

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН  
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018.T03.04 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ИШМУРАТОВ ХИКМАТ КАХАРОВИЧ**

**ЕЙИЛИШ МЕЪЗОНИ АСОСИДА ПАХТА ТЕРИШ  
МАШИНАЛАРИНИНГ ТИШЛИ УЗАТМАЛАРИ  
РЕСУРСИНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАШ**

**05.02.02 – Механизм ва машиналар назарияси, машинашунослик ва машина  
деталлари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2019**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси  
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам  
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical  
sciences**

**Ишмуратов Хикмат Кахарович**

Ейилиш меъзони асосида пахта териш машиналарининг тишли узатмалари  
ресурсини назарий асослаш .....3

**Ишмуратов Хикмат Кахарович**

Теоритическое обоснование ресурса зубчатых передач хлопкоуборочных  
машин по критерию износа .....21

**Ishmuratov Xikmat Kaxarovich**

The theoretical rationale for the gear resource of cotton pickers by the criterion of  
wear.....39

**Список опубликованных работ**

Эълон қилинган ишлар рўйхати

List of published works .....43

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН  
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018.T03.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ИШМУРАТОВ ХИКМАТ КАХАРОВИЧ**

**ЕЙИЛИШ МЕЪЗОНИ АСОСИДА ПАХТА ТЕРИШ  
МАШИНАЛАРИНИНГ ТИШЛИ УЗАТМАЛАРИ  
РЕСУРСИНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАШ**

**05.02.02 – Механизм ва машиналар назарияси, машинашунослик ва машина  
деталлари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2019**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2019.3. PhD/Т1310. рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифада ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) ва «Ziynet» ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Иргашев Амиркул**

техника фанлар доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Нуриев Карим Котибович**

техника фанлари доктори, профессор

**Шукуров Рустам Уткурович**

техника фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Қишлоқ хўжалигини механизациялаш  
илмий тадқиқот институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.28.02.2018.Т.03.04 рақамли Илмий кенгашнинг 24 декабрь 2019 йил соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: [tadqiqotchi@tdtu.uz](mailto:tadqiqotchi@tdtu.uz)).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№126 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўчаси., 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2019 йил 11 декабрь куни тарқатилди.  
(2019 йил 11 декабрдаги №126 - рақамли реестр баённомаси)

**К.А.Каримов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,  
т.ф.д., профессор

**Н.Д.Тураходжаев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби,  
т.ф.д., профессор

**Р.И.Каримов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
қошидаги илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда шестернялар ишлаб чиқарувчи компаниялар учун эксплуатация жараёнида тишли ғилдиракларнинг ейилишбардошлигини ва ресурсини таъминлаш масаласи етакчи ўринни эгаллайди. Шу билан бирга машина ва агрегатларнинг юритиш механизмларидаги асосий бўғин ҳисобланган тишли ғилдиракларнинг аниқлик кўрсаткичларини ва илашиш юзаларининг ейилишбардошлигини ошириш муҳим муаммоларидан бири ҳисобланади. Бу борада қатор хорижий мамлакатларда, жумладан, АҚШ, Германия, Россия, Хитой, Беларусия каби давлатларда тишли ғилдиракларнинг ишлаш кўрсаткичларини тадқиқ қилиш асосида янги технологиялар ишлаб чиқиш зарурати йилдан йилга ошиб бормоқда. Шу жиҳатдан тишли ғилдираклар ресурсини ошириш ва уларнинг эҳтиёт қисм сифатида талабини башорат қилиш ва ейилишбардошлигини, ҳамда рақобатбардошлигини оширишни таъминловчи технологияларни яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда ишлаб чиқиладиган тишли ғилдираклар ейилишбардошлигини ва ресурсини асослаш йўли билан эксплуатацион харажатларни пасайтириш, шунингдек улар қўлланиладиган машиналардан самарали фойдаланиш орқали олинган иқтисодий самарага боғлиқ бўлган ҳолда, мақсадли илмий изланишлар олиб бориш алоҳида аҳамиятга эга. Ушбу йўналишда, жумладан тишли ғилдирак ишлаб чиқишда ресурстежамкор технологияларни ишлаб чиқиш, тишларнинг илашиш юзаларидаги мустақамликни таъминлаш ва уларнинг хизмат муддатини ошириш муҳим касб этмоқда. Тишли ғилдираклар эксплуатацион ресурсини ва ейилишбардошлигини ошириш, техникаларни таъмирлаш ва техник хизмат кўрсатишда туриш вақтини қисқартириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамиз мустақилликка эришган қисқа муддат ичида машиналардан фойдаланиш самарадорлиги, эксплуатацион ресурсини оширишга ва эҳтиёт қисмларга бўлган талабни пасайтиришга алоҳида эътибор қаратилган. Бу йўналишда тишли узатмаларни лойиҳалаш, ишлаб чиқариш ва фойдаланиш жараёнида уларнинг эксплуатацион ресурсини ошириш ва эҳтиёт қисмлар сарфини пасайтириш имконини берувчи қатор тадбир ва ечимлар ишлаб чиқилди. Жумладан машинасозлик деталларининг сифатини ошириш, уларни ишлаб чиқаришда ўлчам аниқлигини таъминлаш асосида хизмат муддатини ошириш, тишли ғилдиракларни ишлаб чиқишда қўлланиладиган жиҳозларни такомиллаштириш чора-тадбирлари амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017-2021 йиллар учун Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан”... ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш,...энг аввало, бутловчи буюмлар импортининг ўрнини босиш,... ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш, хизматлар соҳасини жадал ривожлантириш ва бунда

хизматларнинг замонвий турлари ҳисобига тубдан ўзгартириш ...”<sup>1</sup> вазифаси белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан тишли ғилдираклар ишлаб чиқишда модернизацияланган асбоб ускуналарни қўллаш, тишли ғилдиракларнинг ўлчам аниқлигини таъминлаш, ғилдирак тишларининг илашиш юзаларини текислигини таъминлаш ва тишли ғилдиракларнинг хизмат муддатини ошириш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги Фармони, 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон “2017–2019–йилларда тайёр маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш бўйича истиқболли лойиҳаларни янада амалга ошириш чора–тадбирлари тўғрисида” ги , 2017 йил 7 июлдаги ПҚ–3117–сон “Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасида илмий–техник базани янада ривожлантириш чора–тадбирлари тўғрисида” ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ–3682–сонли “Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий этиш тизимини янада такомиллаштириш чора–тадбирлари тўғрисида” ги, 2018 йил 10 майдаги ПҚ–3712–сон “Қишлоқ хўжалигини ўз вақтида қишлоқ хўжалиги техникаси билан таъминлаш механизмларини янада такомиллаштириш чора–тадбирлари тўғрисида” ги, 2019 йил 4 апрелдаги ПҚ-4268-сон ”Аграр секторни қишлоқ хўжалиги техникалари билан ўз вақтида таъминлашга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида” ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг асосий устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишига мувофиқ амалга оширилди. II “Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дунё амалиётида мобиль машиналар агрегатлари деталларининг ейилиши ва уларнинг ресурсини ошириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижаси Q. J.Wang, Yan Yutao, T.Keller, P.Défosse, A.J.Koolen, P.Lerink, D.A.G.Kurstjens, M.Puppala, Дж.Шрайбфедер, Sun Hong, Chang Xiaofang, Wang Shuren, Ding Jinyuan, Q.J. Wang ва бошқаларнинг илмий ишларида келтирилган. Бу ишларда агрегатлари тишли узатмаларини лойиҳалаш, ишлаб чиқариш ва фойдаланиш жараёнида, уларнинг ейилиш тезлигини пасайтиришга қаратилган қатор амалий ва услубий тадбирлар ишлаб чиқилган. Уларга тишли узатма шестернялари учун ейилишбардошлик ва ресурсини таъминловчи материал танлаш, ғилдирак тишларига лазер ёрдамида, термомеханик ишлов бериш усуллари билан мустаҳкамлаш технологиялари, мобиль машиналардан фойдаланиш жараёни учун ейилишни пасайтирувчи, ишқаланиш сиртларини

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 – сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

тишлашиб қолишга қаршилигини оширувчи, ишқаланиш коэффицентини пасайтирувчи қўшимчалар (присадкалар) яратиган.

Турли шароитда ишловчи машина агрегатларининг очик ва ёпиқ тишли узатмаларининг ейилишбардошлигини ва ресурсини ошириш ва эҳтиёт қисм деталарига бўлган талабни пасайтириш, ейилган тишли ғилдиракларни тиклаш технологик жараёнларини ишлаб чиқиш, абразив муҳитда ишловчи машина агрегатлари деталларининг ейилишини ва уларни ейилишга бўлган таъсири пасайтиришга қаратилган тадқиқотлар қатор МХМлари олимлар, жумладан Н.К.Мышкин, Б.В.Виноградов, А.Ю. Ишлинский, М.М.Тененбаум, Ю.Н. Дроздов, В.В. Гриб, И.В. Сокол, С.А. Корнилович, Д.Н.Гаркунов, Г.И.Скундин, М.И. Городецкий В.П.Онищенко, Ю.Войнаровский ва бошқалар томонидан олиб борилган. Улар ўтказган тадқиқотларида мобиль машиналарнинг агрегатларини ресурсини ошириш мақсадида, ушбу агрегатларнинг асосий қисмлари ҳисобланган тишли ғилдиракларига мустаҳкамловчи термик ишлов беришни, илатиш шароитида агрегатларининг мойловчи материали таркибида тўпланиб боровчи абразив заррачаларнинг миқдорини пасайтириш усуллари ишлаб чиқилган.

