

# Расчет и конструирование Calculation and design

Научная статья  
УДК 677.21.021.164  
DOI: 10.14529/engin240101

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ И ЛЕТУЧЕК ПРИ УДАРЕ О КОЛОСНИК

**У.Г. Керимов**, [kerimov\\_husnu@mail.ru](mailto:kerimov_husnu@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1460-9154>  
Азербайджанский технологический университет, Гянджа, Республика Азербайджан

**Аннотация.** В последние годы проявляется тенденция, основанная на способе сообщения подвижности (степени свободы) колосникам. Практическая реализация этого способа осуществляется двумя путями: 1) колосниковая решетка, где колосники получают движение под действием технологической нагрузки, 2) когда движение колосникам сообщается принудительно.

Решение этих вопросов даст возможность найти оптимальную конструкцию механизмов очистки хлопка-сырца, что приведет к повышению эффекта очистки хлопка-сырца от сорных примесей.

В работе теоретически и экспериментально исследован процесс ударного взаимодействия хлопка-сырца с колосниками. Обычно в очистителях колосниково-пильчатого типа очистка хлопка-сырца осуществляется за счет ударов засоренных летучек, закрепленных на пильчатой гарнитуре, о неподвижные колосники.

В статье рассмотрен процесс ударного взаимодействия засоренной летучки с колосником, имеющим принудительное вращение. При этом проанализирована сила взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник. Предложены формулы для определения ударных импульсов, действующих на летучку и сорные примеси при ударе о колосник с принудительным вращением. Это позволит содействовать изысканию путей повышения очистительного эффекта применения колосника с принудительным вращением в хлопкоочистительном агрегате.

Получены формулы для определения ударных импульсов, действующих на летучку и сорные примеси при ударе о колосник с принудительным вращением. Определены значения сил удара, рассчитанные в зависимости от диаметра и скорости вращения. Очистительный эффект от применения колосника с принудительным вращением в хлопкоочистительном агрегате составляет 95,5–97,5 %.

**Ключевые слова:** хлопок-сырец, очиститель, колосник, сорные примеси, летучка, принудительно, сила удара

**Для цитирования:** Керимов У.Г. Теоретический анализ сил взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2024. Т. 24, № 1. С. 5–15. DOI: 10.14529/engin240101

Original article  
DOI: 10.14529/engin240101

## THEORETICAL ANALYSIS OF THE INTERACTION FORCES OF WEEDS AND VOLATILES UPON IMPACT ON THE GRATE

**Н.К. Керимов**, [kerimov\\_husnu@mail.ru](mailto:kerimov_husnu@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1460-9154>  
Azerbaijan Technological University, Ganja, Republic of Azerbaijan

**Abstract.** In recent years, a trend has emerged based on the method of imparting mobility (degree of freedom) to the grate. The practical implementation of this method is carried out in two ways: a grate where the grates receive movement under the influence of a technological load, and in the second when the grate is forced.

© Керимов У.Г., 2024

The work theoretically and experimentally investigated the impact interaction of raw cotton with grates. Typically, in grate-serk type cleaners, raw cotton is cleaned by striking clogged flywheels mounted on a serrated set against stationary grates.

The article examines the process of impact interaction of a clogged fly with a grate having forced rotation. Formulas have been proposed for determining shock pulses acting on fly and impurities when hitting a grate with forced rotation. This will allow us to find ways to increase the cleaning effect of using a grate with forced rotation in a cotton ginning unit.

Formulas have been obtained for determining the shock impulses acting on fly and impurities when hitting a grate with forced rotation. The values of impact forces are determined, calculated depending on the diameter and rotation speed. The cleaning effect of using a grate with forced rotation in a cotton ginning unit is 95.5–97.5 %.

**Keywords:** raw cotton, cleaner, grate, impurities, volatile, forced, impact force

**For citation:** Kerimov H.K. Theoretical analysis of the interaction forces of weeds and volatiles upon impact on the grate. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Mechanical Engineering Industry*, 2024;24(1):5–15. (In Russ.) DOI: 10.14529/engin240101

## **Введение**

В хлопкоочистительной промышленности для очистки хлопка-сырца от крупных сорных примесей применяют пильчато-барабанные очистители [1].

Регламентированный технологический процесс первичной обработки хлопка предусматривает комплекс очистительного оборудования, обеспечивающего в заданных нормах выход продукта на хлопкозаводах.

Весьма важным фактором эффективности очистки является способ воздействия рабочих органов очистителей на хлопок-сырец [2, 3]. Результаты воздействия рабочих органов очистителей в свою очередь зависят от ряда факторов: производительности очистителей, частоты вращения рабочих органов, конструкции рабочих органов, повторности очистки и других показателей очистителя [4].

