

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.05/13.05.2020.T.112.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
M.T.O‘ROZBOYEV NOMIDAGI MEXANIKA VA INSHOOTLAR
SEYSMIK MUSTAHKAMLIGI INSTITUTI**

NORMATOV MANSURBEK QO‘ZIBOYEVICH

**PAXTA TERISH MASHINASI PNEVMOTRANSPORT TIZIMINING
SAMARADOR MARKAZDAN QOCHMA VENTILYATORI
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya
ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Gulbahor – 2025

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора
философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of
philosophy (PhD) on technical sciences**

Normatov Mansurbek Qo‘ziboyevich

Пахта терish mashinasi pnevмотransпорт tizimining samarador markazdan qochma ventilyatori parametrlarini asoslash..... 3

Норматов Мансурбек Кузибаевич

Обоснование параметров эффективного центробежного вентилятора пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины 19

Normatov Mansurbek Kuzibaevich

Justification of the parameters of an effective centrifugal fan of pneumatic transport system of cotton picking machine..... 35

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 39

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.05/13.05.2020.T.112.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
M.T.O‘ROZBOYEV NOMIDAGI MEXANIKA VA INSHOOTLAR
SEYSMIK MUSTAHKAMLIGI INSTITUTI**

NORMATOV MANSURBEK QO‘ZIBOYEVICH

**PAXTA TERISH MASHINASI PNEVMOTRANSPORT TIZIMINING
SAMARADOR MARKAZDAN QOCHMA VENTILYATORI
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya
ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Gulbahor – 2025

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2025.2.PhD/T4283 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi M.T.O'rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasi www.qxmiti.uz va "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar: Xudaykuliyev Rajabboy Ro'zmatovich
texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

Rasmiy opponenlar: Tolibayev Alpisbay Yerjanbayevich
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Qodiraliyev Akbarjon
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Yetakchi tashkilot: Toshkent davlat agrar universiteti

Dissertatsiya himoyasi Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.05/13.05.2020.T.112.01 raqamli ilmiy kengashning 2025-yil "20" 11 soat 14⁰⁰ da majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+99871) 601-07-04, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Dissertatsiya bilan Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (506 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+99871) 601-07-04, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "31" 10 kuni tarqatildi.
(2025-yil "31" 10 da № 63 raqamli reestr bayonnomasi).



A. To'xtaqo'ziyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

B.P. Artikbayev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim

K.K. Nuriyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi o'rinbosari, texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxta hosilini teradigan energiya va resurstejamkor yuqori samarali paxta terish mashinalarini ishlab chiqish va ularni amaliyotda qo'llash yetakchi o'rinni egallamoqda. "Dunyoda 90 dan ortiq mamlakat paxtachilik bilan shug'ullanishi va har yili 32 mln. gektar maydonda paxta hosili yetishtirilishini"¹ hisobga olsak paxta terimida mexanizatsiyalash darajasini oshirish, resurstejamkor texnologiyalar va texnika vositalarini joriy etish muhim vazifalardan hisoblanmoqda. Bu borada mashina terimida bunkerga terilgan paxtaning sifat ko'rsatkichlarini oshirish uchun paxtaning ifloslanishi va paxta chigitining shikastlanishini kamaytirishga katta e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda paxta hosilini terishda resurstejamkor va samarador texnika vositalarini yaratish, mavjudlarini takomillashtirish orqali ularning ish sifatini oshirish hamda energiya-material hajmdorligini kamaytirishga doir ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu yo'nalishda paxta terish mashinalarining kam energiya sarflagan holda ish unumini oshirish, terilgan paxtaning ifloslanishi va chigitlarning shikastlanish darajasini agrotexnik talablar darajasida bo'lishini ta'minlash bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Respublikamiz qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, hosilni ilg'or texnologiyalar asosida yig'ishtirish va yuqori ish unumiga ega mashinalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, jumladan paxta hosilini terib olishda kam energiya sarflab, barcha texnologik jarayonlarni sifatli bajarilishini ta'minlaydigan takomillashtirilgan texnika vositalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasida, jumladan, "...qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat tarmog'ini modernizatsiyalash, diversifikatsiya qilish va barqaror o'sishini qo'llab-quvvatlash uchun xususiy investitsiya kapitali oqimini ko'paytirishni nazarda tutuvchi sohada davlat ishtirokini kamaytirish va investitsiyaviy jozibadorlikni oshirish mexanizmlarini joriy qilish, yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish, fermer xo'jaliklarida mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash"² vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda paxta terish mashinalari pnevmotransport tizimi uchun takomillashtirilgan markazdan qochma ventilyatorning maqbul parametrlari va rejimlarini asoslash muhim vazifalardan hisoblanadi.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-oktabrdagi PF-5853-son "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi va 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi

¹ Cotton: World Statistics. <http://www.ICAC.org>; <https://www.statista.com>.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-oktabrdagi PF-5853-son "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni.

Farmonlari hamda 2019-yil 31-iyuldagi PQ-4410-son “Qishloq xo‘jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish, agrar sektorni qishloq xo‘jalik texnikalari bilan ta‘minlashni davlat tomonidan qo‘llab quvvatlashga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoni o‘rganilganlik darajasi. Paxta terish mashinalari pnevmotransport tizimlarini takomillashtirish borasida xorijda T.S.Solomaxova, B.G.Turbin, K.F.Shpitalnikov (Rossiya), Yiannis G. Ampatzidis, Stavros G. Vougioukas, Mathev D. Whiting, in Zhang (Isroil), Jingshan Tian, Vangfeng Zhang, Hengyi Dong, Zhan Zhao, Tian Jingshan, Zhang Xuyi, Zhang Vangfeng, Li Jianfeng, Yang Yanlong, Yu Yongchuan, Zhao Zhan, Zuo Vening (Xitoy), E. Mygdakos, T.A. Gemtos (Gretsiya), A. Kılıçkan, M. Güner, Erdal Oz (Turkiya), Donald Holley (AQSh), Jaymin Bhalani (Hindiston) va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Respublikamizda esa ushbu yo‘nalishda M.V.Sablikov, D.M.Shpolyanskiy, A.D.Glushenko, R.D.Matchanov, M.T.Toshboltayev, R.R.Xudaykuliyeu, G.A.Koshevnikov, L.M.Shvartsman, T.Sh.Shamsutdinov, P.I.Zilberman, N.B.Barer, A.G.Arzumanyants, V.A.Berejnoj, A.A.Slobodkin, N.A.Artikov, X.A.Ziyaev, Z.X.Alimova, S.O‘sarov, A.A.Rizaev, A.T.Yuldashev, D.A.Qo‘ldoshev, R.A.Xamidov va boshqa olimlar shug‘ullanishgan.

Bu tadqiqotlar natijalari asosida yaratilgan turli konstruktsiyadagi pnevmotransport tizimlariga ega paxta terish mashinalari qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida ma‘lum darajada ijobiy natijalarga erishilgan holda qo‘llanilib kelinmoqda. Ammo, bu tadqiqotlarda mavjud tizimning energiya sarfini hamda chigitning tabiiy sifati buzilishini kamaytirish imkonini beradigan markazdan qochma ventilyator ishlab chiqish hamda parametrlarini asoslash masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T.O‘rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti va Qishloq xo‘jalik mashinasozligi konstruktorlik texnologik markazining qo‘shma AL-210202547 “Ko‘p qatorli paxta terish mashinalari uchun universal-energiya tejamkor pnevmotransport tizimini ishlab chiqish va yaratish” mavzusidagi innovatsion loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi paxta terish mashinalari pnevmotransport tizimi markazdan qochma ventilyatorining samarador konstruktsiyasini ishlab chiqish va uning parametrlarini asoslash hisobiga energiya hajmdorlikni kamaytirish va paxtaning tabiiy sifatini imkon qadar saqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari. Qo'yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi tadqiqot vazifalari belgilab olindi:

jahonda va mamlakatimizda ishlab chiqarilgan paxta terish mashinalarining pnevmotransport tizimi konstruksiyasini takomillashtirish borasida olib borilgan ilmiy-tadqiqot hamda tajriba-konstruktorlik ishlarini tahlil qilish;

samarador konstruksiyadagi markazdan qochma ventilyatorning agrotexnik talablari darajasida ish sifatini kam energiya sarflagan holda ta'minlovchi parametrlari va rejimlarini nazariy asoslash;

samarador markazdan qochma ventilyatorga ega pnevmotransport tizimini traktorning quvvat sarfiga va paxtaning tabiiy sifatiga ta'sirini o'rganish bo'yicha tajribaviy tadqiqotlar o'tkazish;

asoslangan parametrlarga ega bo'lgan samarador markazdan qochma ventilyatorni mavjud paxta terish mashinalari pnevmotransport tizimlarida qo'llashning iqtisodiy samarasini aniqlash.

Tadqiqotning obyektini sifatida paxta terish mashinalarining pnevmotransport tizimi, jumladan markazdan qochma ventilyator, tizim uzellaridagi texnologik jarayonlar olingan.

Tadqiqotning predmetini energiya va sifat jihatdan samarador markazdan qochma ventilyator yon kirish darchasi shaklini ifodalovchi matematik model, pnevmotransport tizimining aerodinamik hisobi hamda ventilyator ichidagi jarayonlarni tadqiq qilish uchun kompyuter modellari tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida pnevmotransport tizimining aerodinamik hisobi, kompyuterli dasturlar yoramida modellashtirish, matematik ifodalar, qishloq xo'jalik mashinalari nazariyasi, hisoblash dasturlari va davlat standartlari (ГОСТ 22587-91, О'zDSt 3225:2017, TSt 63.03.2001, ПД У3 63.03-98) hamda amaldagi me'yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

paxta terish mashinasi pnevmotransport tizimining samarador markazdan qochma ventilyatori parragingining ish rejimi terim sifat ko'rsatkichlarini agrotexnik talablar darajasida ta'minlanishini hisobga olgan holda asoslangan;

samarador markazdan qochma ventilyator yon kirish darchasining ovoid shaklini ifodalovchi matematik model ventilyatorining ish unumi maksimal bo'lishi lozimligi shartidan keltirib chiqarilgan;

ventilyator ichidagi jarayonni ifodalovchi kompyuter modeli ventilyator parragingining paxta chigitlariga minimal ta'sir ko'rsatishni ta'minlash shartidan keltirib chiqarilgan;

pnevmotransport tizimi samarador markazdan qochma ventilyatori yon kirish darchasi yuzasi va parrak aylanishlar sonining maqbul qiymatlari uning ish unumini maksimal bo'lishini ta'minlash shartidan aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

pnevmotransport tizimi uchun yuqori ish unumini ta'minlaydigan markazdan qochma ventilyatorning samarador konstruksiyasi ishlab chiqilgan va parametrlari asoslangan;

ishlab chiqilgan samarador markazdan qochma ventilyator paxta terish mashinasi pnevmotransport tizimida qo'llanilganda yonilg'i sarfi va chigitlar shikastlanish darajasining kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tadqiqotning zamonaviy uslublar va o'lchov asboblari yordamida amalga oshirilganligi, havo oqimlarini aerodinamik hisoblash qoidalari va usullariga rioya qilinganligi, zamonaviy kompyuterli loyihalash dasturlaridan foydalanilganligi, olingan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalarining turli mezonlar bo'yicha o'zaro muvofiqligi, samarador markazdan qochma ventilyatorga ega pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasi laboratoriya va dala sinovlari natijalarining ijobiyliigi va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati samarador markazdan qochma ventilyatorning kam energiya sarflagan holda ish sifatini ta'minlovchi yon kirish darchasi parametrlari asoslanganligi hamda olingan matematik va kompyuter modellaridan boshqa shunga o'xshash bo'lgan ventilyatorlar parametrlarini asoslashda foydalanish mumkinligi tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyatini belgilaydi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati markazdan qochma ventilyatorning samarador konstruksiyasi qo'llanilganda paxta terimining sifat ko'rsatkichlari agrotexnik talablar darajasida bo'lishi, yonilg'i-moylash materiallari, mehnat sarfi va foydalanish xarajatlarini kamaytirish va ish unumini oshirishga erishilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Paxta terish mashinasi pnevmotransport tizimi uchun samarador ventilyator parametrlarini asoslash bo'yicha olingan natijalar asosida:

mazkur samarador konstruksiyadagi markazdan qochma ventilyator uchun Intellektual mulk markazining foydali modelga "Paxta terish mashinasida paxtani tashish uchun markazdan qochma ventilyator" FAP 2530 raqamli patent olingan (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 30-maydagi 05/04-04-281-son ma'lumotnomasi). Natijada paxta terish mashinasi pnevmotrasport tizimi uchun samarador ventilyator konstruksiyasini ishlab chiqish imkoni yaratilgan;

takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasi Toshkent viloyati "Qishloq xo'jalik texnikasi va texnologiyalarini sertifikatlash va sinash markazi", "TCT AGRO CLUSTER" va "Hur O'lka Fayz" fermer xo'jaliklariga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 30-maydagi 05/04-04-281-son ma'lumotnomasi). Natijada terilgan paxta chigitlarining shikastlanishi 2,87 % dan 0,8 % gacha kamaytirishga erishilgan va iqtisodiy samaradorlik olingan;

samarador ventilyatorga ega pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasining sanoat nusxalarini ishlab chiqish va tayyorlash uchun uning loyiha-konstruktorlik hujjatlari (dastlabki talablar, texnik topshiriq va chizmalar) "Qishloq xo'jalik mashinsozligi-konstruktorlik texnologik markazi",

“Anor Upgrowth” MChJ va “Tex Inno Way” MChJlarda loyihalash jarayoniga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi huzuridagi Qishloq xo‘jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 30-maydagi 05/04-04-281-son ma‘lumotnomasi). Natijada paxta terimini agrotexnika talablari darajasida ta‘minlaydigan yarim osma paxta terish mashinasini sanoat usulida ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobasiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 7 ta xalqaro 2 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 16 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan hamda Intellektual mulk markazining foydali modelga 1 ta patent, elektron hisoblash mashinalari uchun 1 ta dasturiy guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 115 betni tashkil etadi.

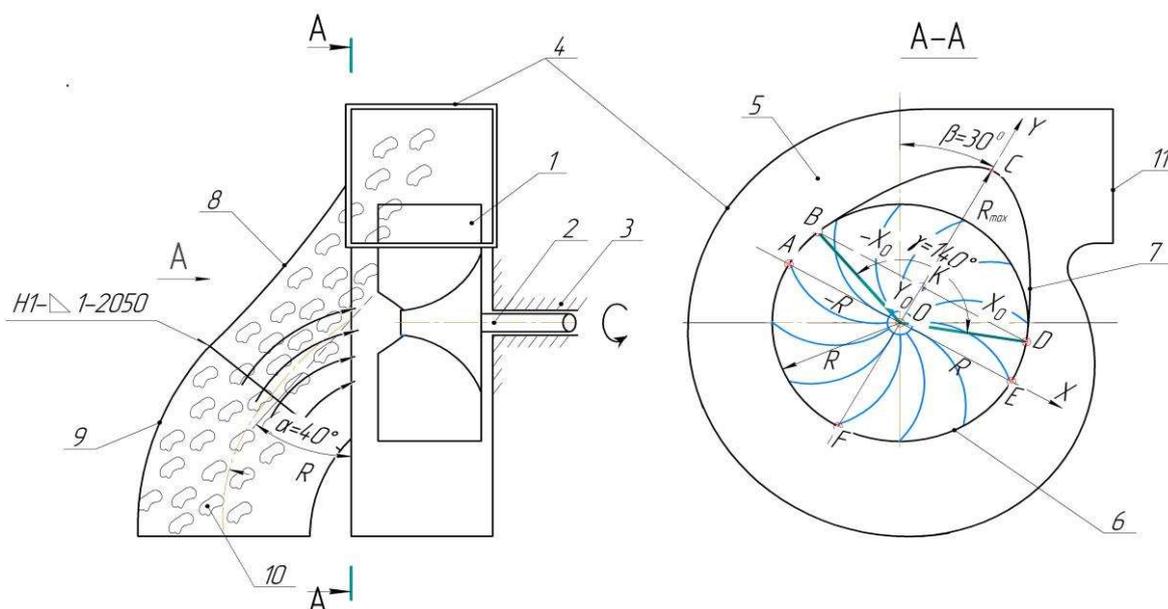
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, tadqiqot obyekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotni respublika fan va texnologiyalar rivojlanishini ustuvor yo‘nalishlariga mosligi va dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalar ishonchliligi asoslab berilgan, olingan natijalarni nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etilishi, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiya ishining **“Muammoning qo‘yilishi hamda tadqiqot vazifalari”** deb nomlangan birinchi bobida paxta terish mashinalari sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashda va quvvat sarfini kamaytirishda pnevmotransport tizimi markazdan qochma ventilyatorining o‘rni va ahamiyati, agrotexnik talablar, turli konstruksiyadagi paxta terish mashinalari pnevmotransport tizimlarining tuzilishi hamda ishlash prinsiplari, pnevmotransport tizimini takomillashtirish borasidagi ilmiy tadqiqotlar va pnevmotransport tizimi ventilyatorlari bo‘yicha patentlar tahlil etilgan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiya ishining **“Pnevmotransport tizimi ventilyatori konstruksiyasini takomillashtirishning nazariy asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobida takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi uchun ventilyatorning geometrik hamda kinematik parametrlari nazariy jihatdan asoslangan. Ishlab chiqarishdagi hamda samarador ventilyatorga ega pnevmotransport tizimlarining aerodinamik hisoblari bajarilgan. Ventilyator ichidagi jarayon kompyuter dasturi orqali modellashtirilgan.

Quyidagi 1-rasmdagi sxemada ovoid shakldagi yon kirish darchasiga ega ventilyator sxemasi keltirilgan. Bu sxemada ko'rsatilgan ventilyatorning yon kirish darchasining yuzasi $S=0,226 \text{ m}^2$ ga teng. Ventilyator parrak 1, asosiy o'q 2, tayanch 3 va spiralsimon korpus 4, yon devor 5, kirish darchasining doirasimon qismi 6, parabolasiimon qism 7, yo'naltiruvchi quvur 8, havo to'plagich 9 va chiqish darchasi 11 dan iborat.



- 1 – parrak; 2 – asosiy o‘q; 3 – tayanch; 4 – spiralsimon korpus; 5 – yon devor;
 6 – darchaning doirasimon qismi; 7 – darchaning parabola qismi; 8 – yo‘naltiruvchi quvur;
 9 – havo to‘plagich; 10 – paxta; 11 – chiqish darchasi

1-rasm. Taklif qilinayotgan ventilyatorning yon kirish darchasining sxemasi

Kirish darchasining diametri parrak diametriga teng va uning bo‘ylama o‘qi ventilyatorning vertikal o‘qiga nisbatan $\beta=30^\circ$ burchak ostida qiya o‘rnatilgan. Ventilyator korpusi 4 ga yo‘naltiruvchi quvur 8 $\alpha=40^\circ$ burchak ostida payvandlangan. Parrak 1 markazidagi so‘ruvchi aerodinamik kuchdan hosil bo‘ladigan havo oqimining yuqori tezligi tufayli tashilayotgan paxta o‘zining inersiyasi orqali bilan jipslanadi. Yon kirish darchasining o‘lchamlari kattalashishi natijasida paxtaning ventilyatorga kirish qismidagi kritik tezlik ($v_{kr}=28-30 \text{ m/s}$) dan kam bo‘lganligi sababli nazariy jihatdan ventilyatorning paxta chigitlariga salbiy mexanik ta’siri minimum darajada bo‘ladi.

1-rasmda ko‘rsatilgan ovoid shaklning ordinatalari (1)-(3) formulalar yordamida ifodalanadi:

parabola BCD :

$$y_{BCD} = R + y_0 - 1.8 \cdot 10^{-5} R \cdot x^2; \quad x \in (-x_0; x_0), \quad (1)$$

qisman doira $ABDE$:

$$y_{ABDE} = \sqrt{R^2 - x^2}; \quad x \in (-R; -x_0) \cup (x_0; R), \quad (2)$$

yarim doira AEF :

$$y_{AEF} = -\sqrt{R^2 - x^2}; \quad x \in [-R; R], \quad (3)$$

bunda R – parrak diametri, m; x – ovoidning absissa o‘qi (ko‘ndalang o‘q), m; y_0 – doiradan parabolaga silliq o‘tishdagi boshlang‘ich koordinata, m.

Ventilyator parragining radiusi $R=250$ mm ga teng.

bunda $\angle BOD=140^\circ$, $OK=y_0=R \cdot \cos 70^\circ=250 \cdot \cos 70^\circ=85,5$ mm;

$KD=x_0=R \cdot \sin 70^\circ=250 \cdot \sin 70^\circ=235$ mm ga teng bo‘ladi.

Bosim yo‘qotilishlari va zaruriy quvvatni hisoblashda paxta terish mashinasining pnevmotransport tizimidagi havo oqimi tezliklari asos qilib olindi.

Tizimdagi bosim yo‘qotilishlari quyidagi ifoda yordamida hisoblandi:

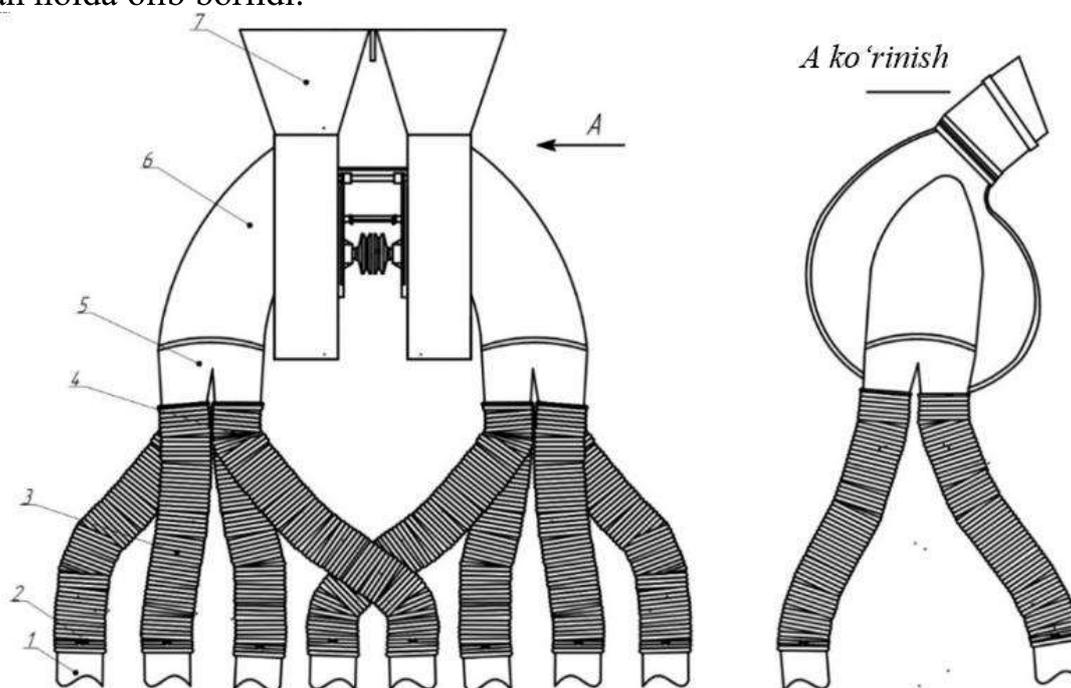
$$\Delta p_i = 0,5 \xi_i \rho v_i^2, \quad (4)$$

bunda ξ_i – aerodinamik qarshilik koeffitsienti;

ρ – havoning zichligi, kg/m^3 ;

v_i – qaralayotgan kesimdagi havoning o‘rtacha tezligi, m/s.

Takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi 7 ta asosiy qismdan iborat (2-rasm). Hisoblashlar mazkur tizim konstruksiyasining o‘ziga hosliklari inobatga olingan holda olib borildi.



1 – qabul kamerasi; 2,3 – egiluvchan quvurlar; 4 – yo‘naltirgich; 5,6 – mos ravishda havo to‘plagichning boshlanish va tugash qismi; 7 – diffuzor

2-rasm. Paxta terish mashinasining takomillashtirilgan pnevmotransport tizimining hisob sxemasi

Tizimdagi umumiy bosim yo‘qotilishi aniqlangach ventilyator uchun talab qilinadigan quvvat quyidagi formula orqali aniqlanadi:

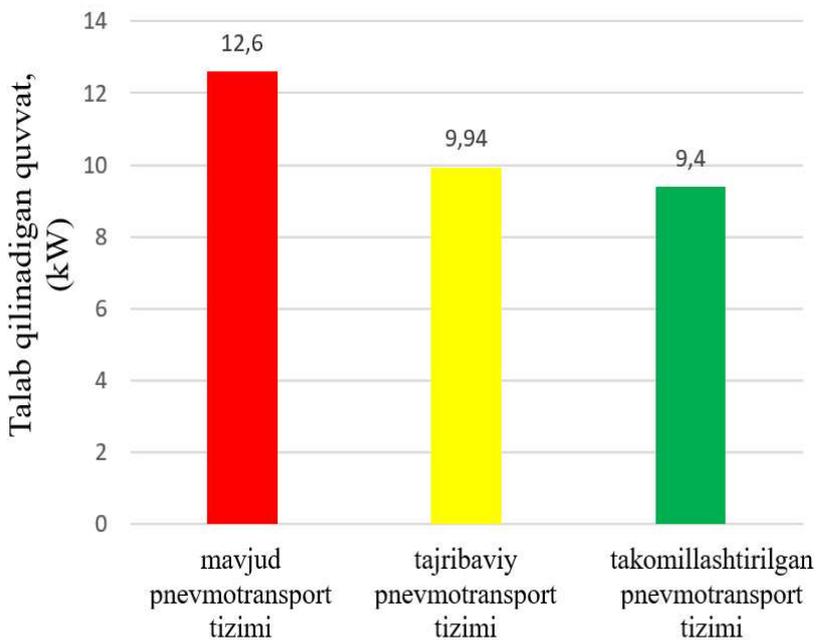
$$N = \frac{p_{um} \cdot Q}{\eta}, \quad (5)$$

bunda: p_{um} – tizimdagi umumiy bosim, Pa;

Q – ventilyator ish unumi, m^3/s ;

η – ventilyatorning FIKi. Odatda bu turdagi ventilyatorlarda $\eta=0,5$ ga teng.

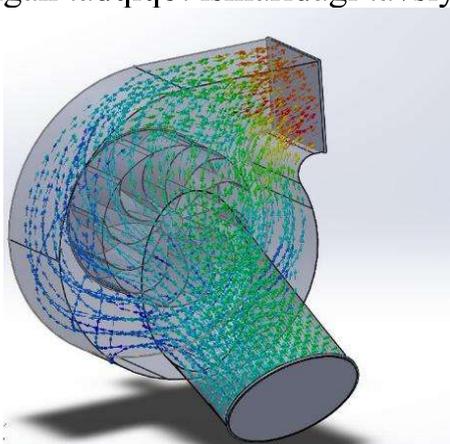
Quyidagi 3-rasmda yarim tirkama paxta terish mashinasining mavjud, tajribaviy va takomillashtirilgan konstruksiyadagi pnevmotransport tizimlari ventilyatori uchun zaruriy quvvat qiymatlarining ustunli diagrammasi keltirilgan.



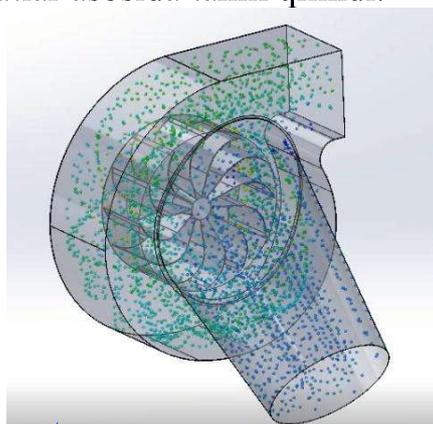
3-rasm. Yarim tirkama paxta terish mashinasining turli konstruksiyadagi pnevmotransport tizimlari quvvat sarfining qiyosiy ustunli diagrammasi

Ventilyatorlarda sodir bo'layotgan jarayonni tadqiq qilish uchun kompyuterli model-lashtirish usulidan foydalanildi. Bunda parrakning aylanishlar soni 600-1800 r/min sharoitdagi havo oqimining tezliklari (m/s) va va ish unumi (havoning hajmiy sarfi, m³/s) ning o'zgarishi ko'rib chiqildi. Quyidagi 4-rasmda mavjud ventilyator (4, a-rasm)

va takomillashtirilgan (4, b-rasm) konstruksiyadagi ventilyatorning turli aylanishlar sonida ventilyator ichida havo harakatining tasvirlari keltirilgan. Solid Works dasturi yordamida kompyuterli modellashtirishdan olingan natijalar oldingi bajarilgan tadqiqot ishlaridagi tavsiyaviy qiymatlar asosida tahlil qilindi.



a – mavjud ventilyator



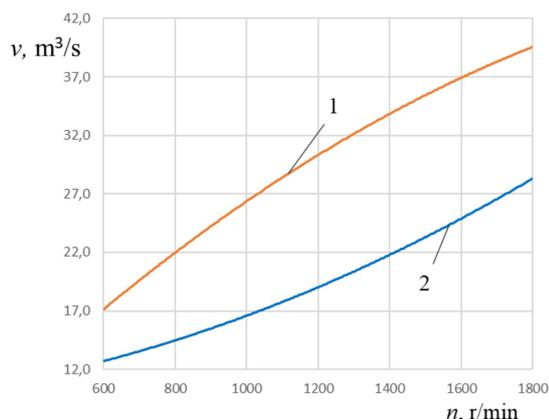
b – takomillashtirilgan ventilyator

4-rasm. Ventilyator ichida havoning harakatining kompyuter modeli

Kompyuter dasturi orqali olib borilgan nazariy tadqiqotlarda turli aylanishlar sonidagi o'rtacha qiymatlar tanlab olinib, ular asosida grafiklar qurilgan.

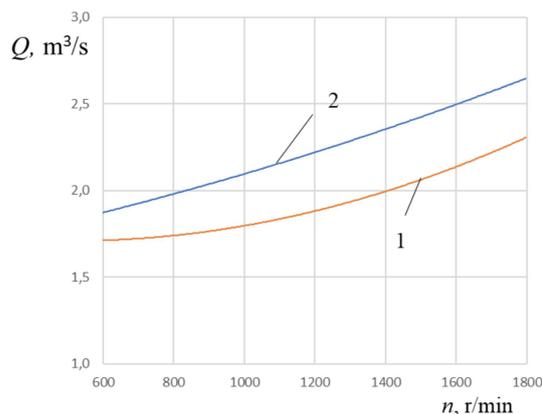
5-rasmda paxtaning ventilyator parraklariga urilish paytidagi tezligining parrak aylanishlar soniga bog'liqligi grafigi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, takomillashtirilgan ventilyator ichida paxta nisbatan kichik tezliklarda parrak bilan ta'sirlashadi. Bu esa paxtaga etadigan mexanik shikastlanishlarni minimallashtiradi.

6-rasmda ventilyator ish unumining parrak aylanishlar soniga bog‘liqligi grafigi keltirilgan.



1 – mavjud; 2 – takomillashtirilgan

5-rasm. Paxtaning ventilyator parraklariga urilish paytidagi tezligining parrak aylanishlar soniga bog‘liqligi



6-rasm. Ish unumi (hajmiy havo sarfi)ning parrak aylanishlar soniga bog‘liqligi

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, takomillashtirilgan konstruksiyadagi ventilyatorda $n=1200$ r/min holati ish unumini tavsiya etilgan qiymatlarda, ya’ni $Q=2,2$ m³/s bo‘lishini ta’minlab bera oladi. Bu holat paxtaning terish apparati orqali terilgan paxtani ishonchli tashilishi uchun yetarlidir. Mavjud konstruksiyada esa ish unumini aynan shu qiymatda ta’minlash uchun parraklar aylanishlar soni $n=1600$ r/min atrofida bo‘lishi lozim. Bu esa o‘z navbatida ventilyator uchun qo‘shimcha quvvat sarfi talab qiladi.

Dissertatsiyaning **“Samarador ventilyator bilan jihozlangan pnevmotransport tizimini yaratish va laboratoriya sinovlarini o‘tkazish”** deb nomlangan uchinchi bobida takomillashtirilgan pnevmotransport tizimini tadqiq



Ventilyator
havo to‘plagich
moslashuvchan gofrali quvur
tasmali uzatma
qabul kamerasi
elektrovigatel

qilish stendini tayyorlash hamda unda o‘tkazilgan tajribalar natijalari va ularning tahlillari keltirilgan. Nazariy hisoblashlarga asoslangan holda samarador ventilyatorga ega pnevmotransport tizimining 3D modellari va eskizlari shakllantirildi. Konstruksiya uchun dastlabki talab va texnik topshiriqlar ishlab chiqilgan. Shular asosida tajriba stendi tayyorlandi hamda tajribalar o‘tkazildi (7-rasm).

1,2 – diffuzor;

3 – so‘ruvchi quvur-ning tepa qismi;

4,5 – so‘ruvchi quvurning pastki qismi;

6 – havo to‘plagich; 7 – qabul kamerasining tepa

qismi; 8 – qabul kamerasining pastki qismi

7-rasm. Paxta terish mashinasi pnevmotransport tizimini tadqiq etish stendining umumiy ko‘rinishi (1 dan 8 gacha raqamlar havo oqimi tezligini o‘lchash nuqtalari)

Ventilyator yon kirish darchasi FAP 2530 raqamli patentga muvofiq tayyorlangan.

Tizimdagi havo oqimi tezliklarini o'lchash ishlari 7-rasmda keltirilgan xarakterli nuqtalarda amalga oshirildi. Bunda zamonaviy lazerli taxometr va havo oqimi tezligi hamda bosimini o'lchovchi "Anemomaster" qurilmasidan foydalanildi.

Ushbu nuqtalarda o'lchab olingan havo tezliklari qiymatlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan. Bunda I-IV bo'lgan raqamlar qabul kameralari tartib raqamini ifodalaydi.