Республикамизда машина агрегатларининг деталларини: тишли ғилдиракларни, думалаш подшипникларини, қишлоқ хўжалиги машиналари ишчи ускуналарини, сирпаниш пошипникларини азалдан эркин ҳолатда бўлган абразив заррачалар билан ейилишини пасайтиришга қаратилган услубиятлар Ў.А.Икромов, Қ.Х.Маҳкамов, А.И.Иргашев, Р.У.Шукуров, К.К.Нуриев ва бошқалар томонидан ишлаб чиқилган.

Аммо мазкур тадқиқотларда абразив муҳитда ишловчи очик тишли узатмаларининг ейилишбардошлиги, ресурси ва эҳтиёт қисмларга бўлган талаби масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг бажарилган олий таълим муассасасининг илмий–тадқиқот режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетининг илмий–тадқиқот ишлари режасининг №15–004 “Машина ва механизмларнинг куч узатиш агрегатларининг деталларини техник ҳолатини ишлатиш даврида бўлақларга ажратмасдан зудлик билан ташхислаш” (2009–2011) ва № Ф-2-27 “Мобил машина ва саноат ускуналари агрегатларининг тишли узатмалари ейилишбардошлилигини оширишнинг илмий асосларини яратиш” (2012–2016) лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** ейилиш меъзони асосида пахта териш машиналарининг тишли узатмалари ресурсини назарий асослашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

атроф-муҳитнинг юқори чангланишида ишлайдиган очик тишли узатмаларнинг ейилишбардошлилиги ва ресурсига таъсир этувчи омиллар бўйича мавжуд изланишлар қўлланмаларини ўрганиш;

мавзу ва изланиш объектини асослаш, атроф-муҳит юқори чангланишда бўлганда пахта териш машиналар (ПТМ) пахта териш аппарати ажраткич тишли узатмасининг ейилишбардошлилигини ва ресурсини ошириш методологиясини ишлаб чиқиш;

ишқаланиш сиртида ушлаб қолинадиган ва очик тишли узатма тишларининг ейилиш жараёнида иштирок этадиган абразив заррачаларнинг ҳажмини ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш;

ПТМ лар пахта териш аппарати ажраткич очик тишли ғилдиракларининг ейилишбардошлилиги ва ресурсини, агар тишли узатмалар тишлари орасида сирпаниш мавжуд бўлса ва бўлмаса, абразив заррачалар иштирокида ва иштирокисиз ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш;

атроф-муҳитнинг чангланиш шароитида ишлайдиган ажраткич очик тишли ғилдиракларнинг ейилишбардошлилигини ва ресурсини таъминлайдиган атроф-муҳитнинг рухсат этилган чангланишини ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш;

материаллар танлаш ва термик ишлов бериш усуллари билан ПТМлар ажраткич очик тишли ғилдиракларининг ейилишбардошлилигини ва ресурсини ошириш методини ишлаб чиқиш;

пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдиракларининг ейилишбардошлилигини ва ресурсини ошириш натижасида олинган иқтисодий самарадорликни асослаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида пахта териш машинасининг ажраткич очик тишли узатмаси олинган.

**Тадқиқот предмети**ни пахта териш машинасининг ажраткич очик тишли узатмаси ейилишбардошлилигини ва ресурсини ошириш ташкил этади.

**Тадқиқот усуллари** сифатида эҳтимоллар назарияси ва математик статистика, абразив заррачалар иштирокида ва уларнинг иштирокисиз ишқаланиш юзаларида содир бўладиган материаллар толиқишига асосланган абразив ейилиш назарияси олинган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

атроф-муҳитнинг чангланиши шароитида тишларнинг понасимон тирқишлари зонасида абразив зарралар иштирокида, уларнинг майдаланишидан олдин ва кейин тишларнинг ғадир-будурлиги эвазига давом этадиган тишларнинг ейилишини ҳисоблаш илмий методологияси таклиф этилган;

тишли ғилдиракларнинг тишлари орасида сирпаниш мавжуд бўлганда ва мавжуд бўлмаганда абразив зарралар иштирокида ва иштирокисиз очик тишли узатмалар тишларининг ейилиш тезлигини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

очик тишли узатмаларнинг ейилиши ва ресурсини таъминлайдиган атроф-муҳитнинг максимал рухсат этилган чангланиш даражасини таъминлаш усули ишлаб чиқилган;

пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдираклари тишларининг ейилиш бардошлилигини баҳолаш усули ишлаб чиқилган;

пахта териш аппарати ажраткич очик тишли ғилдираклари тишларининг ейилиш синов муддати илашиш модулини ҳисобга олган ҳолда асосланган;

пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдираклари тишларининг

ейилиш жараёнида иштирок этадиган ва тиш юзасида ушлаб қолинадиган абразив заррачаларнинг энг катта ҳажми аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдиракларининг чекланган ейилиши ва ресурсини аниқлаш методикаси ишлаб чиқилган;

чангланиш муҳитида ишлайдиган пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдираклари учун энг катта ейилишбардошли ва ресурсга эга материал танланган;

атроф-муҳитнинг юқори чангланишида ишлайдиган пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдиракларининг ейилишбардошлилиги ва ресурсини баҳолаш усули ишлаб чиқилган;

катта бурчак тезлиги ва юқори ҳаво чангланишида ишлайдиган пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдираклари ресурсини ошириш ва тишларининг ейилишбардошлилигини баҳолаш усули ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Экспериментал тадқиқотларнинг олинган натижалари ишончлилиги замонавий усуллар ва компьютер ҳисоблаш дастурларини қўллаш, намуналардаги тишли ғилдиракларнинг ейилишбардошлилиги ва ресурсини экспериментал баҳолаш натижаларини аниқлаш ва қиёсий таҳлил қилиш, ишлаб чиқаришнинг етарли аниқлигини таъминлайдиган замонавий қурилмалар ва асбоблардан фойдаланиш билан таъминланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пахта териш аппаратининг зарур ресурсининг таъминланишини, тишли ғилдираклар тишининг ейилишбардошлилигини баҳолаш имконини берувчи аналитик боғлиқликларни ПТМларни лойиҳалаш, ишлаб чиқариш ва ишлатиш босқичларида ҳисобга олишдир.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти пахта териш аппарати ажраткич етакланувчи тишли ғилдиракларининг материаллари ва термик ишлов бериш режимини танлаш, шунингдек, ишлаш жараёнида улардан унумли фойдаланишнинг иқтисодий мақсадга мувофиқлигини асослашдан иборат.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Пахта териш машиналарининг ейилиш мезонлари асосида тишли узатмалар ресурсини асослаш бўйича олинган натижалар илмий натижалар асосида:

пахта териш машиналарининг ажраткич очик тишли узатмалари учун материал танлаш ва унга термик ишлов бериш режимлари “Қашқадарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сурхондарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сирдарё Агросервис МТП” МЧЖларга жорий этилган (“Ўзагросервис” АЖнинг 20.06.2019 йилдаги 09-03/03-844-сон (2009 йил 10 августдаги АК/11-182-сон) маълумотномаси). Натижада эркин ҳолатда ҳавода бўлган абразив заррачалар билан очик тишли узатмаларнинг ейилиш бардошлилиги ва ресурси даврий баҳоланиб, очик тишли узатмаларнинг ейилиш ва ресурс муддатини олдиндан аниқлаш натижасида техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлашда машинанинг самарасиз туриб қолиши 10–15% га камайган;

пахта териш машиналарининг ажраткич очик тишли узатмаларининг ейилиш назарияси “Қашқадарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сурхондарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сирдарё Агросервис МТП” МЧЖларга жорий этилган (“Ўзагросервис” АЖнинг 20.06.2019 йилдаги 09-03/03-844-сон (2015 йил 10 августдаги АК/11-182-сон) маълумотномаси). Натижада эҳтиёт қисмларга бўлган эҳтиёжни дастлабки аниқлаш натижасида машиналарнинг таъмирлашда самарасиз туриб қолиши 12–15% га қисқартирилишига имкон берган;

ажраткич тишли узатмалар ресурсларини ошириш “Қашқадарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сурхондарё Агросервис МТП” МЧЖ, “Сирдарё Агросервис МТП” МЧЖларга жорий этилган (“Ўзагросервис” АЖнинг 20.06.2019 йилдаги 09-03/03-844-сон (9/10/2019 йилдаги АК/11-182-сон) маълумотномаси). Натижада ўта чанг шароитда ишлайдиган ПТМлар очик тишли ғилдираклари юзасига жойлашиб қолган энг катта абразив заррачалар ҳажми аниқланиб, тишли ғилдираклар ресурси асосланиб, уларнинг жадал ейилишининг олдини олиш учун тезлаштирилган қарор қабул қилиш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 7 та республика илмий–амалий анжуманларида ва симпозиумларида муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 16 та илмий ишлар, шу жумладан 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси ОАК томонида тавсия эилган 6 журналларда мақолалар, жумладан хорижий нашрларда 3 та мақола чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта бўлим, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил қилади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ТАРКИБИ**