Одной из важнейших проблем отрасли является исследование и совершенствование конструкций очистителей хлопка-сырца от крупных и мелких сорных примесей. Повреждаемость волокна и семян с образованием сопутствующих пороков в волокне всегда ставит исследователей процесса перед трудной проблемой повышения интенсивности очистки с одновременным сохранением природных свойств материала [5, 6].

Учитывая вышеизложенное, в качестве рабочей гипотезы по улучшению очистительного эффекта очистительных машин исследовались силы взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник с принудительным вращением.

Решение этих вопросов даст возможность найти оптимальную конструкцию механизмов очистки хлопка-сырца, что приведет к повышению эффекта очистки хлопка-сырца от сорных примесей.

Ранее приводились значительные теоретические исследования [7–9] по взаимодействию летучки хлопка-сырца, закрепленной на зубе гарнитуры очистителя, с колосниковыми элементами. С учетом сил, действующих на летучку на зубе, представили их в виде уравнений, определяющих скорость перемещения летучки по зубу, величин отклонения летучки от вращающегося барабана, используя уравнения Лагранжа и Кенига. Здесь же впервые инструментально изучена степень связи сора с волокном. Однако очевиден главный недостаток этих исследований – не определена сущность удара, следовательно, невозможно оценить такие важные параметры сил взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник.

Фундаментальная работа проделана Г.И. Мирошниченко [10] по систематизации теоретических и экспериментальных исследований в этой области. Но полученные им результаты не дают представлений о характеристиках процесса удара летучки о колосник.

В последнее время разработаны теоретические основы очистки в работах Р.З. Бурнашева [11]. В них приводится теория удара летучек о рабочие органы, синтез и анализ колосников, экспериментальные определения и оценка параметров удара, выбросы контактного разрушения волокна, матричное прогнозирование технологии процесса. Также исследована математическая мо-

дель процесса, раскрывающая все теоретические возможности. Однако не проанализированы силы взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник. Все это позволяет утверждать, что целесообразным является проведение исследования, посвященного теоретическому анализу сил взаимодействия сорных примесей и летучек при ударе о колосник с принудительным вращением в хлопкоочистительном агрегате, а также, что задача разработки очистительных машин с оптимальными параметрами для получения конкурентоспособных волокон высокого качества является весьма актуальной.

Работа содержит теоретические и экспериментальные исследования. В теоретических исследованиях на базе обобщенной модели процесса очистки обоснованы значения силы взаимодействия сора с летучкой хлопка-сырца с силой закрепления летучки на пильчатом барабане. С увеличением скорости вращения колосника увеличиваются силы взаимодействия сора с летучкой, за счет которой происходит отрыв сорных примесей от летучек хлопка-сырца, что приводит к повышению очистительного эффекта пильчатой секции.

Экспериментально определено ударное воздействие сорных примесей и летучек о вращающийся колосник, получена общая дифференцированная характеристика очистительного процесса в колосниково-пильчатой секции на лабораторном стенде. Результаты эксперимента обработаны методами математической статистики и сопоставлены с теоретическими моделями.

#### Объекты и методы исследования

Объектом исследования является очистительная секция колосниково-пильчатого очистителя. При условии взаимодействия сорных примесей с хлопком теоретически и экспериментально исследовано ударное взаимодействие хлопка-сырца с колосниками. В очистителях колосниково-пильчатого типа очистка хлопка-сырца осуществляется за счет ударов засоренных летучек, закрепленных на пильчатой гарнитуре, о неподвижные колосники [12]. При ударе хлопка-сырца наблюдается мгновенное соприкосновение летучки с колосником, в результате чего летучка и сорные примеси отражаются от колосника под действием возникших ударных сил.

Обладая различной упругостью, летучка и сорные примеси после удара отражаются с различными скоростями. Летучки отражаются от колосника с меньшей скоростью благодаря волокнистому покрову семени. Сорные примеси как более упругие отражаются с большей скоростью, чем летучки. В результате этого возникают силы взаимодействия или отрыва между летучкой хлопка-сырца и сорными примесями, под действием которых сорные примеси отделяются от волокнистого покрова летучек и выделяются в отходы при соблюдении обязательного условия:

$$P_{om} > P_{сц}, \quad (1)$$

где  $P_{om}$  – силы взаимодействия или отрыва сора от летучки при ударе, Н;  $P_{сц}$  – сила сцепления сора с волокнистой массой летучки, Н.

