DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56

PAXTA SEPARATORINING YANGI ISHCHI ORGANLARINI LOYIHALASH

Saloxiddinova M.N., *DSc, dotsent,*
Metrologiya va standartlashtirish kafedrasi,
E-mail: salohiddinovamaxliyo1993@gmail.com,
Maxmudov A.A., *katta o‘qituvchi,*
Metrologiya va standartlashtirish kafedrasi,
E-mail: azimboy702@gmail.com,
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Maqolaning maqsadi – SS-15A turidagi paxta separatorlarida tola yo‘qotilishi, chigit shikastlanishi va energiya sarfini kamaytirish uchun yarim silindr shaklidagi yangi ishchi organ – yarim silindrik kontrsidirgichni loyihalash va uning samaradorligini asoslashdan iborat. Tadqiqotda separator ishchi kamerasidagi havo va paxta oqimlarining harakat yo‘nalishlari tahlil qilindi, kontrsidirgichning konstruksiyasi, materiali va o‘rnatilish usuli ishlab chiqildi hamda an’anaviy yassi va konussimon ishchi organlar bilan solishtirma tahlil o‘tkazildi. Natijalar yarim silindrik kontrsidirgich havo oqimini egri sirt bo‘ylab bir tekis taqsimlashini, paxta oqimi tezligini 7–8 m/s gacha pasaytirishini hamda erkin tola yo‘qotilishini I–II navlarda 0,70 dan 0,28 kg/soatgacha, III–IV navlarda 3,78 dan 2,27 kg/soatgacha (mos ravishda 60 % va 40 % ga) kamaytirishini ko‘rsatdi. Xulosa qilib aytganda, taklif etilgan ishchi organni mavjud separatorlarga katta qayta qurishsiz o‘rnatish mumkin bo‘lib, u paxta tolasi va chigit sifatini saqlash hamda separatsiyalash jarayoni samaradorligini oshirish imkonini beradi.*

Аннотация. *Целью статьи является проектирование нового рабочего органа – полуцилиндрического контрскребка – для снижения потерь волокна, повреждения семян и энергозатрат в хлопковых сепараторах типа СС-15А. В исследовании проанализированы направления движения воздушного и хлопкового потоков в рабочей камере сепаратора, разработаны конструкция, материал и способ установки контрскребка, проведено сравнение с плоскими и коническими рабочими органами. Результаты показали, что полуцилиндрический контрскребок равномерно распределяет воздушный поток, снижает скорость хлопкового потока до 7–8 м/с и уменьшает потери свободного волокна для I–II сортов с 0,70 до 0,28 кг/ч, для III–IV сортов – с 3,78 до 2,27 кг/ч (соответственно на 60 % и 40 %). Сделан вывод, что предложенный рабочий орган устанавливается в существующие сепараторы без значительной реконструкции, сохраняет качество волокна и семян и повышает эффективность сепарации.*

Abstract. *The aim of the article is to design a new semi-cylindrical working element – a semi-cylindrical counter-scraper – for SS-15A cotton separators in order to reduce fibre losses, seed damage and energy consumption, and to substantiate its efficiency. The study analyses the directions of the air and cotton flows in the working chamber of the separator, develops the design, material and mounting method of the counter-scraper, and compares it with conventional flat and conical working elements. The results show that the semi-cylindrical counter-scraper distributes the air flow uniformly along its curved surface, reduces the cotton flow velocity to 7–8 m/s and decreases free fibre losses from 0.70 to 0.28 kg/h for grades I–II and from 3.78 to 2.27 kg/h for grades III–IV (by 60 % and 40 %, respectively). It is concluded that the proposed working element can be installed in existing separators without major reconstruction, preserving the quality of fibre and seeds and increasing the efficiency of the separation process.*

Kalit so‘zlar: *paxta separatori, yarim silindrik kontrsidirgich, ishchi organ, havo oqimi, tola yo‘qotilishi, chigit shikastlanishi, SS-15A.*

Ключевые слова: *хлопковый сепаратор, полуцилиндрический контрскребок, рабочий орган, воздушный поток, потери волокна, повреждение семян, СС-15А.*

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56

Keywords: *cotton separator, semi-cylindrical counter-scraper, working element, air flow, fibre loss, seed damage, SS-15A.*