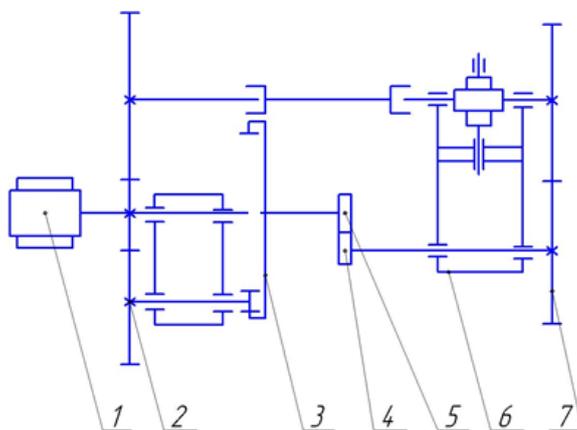
**Кириш қисмида** ушбу тадқиқотнинг долзарблиги ва заруратига асосланган тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилди, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланди, тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги аниқланди, олинган натижаларнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти, ишни синовдан ўтказиш натижалари, шунингдек чоп этилган ишлар ва диссертация таркиби тўғрисидаги маълумотлар баён этилди.

Диссертациясининг **“Пахта териш машиналарининг очик тишли узатмаларининг ейилишбардошлилиги ҳолати”** деб номланган биринчи бобида пахта териш аппарати иш зонасида ҳавонинг юқори чангланиши ажраткич тишли ғилдиракларининг абразив ейилишига олиб келишига асосланган. Абразив заррачалар иштирокида ишқаланиш ейилиш юзаси, кенг спектри ва юқори концентрацияси, қаттиқ юзаларга физик ва кимёвий фаоллаштириш билан ностационар қаттиқ заррачалар алоқалари билан характерланади. Юзанинг ейилиши абразив заррачалар билан юзанинг бир ёки бир неча бор ўзаро ишқаланиши туфайли содир бўлиши мумкин. Бу ерда

юзанинг абразив зарралар билан деформацияланиши ва юзанинг чарчоғи туфайли ейилиш жараёни кўпроқ бўлиши мумкин. Экспериментал маълумотларни таҳлил қилиш натижалари ва ейилишнинг назарий қоидалари пахта териш аппаратининг ажраткич очик тишли ғилдираklarининг абразив ейилишининг математик моделини ишлаб чиқиш учун асос яратади. Шу билан бирга, ҳаводаги чангнинг энг паст концентрацияси 85 сантиметрга тенг баландликда кузатилганлигини, пахта териш машиналари агрегатларининг очик тишли узатмаларини лойиҳалаш, ишлаб чиқариш ва ишлатишда эътиборга олиниши керак бўлган муҳим ҳолатдир. Башоратли ейилиш- бардошли ва очик тишли ғилдирак ресурси ҳақиқий қийматдан 4 мартадан кўпроқ фарқ қилиши мумкин. Бу шуни аниқлатадики, тишли ғилдираklarнинг ресурсини аниқлашнинг мавжуд усули тишларнинг ейилишбардошлилигига сезиларли даражада таъсир қилувчи қўшимча омилларни ҳисобга олган ҳолда аниқланиши керак.

Диссертациясининг **“Очик тишли узатмаларнинг ейилиш-бардошлилигига таъсир қилувчи омилларни ўрганиш ва баҳолаш усуллари асослаш”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объекти асосланди ва танланди, тишларнинг ейилишбардошлилигига таъсир этувчи омилларни аниқлаш усуллари келтирилди.

Пахта ҳосилини йиғиб–териб олиш даврида ПТМнинг юкланиши ўртача 30–35 иш кунини, мавсумий ишлаб чиқариш 500 мото-соатни ташкил этади. Шу билан бирга мавсумда 1000 дона ПТМлар учун тишли ғилдираklarининг энг кўп талаб этиладигани 14XB 34606  $z=12$ ;  $m=3$  мм пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдирагига тўғри келади; улар алмаштирилган тишли ғилдираklar умумий сонининг 1,33 алмаштириш коэффиценти билан 49,5% ни ташкил этади. Бинобарин, ажраткич тишли ғилдираги зарур ишончлилиги таъминламаганлиги учун пахта териш аппаратининг носозликлар оқими 1,7 мартага ортиб, натижада нормал фаолиятда бўлган ПТМларга нисбатан тишли узатмаларни дала шароитида алмаштириш бўйича тўхтаб қолишлари 1,5 марта ортиб кетади. ПТМларнинг туриб қолиши йиғим–терим ишлари ритмининг бузилишига ва ўрим–йиғим ишларини яқунлаш муддатларининг кечикишига, ўрим–йиғим даврида об–ҳаво шароитининг ёмонлашуви билан боғлиқ республика агросаноат тармоғида меъёрий харажатларнинг ошиб кетишига сабаб бўлади.



**1-расм. МИ–1М ишқаланиш машинасининг кинематик схемаси:**  
**1–электродвигатель; 2–сателлит; 3–тож тишли ғилдирак; 4–юқори намуна; 5 –**  
**пастки намуна; 6 – рама; 7 – юқори намунадаги тишли юритма.**

Етакланувчи тишли ғилдиракнинг ишдан чиқиши сабаблари таҳлили шуни кўрсатадики, улар ярқисиз ҳолатга келади: тишларнинг қалинлиги бўйича ейилиши-62%; тишларнинг пластик деформацияси-23 %; тишларнинг синиши-9%; тишлар юзаларининг қисиб қолиши-6%. Бу муаммо пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдиракларининг материали пўлат 40Хни юқори механик хусусиятларга эга бўлган пўлат материали билан алмаштириш орқали ҳал қилиниши мумкин.

МИ–1М ишқаланиш машинасида пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдираклари учун материал танлаш, синов тишларининг геометрик ва кинематик параметрларига мувофиқ 1– расмда келтирилган схема асосида тўрт жуфт тишли ғилдираклар роликлари намуналарида ўтказилди (тест натижалари 1– жадвалда келтирилган.). Дастлабки синов натижаларига кўра энг юқори ейилишбардошли, циклик тобланган ва кейин эса ТВЧда тобланган 65Г пўлатдан ясалган ролик намуналарида аниқланди.

1-жадвал

**Турли хил пўлат маркаларидан тайёрланган 14ХВ–34.606 z=12; m=3 ажраткич тишли ғилдираги ролик намуналарида ейилиш синовининг дастлабки натижалари**

Намуна вариантлари рақами	Шестерня материали 14ХВ–34.606	термик ишлов берилгандан сўнгги қаттиқлиги	Ейилишга синаш натижалари	Базавий вариантга кўра ейилишнинг камайиши
1	65Г циклик закалка, закалка ТВЧ.	HRC 56	0,31	1,000
2	65Г	HRC 56...60	0,59	1,903
3	30ХГТ	HRC 54 ...60	0,60	1,935
4	40Х	HRC 54 ...60	0,46	1,484

Ёзда пахтачилик туманларида чанг миқдори 4,0 г/м<sup>3</sup> гача етади. Чўлларда кумли бўронлар пайтида эса ҳавонинг чангганиши 17 г/м<sup>3</sup> гача кўтарилади.

Тупроқдан деталнинг юзасига қадар бўлган масофанинг ортиб бориши билан, ҳавода эркин ҳолатда бўлган абразив зарраларнинг ҳажми камаяди.

Тупроқда кварц заррачалари қанчалик кўп бўлса, уларнинг ейилиш қобилияти шунча баланд бўлади.

Ишқаланиш зонасига абразив заррачаларнинг доимий узлуксиз оқими таъминланганда синовни тезлаштириш коэффициенти:

$$K_a = \frac{N_{об}}{N_a}, \text{ бўлади} \quad (1)$$

бу ерда;  $N_{об}$ – намунанинг юзасида жойлашган абразив заррачаларнинг умумий сони;  $N_a$ – намуна атрофидаги ҳаво ҳажмида абразив заррачалар сони.

Ейилишбардошлилик синовининг секинлашув коэффициенти пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдирагининг ( $n_n=1500$  айл/м) ишқаланиш

машинасининг МИ–1М валининг айланиш частотаси ( $n_b=440$  айл/м) айланиш тезлигига нисбати билан белгиланади.

Етакланувчи тишли ғилдиракнинг ейилишбардошлилиги синовининг умумий тезлаштириш коэффициенти,  $K_y = \frac{K_a}{K_3}$  бўлади.  $K_y$  – эксперимент қиймати 360,3 га тенг олинади.

Моделлаштириш намуналари ўртасида содир бўладиган нисбий сирпанишнинг умумий даражаси, тишли узатмаларнинг тиши пахта териш аппарати ажраткич тишлари профилларининг алоқа нуктасида  $\psi_{2p} = \psi_o \cdot \psi_{zn}$  тенг бўлиб, намуналарнинг синовдаги ҳисоб–китоб қиймати 5,344 бўлади.