Для отделения сора от летучки необходимо нарушить их связь, что возможно только при приложении к сору усилия, несколько превышающего силу сцепления сора с летучкой. При этом для удаления сора с летучки необходимо, чтобы летучка удерживалась на пильчатой гарнитуре барабана. Но остались нерешенными вопросы, связанные со значением сил взаимодействия, возникающих между летучкой и сорными примесями при ударе о колосник. Определим величину ударных импульсов, условно принимая летучку за материальную точку. Поскольку время удара  $\tau$  обычно имеет малое численное значение, то изменению скоростей точек соответствуют большие ускорения, и поэтому силы, действующие при ударе, во много раз превышают обычные. При рассмотрении процесса удара последние не учитываются [13].

Пусть в некоторый момент времени засоренная летучка ударяется о вращающийся колосник со скоростью  $V_a$ . Вектор ее образует с нормалью, проведенной через точку удара, угол  $\theta_n$ .

По истечении короткого промежутка времени летучка и сор отскакивают от колосника, летучка – со скоростью  $V_{a1}$ , сор – со скоростью  $V_{a2}$ .

Для определения скоростей отражения и ударных импульсов необходимо рассмотреть процесс соударения.

Колосник вращается вокруг неподвижной оси  $z$  с начальной угловой скоростью  $\omega$ . В какой-то момент  $t_1$  начинает действовать мгновенная сила удара  $F$  на колосник от взаимодействия с летучкой, которая прекращает свое действие в момент  $t_2$ :

$$t_2 = t_1 + \tau, \quad (2)$$

где  $\tau$  – время удара, с.

Предположим, что в результате действия мгновенных сил произойдет изменение линейной и угловой скоростей летучки, а также угловой скорости вращающегося колосника. Для определения изменения угловой скорости вращения колосника составим дифференциальное уравнение вращения для промежутка времени от момента  $t_1$  до момента  $t_2$ , пренебрегая силами трения.

Дифференциальное уравнение будет представлено в следующем виде:

$$I \frac{d\omega}{dt} = \Sigma M_z, \quad (3)$$

где  $I$  – момент инерции вращающегося колосника,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;  $M_z$  – момент силы удара относительно оси вращения,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;  $\omega$  – угловая скорость вращения колосника,  $\text{рад}/\text{с}$ .

Интегрируя формулу (3) и произведя необходимые действия, получаем уравнения для определения скоростей отражения летучки и сора от вращающегося колосника

$$V_{a1} = \frac{l(1 + K_l)\omega r}{1 + m_l r^2}; \quad (4)$$

$$V_{a2} = \frac{l(1 + K_c)\omega r}{1 + m_c r^2}, \quad (5)$$

где  $V_{a1}$  и  $V_{a2}$  – скорости отражения соответственно для сора летучки,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $m_l$  и  $m_c$  – масса летучки и сора,  $\text{кг}$ ;  $r$  – радиус колосника,  $\text{м}$ ;  $K_l$  и  $K_c$  – коэффициенты восстановления летучки и сора;  $I$  – момент инерции колосника,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ .

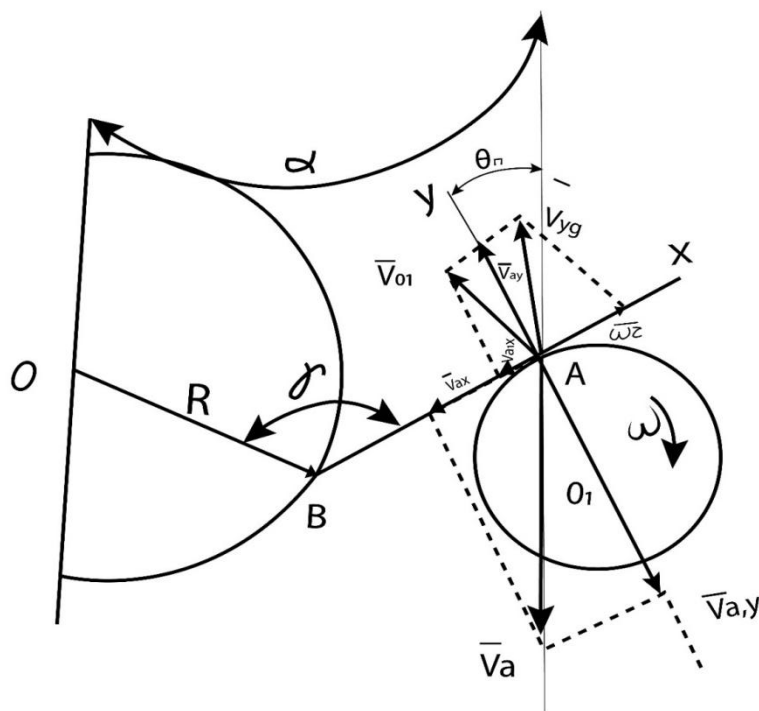
Но летучка и сор до удара имеют линейную скорость, поэтому необходимо определить изменение линейной скорости летучки и сора после удара,  $\text{м}$ .