Kirish. Paxta sanoatida paxta xomashyosini havo yordamida tashish va uni havo oqimidan ajratish jarayonlarida qo‘llaniladigan separatorlarning an’anaviy konstruksiyalari paxta sifati va energiya samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan [1–3]. Jumladan, SS-15A turidagi separatorlarning asosiy kamchiliklari – yuqori energiya sarfi, tola yo‘qotilishi hamda paxtani havodan ajratishda uning sifat ko‘rsatkichlarining yomonlashuvidir [4, 5]. Shuningdek, paxtaning separator to‘rli yuzasiga zarb bilan urilishini kamaytirish [6] hamda separator-tozalagich uskunasi va uning yuritma mexanizmlarini takomillashtirish [7] bo‘yicha ham izlanishlar olib borilgan.

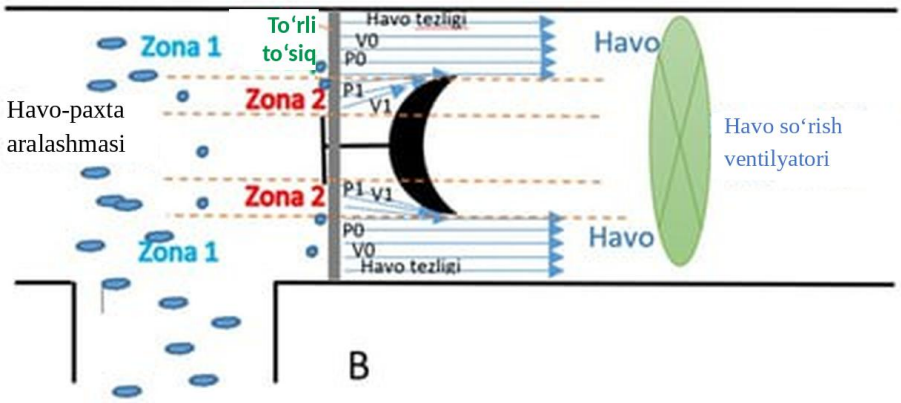
Ushbu muammoni hal etish maqsadida yarim silindr shaklidagi yangi, takomillashtirilgan ishchi organ – yarim silindrik kontrsidirgich taklif etilmoqda. Yangi konstruksiya paxta tolalarining yo‘qolishi va shikastlanishining oldini olishga qaratilgan bo‘lib, unda qurilmaning foydali yuzasi kengaytiriladi va ishchi kameraga maxsus yo‘naltiruvchi elementlar o‘rnatiladi. Yarim silindrik ishchi organni real ishlab chiqarish sharoitida qo‘llash rejalashtirilgan bo‘lib, uning vazifasi tolalarni yumshoq usulda ajratish hamda separatsiyalash jarayonining umumiy samaradorligini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning maqsadi – SS-15A separatori uchun yarim silindrik kontrsidirgichni loyihalash, uning konstruksiyasi va aerodinamik xususiyatlarini, paxta tolasi va chigitga ta’sirini o‘rganish hamda an’anaviy yassi va konussimon ishchi organlar bilan solishtirma tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot obyekti sifatida paxta tozalash korxonalarida keng qo‘llaniladigan SS-15A separatori olindi. Tadqiqotda separator ishchi kamerasidagi havo-paxta aralashmasi harakatining sxemasi tuzildi va havo oqimi yo‘nalishlari tahlil qilindi, yarim silindrik kontrsidirgichning konstruksiyasi, materiali va o‘rnatilish usuli ishlab chiqildi. Bunda paxta zarrachalarining havo oqimidan ajralishi va vakuum-klapandagi harakati jarayonlarini modellashtirish bo‘yicha ilgari bajarilgan ishlar natijalari [8, 9] hisobga olindi. Separatorning samaradorligi I–II va III–IV navli paxta uchun havo bilan chiqib ketadigan erkin tola miqdori (kg/soat) bo‘yicha an’anaviy va takomillashtirilgan separatorlarni taqqoslash orqali baholandi.