Диссертациясининг “**Очиқ тишли узатмаларнинг ейилишбардошлилиги**” деб номланган учинчи бобида пахта териш машиналарининг ажраткич очик тишли узатмаларининг ейилишбардошлилигига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш усуллари баён этилган. Тишли илашманинг геометрияси ва кинематикасидан келиб чиққан ҳолда етакланувчи тишли ғилдиракнинг тишлари профилининг характерли алоқа нуктасида эгрилик радиуслари аниқланади. Бу ерда уларнинг энг катта ейилиши содир бўлади. Тишли ғилдиракнинг тишлари учун бундай нукта тиш каллаги юқори нуктасидир, бу ерда тиш баландлиги коэффициенти  $k=1$ . Ушбу илашиш нуктасида профилнинг эгрилик радиуси:

Етакланувчи тишли ғилдирак тиш каллаги;

$$r_{kn} = 0,5m\sqrt{z_w^2 \sin^2 \gamma + 4kz_w - 4k}, \text{ м} \quad (2)$$

Етакчи тишли ғилдирак тиш оёқлари;

$$r_{ku} = 0,5m\left(z_w(u+1)\sin \gamma - \sqrt{z_w^2 \sin^2 \gamma + 4kz_w - 4k}\right), \text{ м} \quad (3)$$

бу ерда  $m$  – илашиш модули;  $z_w$  – етакчи тишли узатма тишларининг сони;  $\gamma$  – илашиш бурчаги;  $k$  – тиш баландлиги коэффициенти;  $u$  – узатишлар нисбати.

Тишлар орасидаги сирпаниш йўли  $k=1$  бўлганда ҳисобланади,

$$C = \frac{\pi m(u+1)((z_w^2 \sin^2 \gamma + kz_w - 4k^2) - z_w \sin \gamma)}{z_k}, \text{ м} \quad (4)$$

бу ерда  $z_k$  – етакланувчи тишли ғилдиракнинг тишлари сони.

Очиқ тишли ғилдиракларнинг тишларини ейилиш жараёнида иштирок этадиган абразив заррачаларнинг энг катта ҳажмини баҳолаш учун пахта териш аппаратининг иш жойидаги ҳавонинг чангланиш даражаси доимий қийматга эга ва ўз вақтида у ўзгармасдир, қачонки абразив заррачаларнинг ҳаво ҳажмидаги миқдори  $v_b$  м<sup>3</sup>, атроф–муҳитнинг чангланиши  $\varepsilon_b$  г/м<sup>3</sup> бўлса,

$$N = \frac{\varepsilon_b v_b}{m_a}, \quad (5)$$

бу ерда  $m_a$  – ҳавода эркин ҳолатда бўлган шарсимон шаклга эга бўлган бир

дона абразив заррачанинг ўртача массаси.

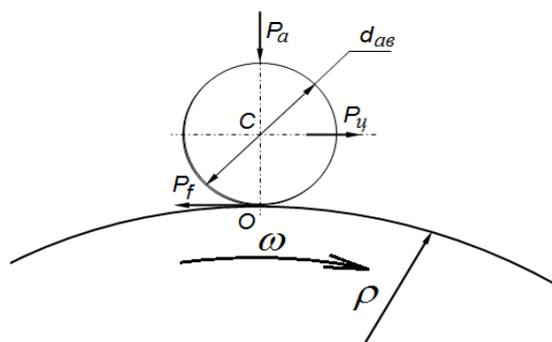
Абразив заррачага таъсир қилувчи кучларни аниқлаймиз. Абразив зарраларни тиш каллаги (оёғининг) ишқаланиш юзасига босадиган куч,

$$P_{аз.н} = m_a m n_k^2 z_k (z_k \pm k). \quad (6)$$

Натижада пайдо бўлган марказдан қочма куч абразив заррачанинг марказига қўйилади ва тиш профилига кўра абразив заррачаларни унинг маркази С атрофида силжитишга интилади;

$$P_u = \frac{m_a v_k}{t_{cp}}, \quad (7)$$

бу ерда;  $v_k$  – ажраткич етакланувчи тишли ғилдираги думалаш тезлиги.



2-расм. Ажраткич етакланувчи тишли ғилдираги тиш юзасида ушлаб қолинган абразив заррачаларнинг энг катта ҳажмини ҳисоблаш схемаси

$P_f$  абразив заррача ва тиш юзаси орасидаги ишқаланиш кучи тиш ишқаланиш юзасида абразив заррачани ушлаб туради.

$$P_{fz.н} = P_{ар.н} f = m_a m n_k^2 f z_k (z_k \pm k), \quad (8)$$

бу ерда;  $f$  – тишли ғилдирак тиш каллаги юзасида ўтириб қолган абразив заррача ва тиш юзаси ўртасидаги ишқаланиш коэффиценти;  $m$  – илашиш модули.

Унда айланаётган етакланувчи тишли ғилдирак тиш каллаги юзасида ўтириб қолган абразив заррачанинг энг катта ҳажми;

$$d_{\max.н} = \frac{m^2 z_k f (z_k - k) = k) - \rho_{кz.н}^2}{\rho_{кz.н}} \quad (9)$$

Катта чангланиш шароитларида ишлайдиган очик тишли ғилдирак тишларининг ейилиш тезлигини тишлар орасидаги сирпаниш бўлганда ҳисоблаш учун қуйидаги ифода олинди:

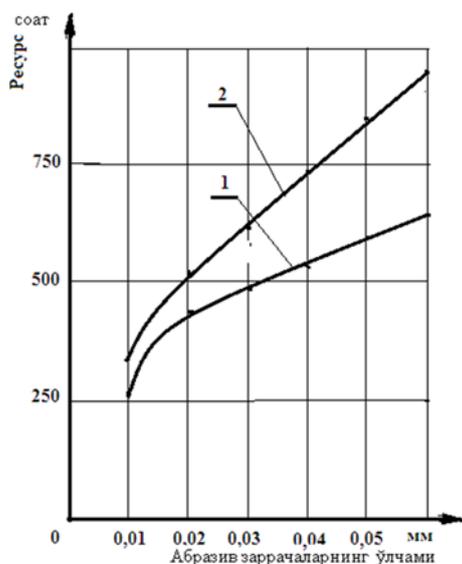
$$\gamma_{a(k)} = \frac{0,000058875 \cdot \varepsilon_e \cdot \sigma_a^2 \cdot d_{cp}^2 \cdot n_k \cdot (6 \cdot H_k - \sigma_a)}{H_k^3 \cdot n_{p(k)} \cdot i \cdot L \cdot \gamma_a}, \quad (10)$$

бу ерда;  $\sigma_a$  – сиқишда абразив заррачалар мустаҳкамлиги;  $n_k$  – ажраткич етакланувчи тишли ғилдиракнинг айланиш частотаси;  $H_k$  – тишли ғилдирак

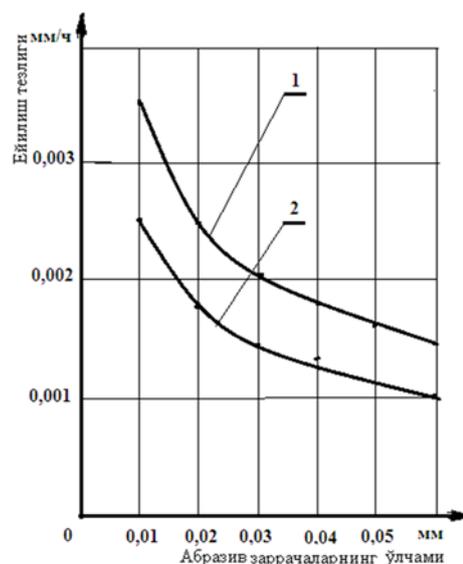
материалининг қаттиқлиги;  $n_{p(k)}$  – ишқаланиш юзасининг емирилишига олиб келувчи цикллар сони;  $i$  – ажраткич етакланувчи тишли ғилдиракнинг узатишлар нисбати;  $L$  – ажраткич етакланувчи тишли ғилдиракнинг тиши узунлиги;  $\gamma_a$  – абразив заррачалар зичлиги. Тишлар қалинлиги ёйилишининг чегараси асосида ҳисобланган тишли ғилдирак ресурси  $U_{np}$  ёйилиши аниқланди.

Кўриб чиқиладиган вариантда, энг юқори ёйилиш тезлиги ғилдирак тишининг қаллагиди содир бўлади  $R = \frac{U_{np}}{\gamma_{ak}} = \frac{0,1 \cdot \pi \cdot m}{\gamma_{ak}}$ .

Ажраткич етакланувчи тишли ғилдиракнинг таянч пўлат 40X ва тажрибадаги пўлат 65Г нинг ёйилиш тезлиги ва ресурсини ҳисоблаш натижалари аниқланди. Олинган натижаларда таянчдаги етакланувчи тишли ғилдирак ёйилиш тезлиги тажрибадагига нисбатан 39,25% га ортиқ, тажрибадаги етакланувчи тишли ғилдирак ресурси эса таянчдагига нисбатан шунчага кўпроқдир, 3- ва 4-расмларда абразив заррачалар ҳажмига қараб, етакланувчи тишли ғилдиракларнинг ёйилиш тезлиги ва ресурсининг ўзгариши келтирилган.



