

12-18-2019

The cleaning seed cotton of small weed impurities and theoretical research to improve its efficiency

B.M Mardonov

Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan

A.E Lugachyov

Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan

Kh.S Usmanov

Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>

Recommended Citation

Mardonov, B.M; Lugachyov, A.E; and Usmanov, Kh.S (2019) "The cleaning seed cotton of small weed impurities and theoretical research to improve its efficiency," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 6 : No. 2 , Article 1.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol6/iss2/1>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

УДК 677.051.164.

**ОЧИСТКА ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ МЕЛКОГО СОРА И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Б.М.Мардонов, А.Е.Лугачев, Х.С.Усманов

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Аннотация. Мақолада чигитли пахтани ифлосликлардан тозалаш борасида ўтказилган тадқиқотлар ва ушбу йўналишда яратилган тозалагичлар ва оқимлари таҳлили келтирилиб, вертикал усулда ишлайдиган тозалагичларни яратилиши бўйича етарлича тадқиқотлар ўтказилмаганлиги таъкидланган. Тадқиқотчилар томонидан ўтказилган илмий ва амалий изланишлар натижасида чигитли пахтадан ифлосликларни самарали ажратилиши жараёнини ифодаловчи назарий қонуниятлар олинган. Олинган натижалар асосида майда ифлосликларни самарали ажратилиши учун керак бўлган чигитли пахтанинг титилганлик даражасини таъминловчи қозиқчали барабан тезлиги ва уни тўрли юза билан қопловчи бурчакни аниқлаш имконияти беради.

Комплекс тадқиқотлар натижасида, қозиқчали-планкали барабанларнинг “зиг-заг” схемаси бўйича жойлашганлиги эвазига пахтага шикаст етказмайдиган, урувчи таъсир кўрсатмайдиган ва унинг табиий хусусиятларини сақлаб қолувчи чигитли пахтани ифлосликлардан тозаловчи тозалагичнинг инновацион варианты ишлаб чиқилган.

Қозиқчали барабанларнинг бир томонлама йўналтирилган айланиш тезлиги ҳисобига машинада тиқилиш ҳолатларини олдини олишга эришилган. Машинада тўрли юза билан қопловчи бурчак миқдори 180°дан ортиқ кўрсаткични ташиқил этган ва пахтани ҳаракатланиш жараёнида урувчи таъсири бартараф этилган.

Такомиллаштирилган вертикал чигитли пахта тозалагичда пахтани қайта ишлаш жараёнида унинг табиий хусусиятларини максимал соқланишига эришилган ҳамда машинани ишлаб чиқилгандан сўнг муаллифлар томонидан мавжуд майда ифлосликлардан тозаловчи тозалагичларнинг янги классификацияси таклиф этилган.

Аннотация. В статье отмечается, что в технологии очистки хлопка-сырца от сорных примесей проведены исследования по созданию очистителей и поточной линии очистки, однако вопросы вертикальной компоновки очистительных секций до настоящего времени достаточно не рассматривались. На основании анализа ранее проведенных практических и теоретических исследований, авторами получены теоретические закономерности, описывающие процесс эффективного выделения мелких сорных примесей из хлопка-сырца. Полученные результаты позволяют установить скорость колкового барабана и угол его обхвата сетчатой поверхностью, при которых обеспечивается необходимая степень разрыхления хлопка-сырца, при которой эффективно выделяются мелкие сорные примеси.

В результате комплексных исследований разработан инновационный вариант очистителя с расположением колково-планчатых барабанов по схеме “зиг-заг”, который позволяет хлопку осуществлять безударное движение, исключая встречные ударные воздействия. Однонаправленная скорость вращения колковых барабанов позволяет устранить забойные ситуации в машине. При этом угол обхвата колкового барабана сетчатой поверхностью составляет более 180°. и осуществляется безударная траектория движения хлопка-сырца при его очистке.

При переработке хлопка-сырца в модернизированном вертикальном очистителе максимально сохраняются природные качественные показатели перерабатываемого хлопка-сырца и после разработки этой машины авторами предложена новая классификация очистителей хлопка-сырца от мелких сорных примесей.