Yarim silindrik kontrsidirgichning separator ishchi kamerasida joylashishi va havo oqimining yo‘nalishlari 1-rasmda keltirilgan. 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, havo-paxta aralashmasi “Zona 1”ga keladi. Bu yerda nisbatan og‘ir paxta bo‘laklari o‘z og‘irligi ta’sirida pastga tushadi, nisbatan yengil bo‘laklari esa to‘rli yuzaga urilib, unda ushlab qolinadi. Havo esa to‘r teshiklaridan o‘tib, ko‘rsatilgan yo‘nalishda harakatlanadi. Yarim silindrik kontrsidirgich o‘rnatilgani sababli “Zona 2”da havo oqimining dimlanishi hosil bo‘ladi, bu esa paxtaning to‘rli yuzadan oson ajratib olinishiga olib keladi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56



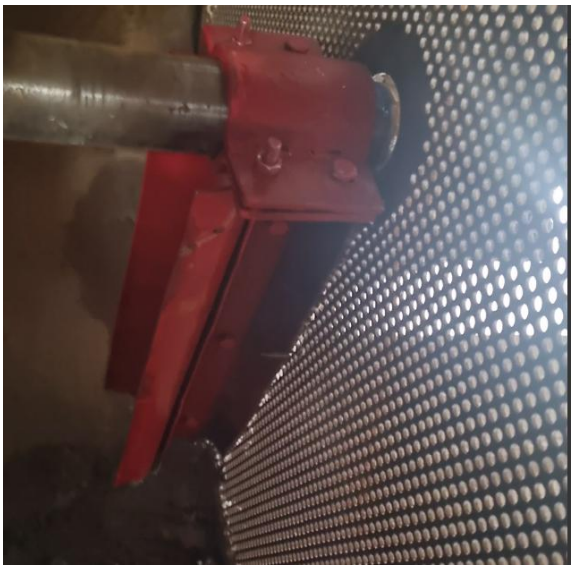
1-rasm. Yarim silindrik kontrsidirgichning joylashishi va havo oqimining yo‘nalishlari

Yarim silindrik kontrsidirgich separator ichida yarim silindr ko‘rinishida joylashgan asosiy element bo‘lib, odatda metalldan yasaladi. Konstruksiya jihatidan bu organ yarim silindr shaklidagi egri sirtdan iborat. Takomillashtirilgan separator loyihasida ishchi kamera ichiga qo‘shimcha yarim silindrik kontrsidirgich o‘rnatilgan bo‘lib, u “Zona 2”da tolaning ajratib olinishini yaxshilaydi va shu orqali ishchi kameradagi havo bosimini pasaytirib, paxtaning dastlabki sifatini saqlashga xizmat qiladi. Sirtning yarim silindrik egri shakli paxtaning bir nuqtaga to‘planib urilishiga yo‘l qo‘ymaydi va havo oqimini kengroq yuzaga tarqatadi.

Yarim silindrik kontrsidirgichni tayyorlashda ishqalanishga bardoshli zanglamaydigan yoki konstruksion po‘lat ishlatilishi mumkin. Yo‘naltiruvchi elementlar sifatida diametri 14 mm bo‘lgan po‘lat novlar qo‘llanildi: ular egiluvchan bo‘lib, kameraga oson o‘rnatiladi va zarurat tug‘ilganda almashtiriladi. Novlar kameraga maxsus biriktirgichlar yordamida mahkamlanadi va kerakli burchak hamda masofaga sozlanadi. Kontrsidirgichni o‘rnatishda uni kameraga mustahkam mahkamlash va to‘g‘ri yo‘naltirish muhim, chunki unga paxta oqimi muntazam ta’sir ko‘rsatadi. Bunday organ aylanma baraban ko‘rinishida bo‘lsa, umumiy elektr dvigatel yordamida aylantirilishi mumkin (hozirgi konstruksiyada barcha ishchi organlar yagona valga o‘rnatilgan). Kontrsidirgichning chetlarini kamera devorlariga mahkamlash uchun flanslar yoki murvatli birikmalar ishlatiladi, vibratsiyaga chidamlilikni ta’minlash uchun esa qo‘shimcha tayanch nuqtalari ko‘zda tutiladi.