3-расм. 1-пўлат 40X, 2-пўлат 65Г

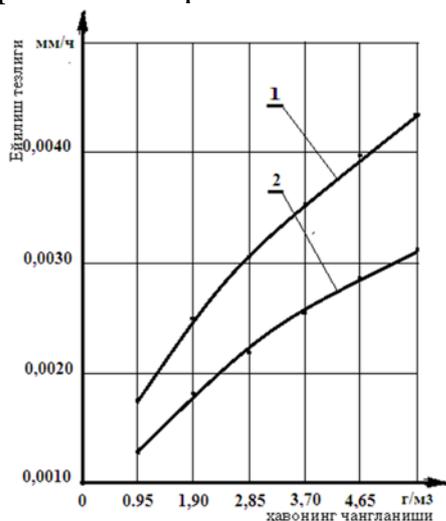


4-расм. 1-пўлат 40X, 2-пўлат 65Г

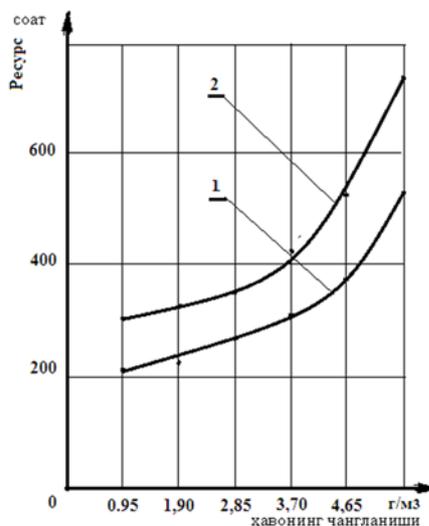
Илашиш модулининг катталаниши, узатишлар нисбатининг ва тишлар узунлигининг ошиши етакланувчи тишли ғилдирак тишларининг ёйилиш тезлиги камайишига олиб келади, бунда тишларнинг ёйилиши бўйича ресурси ортади.

Атроф-муҳитнинг чангланиши 0,95 дан 5,70 г/м<sup>3</sup> гача ортиши етакланувчи ғилдиракнинг ёйилиш тезлигини 2,45 мартага ошишига ва етакланувчи ғилдиракнинг ресурси эса шунчага камайишига олиб келди, бу эса чангнинг кўпайиши тишларнинг профилидаги абразив заррачаларнинг зичлигини ошириши ва ўз навбатида бу абразив зарралар ва ғилдирак тишларининг ишқаланиш сиртлари ўртасидаги алоқа майдонининг ошиши билан боғлиқ эканлигини кўрсатади.

5- ва 6-расмларда етакланувчи ғилдиракнинг иш жойида атроф–муҳит ҳавосининг чангланишидан тишларнинг ейилиш тезлиги ва ресурснинг ўзгариши келтирилган.



5-расм. 1-пўлат 40X, 2-пўлат 65Г



6-расм. 1-пўлат 40X, 2-пўлат 65Г

Абразив заррачалар иштирокисиз алоқа тишларининг ейилиш тезлиги уларнинг алоқа кенглигига боғлиқ. Тишларнинг дастлабки ишқаланиш зонаси доираларида унинг қийматини ҳисоблаш учун қуйидаги боғлиқлик олинди:

$$B = \frac{3,04 \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{\sqrt{L \cdot E_{np}}}, \quad (11)$$

бу ерда  $P$  – тишли узатма берадиган айлана кучи;  $\rho_{np}$  – тиш профилининг келтирилган эгрилик радиуси;  $\mu$  – Пуассон коэффиценти;  $E_{np}$  – келтирилган модуль эластиклиги.

Абразив заррачалар иштирокисиз тиш ейилиш тезлиги:

$$\gamma_{d(k)} = \frac{910,8 \cdot h_k \cdot m \cdot (i+1) \cdot \psi \cdot n_k \cdot k \cdot \sigma_{из} \cdot P^{0,5}}{E_{np}^{0,5} \cdot \rho_{np} \cdot L \cdot (1 - \mu^2) \cdot z_k^2 \cdot c \cdot n_{pk} \cdot H_k}, \quad (12)$$

бу ерда;  $h_k$  – етакланувчи тишли ғилдиракнинг тиш юзасидаги ғадир будурлик чуқурлиги;  $\psi$  – тишли ғилдирак тишларининг нисбий сирпаниш коэффиценти;  $k$  – тиш баландлиги коэффиценти;  $\sigma_{из}$  – тиш оёғи букилишидаги зўриқиш;  $c$  – деформация коэффиценти.

Диссертациянинг “Пахта териш машиналари очик тишли узатмаларининг ейилишбардошлигини ва ресурсини ўрганиш, иқтисодий самарадорликни баҳолаш” деб номланган тўртинчи бобида пахта териш аппарати иш жойи атроф–муҳит ҳавосининг чангланишини ҳисоблаш натижалари, тишли ғилдирак ейилишбардошлилигини ва ресурсини таъминлаш, намуналарга термик ишлов бериш, материалларининг экспериментал тадқиқотлари натижалари ва ажраткич тишли ғилдиракларининг ейилишбардошлилиги ва ресурсини оширишдан

иктисодий самарадорликни баҳолаш баён этилган.

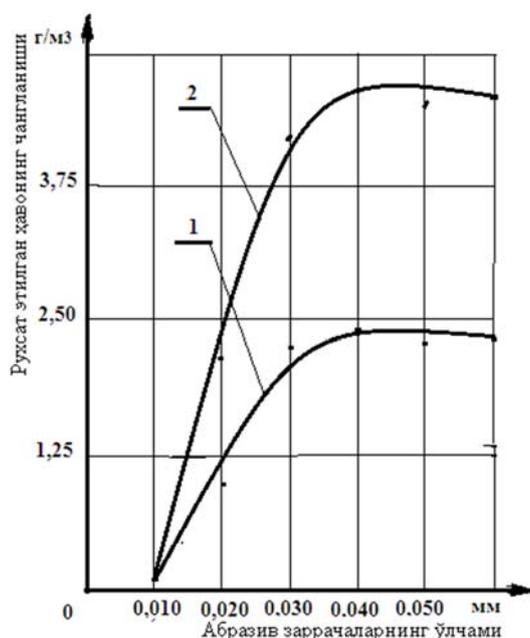
Максимал рухсат этилган ҳаво чангланиши пахта териш аппарати ажраткич тишли ғилдирагининг ишлаш жойи абразив заррачалар иштирокида тиш ейилиши тезлигини ҳисоблаш ифодаси асосида аниқланади. Пахтани машинада теришнинг мавсумийлиги ва масъулиятини ҳисобга олган ҳолда тишли ғилдирак тишларининг қалинлиги бўйича чегаравий ейилиш даражаси илашиш қадамига нисбатан 20% га тенг.

Унда тишли ғилдирак ейилишбардошлилиги ва ресурсини таъминлайдиган атроф–муҳитнинг чегаравий чангланиши қуйидагича бўлади:

$$[\varepsilon_e] = \frac{[\gamma_{ак}]^2 \cdot H_k^4 \cdot n_{pk}^2 \cdot \gamma_a \cdot z_k^2 \cdot z_{ш}^2 \cdot L^2 \cdot i^2}{4,52 \cdot k_a \cdot m^3 \cdot \sigma_a^4 \cdot \Gamma_k^2 \cdot d_{cp} \cdot n_k^2 \cdot (z_k - k)^2 \cdot \psi_2^2}, \quad (13)$$

бу ерда;  $[\gamma_{ак}]$  – абразив заррачалар иштирокида тишларнинг чегаравий рухсат этилган ейилиш тезлиги.

7-расмда тасвирланган етакланувчи тишли ғилдиракларнинг ишлаш жойида абразив заррачанинг ҳажмига қараб атроф - муҳитнинг чегаравий рухсат этилган чангланишининг сонли ҳисоби, абразив заррачалар ҳажми ортиши тишларнинг ейилиш бардошлигини таъминлайдиган, абразив заррачаларни максимал рухсат этилган чангланишининг ўсишига олиб келиши кўрсатилган. Бунинг сабаби кичик абразив заррачалар ҳавода эркин ҳолатда каттароқ абразив заррачаларга нисбатан узоқроқ вақт туриб қолиши мумкин.



7-расм. Абразив заррачаларнинг катталигига қараб етакланувчи тишли ғилдиракнинг чегаравий рухсат этилган ҳаво чангланиши ўзгариши:  
1–пўлат 40Х; 2–пўлат 65Г.