1-jadval

Ventilyator aylanishlar soniga bog'liq holda tizimdagi havo oqimi tezliklarining o'zgarishi

№	Parrakning aylanishlar soni n , r/min	Havo oqimi tezligi, m/s (1-5)				
		1	2	3	4	5
1	1000	4,8	8,4	11,8	4,8	8,1
2	1200	5,6	9,6	13,1	5,6	9,6
3	1400	5,9	12,7	16,7	5,9	10,2
4	1600	7,0	13,9	18,3	6,3	12,7

1-jadvalning davomi

№	Parrakning aylanishlar soni n , r/min	Havo oqimi tezligi, m/s (6-8)											
		I			II			III			IV		
		6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
1	1000	12,6	13,1	5,6	12,1	13,6	8,0	12,0	12,4	6,1	12,4	12,1	5,7
2	1200	13,7	14,0	5,8	14,2	16,5	9,6	13,8	14,1	7,4	13,8	12,7	6,3
3	1400	16,6	16,7	6,2	15,8	18,6	11,5	15,1	16,2	9,4	17,4	14,2	7,8
4	1600	18,1	18,8	6,9	17,5	19,2	12,0	16,5	17,4	9,8	18,8	16,8	8,9

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, pnevmotransport tizimining pastki qismida havo oqimi tezligining eng kam qiymati 5,6 m/s ni tashkil qildi. Bu esa paxtaning ruxsat etilgan muallaqlik tezligi (paxta naviga qarab $v_m=4,8-5,1$ m/s oraliqda) dan 1,1 marta ko'p.

Pnevmotransport tizimining samarador konstruksiyadagi markazdan qochma ventilyatorining paxta chigitlariga mexanik ta'siri darajasini aniqlash maqsadida tajribaviy tadqiqotlar o'tkazildi. Bunda ventilyatorning yon kirish darchasi organik shishadan tayyorlandi. Ventilyator ichida paxtaning harakati tasvirga olindi. Bu holatda terilgan paxtaning 30 % dan ortiq qismi ventilyator ovoid shakldagi yon kirish darchasing samarasi tufayli parrak va ventilyator korpusi bilan ta'sirlashmasdan bunkerga uzatildi (8-rasm).



I II III IV
8-rasm. Paxtaning ventilyator ichidagi harakatining tasvirlari

Bu holatda chigitlar shikastlanishi 3-3,5 marta kamaydi.

Tajribaviy tadqiqotlar ko‘p omilli tajribalarni rejalashtirish usullaridan foydalanib o‘rganiladi. Tadqiqotlar 3^2 reja bo‘yicha olib borildi. Bunda omillar 3 darajada (+1, 0, -1) turlanadi va o‘tkazilgan tajribalar soni $3^2=9$ ga teng.

2-jadval

Tajriba omilining o‘zgarishi darajalari va intervallari

№	Omil nomi	O‘lchov birligi	Belgilanishi	Omillar sathlari va qiymatlari			Interval
				-1	0	+1	
1	Yon kirish darchasining yuzasi	S, m^2	x_1	0,17	0,2	0,23	0,03
2	Parrak aylanishlar soni	$n, r/s$	x_2	16,7	20,0	23,3	3,3

3-jadval

Tajribaning chiquvchi parametri

Belgilanishi	Nomlanishi	Qiymati
ΔQ	Ish unumi	m^3/s

Regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$y = 2,121 + 0,03x_2 - 0,107x_1^2 - 0,023x_2^2 + 0,037x_1x_2, \quad (6)$$

Regressiya tenglamasini soddalashtirib, pnevmotransport tizimi ventilyatori uchun quyidagi ko‘rinishda yozib olishimiz mumkin:

$$\Delta Q = -0,27152 + 40,0853S + 0,1601n + 0,3737Sn - 118,89S^2 - 0,002116n^2, \quad (7)$$

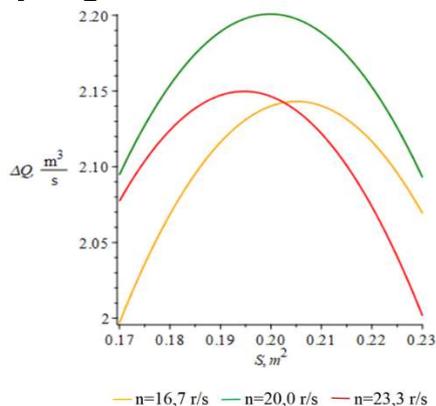
Nazariy va tajribaviy tadqiqotlarning o‘zaro muvofiqligi A.N.Kolmogorovning moslik mezonini orqali tekshirildi va u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$D = \max|f_n - f_t|, \quad (8)$$

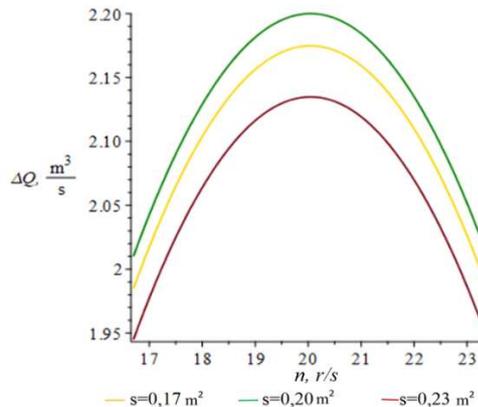
$$\lambda = D\sqrt{n}, \quad (9)$$

A.N.Kolmogorov moslik mezonini uchun maxsus jadvallar mavjud. Ushbu mezonning asosiy sharti $\lambda \leq (1,0-1,2)$ bo'lishini e'tiborga olsak, ish unumining nazariy va empirik (tajribaviy) qiymatlari mos kelishini ishonch bilan aytish mumkin.

Regressiya tenglamasi asosida kiruvchi omillarning chiqish kattaligiga ta'siri quyidagi 9-10 rasmlarda keltirilgan.



9-rasm. Ventilyator ish unumining yon kirish darchasi yuzasiga bog'liqligi



10-rasm. Ventilyator ish unumining parrak aylanishlar soniga bog'liqligi

Takomillashtirilgan pnevmotransport tizimining paxtaning tabiiy sifatiga ko'rsatadigan mexanik ta'sirlarini baholashda Qishloq xo'jalik texnikasi va texnologiyalarini sinash va sertifikatlash markazi tomonidan GOST 21820.2-76 ga muvofiq tahlil o'tkazildi. "Sulton", "Tafakkur" va "C-6524" navlari bo'yicha barcha qabul kameralaridan bir vaqtda o'tkazilgan paxta chigitlarining shikastlanish darajalari 1000 va 1200 r/min sharoitida agrotexnik talablar darajasida bo'lgan, ya'ni 1 % dan oshmagan.

Dissertatsiyaning "**Samarador ventilyatorga ega pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasi dala sinovlari hamda iqtisodiy samaradorlik**" deb nomlangan to'rtinchi bobida samarador ventilyatorga ega takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasining qisqacha texnik tavsifi, dala sinovlari natijalari va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari keltirilgan.

Tajribaviy paxta terish mashinasi Qishloq xo'jalik texnikasi va texnologiyalarini sertifikatlash va sinash markazi xodimlari ishtirokida Toshkent viloyati "Hur O'lka Fayz" fermer xo'jaligi dalasida sinovdan o'tkazildi (11-rasm).



11-rasm. Samarador pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasining dala sinovlari jarayoni

Quyidagi 4-jadvalda samarador ventilyatorga ega pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasining 1 martalik terimdagi sifati ko'rsatkichlari keltirilgan.

4-jadval

Tajribaviy paxta terish mashinaning bir martalik terimdagi sifati ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar nomi	Ko'rsatkichlarning qiymati			
	TSt 25272604 - 027:2017 bo'yicha	Sinov natijasi bo'yicha		
Ishchi tirqish kengligi, mm	26 dan 32 gacha	34-30	32-28	30-26
Paxta dalasi hosildorligi, q/ha	ma'lumotlar yo'q	38,07		
Terilgan paxtaning ifloslanish darajasi, %	10 dan oshmasligi kerak	7,4	7,8	8,7
Chigitlarning shikastlanish darajasi, %	1,0 dan oshmasligi kerak	0,2	0,6	0,8

4-jadvaldan ko'rinib turibdiki, bir martalik terimda terilgan paxtadagi chigitlar shikastlanishi ko'rsatkichi hatto eng kichik ishchi tirqish kengligida (old juft barabanlarda 30 mm, orqa juft barabanlarda 26 mm) ham 0,8 % ni tashkil etdi, bu esa chigitlar shikastlanish darajasi agrotexnik talablari doirasida ekanligini bildiradi. Demak, takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi bilan jihozlangan paxta terish mashinasi terilgan paxtaning sifati jihatdan samaradordir.

O'tkazilgan hisoblarning ko'rsatishicha, takomillashtirilgan pnevmotransport tizimini yarim tirkama paxta terish mashinalarida qo'llash mehnat sarfini 14,7 % ga va ekspluatatsion xarajatlarni 12,5 % ga kamaytirar ekan. Asosan traktor uchun sarflanadigan yonilg'i hamda mehnat va ekspluatatsion xarajatlar kamayishi hisobiga mazkur pnevmotransport tizimini bitta mashinada qo'llashdan olinadigan yillik iqtisodiy samara 17 376 084,14 UZSni tashkil etadi.

XULOSA

“Paxta terish mashinasi pnevmotransport tizimining samarador markazdan qochma ventilyatori parametrlarini asoslash” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Paxta terish mashinalarining pnevmotransport tizimi konstruksiyasini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot va qiyosiy sinovlar natijalari shuni ko'rsatdiki, yarim tirkama paxta terish mashinalari energiya tejamkor pnevmotransport tizimlarga ega, ammo ularning ta'sirida terilgan paxta chigitlarining shikastlanishi agrotexnik talablarga javob bermaydi.

2. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, yarim tirkama paxta terish mashinalarining so'ruvchi-haydovchi turdagi pnevmotransport tizimlarida

markazdan qochma ventilyatorning yon kirish darchasi ovoid shaklda bo'lishi maqsadga muvofiq.

3. O'tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijasida samarador ventilyatorga ega takomillashtirilgan pnevmotransport tizimining aerodinamik jarayonlari va parametrlarini aniqlash imkonini beradigan analitik bog'lanishlar, matematik modellar hamda ular bo'yicha o'tkazilgan hisobiy natijalar olindi:

ovoid shakldagi yon kirish darchasining pastki radiusi 250 mm, ovoid uzunligi 335 mm, ovoid markazidan parabola uchigacha bo'lgan masofa 85 mm, uning vertikalga nisbatan joylashish burchagi 30° bo'lishi lozim.

4. O'tkazilgan tajribaviy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, tajribaviy paxta terish mashinasi o'rnatilgan traktorning tezligi 4,23-5,13 km/h hamda pnevmotransport tizimidagi yon kirish darchasi ovoid shaklda va kirish darchasining pastki radiusi 250 mm, ovoid uzunligi 335 mm, ovoid markazidan parabola uchigacha bo'lgan masofa 85 mm, uning vertikalga nisbatan joylashish burchagi 30° bo'lganda paxta terimining agrotexnik talab darajasida bo'lishi ta'minlanadi.

5. Asoslangan tur va parametrlarga ega bo'lgan takomillashtirilgan pnevmotransport tizimi yarim tirkama paxta terish mashinalarida qo'llanilganda mehnat sarfi 14,7 % ga va ekspluatatsion xarajatlar 12,5 % ga kamaygan. Buning evaziga takomillashtirilgan pnevmotransport tizimini bitta mashinada qo'llashdan olinadigan yillik iqtisodiy samara 17 376 084,14 UZSni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.05/13.05.2020.Т.112.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ИНСТИТУТЕ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ
ИМЕНИ М.Т.УРАЗБАЕВА АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

НОРМАТОВ МАНСУРБЕК КУЗИБАЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО
ЦЕНТРОБЕЖНОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ
СИСТЕМЫ ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ**

**05.07.01 – Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Механизация
сельскохозяйственных и мелиоративных работ**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за № В2025.2.PhD/Г4283

Диссертация выполнена в институт механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: www.qxmiti.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Худайкулиев Ражаббой Рузматович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Официальные оппоненты:

Толибаев Аллысбай Ержанбаевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Кодиралиев Акбаржон
доктор философии по техническим наукам

Ведущая организация:

Ташкентский государственный аграрный университет

Защита диссертации состоится «20» 11 2025 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.05/13.05.2020.T.112.01 при Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства. (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99871) 601-07-04, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (регистрационный номер 506). (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99871) 601-07-04, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Автореферат диссертации разослан «31» 10 2025 года.