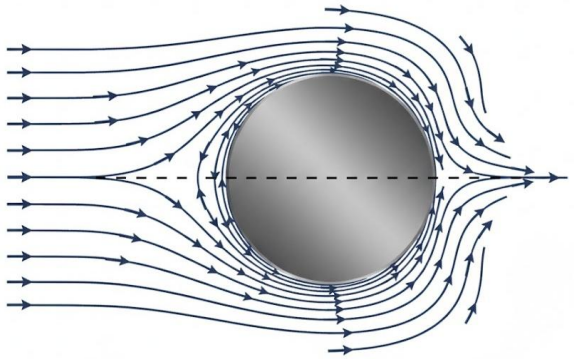
2-rasmda yarim silindrik kontrsidirgichning valga mahkamlanishi ko‘rsatilgan (qizil rangdagi konstruksiya). Kontrsidirgichning umumiy massasi 4 kg dan oshmaganligi sababli u umumiy valga mahkamlangan va valning harakatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56



2-rasm. Yarim silindrik kontrsidirgichning valga mahkamlanishi

Natijalar. Yarim silindrik kontrsidirgich o‘rnatilgach, separator ichidagi havo oqimi tekis yoki burchakli yuzalarga nisbatan boshqacha taqsimlanadi (3-rasm). Tekis devorga kelgan havo oqimi bir nuqtada yuqori bosimli zarba zonasini hosil qilsa, egri yarim silindrik sirt havoni o‘z yoyi bo‘ylab yo‘naltiradi. Natijada havo oqimi yarim silindr bo‘ylab nisbatan bir tekis tarqaladi va alohida kuchli zarba nuqtalari kamayadi. Takomillashtirilgan separator qurilmasida havo o‘tadigan to‘rli yuzalar gorizontal tekislikda (yarim silindr shaklida) kameraning qarama-qarshi tomoniga joylashtirildi. Bu esa ishchi kameraga kirgan paxta oqimining katta qismini inersiya ta’sirida to‘g‘ridan-to‘g‘ri vakuum-klapanga (chiqish og‘ziga) yo‘naltirdi. Natijada havo oqimining to‘rli yuza tomonga keladigan qismi va paxtaning to‘rli yuzaga bevosita urilish ehtimoli keskin kamaydi, paxta massasi esa to‘g‘ri chiziqli, nisbatan tekis yo‘nalishda harakatlanadi.



3-rasm. Yarim silindrik sirt atrofida havo oqimining yo‘nalishlari

Yarim silindrik kontrsidirgich qo‘llanganda paxta tolalari va chigitlarning separator ichidagi harakati sezilarli darajada yumshoqroq kechadi. Avvalgi qurilmalarda paxta oqimi yuqori tezlikda tekis devor yoki to‘rli yuzaga urilib, tolalarning uzilishi va chigit qobig‘ining shikastlanishi ko‘p kuzatilgan. SS-15A turidagi oddiy separatorlarda paxta havo oqimi bilan tortilib kelib, to‘rli yuzaga yuqori tezlikda uriladi, so‘ngra sidirgich (qirib oluvchi) pichoqlar yordamida to‘rdan sidiriladi va vakuum-klapanga tashlanadi. Bunday jarayonning salbiy tomoni shundaki, paxta massasining kamera orqa devoriga yoki to‘rli yuzaga kuch bilan urilishi tolaning mexanik shikastlanishiga olib keladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, kirish qismida paxta oqimi to‘g‘ridan-to‘g‘ri devorga urilsa, chigitning shikastlanish darajasi ortadi, separatorning ichki devorlari esa tez yeyiladi (xizmat muddati qisqaradi). Mavjud SS-15A separatorlarida aynan orqa devorga urilish nuqtasida chigitning maydalanishi sodir bo‘layotgani aniqlangan.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56

Yangi yarim silindrik kontrsidirgich bu muammoni bartaraf etadi: paxta oqimi devorga bormasdan, egri kanal bo‘ylab yo‘naltiriladi va to‘g‘ridan-to‘g‘ri vakuum-klapanga tushadi. Inersiya kuchi bilan yo‘naltirilgan paxta oqimidagi chigit va tolalarning tezligi taxminan 7–8 m/s gacha pasayadi. Tezlikning bunday kamayishi “yumshoq tushish”ni ta’minlaydi: chigit va tolalar vakuum-klapanga urilmasdan, ohista tushadi. Oqimning to‘g‘ri chiziqli harakati va tezlikning pasaytirilishi natijasida chigit devorga urilmaydi, tola esa qattiq sirtlarga ishqalanishdan asralgani uchun uning uzilishi va mayda bo‘laklarga ajralishi kamayadi.