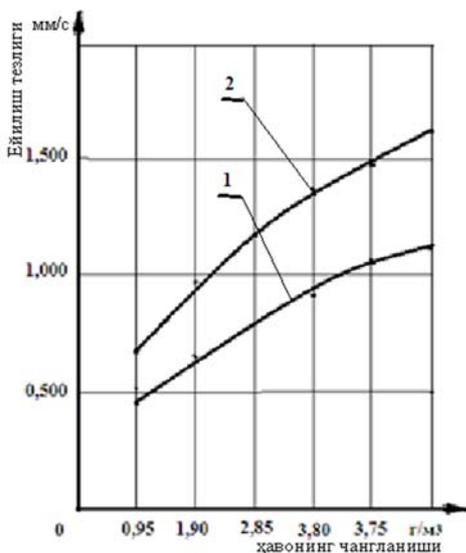
Абразив зарралар ҳажмининг ошиши тишларнинг ейилиш-бардошлилигини таъминловчи абразив заррачаларнинг чегаравий рухсат этилган чангланишини оширади, алоқа модули ва айланиш частотасининг

ортиши билан ушбу кўрсаткич моҳияти камаяди. Олинган ҳисоб–китоб натижалари шуни кўрсатадики, 65Г пўлатдан тайёрланган синов вариантыда ишлаб чиқарилган тишли ғилдирак 40X пўлатдан ишлаб чиқарилнинг асосий вариантга нисбатан 1,9 марта кўп чегаравий рухсат этилган ҳаво чангланишига эга.

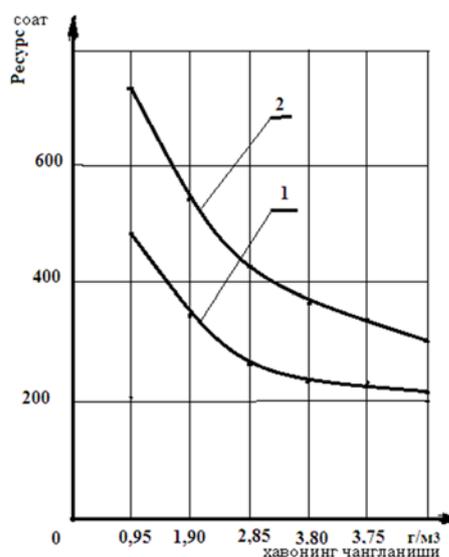
4 та ишқаланиш жуфтликлари синовдан ўтказилиб, биринчи жуфтликда катта ейилишбардошлилик кузатилди, жумладан 40X пўлатдан ясалган (етақланувчи тишли ғилдирак ейилишбардошлилик коэффиценти 1,484 билан) 860°C ҳароратда нитроцементация термик ишлов билан 8 соат давомида, 820°C га қадар совутиш, 220–240 °C ҳароратда селитрали ваннада 20 дақиқа давомида совутиш, сувга ботириш, 1соат давомида 220...240°C ҳароратда печда юмшатиш, қаттиқлиги HRC 54...60, қаттиқлаштирилган қатламинг қалинлиги энг камида 0,6 мм, намуна ядросининг қаттиқлиги HRC 50, ва пўлат 65Г (етақланувчи тишли ғилдирак, ейилишбардошлик коэффиценти 1,000 билан), термик ишлов бериш, 400...500°C ҳароратда юқори частотали ток билан қиздириш 2...3 сония, ҳавода 100...200°C гача ораликда совутиш, 900–980°C юқори частота ток билан қиздириш, мойда совутиш, 1 соат 200±10 °C да юмшатиш, намуна материал қаттиқлиги HRC 61, тишлар қалинлиги бўйича тобланган. Ўз навбатида термик ишлов беришга қараб, қуйидаги ўринлар аниқланди: пўлат 40X (1,581 ейилишбардошлик коэффиценти билан) пўлат 40X (1,645 ейилишбардошлик коэффиценти билан) намуналар; пўлат 30XГТ (2,548 ейилишбардошлик коэффиценти билан) пўлат 30XГТ (2,226 ейилишбардошлик коэффиценти билан) намуналар; пўлат 30XГТ (2,935 ейилишбардошлик коэффиценти билан) пўлат 65Г (1,903 ейилишбардошлик коэффиценти билан).

Ейилишбардошлик намуналари синовлари МИ–1М ишқаланиш машинасида, абразив заррачалар синов намуналарининг тўлиқ алоқа кенглигини камраб олган ҳолда, намуналарнинг илашиш зонасига абразив заррачалар оқим билан узлуксиз узатилиши шароитида ўтказилди. Етақланувчи тишли ғилдиракни синовдан ўтказиш натижалари таянчдаги пўлат 40X ва тажрибадаги пўлат 65Г материалларидан тайёрланган намуналар 8-10-расмларда келтирилган, ҳавонинг чангланиши 0,95 г/м<sup>3</sup> дан 5,70 г/м<sup>3</sup> гача ошиши билан тишли ғилдирак ейилишбардошлилиги ва ресурси 2,4 марта камаяди, бу эса ҳаво чангланишининг ошиши билан ишқаланиш сиртининг ягона майдонида жойлашган абразив зарралар пропорционал ортиб бориши билан изоҳланади, натижада ейилиш жараёнида иштирок этувчи абразив заррачалар сони ортади. 40X ва 65Г пўлатдан ясалган тишли ғилдирак материалининг қиёсий синови ейилишбардошлик ва ресурс 40X пўлатдан ясалган намунага нисбатан 65Г пўлатдан ясалган намунада 1,5 марта кўпроқ эканлигини кўрсатди.

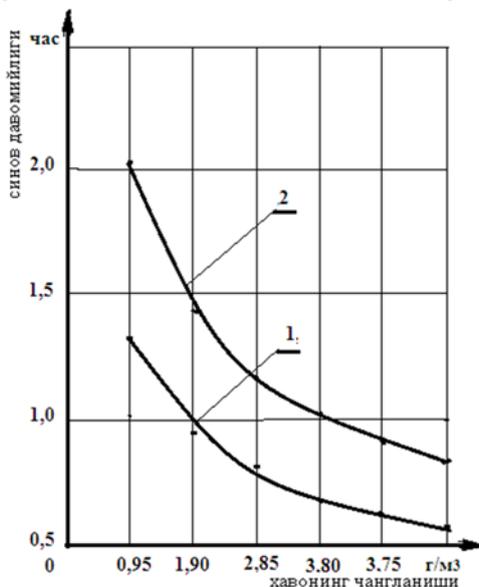
Шундай қилиб, пахта териш аппарати ажраткич етақланувчи тишли ғилдирак ейилишбардошлилиги ва ресурсига таъсир этувчи омиллар тадқиқот экспериментал натижалари пўлат 65Г ясалган намунада катта эканлигини кўрсатди.



8-расм. Ҳавонинг чанглишига қараб етакланувчи тишли ғилдирак намунасининг ейилиш тезлиги ўзгариши: 1–пўлат 40X; 2–пўлат 65Г



9-расм. Ҳавонинг чанглишига қараб етакланувчи тишли ғилдирак намунаси ресурсининг ўзгариши: 1–пўлат 40X; 2–пўлат 65Г



10-расм. Ҳавонинг чанглишига қараб тишли ғилдирак намунасининг синов муддати ўзгариши: 1–пўлат 40X; 2–пўлат 65Г.

Сирдарё, Қашқадарё ва Сурхандарё вилоят хўжаликларида мавжуд 843 дона МХ–1,8 русумли пахта териш машиналарининг ресурсини ошириш натижасида кутилаётган йиллик иқтисодий самара:

$$\text{ЭЭ}_0 = \text{ЭЭ}_{\text{пр}} + \text{ЭЭ}_{\text{п}} = 96841,3 + 83035,5 = 179876,8 \text{ минг сўм.}$$

## ХУЛОСА

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация иши бўйича ўтказилган «Ейилиш меъзони асосида пахта териш машиналарининг тишли узатмалари ресурсини назарий асослаш» мавзусидаги тадқиқот натижаси асосида қуйидаги хулосалар олинди:

1. Ажраткич тишли ғилдираklarининг тишлари ейилишбардошлигининг таъминланмаганлиги оқибатида пахта териш аппарати буйича носозликлар оқими ва шунинг учун пахта териш машинасининг жорий таъмирлашга туриб қолиш вақти кўпайишини аниқлаш услубияти ишлаб чиқилди. Бу услубият ажраткич етакланувчи тишли ғилдираklarнинг ишдан чиқиши ва таъмир талаблик даражасини аниқлашда муҳим аҳамият касб этади.

2. Абразив заррачалар иштирокида ва иштирокисиз етакланувчи тишли ғилдираklar тишларининг ейилиш тезлигини ҳисоблашга имкон берувчи, уларнинг сирпанишсиз думалаш, тишли ғилдирак орасида сирпаниши содир бўлганда, абразив заррачаларга таъсир этувчи кучлар, абразив зарралар ва ишқаланиш юзалари ўртасидаги ишқаланиш коэффициентига боғлиқ бўлиш методикаси ишлаб чиқилди. Бу методика айланаётган тишли ғилдираklarининг тишлари ейилиш юзасида ушланиб қолинаётган ва тишларнинг ейилишида иштирок этаётган абразив заррачаларнинг энг катта ўлчамини ҳисоблаш имконини беради.