Летучка со скоростью  $V_a$  движется навстречу колоснику  $n$ , происходит косой удар двух тел. Скорость летучки принимаем из работы [14], а скорость точки А колосника определяется

$$V_a = \omega r, \quad (6)$$

где  $V_a$  – скорость точки А на поверхности колосника,  $\text{м}/\text{с}$ .

Для определения абсолютной скорости удара проведем оси  $x$  и  $y$  через точку удара, как показано на схеме направлений скоростей летучки и вращающегося колосника (см. рисунок).



**Схема направлений скоростей летучки и вращающегося колосника**  
**Scheme of the velocity directions of the volatile and rotating grate**

Ось  $x$  направим по касательной, проведенной через точку удара, а ось  $y$  – по нормали. Проекции абсолютной скорости летучки будут иметь вид:

$$\overline{V_{ax}} = \overline{V_a} \sin \theta_{II}; \quad (7)$$

$$\overline{V_{ay}} = \overline{V_a} \cos \theta_n.$$

а проекции скорости точки А колосника могут быть выражены

$$\overline{V_{ax}} = \overline{\omega} r; \quad (8)$$

$$\overline{V_{ay}} = 0.$$

Определим абсолютную скорость соударения летучки и вращающегося колосника в проекциях на оси  $x$  и  $y$ , сложив скорости летучки и точки А колосника, определенные в равенствах (7) и (8):

$$V_{yДХ} = \sqrt{(V_a \sin \theta_{II})^2 + (\omega r)^2 + 2V_a \omega r \sin \theta_{II} \cos(\overline{V_{ax}}, \overline{\omega r})}; \quad (9)$$

$$V_{yДY} = V_a \cos \theta_{II}.$$

Абсолютная скорость соударения будет определена из следующего равенства:

$$V_{yД} = \sqrt{\left[ (V_a \cos \theta_{II})^2 + (\omega r)^2 + 2V_a \sin \theta_{II} \omega r \cos(\overline{V_{ax}}, \overline{\omega r}) \right] + (V_a \cos \theta_{II})^2 + 2\sqrt{(V_a \sin \theta_{II})^2 + (\omega r)^2 + 2V_a \sin \theta_{II} \omega r \cos(\overline{V_{ax}}, \overline{\omega r})} (V_a \cos \theta_{II})^2 \cos(\overline{V_{yДХ}}, \overline{V_{yДY}})}, \quad (10)$$

где  $V_{yД}$  – абсолютная скорость соударения, м/с;  $V_a$  – абсолютная скорость летучки, м/с;  $\theta_n$  – угол падения летучки на колосник, рад;  $\omega r$  – скорость точки А на поверхности колосника (точки удара).

Значения угла падения в зависимости от диаметра колосника известны [15]. Зная величины угла падения, определяем значения проекций скоростей до удара на оси  $x$  и  $y$  из равенства (9).

### Результаты и их обсуждение

В соответствии с постановкой проблемы целями исследования требуется экспериментально обосновать рабочую гипотезу, сформированную в результате теоретических исследований.

Значения проекций абсолютной скорости до удара на ось  $x$  в зависимости от диаметра и частоты вращения колосника приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Величина проекции скорости  
Table 1  
The magnitude of the velocity projection

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>			
	8,33	16,66	25	33,33
15	4,1	4,49	4,89	5,28
20	4,64	5,16	6,69	6,21
25	5,06	5,71	6,36	7,02
30	5,49	6,28	7,06	7,85
35	5,82	6,74	7,65	8,57
40	6,11	7,16	8,2	9,25

Как видно из табл. 1, с изменением скорости вращения колосника и его диаметра изменяется и величина проекции абсолютной скорости до удара на ось  $x$ .

Величина проекции скорости до удара на ось  $y$  зависит только от диаметра колосника и составит при диаметрах 15, 20, 25, 30, 35, 40 mm соответственно 6,63, 6,39, 6,19, 5,96, 5,81, 5,67 м/с.

Значения абсолютной скорости до удара в зависимости от частоты вращения и диаметра колосника приведены в табл. 2.

**Значения абсолютной скорости**

**Таблица 2**

**Table 2**

**Absolute velocity values**

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>			
	8,33	16,66	25	33,33
15	7,8	8,01	8,24	8,48
20	7,9	8,22	8,55	8,91
25	8,0	8,42	8,88	9,36
30	8,11	8,66	9,25	9,86
35	8,22	8,89	9,54	10,35
40	8,33	9,13	9,97	10,84

Направление абсолютной скорости отражения определяется на основании закона сложения скоростей

$$\sin(V_{уд}, V_{удV}) = \frac{V_{удX} \sin(\widehat{V_{удX} V_{удV}})}{V_{уд}} \quad (11)$$

При угле 1,57 рад синус угла будет равен 1, поэтому

$$\sin(\widehat{V_{уд} V_{удV}}) = \frac{V_{удX}}{V_{уд}}, \quad (12)$$

где  $\sin(\widehat{V_{уд} V_{удV}})$  – угол встречи (падения  $\theta_{y\partial}$ ) летучки с вращающимся колосником, рад;  $V_{удX}$  – проекция скорости после удара на ось x;  $V_{уд}$  – абсолютная скорость после удара, м/с.