(Протокол рассылки № 63 от «31» 10 2025 года).



[Handwritten signature]

А. Тухтакулиев
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

[Handwritten signature]

Б.П. Артикбаев
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, PhD по техническим наукам, с.н.с.

[Handwritten signature]

К.К. Нурiev
Заместитель председателя научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает разработка энерго-ресурсосберегающих и высокопроизводительных хлопкоуборочных машин для сбора урожая хлопка и их применение на практике. Учитывая, что «более 90 стран мира занимаются хлопководством и ежегодно выращивают урожай хлопка на 32 млн. гектарах площади»¹, одной из важных задач является повышение уровня механизации при сборе хлопка, разработка ресурсосберегающих технологий и технических средств. В связи с этим большое внимание уделяется снижению загрязнения хлопка и повреждения семян хлопчатника для повышения качественных показателей хлопка, собранного в бункер при машинном сборе.

В мире ведутся научно-исследовательские работы по разработке новых ресурсосберегающих и эффективных технических средств для сбора урожая хлопка, повышению качества их работы и снижению энерго-материальной затраты за счет совершенствования существующих. В этом направлении проведение научно-исследовательских работ по повышению производительности хлопкоуборочных машин при минимальных затратах энергии, обеспечению уровня загрязнения собранного хлопка и повреждения семян на уровне агротехнических требований является одной из актуальных задач.

В сельскохозяйственном производстве республики осуществляются широкомасштабные мероприятия по снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов, уборке урожая на основе передовых технологий и разработке высокопроизводительных машин, в том числе особое внимание уделяется разработке усовершенствованных технических средств, обеспечивающих качественное выполнение всех технологических процессов при уборке урожая хлопка с минимальными затратами энергии. В Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы определены задачи, в частности, «...внедрение механизмов снижения государственного участия и повышения инвестиционной привлекательности в отрасли, предусматривающих увеличение потока частного инвестиционного капитала для поддержки модернизации, диверсификации и устойчивого роста сельского хозяйства и пищевой промышленности, рационального использования земельных и водных ресурсов, повышения производительности труда в фермерских хозяйствах, улучшения качества продукции»². При реализации этих задач одной из важных вопросов является обоснование оптимальных параметров и режимов усовершенствованного центробежного вентилятора для пневмотранспортной системы хлопкоуборочных машин.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики

¹ Cotton: World Statistics. <http://www.ICAC.org>; <https://www.statista.com>.

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы».

Узбекистан УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» и УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и в Постановлении ПП-4410 от 31 июля 2019 года «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлениям развития науки и технологий республики II «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. По совершенствованию пневмотранспортных систем хлопкоуборочных машин, обоснованию их параметров за рубежом занимались Т.С. Соломахова, Б.Г. Турбин, К.Ф. Шпиталников (Россия), Yiannis G. Ampatzidis, Stavros G. Vougioukas, Mathev D. Whiting In Zhang (Израиль), Jingshan Tian, Vangfeng Zhang, Hengyi Dong, Zhan Zhao, Tian Jingshan, Zhang Xuyi, Zhang Vangfeng, Li Jianfeng, Yang Yanlong, Yu Yongchuan, Zhao Zhan, Zuo Vening (Китай), E. Mygdakos, T.A. Gemtos (Греция), A. Kılıçkan, M. Güner, Erdal Oz (Турция), Donald Holley (США), Jaymin Bhalani (Индия) и другие.

В Республике исследования по совершенствованию пневмотранспортных систем хлопкоуборочных машин проводили М.В. Сабликов, Д.М. Шполянский, А.Д. Глущенко, Р.Д. Матчанов, М.Т.Тошболтаев, Р.Р.Худайкулиев, Г.А. Кошевников, Л.М. Шварцман, Т.Ш. Шамсутдинов, П.И. Зильберман, Н.Б. Барер, А.Г. Арзуманянц, В.А. Бережной, А.А. Слободкин, Н.А.Артыков, К.А.Зияев, З.Х.Алимова, С.Усаров, А.А. Ризаев, А.Т. Юлдашев, Д.А. Кулдошев, Р.А. Хамидов и другие.

На основе исследований вышеуказанных ученых разработаны хлопкоуборочные машины с пневмотранспортными системами различных конструкций применяются в сельскохозяйственном производстве и дают положительные результаты. Однако в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы разработки и обоснования параметров центробежного вентилятора, позволяющего бы снизить энергопотребление существующей системы и сохранить естественное качество семян.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа является совместным проектом Института механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева Академии Наук Республики Узбекистан и Конструкторско-технологического центра сельскохозяйственного машиностроения выполнен в рамках инновационного проекта AL-210202547 по теме «Разработка и создание универсальной энергосберегающей пневмотранспортной системы для многорядных хлопкоуборочных машин».

Целью исследований является разработка эффективной конструкции центробежного вентилятора для пневмотранспортной системы хлопкоуборочных машин и обоснование его параметров, что позволит снизить энергозатраты и максимально сохранить природное качество хлопка.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

проведение анализа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых по совершенствованию конструкции пневмотранспортной системы хлопкоуборочных машин мирового и отечественного производства;

теоретическое обоснование параметров и режимов эффективного центробежного вентилятора, обеспечивающих качество работы на уровне агротехнических требований при низких энергозатратах;

проведение экспериментальных исследований по изучению влияния пневмотранспортной системы, оснащенной эффективным центробежным вентилятором, на энергопотребление трактора и натуральное качество хлопка-сырца;

определение экономической эффективности использования эффективного центробежного вентилятора с обоснованными параметрами в пневмотранспортных системах серийных хлопкоуборочных машин.

Объектом исследования являются пневмотранспортная система хлопкоуборочных машин, включающая центробежный вентилятор, и технологические процессы в узлах системы.

Предметом исследования являются математическая модель, описывающая форму бокового входного отверстия энерго и качественного центробежного вентилятора, аэродинамические расчеты пневмотранспортной системы, а также компьютерные модели для исследования процессов внутри вентилятора.

Методы исследования. В исследовании использованы аэродинамический расчет пневмотранспортной системы, моделирование с помощью программ, математические выражения, теория сельскохозяйственных машин, вычислительные программы и государственные стандарты ГОСТ 22587-91, O'zDst 3225:2017, TSt 63.03.2001, РД Уз 63.03-98) и методами, предусмотренными действующими нормативными документами.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснован режим работы ротора эффективного центробежного вентилятора пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины с учетом обеспечения качественных показателей сбора на уровне агротехнических требований;

математическая модель, представляющая собой овоидную форму бокового входного отверстия эффективного центробежного вентилятора, выведена из условия, что производительность вентилятора должна быть максимальной;

компьютерная модель, представляющая процесс внутри вентилятора, выведена из условия обеспечения минимального воздействия лопасти вентилятора на семена хлопчатника;

оптимальные значения площади бокового входного отверстия и числа оборотов ротора эффективного центробежного вентилятора пневмотранспортной системы определены из условия обеспечения максимальной производительности.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

разработана эффективная конструкция центробежного вентилятора, обеспечивающая высокую производительность пневмотранспортной системы, и обоснованы его параметры;

при применении разработанного эффективного центробежного вентилятора в пневмотранспортной системе хлопкоуборочной машины снижаются расход топлива и повреждения семян.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследования проводились с применением современных методов и средств измерений, соблюдались правила и методы аэродинамического расчета воздушных потоков, использовались современные программы компьютерного проектирования, полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований согласовывались между собой по различным критериям, а также положительными результатами лабораторных и натурных испытаний хлопкоуборочной машины, оснащенной пневмотранспортной системой с эффективным центробежным вентилятором, и ее внедрением на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается тем, что на основе полученных математических и компьютерных моделей определены параметры бокового входного отверстия эффективного центробежного вентилятора, обеспечивающие качество его работы при низком энергопотреблении, и они могут быть использованы для обоснования параметров других аналогичных вентиляторов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что при применении эффективной конструкции центробежного вентилятора показатели качества уборки хлопка находятся на уровне агротехнических требований, снижаются затраты на горюче-смазочные материалы, трудозатраты и эксплуатационные расходы, повышается производительность машины.

Внедрение результатов исследований. На основании полученных результатов при обосновании параметров эффективного вентилятора для пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины:

эффективную конструкцию центробежного вентилятора получен патент на полезную модель FAP 2530 «Центробежный вентилятор для транспортировки хлопка в хлопкоуборочной машине» Центра интеллектуальной собственности (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства

Республики Узбекистан № 05/04-04-281 от 30 мая 2025 года). В результате удалось разработать эффективную конструкцию вентилятора для пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины;

хлопкоуборочная машина, оснащенная усовершенствованной системой пневмотранспорта, успешно прошла лабораторные и полевые испытания в «Центре сертификации и испытаний сельскохозяйственной техники и технологий», ООО «ТСТ AGRO CLUSTER» и фермерском хозяйстве «Хур Улка Файз» (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/04-04-281 от 30 мая 2025 года). В результате достигнуто снизить повреждения семян хлопчатника с 2,87 % до 0,8 % с получением экономической эффективности;

опытно-конструкторская документация (исходные требования, технические задания и чертежи) на разработку и изготовление промышленных экземпляров хлопкоуборочной машины, оснащенной эффективным вентилятором пневмотранспортной системы, внедрена в процесс проектирования в «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения», ООО «Anor Upgrowth» и ООО «Tech Inno Way» (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/04-04-281 от 30 мая 2025 года). В результате появилась возможность промышленного производства полунавесной хлопкоуборочной машины, обеспечивающей уборку хлопка на уровне агротехнических требований.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены в 7 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций - 5, в том числе, 2 - в зарубежных журналах, а также получены 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство на программу для электронной вычислительной машины Центра интеллектуальной собственности.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем основной части диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

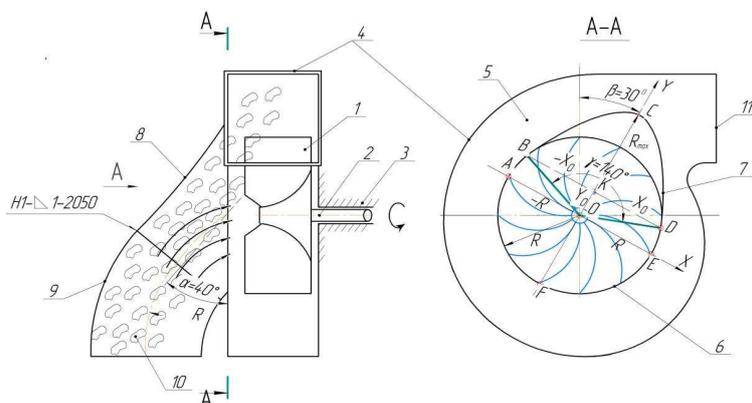
Во введении обосновывается актуальность и востребованность цели и задачи исследований, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики, связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация, описывается научная новизна и практические

результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах, апробации и опубликованности результатов диссертационной работы, структуре и объему диссертации.

В первой главе диссертации **«Постановка проблемы и задачи исследования»** проанализированы роль и значение центробежного вентилятора пневмотранспортной системы в улучшении качественных показателей хлопкоуборочных машин и снижении энергопотребления, агротехнические требования, структура и принципы работы пневмотранспортных систем хлопкоуборочных машин различных конструкций, научные исследования по совершенствованию пневмотранспортной системы и патенты на вентиляторы пневмотранспортной системы, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Теоретические основы совершенствования конструкции вентилятора пневмотранспортной системы»** теоретически обоснованы геометрические и кинематические параметры вентилятора для усовершенствованной пневмотранспортной системы. Выполнены аэродинамические расчеты пневмотранспортных систем с серийными и эффективными вентиляторами. Процесс внутри вентилятора моделируется компьютерной программой.