Annotation. In the article, it is noted that in the technology of cleaning raw cotton from weed impurities, research has been conducted on the creation of cleaners and the production cleaning line,

but the issues of the vertical layout of the cleaning sections have not been sufficiently addressed so far. Based on the analysis of previously conducted practical and theoretical studies, the authors obtained theoretical regularities describing the process of efficient extraction of small weed impurities from raw cotton. The obtained results allow us to establish the speed of the drum and the angle of its circumference by the mesh surface, at which the required degree of loosening of the raw cotton is ensured and at which small weed impurities are effectively released.

At the result of complex research, an innovative version of the cleaner with the arrangement of spike-slatted drums according to the "Z" scheme has been developed, which allows the cotton to carry out an unstressed movement, excluding the counter impact effects. The unidirectional rotational speed of the spike drums allows to eliminate bottomhole situations in the machine. In this case, the circumference angle of the spike drum with the mesh surface is more than 180° and unstressed trajectory of the movement of raw cotton is carried out during its cleaning.

During the processing of raw cotton in the new vertical cleaner, the natural quality indicators of the processed raw cotton are preserved to the maximum. After the development of a new vertical cotton cleaner, the authors proposed a new classification of raw cotton cleaners from small weed impurities.

Keywords: raw cleaning, small weed impurities, small weed impurities cleaner, spike drum, mesh surface.

Введение. В принятой Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 года ставится задача повышения качества выпускаемой продукции путем совершенствования высокотехнологичных производств, основанных на глубокой переработке хлопка-сырца, широкого внедрения энергосберегающих технологий, модернизации и реконструкции хлопкоочистительной промышленности.

В этом направлении в мире особое место занимают исследования по очистке хлопка-сырца с учетом основных влияющих факторов. Технологические процессы очистки хлопка-сырца от сорных примесей исследованы в работах Е.Ф.Будина, Б.В.Логинова, Г.И.Мирошниченко, Г.И.Болдинского, П.Н.Тютина, А.Е.Лугачева, А.Джураева, Ф.И.Саади, Р.З.Бурнашева, Б.Я.Якубова, Ю.С.Сосновского, Х.Сидикова, М.Агзамова, В.Н.Аркадакского и П.Н.Бородина [1].

Из анализа проведенных исследований в Соединенных Штатах Америки [2-12]. видно, что зарубежные исследователи изучали вопросы совершенствования конструкций очистителей, их рабочих органов, кратности очистки, скорости вращения рабочих органов и так далее.

Помимо этого, в технологии очистки хлопка-сырца от сорных примесей проведены исследования по созданию очистителей и поточной линии очистки, однако вопросы вертикальной компоновки очистительных секций до настоящего времени достаточно не рассматривались.

Результаты исследований. Изучим отдельно движение потока в каждой секции барабана. Первая секция определяется значением угла α в интервале $\alpha_{0-i} < \alpha < 2\alpha_i$ (рис.1.а). Среду считаем сжимаемой, выделим из этой секции элемент из потока хлопка-сырца ds (рис.1.б) и составим уравнение движения по формуле Эйлера. Движение потока считаем стационарным. Тогда уравнения Эйлера для этого элемента записываем в виде (1):

$$\nu \rho \frac{dv}{ds} = -\frac{dp}{ds} + \rho g \sin \alpha - Nf \quad N = \rho \frac{v^2}{R} - \rho g \cos \alpha \quad (1)$$

где l - длина дуги контакта хлопка-сырца с сеткой, отсчитываемой из точки А, v - текущая скорость частиц хлопка-сырца, p , ρ - давление и плотность, R - радиус барабана, N - нормальная удельная сила, f - коэффициент трения между поверхностью сетки и хлопком-сырцом.