Зная абсолютную скорость до удара летучки, можно определить величину силы удара летучки о вращающийся колосник, возникающей в зависимости от линейной скорости летучки, на основании теоремы об изменении движения [16, 17]

$$\frac{d\vec{Q}}{dt} = \vec{F}, \quad (13)$$

где  $\vec{Q}$  – вектор движения;  $\vec{F}$  – вектор силы удара.

Значения угла падения летучки на колосник в зависимости от частоты вращения и диаметра колосника приведены в табл. 3.

**Значения угла падения летучки на колосник**

**Таблица 3**

**Table 3**

**The values of the angle of incidence of volatile material on the grate**

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>			
	8,33	16,66	25	33,33
15	0,47	0,38	0,36	0,31
20	0,51	0,45	0,38	0,31
25	0,54	0,46	0,38	0,28
30	0,58	0,47	0,38	0,26
35	0,6	0,49	0,36	0,21
40	0,62	0,48	0,33	0,17

Интегрируя выражение (13) в пределах от  $t_1$  до  $t_2$ , получаем

$$\bar{Q} - \bar{Q}_0 = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt = S. \quad (14)$$

Поскольку на засоренную летучку во время удара действует сила, зависящая от скоростей летучки и колосника, основные уравнения теории удара в данном случае запишутся в виде [18]

$$\begin{aligned} m(V_{a1y} - V_{ay}) &= Sy; \\ m(V_{a1x} - V_{ax}) &= -Sx; \\ I(\omega_1 - \omega) &= -Sr. \end{aligned} \quad (15)$$

Абсолютная скорость до удара по оси  $x$  определяется следующим образом:

$$U_x = U_{ax} = \sqrt{V_a \sin \theta_{\Pi}}^2 + (\omega r)^2 + 2V_a \omega r \sin \theta_{\Pi} \cos(V_{ax} \wedge \overline{\omega r}). \quad (16)$$

Из теории удара имеем

$$-\frac{U_{x1}}{U_x} = K. \quad (17)$$

Следовательно, можно написать

$$-\frac{V_{a1x} + \omega_1 r}{V_{ax} + \omega r} = K. \quad (18)$$

Решая систему четырех уравнений (13)–(16) и с учетом формулы (2), можно записать

$$V_{y\Delta} = KV_{y\Delta} \cos \theta_{y\Delta}. \quad (19)$$

$$V_{a1x} = \frac{Kl - mr^2}{1 + mr^2} V_{ax} - (1 + K) \frac{I\omega r}{I + mr^2}. \quad (20)$$

$$\omega_1 = -(1 + K) \frac{rm}{1 + mr^2} V_{ax} + \frac{I - Kmr^2}{I + mr^2} \omega. \quad (21)$$

По уравнениям (20) и (21) определяется скорость летучки и колосника после удара летучки о вращающийся колосник без учета трения между колосником и летучкой.

Но нужно иметь в виду, что колосник имеют шероховатую поверхность, по которой проскальзывает летучка, поэтому необходимо учесть трение между колосником и летучкой.

Исследования, проведенные ранее, показали, что силы трения, возникающие при ударных процессах, примерно соответствуют силам трения при обычном трении, и поэтому коэффициент мгновенного трения можно принять равным коэффициенту трения, т. е.  $\lambda = f$ , где  $\lambda$  коэффициент мгновенного трения;  $f$  – коэффициент трения.

Учитывая равенство, определим ударный импульс, действующий на летучку по оси координат, по следующим выражениям:

$$S_{y\Delta} = m_l (1 + K_l) V_{y\Delta} \cos \theta_{y\Delta}; \quad (22)$$

$$S_{x1} = (1 + K_l) \frac{f_l l m_l}{l + m_l r^2} (V_{ax} + \omega r). \quad (23)$$

Рассчитанные по формуле (23) значения ударного импульса, действующего на летучку по оси  $x$ , в зависимости от частоты вращения и диаметра круглого колосника приведены в табл. 4.

Значения ударного импульса, действующего на летучку по ось  $y$ , рассчитанные по формуле (22), составили при диаметрах 15, 20, 25, 30, 35, 40 mm соответственно 0,0015; 0,00144; 0,0014; 0,00135; 0,00131; 0,00128 Н·с.

