-сырце уменьшается в 2,0 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972.
2. Зикриёев Э.З. Первичная обработка хлопка-сырца. – Ташкент: "Мехнат", 1999. С 258...269.
3. Джурев А., Муродов О. Совершенствование конструкций и методы работы параметров пластмассовых колосников на резиновых опорах очистителей хлопка от крупного сора. – Ташкент: Изд-во "Фанватехнология", 2018.
4. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068.
5. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5-6, 2018. P. 350...352.
6. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Kolosnik oscillations on elastic supportswith nonlinear

rigidity with random resistance from cotton-raw maturity // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5–6, 2018. P. 353...355.

7. Пинчук И.С. Переходные процессы в асинхронных двигателях при периодической нагрузке // Электричество. – М., 1957, № 9. С. 27...30.

8. Djurayev A., Maksudov R.X., Shukhratov Sh., Tashpulatov D.S. Improvement in design and methods of calculation the characteristics of vibrant diamond bars of cotton cleaners // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India. Vol.5, 2018, Issue11. P.397...401.

9. Джуряев А., Ташпулатов Д.С., Элмонов С.М., Плеханов А.Ф., Жилисбаева Р.О. Эффективная технология очистителя натурального волокна от примесей на упругих опорах и обоснование параметров колосника // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С. 70...75.

10. Максудов Р.Х., Шухратов Ш.Ш., Жүраев А.Ж. Эффективность использования новой пильчатой секции хлопкоочистительного агрегата // Сб. научн. тр. 4-й Междунар. науч.-практ. конф.: Современное в науке и технике. – Курск, 2014. С.425...426.

REFERENCES

1. Mirosnichenko G.I. Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka. – М.: Mashinostroenie, 1972.

2. Zikriev E.Z. Pervichnaya obrabotka khlopka-syrtsa. – Tashkent: "Mekhnat", 1999. S 258...269.

3. Dzhuraev A., Murodov O. Sovrshenstvovanie konstruksiy i metody raboty parametrov plastmassovykh kolosnikov na rezinovykh oporakh ochistiteley khlopka ot krupnogo sora. – Tashkent: Izd-vo "Fanvatekhnologiya", 2018.

4. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern

bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068.

5. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastinc supports of the fiber material cleaner // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5-6, 2018. P. 350...352.

6. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Kolosnik oscillations on elastic supportswith nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maturity // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5–6, 2018. P. 353...355.

7. Pinchuk I.S. Perekhodnye protsessy v asinkhronnykh dvigatelyakh pri periodicheskoy nagruzke // Elektrichestvo. – М., 1957, № 9. С. 27...30.

8. Djurayev A., Maksudov R.X., Shukhratov Sh., Tashpulatov D.S. Improvement in design and methods of calculation the characteristics of vibrant diamond bars of cotton cleaners // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India. Vol.5, 2018, Issue11. R.397...401.

9. Dzhuraev A., Tashpulatov D.S., Elmonov S.M., Plekhanov A.F., Zhilisbaeva R.O. Effektivnaya tekhnologiya ochistitelya natural'nogo volokna ot primesey na uprugikh oporakh i obosnovanie parametrov kolosnika // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №6. С. 70...75.

10. Maksudov R.Kh., Shukhratov Sh.Sh., Zhuraev A.Zh. Effektivnost' ispol'zovaniya novoy pil'chatoy seksii khlopkoochistitel'nogo agregata // Sb. nauchn. tr. 4-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Sovremennoe v nauke i tekhnike. – Kursk, 2014. S.425...426.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.