3. Узатишлар нисбатининг ошиши билан етакланувчи тишли ғилдирак ишлаш жойида, атроф-муҳитнинг чегаравий рухсат этилган чангланишининг ортиши, ушбу нисбат 0,3га тенг бўлганда атроф-муҳитнинг чегаравий рухсат этилган чангланиши етакланувчи тишли ғилдирак пўлат 65Г дан ясалганда, пўлат 40Хдан ясалган тишли ғилдиракга нисбатан 2,6 мартага юқорилиги, етакланувчи тишли ғилдирак айланишлар частотасининг 10 айл/с дан 35 айл/с гача ошганда атроф-муҳитнинг чегаравий рухсат этилган чангланишини 12,2 мартага камайишини баҳолаш имконини берувчи назарий боғланишлар келтириб чиқарилган. Бу назарий боғланишлар тишли ғилдираklar учун мустаҳкамлиги юқори бўлган материал танлаш учун хизмат қилади.

4. Пахта териш машиналарининг ажраткич очик тишли узатмаларининг ейилишбардошлигига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш услубияти ишлаб чиқилди. Бу услубият тишли илашманинг геометрияси ва кинематикасидан келиб чиққан ҳолда етакланувчи тишли ғилдиракнинг тишлари профилининг характерли алоқа нуқтасида эгрилик радиусларини аниқлаш учун хизмат қилади.

5. Юқори чангланишда ишлайдиган очик тишли узатмаларнинг белгиланган ейилишбардошлик ва ресурсини таъминловчи атроф муҳитнинг энг катта рухсат этилган чангланишни ҳисоблаш методикаси ишлаб чиқилди. Бу методика етакланувчи тишли ғилдирак ейилиш тезлигини пасайтириши ва улардан фойдаланиш ресурсини узайтириш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА НАУК DSC.27.06.2017. FM/Т.03.04 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И  
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**  

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ИШМУРАТОВ ХИКМАТ КАХАРОВИЧ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСА ЗУБЧАТЫХ  
ПЕРЕДАЧ ХЛОПКОУБОРОЧНЫХ МАШИН ПО КРИТЕРИЮ  
ИЗНОСА**

**05.02.02 – Теория механизмов и машин, машиноведение и детали машин**

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

**Ташкент – 2019**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2019.3. PhD/T1310.**

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (русский, узбекский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz) информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Иргашев Амиркул</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Нуриев Карим Котибович</b> доктор технических наук, профессор <b>Шукуров Рустам Уткурович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Научно исследовательский институт механизации сельского хозяйства</b>

Защита диссертации состоится 24 декабря 2019 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.28.02.2018.T.03.04 при Ташкентском государственном техническом университете и Национальном университете Узбекистана. Адрес: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2. Тел.: (99871)227-10-32; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: [tadqiqotchi@tdtu.uz](mailto:tadqiqotchi@tdtu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета за №126, Адрес: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz).

Автореферат диссертации разослан 11 декабря 2019 года.  
(протокол рассылки №126 от 11 декабря 2019 г.).

**К.А.Каримов**

Председатель научного совета по присуждению  
учёной степени д.т.н., профессор

**Н.Дж.Тураходжаев**

Учёный секретарь научного совета по присуждению  
учёной степени д.т.н., профессор

**Р.И.Каримов**

Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению учёных степеней д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире для компаний, производящих шестерни, важное значение имеет повышение износостойкости и ресурса зубчатых колес в процессе эксплуатации. Вместе с тем, повышение износостойкости поверхности зацепления и точности показателей зубчатых передач, являющихся основными звеньями крутящих механизмов и машин, является одной из важнейших проблем. С каждым годом возрастает необходимость разработки новых технологий на основе изучения показателей эффективности зубчатых колес в ряде зарубежных стран, в том числе, в США, Германии, России, Китае, Беларуси. В этой связи особое внимание уделяется созданию технологий, обеспечивающих повышение ресурсов зубчатых колес и прогнозирование их спроса как запасной части, а также повышение их износостойкости и конкурентоспособности.

Особое значение имеет снижение эксплуатационных затрат, основанных на износостойкости и ресурсоемкости разрабатываемых в мире зубчатых колес, а также проведение целенаправленных научных исследований в зависимости от экономической эффективности, полученной за счет эффективного использования машин, на которых они применяются. В этом направлении, в том числе в производстве зубчатых колес, важную роль играют разработка ресурсосберегающих технологий, обеспечение прочности на поверхностях модуля зацепления и увеличение срока их службы. Одна из важных задач заключается в повышении эксплуатационного ресурса и износостойкости зубчатых колес, сокращении времени простоя при ремонте и техническом обслуживании техники.

За короткий срок Независимости республики особое внимание уделялось повышению эффективности использования, повышению эксплуатационного ресурса и снижению потребности деталей, используемых в качестве запасных частей для сельскохозяйственных машин и повышению их эксплуатационного ресурса в процессе эксплуатации, разработаны ряд мероприятий по решениям, позволяющим снижать расходы на запасные части. В том числе, принимаются меры по улучшению качества деталей машин, увеличение срока их службы на основе обеспечения показателей точности и совершенствованию оборудования, используемого при производстве зубчатых колес.

В стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены задачи по "...модернизации производства, техническому и технологическому обновлению производства,...прежде всего за счет замены импортных компонентов,...обеспечение конкурентоспособности национальных товаров на внутреннем и внешнем рынках, за счет коренного изменения типов современных услуг и стремительное развитие сферы услуг."<sup>1</sup>

Настоящее диссертационное исследование, в определенной степени, служит для выполнения задач, предусмотренных в следующих нормативно-правовых документах Республики Узбекистан: Указе Президента №4947 от 7

февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении ПП №2698 от 26 декабря 2016 года «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017-2019 годы», ПП №3117 от 7 июля 2017 года «О мерах по дальнейшему развитию научно-технической базы в сфере сельскохозяйственного машиностроения», ПП №3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов», ПП №3712 от 10 мая 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию механизмов современному оснащению сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой», ПП №4268 от 04 апреля 2019 года «О дополнительных мерах по своевременному оснащению аграрного сектора сельскохозяйственной техникой», а также в других документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики П. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** В мировой практике износ деталей агрегатов мобильных машин и повышение их ресурса проводились в исследованиях ряда ученых, таких как Q.J.Wang, Yan Yu-tao, T.Keller, P.Défosse, A.J.Koolen, P.Lerink, D.A.G.Kurstjens, M.Puppala, Дж.Шрайбфедер, Sun Hong, Chang Xiaofang, Wang Shuren, Ding Jinyuan, Q.J. Wang и др. В этих работах разработаны практические методологические мероприятия, направленные на снижение скорости изнашивания зубчатых колес в процессах проектирования, производства и эксплуатации. К которым относятся выбор материалов, обеспечивающих повышение износостойкости и ресурса шестерен зубчатых передач, технология упрочнения зубьев колес с помощью лазера, термомеханическое упрочнение, разработаны присадки для снижения скорости изнашивания деталей в процессе эксплуатации мобильных машин, повышающие сопротивление поверхностей трения к схватыванию зубьев шестерен, понижающие коэффициент трения.

Исследования, посвященные повышению износостойкости и ресурса открытых и закрытых зубчатых передач и снижению потребности деталей в запасных частях, разработка технологических процессов изношенных зубчатых колес, исследования, направленные на снижение влияния факторов, влияющих на износ деталей, работающих в условиях абразивной среды, проводились учеными стран СНГ как: Н.К.Мышкин, Б.В.Виноградов, А.Ю.Ишлинский, М.М.Тененбаум, Ю.Н.Дроздов, В.В.Гриб, И.В.Сокол, С.А.Корнилович, Д.Н.Гаркунов, Г.И. Скундин, М.И.Городецкий В.П.Онищенко, Ю.Войнаровским и др. В ходе исследований проведенными этими учеными, разработаны методики, позволяющие повышению ресурса агрегатов сельскохозяйственных машин, термической обработкой зубчатых колес, которые являются основными частями этих агрегатов; разработаны

методики, позволяющие снизить концентрацию абразивных частиц.

К вопросам процесса абразивного изнашивания, исходно свободных абразивных частиц, находящихся в масле агрегатов и снижения скорости изнашивания зубчатых колес, агрегатов мобильных машин в Республике, исследования проводились У.А.Икрамовым, Қ.Х.Махкамовым, А.И.Иргашевым, Р.У.Шукуровым, К.К.Нуриевым и другими, которыми разработаны методики повышения износостойкости деталей как: зубчатых колес, подшипников качения, подшипников скольжения, рабочих органов сельскохозяйственных машин.

Тем не менее, в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы износостойкости ресурса и потребности в запасных частях зубчатых передач, работающих в абразивной среде.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения или научно-исследовательскими институтами, где выполнена диссертация.** Исследования по диссертационной работе выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках проектов: прикладного 15-004 «Экстренная диагностика технического состояния деталей агрегатов силовых передач машин и механизмов без их разборки в период эксплуатации» (2009-2012) и фундаментального Ф-2-27 «Разработка научных основ, повышение износостойкости зубчатых передач агрегатов мобильных машин и промышленного оборудования» (2012-2016).