Аналогично можно определить ударный импульс, действующий на сорные примеси со стороны вращающегося колосника:

$$S_{yC} = m_c (1 + K_c) V_{y\Delta} \cos \theta_{y\Delta}; \quad S_{xc} = (1 + K_c) \frac{f_c l m_c}{1 + m_c r^2} (V_{ax} + \omega r), \quad (24)$$

где  $K_c$  – коэффициент восстановления сорных примесей;  $V_{y\Delta}$  – абсолютная скорость соударения, м/с;  $\theta_{y\Delta}$  – угол падения летучки на вращающийся колосник, рад;  $S_{xc}$ ,  $S_{yc}$  – проекции ударного импульса, действующего на сорные примеси, на оси  $x$  и  $y$ , Н·с;  $f_c$  – коэффициент трения сорных примесей;  $I$  – момент инерции колосника, кг·м<sup>2</sup>;  $m_c$  – масса сорных примесей, кг;  $r$  – радиус ко-

лосника, м;  $V_{ax}$  – проекция абсолютной скорости летучки на ось x;  $\omega$  – угловая скорость вращения колосника, рад.

**Значения ударного импульса**

**Таблица 4**

**Impact pulse value**

**Table 4**

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>			
	8,33	16,66	25	33,33
15	0,0000755	0,0000845	0,000092	0,0000994
20	0,000137	0,000152	0,000168	0,000183
25	0,000174	0,000196	0,000218	0,000241
30	0,000251	0,000287	0,000329	0,000359
35	0,000282	0,000323	0,000393	0,00044
40	0,00035	0,00041	0,00047	0,00053

Значения проекций ударного импульса, действующего на сорные примеси на оси x и y, рассчитанные по формулам (24), приведены в табл. 5.

**Значения проекций ударного импульса**

**Таблица 5**

**Impact pulse projection values**

**Table 5**

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>				Проекция ударного импульса, $S_{yc} \cdot H \times c$
	8,33	16,66	25	33,33	
15	0,00068	0,00074	0,0008	0,00087	0,00243
20	0,00076	0,00085	0,0009	0,00102	0,00234
25	0,00083	0,00094	0,00105	0,00116	0,00226
30	0,0009	0,00103	0,00116	0,00129	0,00218
35	0,00096	0,00111	0,00126	0,00141	0,00213
40	0,001	0,00118	0,00152	0,00152	0,00207

Сила взаимодействия или отрыва сора и летучки хлопка-сырца, принимаемых за точечные массы, при ударе определяется по следующей формуле [19]:

$$\Delta P = \frac{S_c - S_l}{\tau}, \quad (25)$$

где  $\Delta P$  – сила удара, Н;  $S_c$ ,  $S_l$  – ударные импульсы, действующие соответственно на сорные примеси и на летучку, Н·с;  $\tau$  – время удара ( $\tau = 0,00165$  с).

Значения силы взаимодействия сора и летучки при ударе о колосник в зависимости от частоты вращения и диаметра колосника, рассчитанные по уравнению (23), приведены в табл. 6.

Полученные теоретические данные показывают, что с увеличением скорости вращения колосника увеличиваются силы взаимодействия сора с летучкой, за счет которой происходит отрыв сорных примесей от летучек хлопка-сырца, кроме того, увеличивается угол ( $\theta_{y0}$ ) направления скорости отражения, что приводит к повышению очистительного эффекта пыльчатой секции.



Таблица 6

Значения силы взаимодействия сора и летучки при ударе о колосник

Table 6

The values of the interaction force of weeds and volatile particles when impacting the grate

Диаметр колосника, мм	Частота вращения колосника, с <sup>-1</sup>			
	8,33	16,66	25	33,33
15	0,596	0,6	0,609	0,616
20	0,586	0,596	0,606	0,618
25	0,578	0,592	0,607	0,626
30	0,569	0,588	0,608	0,63
35	0,565	0,588	0,609	0,641
40	0,558	0,589	0,62	0,654

Сравнение полученных значений силы взаимодействия сора с летучкой хлопка-сырца с силой закрепления летучки на пыльчатом барабане [20, 21] показывает, что увеличение скорости удара ведет к росту силы взаимодействия сора с летучкой в пределах, не превышающих силы закрепления летучки на пыльчатом барабане.

#### Заключение

1. При применении колосника с принудительным вращением резкого роста выпадения летучек в отходы не происходит, но при этом увеличивается очистительный эффект пыльчатой секции.

2. Применение колосника с принудительным вращением способствовало повышению очистительного эффекта макета хлопкоочистительного агрегата с 95,5 до 97,5 %.