На рис. 1 показана принципиальная схема вентилятора с боковым входным отверстием яйцевидной формы. Площадь поверхности бокового входного отверстия вентилятора, по на этой схеме, составляет $S=0,226 \text{ m}^2$.



- 1 – ротор; 2 – основная ось; 3 – опора; 4 – спиральный корпус; 5 – боковая стенка;
6 – круговая часть отверстия; 7 – параболическая часть отверстия; 8 – направляющая труба; 9 – воздухоборник; 10 – хлопок; 11 – выходное отверстие

Рис. 1. Схема бокового входного отверстия предлагаемого вентилятора

Вентилятор состоит из ротора 1, основные оси 2, опоры 3 и спирального корпуса 4, боковой стенки 5, круговой части входного отверстие 6, параболической части 7, направляющей трубы 8, воздухоборника 9 и выходного отверстия 11. Диаметр входного отверстие равен диаметру ротора, а его продольная ось установлена под углом $\beta=30^\circ$ к вертикальной оси вентилятора. Направляющая труба 8 приварена к корпусу 4 вентилятора под

углом $\alpha=40^\circ$. Из-за относительно высокой скорости воздушного потока, вызванной всасывающей аэродинамической силой в центре ротора 1, транспортируемый хлопок уплотняется по инерции. Поскольку увеличенная боковая стенка приводит к тому, что скорость хлопка на входе в вентилятор меньше критической скорости ($v_{кр}=28-30$ m/s), то теоретически отрицательное механическое воздействие вентилятора на семена минимально.

Ординаты овоидной формы, показанной на рисунке 1, выражаются с помощью формул (1)-(3):

парабола BCD :

$$y_{BCD} = R + y_0 - 1.8 \cdot 10^{-5} R \cdot x^2; \quad x \in (-x_0; x_0), \quad (1)$$

частичный круг $ABDE$:

$$y_{ABDE} = \sqrt{R^2 - x^2}; \quad x \in (-R; -x_0) \cup (x_0; R), \quad (2)$$

полуокруг AEF :

$$y_{AEF} = -\sqrt{R^2 - x^2}; \quad x \in [-R; R], \quad (3)$$

где R – диаметр лопасти, м; x – ось абсцисс оваида (поперечная ось), м; y_0 – начальная координата для плавного перехода от окружности к параболе, м; Радиус рабочего колеса вентилятора $R=250$ mm. $\angle BOD=140^\circ$; $OK=y_0=R \cdot \cos 70^\circ=250 \cdot \cos 70^\circ=85,5$ mm; $KD=x_0=R \cdot \sin 70^\circ=250 \cdot \sin 70^\circ=235$ mm.

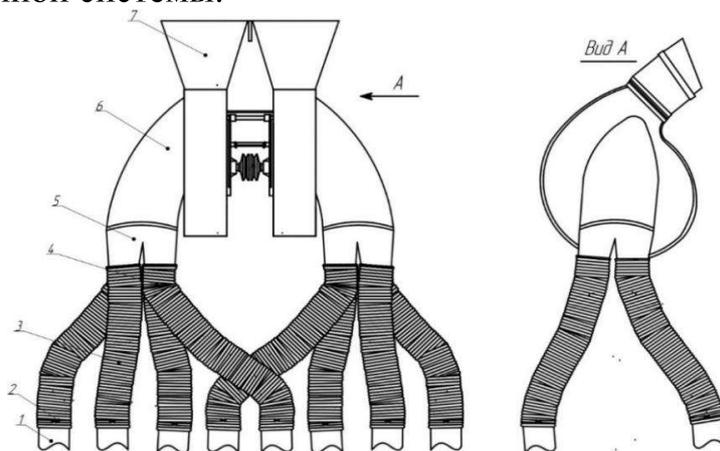
Расчет потерь давления и потребной мощности производился на основе скорости потока воздуха в пневмотранспортной системе хлопоуборочной машины МХ-2,4.

Потери давления в системе рассчитываются по следующей формуле:

$$\Delta p_i = 0,5 \xi_i \rho v_i^2, \quad (4)$$

где ξ_i – коэффициент аэродинамического сопротивления; ρ – плотность воздуха, kg/m^3 ; v_i – средняя скорость воздуха в рассматриваемом сечении, м/с.

Усовершенствованная пневмотранспортная система состоит из 7 основных частей (рис. 2). Расчеты проводились с учетом особенностей конструкции данной системы.



1 – приёмная камера; 2,3 – гибкие трубопроводы; 4 – направитель; 5,6 – начальная и конечная части воздухоборника; 7 – диффузор

Рис. 2. Расчетная схема усовершенствованной пневмотранспортной системы хлопоуборочной машины

После определения общей потери давления в системе, требуемая мощность вентилятора, определяется по следующей формуле:

$$N = \frac{p_{об} \cdot Q}{\eta}, \quad (5)$$

где $p_{об}$ – полное давление в системе, Па; Q – производительность вентилятора, m^3/s ; η – КПД вентилятора. Обычно этот тип вентилятора имеет $\eta=0,5$.

На рис. 3 представлена столбчатая диаграмма значений необходимой мощности вентилятора пневмотранспортных систем серийной, экспериментальной и усовершенствованной конструкций хлопкоуборочной машины полурицепного типа.

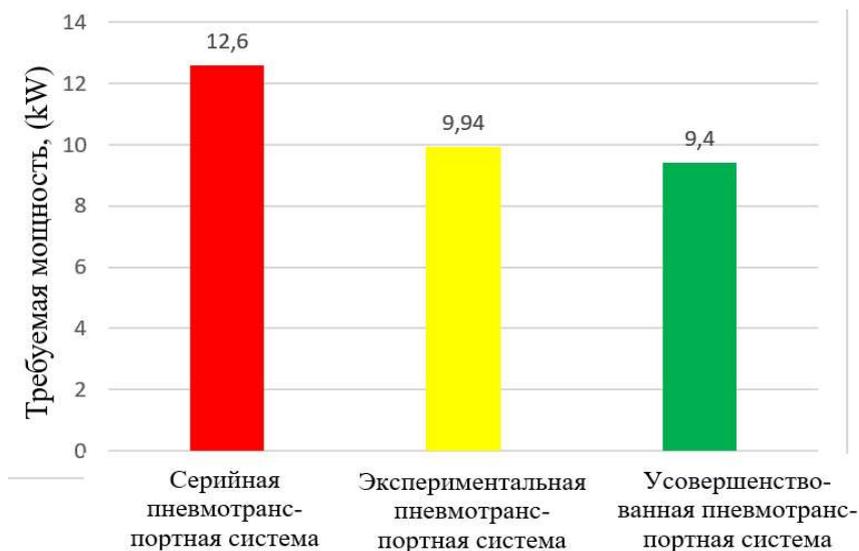
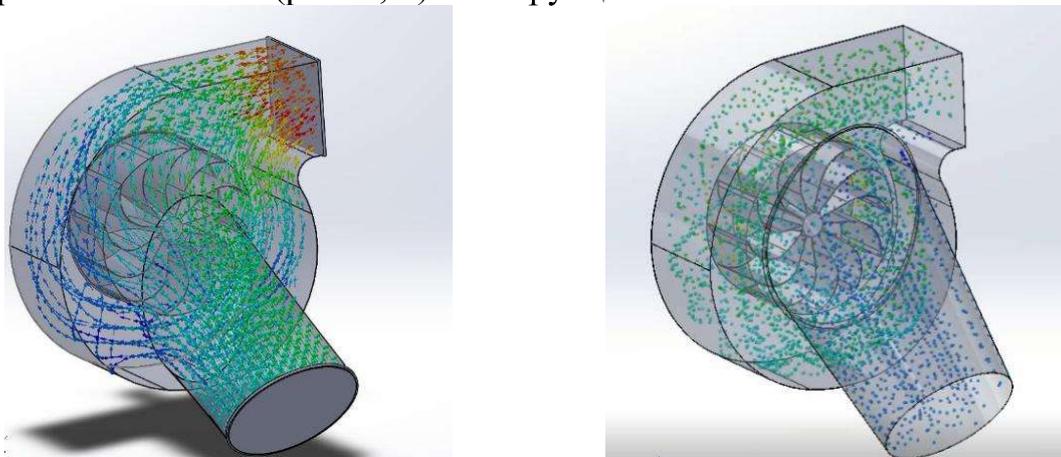


Рис. 3. Сравнительная столбчатая диаграмма энергопотребления в различных конструкциях пневмотранспортных систем хлопкоуборочной машины

ротора составляет 600-1800 r/min.

На рис. 4 представлен график движения воздуха внутри вентилятора и его скоростей при разном число оборотов ротора в серийной (рис. 4, а) и усовершенствованной (рис. 4, б) конструкции.



а – серийный вентилятор

б – усовершенствованный вентилятор

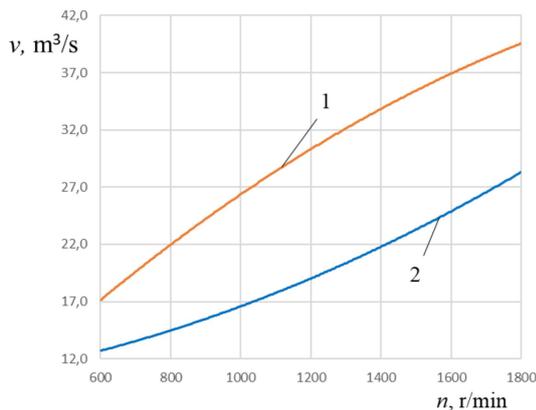
Рис. 4. Компьютерная модель движения воздуха внутри вентилятора

Для исследования процесса внутри вентилятора использовалось компьютерное моделирование. При этом учитывается изменение скорости воздушного потока (m/s) и производительности вентилятора (объемный расход воздуха, m^3/s) в условиях, когда число оборотов

В ходе теоретических исследований, проведенных с помощью компьютерной программы, были выбраны средние значения для различного числа оборотов ротора и на их основе построены графики.

На рис. 5 представлен график зависимости скорости хлопка при соприкосновении с роторами вентилятора от числа оборотов ротора. Как видно из графика, хлопок в усовершенствованном вентиляторе соприкасается с роторами с относительно низкой скоростью. Это минимизирует механические повреждения семян.

На рис. 6 представлен график зависимости эффективности вентилятора от числа оборотов ротора.



1 – серийный; 2 – усовершенствованный

Рис. 5. Зависимость скорости хлопка при попадании на лопасти вентилятора от числа оборотов ротора

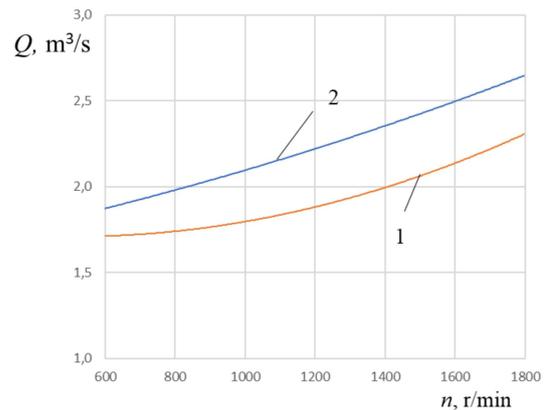


Рис. 6. Зависимость производительности (объемный расход воздуха) от числа оборотов ротора

Как видно из графика, вентилятор усовершенствованной конструкции при $n=1200$ г/мин что обеспечивает рекомендуемые значения производительности, т.е. $Q=2,2$ м³/с. Этого достаточно для надежной транспортировки хлопка, собранного с помощью уборочного аппарата. В серийной конструкции для обеспечения данной значения производительности число оборотов ротора должно быть около $n=1600$ г/мин. Это, в свою очередь, требует дополнительных затрат энергии на вентилятор.