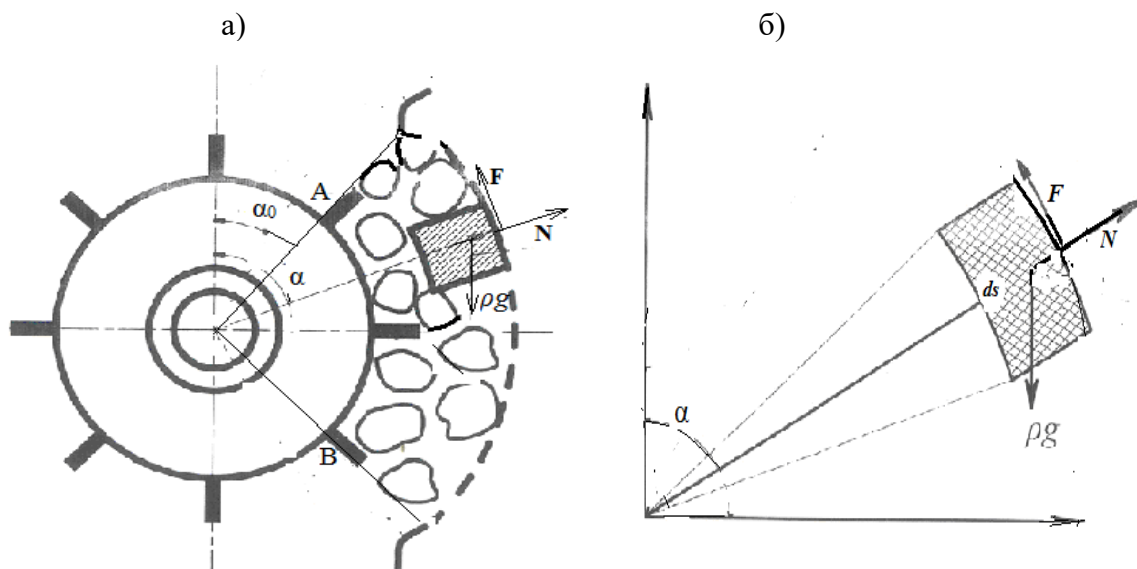


Рис. 1. Схема движения потока хлопка-сырца вдоль барабана при действии трех колков

После исключения силы N из (1) получим уравнение относительно давления $p(s)$, $\rho(s)$ и скорости $v(s)$:

$$v\rho \frac{dv}{ds} = -\frac{dp}{ds} + \rho g(\sin \alpha + f \cos \alpha) - \rho \frac{v^2}{R} f \quad (2)$$

Уравнение (2) содержит три неизвестных: p , ρ и v . Для замыкания его используем уравнение состояния сжимаемой среды, устанавливающее связь между давлением P и плотностью ρ :

$$\rho = \rho_c [1 + A(p - p_c)] \quad (3)$$

и условие сохранения массы для стационарного движения потока $\rho v S_0 = Q_0$ (4)

Здесь $S_0 = k_0 L h$ – площадь поперечного сечения слоя потока, h – толщина слоя, L – длина барабана, k_0 – коэффициент, характеризующий уменьшение площади контакта сырья с поверхностями колков. Q_0 – производительность очистителя, ρ_c , p_c – плотность и давления при поступлении сырья на поверхности контакта его с колком, A – постоянная сжимаемость сырца. При $A \ll 1$ (4) определим скорость

$$v = v_c [1 - A(p - p_c)] \quad (5)$$

При ударном воздействии колка на сырье при контакте частицы потока приобретают скорость $v_c = \beta v_k$, где v_k – линейная скорость колка, $\beta < 1$ – коэффициент снижения скорости, определяемый опытным путем, в работе [1] средняя скорость потока в зоне очистки принимается $v_{cp} = 0.5v_k$.

Полагая в формуле (5) $v = v_c$, находим плотность сырья на поверхности контакта с колком $\rho_c = \frac{Q_0}{S_0 v_c}$

Для определения давления P_c , полагаем, что известны давление P_0 , плотность сырья ρ_0 в зоне подачи. Тогда полагая, что $P = P_0$ и $\rho = \rho_0$ в формуле (3), находим

$$p_c = p_0 - (\rho_0 / \rho_c - 1) / A \quad (6)$$

Из требования отсутствия отрыва сырья от поверхности колка следует $p_c > 0$, что означает $\frac{\rho_0}{\rho_c} < 1 + p_0 A$. С другой стороны, должно выполняться условие разряжения сырья в

зоне очистки $P_c < P_0$, которое дает $\frac{\rho_0}{\rho_c} > 1$. Для реализации процесса разряжения сырья без

нарушения контакта с колком надо, чтобы отношение плотностей $\frac{\rho_0}{\rho_c}$ удовлетворяло

$$\text{неравенству } 1 < \frac{\rho_0}{\rho_c} < 1 + p_0 A$$

Ограничение на величину давления P_0 (или скорости колка) из условия отсутствия повреждения семян при ударном взаимодействии колка с сырьем. Если обозначить через P_k предельную силу удара, при которой происходит повреждение семян, то полагая в формуле (7) $P_c < P_k / S_0$, получаем $p_0 < P_k / S_0 + (\rho_0 / \rho_c - 1) / A$