#### Список литературы

1. Зикрияев Э.З. Первичная обработка хлопка, Ташкент. 1999. 400 с.
2. Росулов Р.Х. Исследование взаимодействия летучек с колосниками очистителя // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 4(400). С. 166–171.
3. Велиев Ф.А., Керимов У.Г. Колосниковая решетка для очистки хлопка-сырца. Патент на полезную модель. F 2020 № 0023. Азербайджанская Республика, Баку, 2020. 8 с.
4. Олимов К.Т. Разработка и обоснование параметров колосников на упругих опорах очистителей хлопка-сырца от крупных сорных примесей: дис. ... канд. тех. наук. Ташкент: ТИТЛП, 1998.
5. Karimov H., Mustafayeva E., Jafarov E., Safarova T., Veliev F., Theoretical research of the grate-saw cleaner of a large litter of the mounted type // Eastern European journal of enterprise technologies. 2021. No. 2/7 (110). P. 74–84.
6. Veliev F., Sailov R. Influence of elastic characteristics of raw cotton on the mechanics of feed rollers in the cleaners from large impurities // Eastern European Journal Enterprise Technologies. 2018. No. 5/1 (95). P. 53–60.
7. Корабельников Р.В. Иброгимов Х.И. Комплексный показатель воздействия очистителя хлопка на хлопок-сырец в процессе очистки // Технология текстильной промышленности. 2008. № 3. С. 35–38.
8. Khakimov Sh. Theoretical studies of the motion of raw cotton the gaps between the grate fixing and serated drum // Stuttgart: European applied sciences. 2015. P. 63–66.
9. Tashpulatov D.S., Djuraev A.D., Plekhanov A.F. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity // European Sciences review Scientific journal. 2018. № 5-6. P. 353–355.
10. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение. 2002. 486 с.
11. Бурнашев Р.З., Лугачев А.Е. Экспериментальное исследование ударных импульсов в процессе очистки хлопка-сырца и волокна // Хлопковая промышленность. 1979. № 5. С. 8–9.

12. Пановко Я.Г. Введение в теорию механического удара. М., 2011. 224 с.
13. Veliev F. Construction of a theoretical method for estimating the calculation of power used by feed rollers in the cleaners of raw cotton from fine debris // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019, 4\7(100). P. 42–53. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174213
14. William M.Y., Stedronsky V.L. Effect of variations in design of gin-saw teeth on lint quality u ginning efficiency. Washington, D.C. 1999. 25 p.
15. Khakimov Sh.Sh., Mardonov B.M. Modeling of movement of foreign impurities soft along the chopping drum during cleaning of raw cotton from small litter // *Austrian journal of technical and natural sciences*. 2015. № 9-10. P. 86–90.
16. Veliev F., Sailov R., Kerimova N., Safarova T., İsmailzade M. Sultanov E. Influence of storage duration and density of raw cotton on the mechanics of the interaction process between feeding rollers in the cleaners of large impurities // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3/1 (93). P. 76–81.
17. Armijo C.B., Baker K.D., Hughs S.E., Barnes E.M., Gillum M.N. Harvesting and Seed Cotton Cleaning of a Cotton Cultivar with a Fragile Seed Coat // *The Journal of Cotton Science*, 2009. № 13. P. 158–165.
18. Thomasson J.A. Foreign matter effects on cotton color measurement: determination and correction // *Transactions of the ASAE*. 1993. Vol. 36(3). P. 663–669.
19. Armijo C.B., Hughs S.E., Gillum M.N., Barnes E.M. Ginning a cotton with a fragile seed coat // *Journal of Cotton Science*. 2006. Vol. 10. P. 46–52.
20. Valco T.D., Green J.K., Isom R.A., Findley D.S., Price T.L., Ashley H. The cost of ginning cotton – 2007 survey results // *Proceedings of Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council, Memphis*. 2009. P. 540–545.
21. Абдуллаев А.В., Джураев А., Мирахмедов Дж. Анализ колебаний колосника на упругом основании с нелинейной жёсткостью // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. 2008. № 5. С. 39–46.