В третьей главе диссертации «Создание и проведение лабораторных испытаний пневмотранспортной системы, оснащенной эффективным вентилятором» представлен экспериментальный стенд для исследования усовершенствованной пневмотранспортной системы и результаты экспериментов на нём.

На стенде представлен процесс проведения экспериментов, а также их анализ. На основе теоретических расчетов сформированы 3D модели и эскизы пневмотранспортной системы с эффективным вентилятором. Сформированы исходные требования и технические задания на конструкцию. На их основе экспериментальный стенд был подготовлен (рис. 7). Боковое входное окно вентилятора изготовлено в соответствии с патентом FAP 2530. Измерения скоростей воздушного потока в системе проводились в характерных точках, показанных на рис. 7.



1,2 – диффузор; 3 – труба воздухохборника; 4 – верхняя часть всасывающей трубы; 5 – нижняя часть всасывающей трубы; 6 – воздухохборник; 7 – верхняя часть приемной камеры; 8 – нижняя часть приемной камеры

Рис. 7. Общий вид экспериментального стенда пневмо-транспортной системы хлопкоуборочных машин
(Цифры от 1 до 8 - точки замера скорости потока воздуха)

При этом использовались современные лазерные тахометры и устройства «anemomaster» для измерения скорости и давления воздушного потока.

Результаты измерения скорость воздушного потока в этих характерных точках приведены ниже в таблице 1. При этом цифры I-IV обозначают порядковый номер приемных камер.

Таблица 1

Результаты измерения скорость воздушного потока в системе в зависимости от число оборотов ротора

№	Число оборотов ротора n , r/min	Скорость воздушного потока, m/s (1-5)				
		1	2	3	4	5
1	1000	4,8	8,4	11,8	4,8	8,1
2	1200	5,6	9,6	13,1	5,6	9,6
3	1400	5,9	12,7	16,7	5,9	10,2
4	1600	7,0	13,9	18,3	6,3	12,7

Продолжение таблицы 1

№	Число оборотов ротора n , r/min	Скорость воздушного потока, m/s (6-8)											
		I			II			III			IV		
		6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
1	1000	12,6	13,1	5,6	12,1	13,6	8,0	12,0	12,4	6,1	12,4	12,1	5,7
2	1200	13,7	14,0	5,8	14,2	16,5	9,6	13,8	14,1	7,4	13,8	12,7	6,3
3	1400	16,6	16,7	6,2	15,8	18,6	11,5	15,1	16,2	9,4	17,4	14,2	7,8
4	1600	18,1	18,8	6,9	17,5	19,2	12,0	16,5	17,4	9,8	18,8	16,8	8,9

Как видно из таблицы 1, минимальная скорость воздушного потока в нижней части приемной камеры составляет 5,6 м/с. Это в 1,1 раза больше допустимой (в зависимости от сорта хлопка $v_m=4,8-5,1$ м/с) скорости витания долек хлопка.

С целью определения степени механического воздействия эффективной конструкции центробежного вентилятора пневмотранспортной системы на семена хлопчатника были проведены экспериментальные исследования. При этом боковое входное отверстие вентилятора сделано из органического стекла. Движение хлопка внутри вентилятора было зафиксировано. В этом случае более 30 % собранного хлопка подавалось в бункер без взаимодействия с роторами и корпусом вентилятора благодаря эффекту бокового входного отверстия вентилятора в овоидной форме (рис. 8).

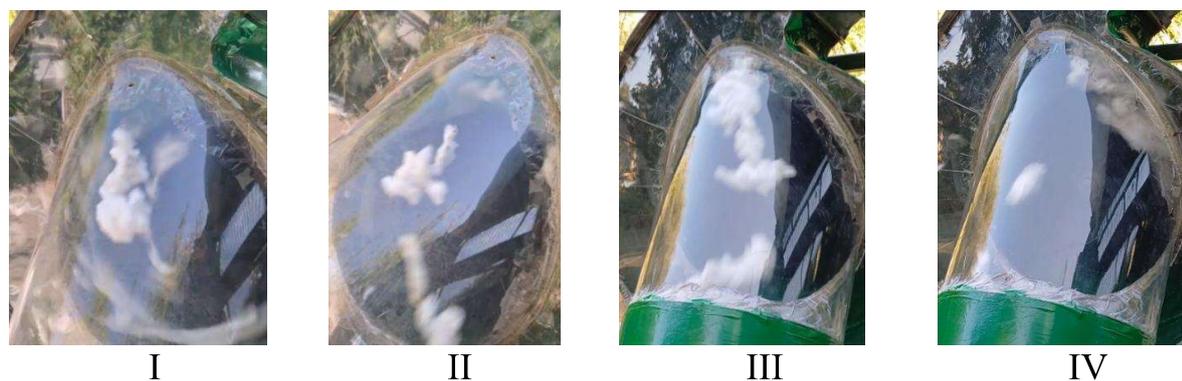


Рис. 8. Изображения движения хлопка внутри вентилятора

В этом случае повреждения семян снижается 3-3,5 раза.

Экспериментальные исследования изучаются с использованием методов многофакторного планирования экспериментов. Исследования проводились по плану. При этом факторы 3 степени (+1, 0, -1) и количество проведенных экспериментов равно $3^2=9$.

Таблица 2

Уровни и интервалы изменения экспериментального фактора

№	Наименование факторов	Единица измерения	Обозначения	Уровни факторов			Интервал
				-1	0	+1	
1	Площадь поверхности бокового входного отверстия, S	м ²	x_1	0,17	0,2	0,23	0,03
2	Число оборотов ротора, n	r/s	x_2	16,7	20,0	23,3	3,3

Таблица 3

Выходной параметр эксперимента

Обозначение	Наименование	Значение
ΔQ	Производительность	м ³ /с

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$y = 2,21 - 0,03x_2 - 0,107x_1^2 - 0,023x_2^2 + 0,037x_1x_2 \quad (6)$$

Уравнение регрессии для вентилятора системы пневмотранспорта, мы можем записать его в следующем виде:

$$\Delta Q = -0,27152 + 40,0853S - 0,1601n - 0,3737Sn - 118,89S^2 + 0,002116n^2 \quad (7)$$

Совместимость теоретических и экспериментальных исследований проверялась с помощью критерия совместимости А.Н.Колмогорова, который определяется следующим выражением:

$$D = \max|f_n - f_t|, \quad (8)$$

$$\lambda = D\sqrt{n}, \quad (9)$$

Существуют специальные таблицы для критерия соответствия А.Н.Колмогорова. Учитывая, что основным условием этого критерия является $\lambda \leq (1,0-1,2)$, можно с уверенностью сказать, что теоретические и эмпирические (экспериментальные) значения производительности труда совпадают.

Влияние входных факторов на величину выхода на основе уравнения регрессии показано на рисунках 9-10 ниже.

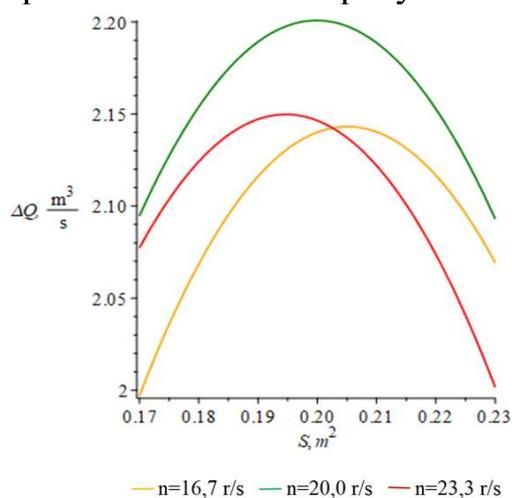


Рис. 9. Зависимость производительности вентилятора от площади бокового входного отверстия

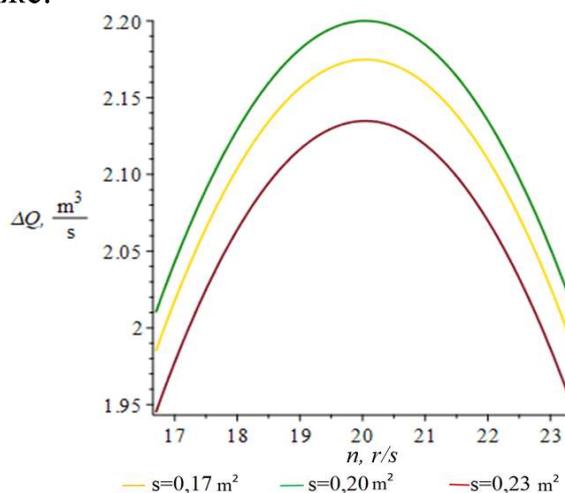


Рис. 10. Зависимость производительности вентилятора от числа оборотов ротора

При оценке механического воздействия усовершенствованной пневмотранспортной системы на естественное качество хлопка-сырца Центром испытаний и сертификации сельскохозяйственной техники и технологий проведен анализ в соответствии с ГОСТ 21820.2-76.

Степень повреждения семян хлопчатника сортов «Султан», «Тафаккур» и «С-6524» прошедших одновременно через все приемные камеры, в условиях 1000 и 1200 r/min соответствовала агротехническим требованиям, не превышая 1 %.

В четвертой главе диссертации «Полевые испытания хлопкоуборочной машины, оснащенной пневмотранспортной системой с эффективным

вентилятором и экономическая эффективность» приведены краткая техническая характеристика, результаты полевых испытаний и технико-экономические показатели хлопкоуборочной машины, оснащенной усовершенствованной пневмотранспортной системой с эффективным вентилятором. Экспериментальная хлопкоуборочная машина с участием сотрудников Центра сертификации и испытаний сельскохозяйственной техники и технологий проведены испытания на поле фермерского хозяйства «Хур Улка Файз» Ташкентской области (рис. 11).



Рис. 11. Процесс полевых испытаний хлопкоуборочной машины, оснащенной эффективной пневмотранспортной системой

В таблице 4 ниже приведены показатели качества работы хлопкоуборочной машины, оснащенной пневмотранспортной системой с эффективным вентилятором.

Таблица 4

Результаты полевых испытаний при однократном сборе

Наименование показателей	Значение показателей			
	по TSt 25272604-027:2017	по данным испытаний		
Рабочая щель между барабанами, mm	от 26 до 32	34-30	32-28	30-26
Урожайность хлопкового поля, q/ha	нет данных	38,07		
Засоренность собранного хлопка-сырца, %	не более 10	7,4	7,8	8,7
Повреждение семян, %	не более 1,0	0,2	0,6	0,8

Как видно из таблицы 4, показатель повреждения семян хлопчатника, собранного при однократном сборе, составил 0,8 % даже при наименьшей ширине рабочей щели (30 mm на передних парах барабанов, 26 mm на задних парах барабанов), что означает, что степень повреждения семян находится в пределах агротехнических требований. Следовательно, хлопкоуборочная машина, оснащенная усовершенствованной системой пневмотранспорта, эффективна с точки зрения качества собранного хлопка.

Проведенные расчеты показали, что применение усовершенствованной пневмотранспортной системы на полуприцепных хлопкоуборочных машинах

снижает трудозатраты на 14,7 % и эксплуатационные расходы на 12,5 %. Годовой экономический эффект от применения данной пневмотранспортной системы на одной машине за счет этого годового экономический эффект от применения усовершенствованной пневмотранспортной системы на одной машине составляет 17 376 084,14 UZS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, проведенных в диссертации доктора философии (PhD) на тему «Обоснование параметров эффективного центробежного вентилятора пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины», представлены следующие выводы:

1. Результаты проведенных научно-исследовательских и сравнительных испытаний по совершенствованию конструкции пневмотранспортной системы хлопкоуборочных машин показали, что полуприцепные хлопкоуборочные машины имеют энергосберегающие пневмотранспортные системы, однако повреждение собранных семян хлопчатника под их воздействием не отвечает агротехническим требованиям.