Вводим новую переменную по формуле (6) $\alpha = s / R$ (α - центральный угол, R - радиус барабана). С учетом (4) и (6) записываем уравнение (2) относительно давления p .

$$a \frac{dp}{d\alpha} = R\rho g(\sin \alpha + f \cos \alpha)[1 + A(p - p_c)] - \overline{Q_0} f [1 - A(p - p_c)]$$

$$\text{где } a = 1 - \overline{Q_0} v_c \cdot A, \quad \overline{Q_0} = \frac{Q_0}{S_0}$$

$$\text{Последнее уравнение приведем к виду: } \frac{dp}{d\alpha} = F_1(\alpha)p + F_2(\alpha) \quad (7)$$

$$\text{где } F_1(\alpha) = \frac{A[R\rho_0 g F_0(\alpha) + \overline{Q_0} f v_0]}{a}, \quad F_2(\alpha) = \frac{(1 - A p_c) F_0(\alpha) R \rho_0 g - \overline{Q_0} v_0 f (1 + p_c A)}{a}$$

$$F_0(\alpha) = \sin \alpha + f \cos \alpha$$

Решение уравнения (7), удовлетворяющее условию $p(\alpha_0) = p_c$ представляется в квадратурах

$$p = F(\alpha) \left[\frac{p_c}{F(\alpha_0)} + \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{F_2(\alpha)}{F(\alpha)} d\alpha \right] \quad (8)$$

$$\text{где } F(\alpha) = \exp \left[\int F_1(\alpha) d\alpha \right]$$

Плотность и скорость потока вычисляются по формулам (5) и (6).

Формулу (8) используем для определения давления P в каждой секции.

Контакт потока хлопка-сырца с сетчатой поверхностью происходит в участках $\alpha_{i-1} < \alpha < \alpha_i$ ($i=1..6$).

Далее построены графики плотности и скорости в зоне очистки.

В продолжение ранее проведенных практических и на основании представленных теоретических исследований нами разработана схема вертикального очистителя хлопка-сырца от мелкого сора, которая позволяет устранить вышеуказанные недостатки путем последовательного движения колковых барабанов, где появляется возможность увеличения угла охвата сетчатой поверхности барабана.

Однонаправленная скорость вращения колковых барабанов позволяет устранить забойные ситуации в машине. При этом угол обхвата колкового барабана сетчатой поверхностью составляет более 180° и осуществляется безударная траектория движения хлопка-сырца при его очистке.

Приведенная схема компоновки очистительных секций (рис.3) позволяет значительно увеличить очистительный эффект, а также сохраняет природные качественные показатели хлопка-сырца и его компонентов, что является основой разработки технологии вертикальной очистки хлопка-сырца на хлопкозаводах.

В исследованиях профессора А.Е.Лугачева [13] приводится классификационная схема очистителей мелкого сора, где очистительный модуль классифицируется по принципу передачи, очистки и движения потока хлопка-сырца.

В признаке “направление движения хлопка-сырца” с разработкой вертикальной схемы очистки хлопка-сырца нами вводятся новые квалификационные признаки “горизонтальный, наклонный, ступенчатый и вертикальный”, которые, в свою очередь, подразделяются на угол обхвата колкового барабана сетчатой поверхностью, который составляет в горизонтальной схема компоновки очистительной секции менее 90° и при вертикальной схеме компоновки очистительной секции более 90° (рис.4).