### References

1. Zikriyayev E.Z. *Pervichnaya obrabotka khlopka* [Primary processing of cotton]. Tashkent. 1999. 400 p.
2. Rosulov R.Kh. [Study of the interaction of floats with the grate of the purifier]. *Izvestia University, Textile Industry Technology*. 2022, no. 4(400), pp. 166–171. (In Russ.)
3. Veliyev F.A., Kerimov U.G. *Kolosnikovaya reshetka dlya ochistki khlopka-syrtsa* [Grid for cleaning raw cotton]. Patent for utility model F 2020 No. 0023, Republic of Azerbaijan, Baku, 2020. 8 p.
4. Olimov K.T. *Razrabotka i obosnovaniye parametrov kolosnikov na uprugikh oporakh ochistiteley khlopka-sirca ot krupnikh sornykh primesey* [Development and justification of the parameters of grate bars on elastic supports for cleaning raw cotton from large impurities]. Cand. Thesis. those. Sci. Tashkent. TITILP, 1998.
5. Karimov H., Mustafayeva E., Jafarov E., Safarova T, Veliev F. Theoretical research of the gratesaw cleaner of a large litter of the mounted type. *Eastern European journal of enterprise technologies*, 2021, vol. 2/7 (110), pp. 74–84.
6. Veliev F., Sailov R. Influence of elastic characteristics of raw cotton on the mechanics of feed rollers in the cleaners from large impurities. *Eastern European Journal Enterprise Technologies*, 2018, vol. 5/1 (95), pp. 53–60.
7. Korabelnikov R.V., Ibrogimov Kh.I. [A Complex Indicator of the Impact of a Cotton Cleaner on Raw Cotton During the Cleaning Process]. *Technology of the textile industry*, 2008, no. 3, pp. 35–38. (In Russ.)
8. Khakimov Sh. Theoretical studies of the motion of raw cotton the gaps between the grate fixing and serated drum. *Stuttgart: European applied sciences*, 2015, pp. 63–66.
9. Tashpulatov D.S., Djuraev A.D., Plekhanov A.F. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity. *European Sciences review Scientific journal*, 2018, no. 5-6, pp. 353–355.
10. Miroshnichenko Q.I. *Osnovi proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka* [Fundamentals of designing machines for primary processing of cotton.]. Moscow, 2002. 486 p.

11. Burnashev R.Z., Lugachev A.E. [Experimental study of shock impulses in the process of cleaning raw cotton and fiber]. *Cotton industry*, 1979, no. 5, pp. 8–9. (In Russ.)
12. Panovko Ya.G. *Vvedeniye v teoriyu mekhanicheskogo udara* [Introduction to the theory of mechanical shock]. Moscow, 2011. 224 p.
13. Veliev F. Construction of a theoretical method for estimating the calculation of power used by feed rollers in the cleaners of raw cotton from fine debris. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2019, vol. 4\7(100), pp. 42–53. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174213
14. William M.Y., Stedronsky V.L. Effect of variations in design of gin-saw teeth on lint quality u ginning efficiency. Washington, D.C., 1999. 25 p.
15. Khakimov Sh.Sh., Mardonov B.M. Modeling of movement of foreign impurities soft along the chopping drum during cleaning of raw cotton from small litter. *Austrian journal of technical and natural sciences*, 2015, no. 9-10, pp. 86–90.
16. Veliev F., Sailov R., Kerimova N., Safarova T., İsmailzade M. Sultanov E. Influence of storage duration and density of raw cotton on the mechanics of the interaction process between feeding rollers in the cleaners of large impurities. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, vol. 3/1 (93), pp. 76–81.
17. Armijo C.B., Baker K.D., Hughs S.E., Barnes E.M., Gillum M.N. Harvesting and Seed Cotton Cleaning of a Cotton Cultivar with a Fragile Seed Coat. *The Journal of Cotton Science*, 2009, no. 13, pp. 158–165.
18. Thomasson J.A. Foreign matter effects on cotton color measurement: determination and correction. *Transactions of the ASAE*, 1993, vol. 36(3), pp. 663–669.
19. Armijo C.B., Hughs S.E., Gillum M.N., Barnes E.M. Ginning a cotton with a fragile seed coat. *Journal of Cotton Science*, 2006, vol. 10, pp. 46–52.
20. Valco T.D., Green J.K., Isom R.A., Findley D.S., Price T.L., Ashley H. The cost of ginning cotton – 2007 survey results. *Proceedings of Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council, Memphis*, 2009, pp. 540–545.
21. Abdullaev A.V., Juraev A., Mirakhmedov J. [Analysis of vibrations of a grate on an elastic base with nonlinear rigidity] *Izvestia University, Textile Industry Technology*, 2008, no. 5, pp. 39–46. (In Russ.)

#### ***Информация об авторе***

**Керимов Усни Гадир оглы**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерия легкой промышленности и дизайн», Азербайджанский технологический университет, Гянджа, Республика Азербайджан; kerimov\_husnu@mail.ru

#### ***Information about the author***

**Husnu Kadir Kerimov**, Candidate of Technical Sciences, assistant professor at the Department of “Light Industry Engineering and Design”, Azerbaijan Technological University, Ganja, Republic of Azerbaijan; kerimov\_husnu@mail.ru

***Статья поступила в редакцию 28.01.2024; принята к публикации 08.02.2024.***

***The article was submitted 28.01.2024; accepted for publication 08.02.2024.***