2. По результатам проведенных сравнительных испытаний целесообразно, чтобы боковое входное отверстие центробежного вентилятора в пневмотранспортных системах всасывающе-нагнетательного типа полуприцепных хлопкоуборочных машин имело овоидную форму.

3. В результате проведенных теоретических исследований получены аналитические зависимости, математические модели и расчетные результаты, позволяющие определить аэродинамические процессы и параметры усовершенствованной пневмотранспортной системы с эффективным вентилятором:

нижний радиус бокового входного отверстия овоидной формы должен быть 250 mm, длина овоида 335 mm, расстояние от центра овоида до вершины параболы 85 mm, угол его расположения относительно вертикали 30°.

4. По результатам проведенных экспериментальных исследований скорость трактора с экспериментальной хлопкоуборочной машиной составляет 4,23-5,13 km/h, а боковое входное отверстие пневмотранспортной системы имеет овоидную форму и нижний радиус входного отверстия 250 mm, длина овоида 335 mm, расстояние от центра овоида до вершины параболы 85 mm, угол его расположения относительно вертикали 30° обеспечивает уровень сбора хлопка на уровне агротехнических требований.

5. При применении усовершенствованной пневмотранспортной системы с обоснованными типами и параметрами на полуприцепных хлопкоуборочных машинах затраты труда снизились на 14,7 %, а эксплуатационные расходы на 12,5 %. За счет этого годового экономический эффект от применения усовершенствованной пневмотранспортной системы на одной машине составляет 17 376 084,14 UZS.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc. 05/13.05.2020.T.112.01 AT THE SCIENTIFIC-RESEARCH
INSTITUTE OF AGRICULTURE MECHANIZATION**

**INSTITUTE OF MECHANICS AND SEISMIC STABILITY OF
STRUCTURES NAMED AFTER M.T.URAZBAEV
ACADEMY SCIENCES OF REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

NORMATOV MANSURBEK KUZIBAEVICH

**JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF AN EFFICTIVE
CENTRIFUGAL FAN OF PNEUMATIC TRANSPORT SYSTEM OF
COTTON PICKING MACHINE**

**05.07.01 – Agricultural and reclamation machinery. Mechanization of agricultural and
reclamation works**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL
OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under № B2025.2.PhD/T4283.

The dissertation was performed at the Institute of Mechanics and Seismic stability of structures named after M.T.Urazbaev of the Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website of the Scientific council (www.qxmiti.uz) and at the Information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:

Khudaikuliev Rajabboy Ruzmatovich
candidate of technical sciences, senior researcher

Official opponents:

Tolibayev Alpisbay Erjanbaevich
doctor of technical sciences, senior researcher

Kodiraliev Akbarjon
doctor of philosophy in technical sciences

Leading organization:

Tashkent state agrarian university

The defense of the dissertation will be held at 14⁰⁰ on «20» 11 2025 year at the scientific council meeting No. DSc.05/13.05.2020.T.112.01 at the Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization (at the address: 41, Samarkand st., Gulbahor urban village, Yangiyul district, Tashkent region 110800. Tel.: (+99871) 601-07-04; e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The dissertation is available at the Information-resource of the Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization (registration number 506). Address: 41, Samarkand st., Gulbahor urban village, Yangiyul district, Tashkent region 110800. Tel.: (+99871) 601-07-04; e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The abstract of the dissertation thesis is disturbed «31» 10 2025.
(Mailing Protocol №63 on 10 «31» 2025)



A. Tukhtakuziev

Chairman of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

B.P. Artikbaev

Scientific secretary of scientific council for awarding scientific degrees, doctor of philosophy in technical sciences, s.s.e.

K.K. Nuriev

Vice chairman of the scientific seminar under the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the study is to reduce energy intensity and preserve the natural quality of cotton by developing an effective design of a centrifugal fan of the pneumatic transport system of cotton harvesters and substantiating its parameters.

Object of research was taken pneumatic transport system of cotton picking machines, including the centrifugal fan, technological processes in the system nodes were taken as the object of research.

The scientific novelty of the research is as follows:

the operating mode of the effective centrifugal fan blade of the pneumatic transport system of the cotton harvesting machine was justified, taking into account ensuring the quality indicators of the harvest at the level of agro technical requirements;

the mathematical model representing the ovoid shape of the side input window of the effective centrifugal fan was derived from the condition that the fan productivity should be maximal;

the computer model describing the process inside the fan is derived from the condition of ensuring minimal impact of the fan blade on cotton seeds;

the optimal values of the surface of the side inlet window of the effective centrifugal fan of the pneumatic transport system and the number of propeller rotations are determined from the condition of ensuring maximum productivity.

Implementation of the research results. Based on the results obtained in justifying the parameters of an efficient fan for the pneumatic transport system of a cotton picker:

a utility model patent No. FAP 2530 of the Intellectual Property Center for the centrifugal fan of this efficient design was obtained (certificate of National Center for Knowledge and Innovations in Agriculture under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No 05/04-04-281 May 30, 2025). As a result, it was possible to develop an efficient fan design for the pneumatic transport system of a cotton picker;

a cotton picking machine equipped with an improved pneumatic transport system has successfully passed laboratory and field tests at the «Center for Certification and Testing of Agricultural Machinery and Technologies», «TCT AGRO CLUSTER» LLC and «Khur Ulka Fayz» farms (certificate of National Center for Knowledge and Innovations in Agriculture under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No 05/04-04-281 May 30, 2025). As a result, seed damage to cotton was reduced from 2.87 % to 0.8 % and economic efficiency was achieved;

design and engineering documentation (initial requirements, technical specifications and drawings) for the development and manufacture of industrial samples of a cotton picking machine equipped with a pneumatic transport system with an effective fan has been introduced into the design process at «Agricultural Machinery Design and Technological Center», «Anor Uphrowth» LLC and «Tech Inno Way» LLC (certificate of National Center for Knowledge and Innovations in Agriculture under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan

No 05/04-04-281 May 30, 2025). As a result, the possibility of industrial production of a semi-trailer cotton picking machine has been created, which provides cotton harvesting at the level of agrotechnical requirements.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of literature used and appendices. The volume of the main work of the dissertation is 115 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. O'zbekiston Respublikasi foydali modelga patent № FAP 2530. Paxta terish mashinasida paxtani tashish uchun markazdan qochma ventilyator / Rizayev A.A., Yuldashev A.T., Qo'ldoshev D.A., Soy G.N.,Xakimov M.A., Normatov M.Q., Ganjayeov Sh.A., Xunarov A.A., Xudjayeov M.K., Yusupov A.B., Djurayeva N.B., Mixaylova V.V.// Rasmiy axborotnoma – 2024. – № 2.

2. Normatov M.K. Сравнительный анализ энергоемкости пневмотранспортных систем хлопкоуборочных машин// Проблемы механики. – Ташкент, 2024. – № 2. – С. 51-59. (05.00.00; №6).

3. Кулдашев Д.А., Normatov M.K., Хунаров А.А. Разработка эффективной конструкции центробежного вентилятора хлопкоуборочных машин// Проблемы механики. Ташкент, 2024. – № 1. – С. 40-46. (05.00.00; №6).

4. Rizayev A.A., Xudaykuliyeov R.R., Qo'ldoshev D.A., Normatov M.Q., Ganjayeov Sh.A., Xunarov A.A. Paxta terish mashinalari havo transport tizimini tadqiq qilish stendi ishlanmasi// Ilmiy-texnika jurnali. – Farg'ona, 2024. –№3.– B.32-37. (05.00.00; №20).

5. Normatov M.K. Results of field tests of a cotton picking machine equipped with an updated air transport system// Journal of agriculture and horticulture International scientific journal. Volume 5, Issue 01, 2025. – pp. 64-70. (ResearchBib №14).

6. Normatov M.K. Theoretical calculation of an efficient fan with a side inlet in the shape of an air transport system// Innovative: International Multi-disciplinary Journal of Applied Technology. Volume 03 Issue 5, 2025. – pp. 68-73. (CROSSREF №35, ResearchBib №14).

II b'ulim (II часть; II part)

7. Rizaev A.A., Normatov M.K., Ganjaev Sh.A., Nishanaliyev Sh., Khakimov M.A., and Turdibekov A.R. On the quality of the harvested cotton and the energy efficiency of the air transport system of the cotton-picking machines// AGRITECH-VIII 2023 E3S Web of Conferences 390, 06044 (2023). – 5 p.

8. Rizaev A.A., Normatov M.K., Ganjaev Sh.A., Khunarov A.A. Versatile, energy-efficient design air transport systems of cotton picking machines// Rakhmatulin's reading. AIP Conf. Proc.31 19, 060007 (2024). – 7 p.

9. Rizaev A.A., Normatov M.K., Mirzayeov O.T. Identification of required power for air transport system of cotton picking machine MX-2.4// AEGIS-IV-2024 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1390 012004 (2024). – 6 p.

10. Khudaykuliev R.R., Normatov M.K., Boltaev A.Sh., Kadirov I.R. A bibliographical analysis of papers of cotton-picking machinery for the period

1972-2023 on scopus database// AEGISD-IV 2024. BIO Web of Conferences 105, 03008 (2024). – 7 p.

11. Normatov M.K., Ganjayeov Sh.A., Kupaysinova X.A., Erkayeva L.T. Paxta terish mashinalarining turli konstruksiyadagi havo transport tizimlarining tahlili// Innovatsion texnika va texnologiyalarning qishloq xo‘jaligi oziq-ovqat tarmog‘idagi muammo va istiqbollari. III Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari. – Toshkent, 2023. – B. 243-244.

12. Rizayev A.A., Normatov M.Q., Xakimjonov A.B. Yarim osma gorizontal shpindelli paxta terish mashinalari haqida// Innovatsion texnika va texnologiyalarning qishloq xo‘jaligi oziq-ovqat tarmog‘idagi muammo va istiqbollari III Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari. – Toshkent, 2023. – B. 141-143.

13. Ризаев А.А., Маликов З.М., Норматов М.К., Ганжаев Ш.А. Расчет местного аэродинамического сопротивления во всасывающих трубопроводах// Innovatsion texnika va texnologiyalarning qishloq xo‘jaligi oziq-ovqat tarmog‘idagi muammo va istiqbollari. II Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari. – Toshkent, 2022. – B. 45-46.

14. Rizaev A.A., Normatov M.Q., Ganjaev Sh.A. Paxta terish mashinasining energiya samarador havo transporttizimi ishlanmasi// Professor T.S. Kamalov tavalludining 90 yilligiga bag‘ishlangan energetika va energiya tejash muammolari. Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari. – Toshkent, 2025. – B. 810-812.

15. Normatov M.Q. Paxta terish mashinasi samarador ventilyatorining ish unumi nazariy hisobi// Zamonaviy ta‘lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g‘oyalar, takliflar va yechimlar. 80-sonli respublika ilmiy-amaliy online konferensiyasi materiallari to‘plami. – Toshkent, 2025. – B. 32-34.

16. Rizayev A.A., Normatov M.K., Ganjayeov Sh.A., Boboniyozov E.A. Paxta terish mashinasi havo transport tizimi markazdan qochma ventilyatori kirish darchasining matematik ifodasi// DGU № 46324. Toshkent, 2025.



Bosishga ruxsat etildi: 28.10.2025-yil.
Bichimi 60x84 ^{1/16}, “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2.5. Adadi: 100. Buyurtma: № 134.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reyestr № 219951
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.