Erkin tola yo‘qotilishi bo‘yicha olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Oddiy separatorlarda paxtaning naviga qarab soatiga 0,70 kg (I–II navlar) dan 3,78 kg (III–IV navlar) gacha tola havo bilan chiqib ketgan bo‘lsa, yarim silindrik kontrsidirgichli takomillashtirilgan separatorda bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 0,28 va 2,27 kg/soatgacha pasaygani qayd etildi [10].

1-jadval

Separatorlarda erkin tola yo‘qotilishi

Paxta navi	Oddiy separator, kg/soat	Takomillashtirilgan separator, kg/soat	Kamayish, %
I–II	0,70	0,28	60
III–IV	3,78	2,27	40

Demak, tola yo‘qotilishi 40–60 % ga kamaygan, bu esa tolalarning yaxlit saqlanayotganini ko‘rsatadi.

Natijalar tahlili. Bu yerda tolalarning ajralishi deganda paxta tolalarining havodan ajralib, o‘z massasi ta’sirida tushishi tushuniladi. Yarim silindrik kontrsidirgich paxta tolalarini havodan yumshoq tarzda ajratadi. Avvalgi oddiy separatorlarda paxta tolalari to‘rli yuzaga yopishib qolib, ulardan ayrim tolalar uzilib, tolali chang hosil qilardi. Yangi konstruksiyada esa yo‘naltiruvchi elementlar (po‘lat novlar) paxta oqimini boshqarib, tolalarning to‘rli yuzaga bevosita tegishini kamaytiradi. Natijada havodagi tolali chang va mayda bo‘laklar miqdori keskin kamayadi: paxta tolalari silliq yuzadan yumshoq sirpanib o‘tadi yoki to‘g‘ridan-to‘g‘ri chiqish quvuriga tushadi. Tadqiqotlarda ko‘rsatilishicha, yo‘naltiruvchi novlar o‘rnatilgach, paxta tolalarining to‘rli sirtga ishqalanishi kamaygan, bu esa havoga ko‘tariladigan chang va mayda tolalar miqdorini pasaytirgan [9]. Demak, tolalarning yumshoq ajralishi ta’minlanadi, bu esa tolalar uzunligini saqlash va sifatini oshirishda juda muhimdir.

Yana bir muhim jihat – paxta massasining taqsimlanishi. Yarim silindr shakli kirayotgan paxta oqimini kamera bo‘ylab tengroq taqsimlaydi. Havo oqimi bilan kelgan paxta bitta nuqtaga urilmasdan, yarim silindr bo‘ylab yoyiladi va vakuum-klapan uzunligi bo‘ylab bir xil qatlamda tushadi. Shu sababli vakuum-klapanga paxta bir tekis tarqalib tushadi va klapan og‘zida tiqilib qolish yoki bir joyga to‘planish kuzatilmaydi. Shunday qilib, yarim silindrik kontrsidirgichli separator ichida paxta tolalari va chigitlarning harakati ancha erkin, to‘qnashuvsiz va yumshoq kechadi: tolalar uzilmaydi, chigitlar esa butun holatda chiqib ketadi.

Yarim silindrik kontrsidirgichning afzalligi shundaki, u havo va paxta massasiga katta egri yuzani taqdim etadi. Natijada paxta kamerada kichikroq zichlik bilan taqsimlanadi, bu esa uning siqilib yoki bir joyga yig‘ilib qolish xavfini kamaytiradi. Avvalgi tekis to‘rli konstruksiyalarda ko‘p hollarda paxta tolasi to‘r yuzasiga yopishib qolar, to‘r tez to‘lib, havo o‘tishini qiyinlashtirar edi. Yarim silindrik kontrsidirgich esa bunday to‘planishni kamaytiradi. Konstruksiyada rezina sidirgich pichoqlar yoki cho‘tkalar bo‘lsa, ular yarim silindrik sirt bo‘ylab harakatlanib, to‘planib qolgan tolalarni qirib tushiradi. Bu jarayon tekis yuzadagiga qaraganda samaraliroq kechadi, chunki egri yuza oldida dimlanish hosil bo‘lib, tolalar yupqaroq qatlam hosil qiladi va oson sidiriladi.