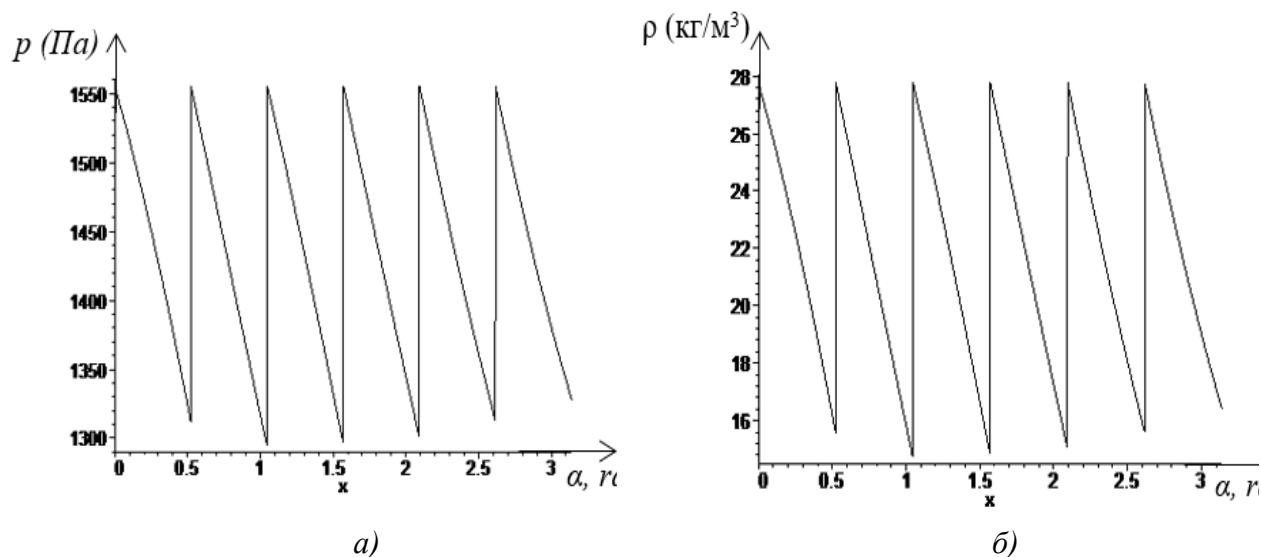


Рис.2. Изменение давления (а) и плотности (в) вдоль дуги зоны очистки.

Для расчета использованы следующие данные: $Q_0:=3000/3600$; $A:=0.001$; $v_0:=2$; $p_0:=2000$; $g:=10$; $r_0:=40$; $f_0:=0.3$; $k:=0.6$; $S_0:=0.01008*2*k$; $\alpha_1:=2* \alpha_0$; $vc:=9$; $Q_{01}:=Q_0/S_0$; $R:=0.4$; $a:=1-v_0*Q_{01}*A$.

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ МЕЛКИХ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ

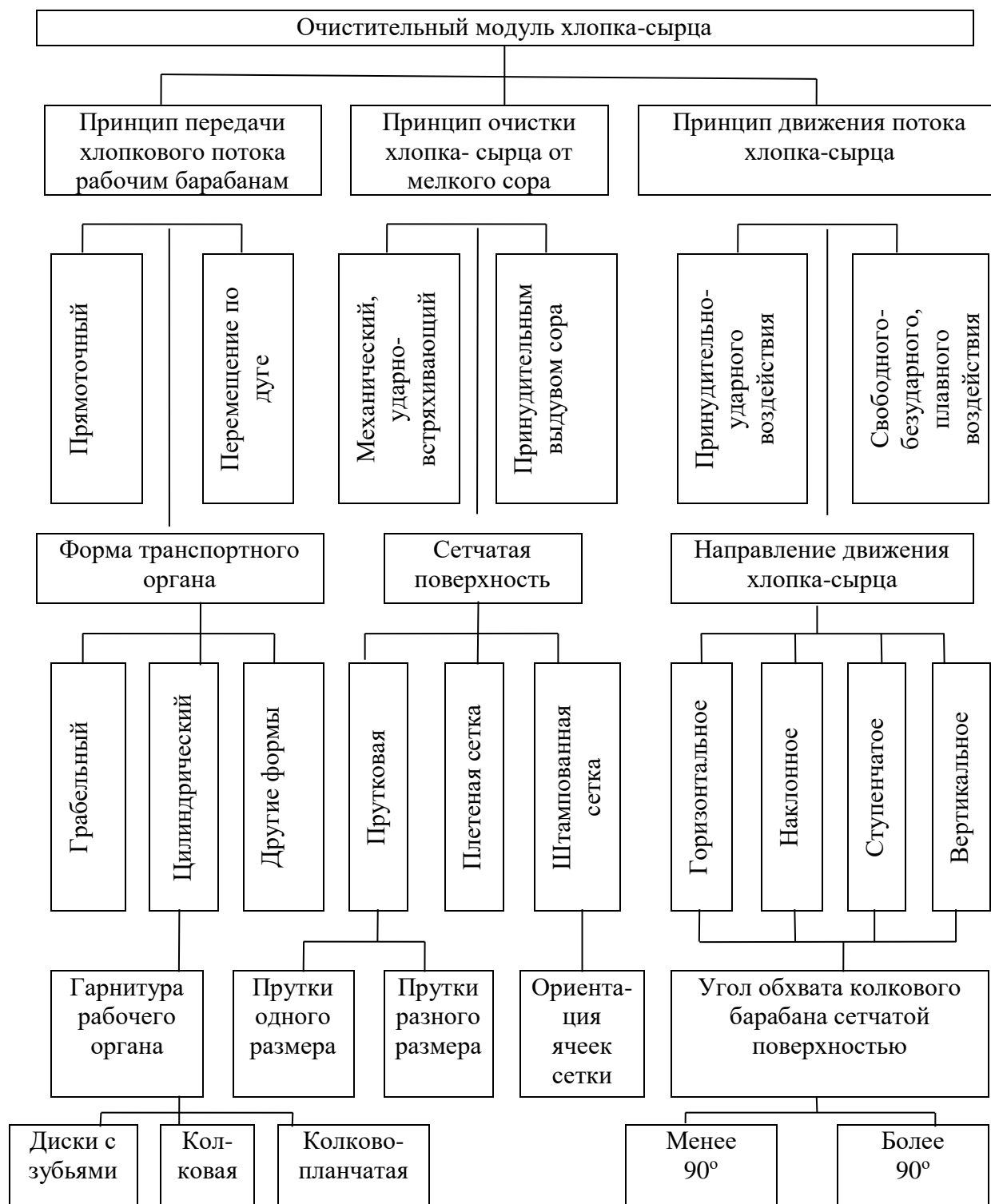


Рис.3 Классификационная схема очистителей хлопка-сырца от сорных примесей.