Umuman olganda, modellashtirish va eksperimental natijalar yarim silindrik kontrsidirgich qo‘llangan separatorning samaradorligi yuqori ekanini ko‘rsatmoqda. Paxta sifatini yaxshilash

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56

borasida quyidagi natijalarga erishildi: tolalarning uzilishi oldi olinadi, chigit butun saqlanadi, tolalarning tabiiy xususiyatlari (rangi, yaltiroqligi) o‘zgarmaydi. Shu bilan birga, havoni ajratish jarayonida aerodinamik qarshilik kamaygani tufayli ventilyator yuritmasining yuklanishi pasayadi, bu esa yangi konstruksiyaning energiya tejamkorligini va sanoat sharoitida sezilarli energiya tejalishini ta’minlaydi.

Muhokama. Yangi yarim silindrik kontrsidirgichni avvalgi yassi (tekis) shakldagi ishchi organlar bilan qiyoslash uning afzalliklarini yaqqol ko‘rsatadi. Yassi ishchi organga misol sifatida SS-15A separatorining an’anaviy to‘rli yuzasini keltirish mumkin. Bu holda ishchi organ odatda vertikal yoki burchak ostida o‘rnatilgan tekis to‘rdan iborat bo‘lib, paxta havo oqimi bilan shu to‘rga kelib uriladi. Yassi ishchi organning afzalligi – tuzilishi sodda va ishlab chiqarilishi oson, biroq kamchiliklari jiddiy. Paxta zarrachalari bir nuqtaga yuqori tezlik bilan urilishi tufayli tolalarning uzilishi va chigitning ezilishi ko‘p uchraydi. Bundan tashqari, to‘rli yuza tez to‘lib, havo o‘tkazuvchanligi pasayadi, shu sababli qo‘shimcha sidirgich talab etiladi. Sidirgich bo‘lgan taqdirda ham to‘rga ilashgan tolalar darhol olib tashlanmasa, aerodinamik qarshilik oshib, separatorning ish unumdorligi pasayadi. Yassi organli separatorlarda paxta massasining orqa devorga urilishi ham muammo bo‘lib, chigitning shikastlanishi va devorning yeyilishiga olib keladi.

Konussimon (siklon turidagi) ishchi organlarda esa paxta massasi aylanma harakat qilib, markazdan qochma kuch ta’sirida havodan ajratiladi. Bunday organlarda paxta uzun yo‘l bosib, devor bo‘ylab ishqalanadi, oqimning yuqori turbulentligi tufayli esa ba’zan mayda tolalar chiqindi bilan birga ajralib ketadi.

Taklif etilayotgan yarim silindrik kontrsidirgich yassi va konussimon organlarning eng yaxshi jihatlarini o‘zida mujassam etadi. Yassi organlarga nisbatan yarim silindrik sirt paxta oqimini yumshoq buradi va bir nuqtaga bo‘ladigan zarbani kamaytiradi, bu bilan tolalar va chigitlar mexanik shikastlanishdan himoyalanadi. Shu bilan birga, yarim silindrik organ konussimon organlar kabi paxta massasini aylantirib, uzun yo‘l bosib o‘tishga majbur qilmaydi – paxta imkon qadar to‘g‘ri chiziqli yo‘nalishda tez ajratib olinadi. Bu esa vaqt va energiyani tejaydi, tolalarni devor bo‘ylab keraksiz ishqalanishdan saqlaydi. Eksperimental taqqoslashlar shuni ko‘rsatdiki, yarim silindrik kontrsidirgichli takomillashtirilgan separatorda tolalarning qisqa bo‘laklarga bo‘linishi an’anaviy tekis separatorga nisbatan ham, siklon turidagi ajratish usuliga nisbatan ham kamroq.

O‘tkazilgan sinovlar natijalariga ko‘ra, takomillashtirilgan separatorda tola yo‘qotilishi sezilarli kamayadi (I–II navlarda 60 % ga, III–IV navlarda 40 % ga) va chiqindi tarkibidagi yaroqli tolalar miqdori kamayadi. Oddiy separatorlarda esa ma’lum miqdordagi tolaning havo bilan uchib chiqib ketishi yoki chiqindi bilan birga tushib ketishi kuzatilgan, bu nafaqat sifatning pasayishi, balki iqtisodiy yo‘qotish hamdir.

Yarim silindrik kontrsidirgichning yana bir afzalligi – universalligi. Uni mavjud separatorlarga nisbatan oson o‘rnatish mumkin: yassi to‘rli ajratgichni yarim silindrik to‘r bilan almashtirish katta qayta qurishni talab qilmaydi, ammo samaradorlik sezilarli oshadi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. SS-15A separatorining ishchi kamerasiga o‘rnatiladigan yarim silindrik kontrsidirgich konstruksiyasi ishlab chiqildi; uning massasi 4 kg dan oshmaydi va u umumiy valga mahkamlanadi.

2. Yarim silindrik egri sirt havo oqimini bir tekis taqsimlaydi, paxta oqimi tezligini 7–8 m/s gacha pasaytiradi va paxtaning devor hamda to‘rli yuzaga zarb bilan urilishining oldini oladi.

3. Takomillashtirilgan separatorda erkin tola yo‘qotilishi I–II navlarda 0,70 dan 0,28 kg/soatgacha (60 % ga), III–IV navlarda 3,78 dan 2,27 kg/soatgacha (40 % ga) kamaydi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.56

4. Yarim silindrik ishchi organ yassi organlar kabi sodda, biroq ularning kamchiliklaridan xoli: tolalar shikastlanmasdan ajraladi, chigit butun saqlanadi, energiya sarfi kamayadi va uskunaning ekspluatatsiyasi osonlashadi.

Yarim silindrik kontrsidirgichni paxta tozalash korxonalarida ishlayotgan SS-15A separatorlarini modernizatsiya qilishda qo‘llash, shuningdek, uning geometrik parametrlarini (egrilik radiusi, to‘rli yuzagacha bo‘lgan masofa) optimallashtirish bo‘yicha tadqiqotlarni davom ettirish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Мурадов Р.М. Основы повышения эффективности транспортного процесса в технологии первичной обработки хлопка: дис. ... д-ра техн. наук. – Ташкент, 2004. – 289 с.

2. Salokhiddinova M.N., Muradov R.M., Mamatkulov A.T. Investigation of Separating Small Impurities and Heavy Compounds Using the Cotton Separator Equipment // American Journal of Science, Engineering and Technology. – 2017. – Vol. 2, No. 2. – P. 72–76.

3. Маматқулов О., Каримов А., Исаханов Х. Такомиллашган сепаратор ишчи камерасидаги пахта бўлакчалари ҳаракатининг назарий ва амалий тадқиқоти // Механика муаммолари. – Тошкент, 2014. – № 2. – Б. 106–109.

4. Акрамжанов Д.М., Мурадов Р., Маматкулов О.Т. Установка нового сепаратора для осуществления процесса производства и его испытание // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 6(75). – URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9627 (дата обращения: 12.10.2026).

5. Якубов И., Шухратов Ш., Мурадов Р. Новая конструкция рабочих агрегатов хлопкосепаратора и совершенствование приводных механизмов // Universum: технические науки. – 2022. – № 7-2(100). – С. 54–59.

6. Мурадов Р. Сепараторнинг тўрли юзасига пахтанинг келиб урилишини камайтириш усули // Механика муаммолари. – 2000. – № 3. – Б. 77–80.

7. Якубов И., Шухратов Ш., Мурадов Р.М., Максудов Р. Совершенствование оборудования сепаратор-очиститель и анализ его приводных механизмов // Universum: технические науки. – 2023. – № 3(108). – С. 22–29.

8. O‘zbekiston Respublikasi EHM uchun dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma (Intellektual mulk agentligi) № DGU 08906. Моделирование процесса отделения хлопкового сырья от воздушного потока с помощью центробежной силы / Акрамжанов Д., Махкамов А., Имомалиева Ш., Тураббоев Г. – 10.08.2020.

9. O‘zbekiston Respublikasi EHM uchun dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma (Intellektual mulk agentligi) № DGU 09395. Моделирование процесса движения частиц хлопка в вакуум-клапане с подвижным профилем / Акрамжанов Д., Махкамов А., Хусанов С., Имомалиева Ш., Тураббоев Г. – 16.10.2020.

10. Маҳкамов А., Маматқулов О., Мурадов Р. Пахта сепараторининг самарадорлигини ошириш йўллари // Ўзбек-Қирғиз университети илмий конференцияси материаллари (17–18 апрель). – Ўш, 2009. – 6 б.