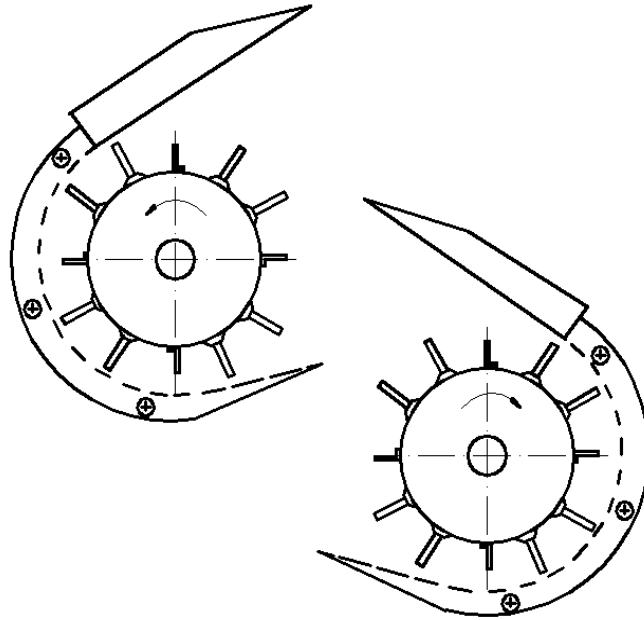


Рис.4. Схема секции вертикального очистителя хлопка-сырца от мелкого сора

Выводы. Исходя из результатов анализа работ по совершенствованию процесса очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей и проведенных теоретических исследований, в этом направлении можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо развивать теоретические и практические исследования по увеличению полезной площади сетчатой поверхности до 180°C и более путем создания оптимальной компоновки узлов очистки хлопка-сырца от мелкого сора. К такому выводу привели и исследования американских ученых Carlos B. Armijo, Kevin D. Baker, Sidney E. Hughs, Edward M. Barnes, Marvis N. Gillum [14], которые сделали вывод о том, что с неуклонным ростом засоренности собираемого хлопка-сырца необходимо переходить к более эффективным схемам и технологиям очистки его от мелких сорных примесей.
2. С целью устранения опасных зон и переходов между колковыми барабанами следует разработать модель безударного движения хлопка-сырца при его очистке от мелкого сора за счет перехода к вертикальной схеме очистки хлопка от мелкого сора.
3. Выявлено, что давление скорости после удара колком меняется скачкообразно, при этом после удара уменьшается плотность, то есть происходит разрыхление, а скорость частицы хлопка-сырца увеличивается. Такая закономерность позволяет установить скорость колкового барабана, при котором можно выбрать необходимую степень разрыхления, когда эффективно выделяются сорные примеси.
4. Разработанная схема вертикального очистителя хлопка-сырца от мелкого сора позволяет снизить металлоемкость конструкции, энергоемкость агрегата, при этом обеспечивается высокая надежность в работе, а также возможность максимального сохранения природных качественных показателей перерабатываемого хлопка-сырца.
5. Данная разработка [15] является победителем «Национального конкурса инновационных идей» 2018 года, организованного центром «Стратегического развития», Министерством инновационного развития Республики Узбекистан, Представительством ООН в Узбекистане в рамках Международной недели «INNOWEEK» в Ташкенте.

References

1. Khakimov, Sh. Sh. Creating an effective technology for cleaning seed cotton from weed impurities and rational design of the working bodies of cleaners: Abstract of doctoral dissertation, Tashkent, 2017, p. 5.
2. Code of Federal Regulations (CFR). 2010. Method 201A-Determination of PM10 and PM2.5 emissions from stationary sources (Constant sampling rate procedure). 40 CFR 51, Appendix M. Available at <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-201a.pdf> (verified 19 Aug. 2013).
3. Environmental Protection Agency (EPA). 1989. Particulate sampling in cyclonic flow. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. Available online at <http://www.epa.gov/ttn/emc/guidlnd/gd-008.pdf> (verified 19 Aug. 2013).
4. Environmental Protection Agency (EPA). 2010. Frequently asked questions (FAQS) for Method 201A [Online]. Available at <http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method201a.html> (verified 19 Aug. 2013).
5. National Agricultural Statistics Service (NASS). 1993-2012. Cotton Ginnings Annual Summary [Online]. USDA National Agricultural Statistics Service, Washington, DC Available at <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1042> (verified 19 Aug. 2013).
6. Valco, T.D., H. Ashley, J.K. Green, D.S. Findley, T.L. Price, J.M. Fannin, and R.A. Isom. 2012. The cost of ginning cotton—2010 survey results. p. 616–619 In Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL. 3-6 Jan. 2012. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
7. Valco, T.D., J.K. Green, R.A. Isom, D.S. Findley, T.L. Price, and H. Ashley. 2009. The cost of ginning cotton—2007 survey results. p. 540–545 In Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 5-8 Jan. 2009. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
8. Whitelock, D.P., C.B. Armijo, M.D. Buser, and S.E. Hughs. 2009. Using cyclones effectively at cotton gins. *Appl. Eng. Ag.* 25:563–576.
9. Armijo, C.B., and M.N. Gillum. 2010. Conventional and highspeed roller ginning of upland cotton in commercial gins. *Appl. Eng. Agric.* 26:5–10.
10. Boykin, J.C. 2007. Cultivar differences in gin stand energy utilization. *Trans. ASABE* 50(3):733–743.
11. Boykin, J.C., E. Bechere, and W.R. Meredith Jr. 2012. Cotton genotype differences in fiber-seed attachment force. *J. Cotton Sci.* 16:170–178.
12. Cherokee Fabrication. 2011. Hot air cleaner [Online]. Available at <http://www.cherokeefab.com/hotaircleaner.html> (verified 7 Jun. 2013).
13. Lugachov, A.Ye. 1998. Development of theoretical principles of nutrition and cotton cleaning in relation to the flow technology of its processing: 111.
14. Carlos B. Armijo, Kevin D. Baker, Sidney E. Hughs, Edward M. Barnes, and Marvis N. Gillum. Harvesting and Seed Cotton Cleaning of a Cotton Cultivar with a Fragile Seed Coat *The Journal of Cotton Science* 2009. №13:pp.158–165
15. Usmanov, Kh. S., A. Ye. Lugachov, R.A. Gulyaev P.A. FAP 20170134 Cotton cleaning unit. Registration number of the application FAP 20170134 of November 27, 2017 Agency on Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan: 1.