**Целью исследования** является теоретическое обоснование ресурса зубчатых передач хлопкоуборочных машин по критерию износа.

**Задачи исследования:**

изучить существующие методики исследования факторов, влияющих на износостойкость и ресурс зубчатых передач открытых зубчатых передач, работающих в высокой запыленности окружающей среды;

обосновать тему и объект исследования, разработку методики повышения износостойкости и ресурса открытой зубчатой передачи съемника хлопкоуборочного аппарата хлопкоуборочных машин (ХУМ), с высокой запыленностью окружающей среды;

разработать методику расчета размера абразивных частиц, удержавшихся на поверхности и участвующих в процессе изнашивания зубьев открытых зубчатых колес;

разработать методику расчета износостойкости зубьев и ресурса открытых зубчатых колес съемника хлопкоуборочного аппарата ХУМ, с участием и без участия абразивных частиц, при наличии и отсутствии проскальзывания между зубьями шестерен;

разработать методику расчета, предельно допустимой запыленности окружающей среды, заданной износостойкости зубьев и ресурса открытых зубчатых колес, работающих в условиях запыленности окружающей среды;

разработать методику, позволяющую повышать износостойкость зубьев и ресурс открытых зубчатых колес съемника хлопкоуборочного

аппарата ХУМ, с выбором материала и режимов его термической обработки; обосновать экономическую эффективность, полученную в результате повышения износостойкости и ресурса ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата.

**Объектом исследования** является открытая зубчатая передача съемника хлопкоуборочной машины.

**Предметом исследования** является повышение износостойкости и ресурса открытой зубчатой передачи съемника хлопкоуборочной машины.

**Методы исследований** исходят из теории абразивного изнашивания, основанной на усталости материала детали, происходящей на поверхностях трения, с участием и без участия абразивных частиц, теории вероятности и математической статистики.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана научная методология по расчету износа, происходящего в клиновидном зазоре зубьев шестерен открытых зубчатых передач, работающих в запыленных условиях, происходящих в начале - с участием абразивных частиц, до их дробления, а затем процесс изнашивания продолжается в зоне контакта зубьев шестерен, с участием выступов шероховатости поверхностей трения;

разработана методика расчета скорости изнашивания зубьев открытых зубчатых передач с участием и без участия абразивных частиц, при наличии и отсутствии проскальзывания между зубьями шестерен;

разработана методика обеспечения максимально допустимая запыленность окружающей среды, обеспечивающая заданную величину износа и ресурса открытой зубчатой передачи;

разработана методика оценки износостойкости зубьев зубчатых передач съемника хлопкоуборочного аппарата;

обоснована продолжительность износного испытания зубьев шестерен открытых зубчатых передач съемника хлопкоуборочного аппарата, учитывающих модуль зацепления;

определен наибольший размер абразивных частиц, удерживающихся на поверхности зуба и участвующих в процессе изнашивания зубьев ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана методика определения предельного износа и ресурса ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата;

выбран материал для ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата ХУМ, работающего в абразивной среде, с определением наибольшей износостойкости и ресурса;

установлены износостойкость зубьев и ресурс ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата, разработана методика оценки износостойкости и ресурса зубчатых колес съемника хлопкоуборочного аппарата, работающего в высокой запыленности окружающей среды;

разработана методика оценки износостойкости зубьев и повышения ресурса ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата,

работающего с высокой угловой скоростью и в повышенной запыленности воздуха.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов экспериментальных исследований обеспечивается применением современных методов и компьютерных вычислительных программ, определением и сравнительным анализом результатов экспериментальной оценки износостойкости и ресурса зубчатых колес на образцах, с применением современных установок и приборов, обеспечивающих достаточную точность изготовления.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в получении аналитических зависимостей, позволяющих оценить износостойкость зубьев шестерен съемника на стадиях их проектирования, изготовления и эксплуатации ХУМ, обеспечивающих необходимый ресурс хлопкоуборочного аппарата.

Практическая значимость исследования заключается в выборе материала и режимов термической обработки ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата, а также в обосновании экономической целесообразности их использования в процессе эксплуатации ХУМ.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по повышению ресурса зубчатых передач хлопкоуборочных машин по критерию износа:

разработанная методика выбора материала и его режимов термической обработки для открытых зубчатых передач съемника хлопкоуборочных машин, внедрена на ООО “Кашкадарья Агросервис МТП”, ООО “Сурхандарья Агросервис МТП”, ООО “Сырдарья Агросервис МТП” (справка АО “Узагросервис” от 20.06.2019 года №09-03/03-844 (10 август 2009 г., АК/11-182)). В результате, применение разработанной методики позволяет периодически оценить износ и ресурс зубьев открытых зубчатых передач абразивными частицами, находящимися в воздухе в свободном взвешенном состоянии, а также предварительно определить износ и ресурс открытых зубчатых передач, сокращающих простой машины на техническом обслуживании и ремонте на 10-15%;

разработанная теория износа открытых зубчатых передач хлопкоуборочных машин внедрены в производство ООО “Кашкадарья Агросервис МТП”, ООО “Сурхандарья Агросервис МТП”, ООО “Сырдарья Агросервис МТП” (справка АО “Узагросервис” от 20.06.2019 года №09-03/03-844 (10 август 2015 г., АК/11-182)). В результате, применения предложенной теории изнашивания, позволяет сокращать простой машин на ремонт, в результате предварительного определения потребности на запасных части, при котором простой машины сокращаются на 12-15%;

повышение ресурса зубчатых передач съемника хлопкоуборочных машин по критерию износа внедрены в производство ООО “Кашкадарья Агросервис МТП”, ООО “Сурхандарья Агросервис МТП”, ООО “Сырдарья Агросервис МТП” (справка АО “Узагросервис” от 20.06.2019 года №09-

03/03-844 (9/10/2019 года АК/11-182)). В результате применения методики определен наибольший размер абразивных частиц, оседающих на поверхность зубьев открытой зубчатой передачи, работающих в запыленных условиях, который использован в обосновании их ресурса, позволяющего принимать ускоренное решение по предотвращению интенсивного изнашивания зубьев шестерен.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований представлены, обсуждены и одобрены на 2 международных и 7 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 16 научных работ. В том числе, 1 монография, 6 журнальных статей, из них 3 статьи в зарубежном издании, рекомендованных ВАКом Республики Узбекистан, 9 статей в сборниках Международных и республиканских конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность данного исследования, сформулированы цель и задачи исследования, характеризованы объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики, изложена научная новизна и практическая значимость полученных результатов, результаты апробации работы, а также сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **“Состояние вопроса износостойкости открытых зубчатых передач хлопкоуборочных машин”** обосновано, что высокая запыленность воздуха в зоне работы сборочного аппарата приводит к абразивному износу зубчатых колес съемника хлопкоуборочного аппарата.

Трение в присутствии абразивных частиц характеризуется не стационарностью контактов твердых частиц с изнашиваемой поверхностью, широким спектром и высокой концентрацией напряжений, физико-химической активацией поверхностей твердых тел. Разрушение поверхности может происходить в результате однократного или многократного взаимодействия абразивной частицы с поверхностью. Здесь более вероятным представляется многократный процесс деформирования поверхности абразивными частицами и усталостного разрушения поверхности. Результаты анализа экспериментальных данных и теоретических положений изнашивания дают основания для разработки математической модели абразивного изнашивания открытых зубчатых колес съемника хлопкоуборочного аппарата.

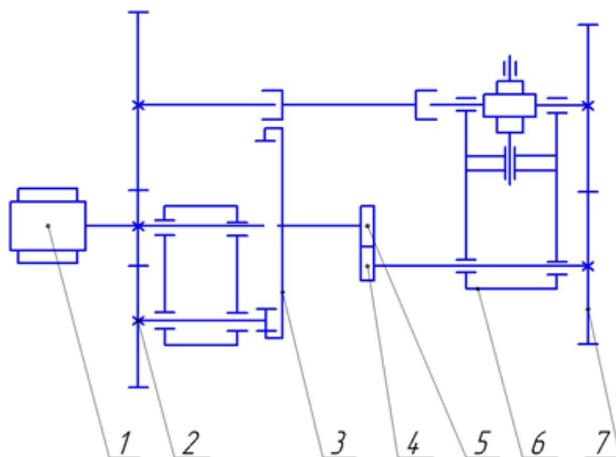
При этом необходимо учитывать, что наименьшая концентрация пыли в воздухе наблюдается на высоте, равной 85 см, что является важным обстоятельством, которое нужно учитывать при проектировании и

эксплуатации открытых зубчатых передач агрегатов машин для хлопководства. Прогнозируемая износостойкость и ресурс открытых зубчатых колес может отличаться от реального значения более чем в 4 раза. Это означает, что существующая методика определения ресурса работы зубчатых колес нуждается в уточнении с учетом дополнительных факторов, существенно влияющих на износостойкость зубьев шестерен.

Во второй главе диссертации **“Обоснование объекта исследования и методики оценки факторов, влияющих на износостойкость открытых зубчатых передач”** обоснован и выбран объект исследования, приведены методики определения факторов, влияющих на износостойкость зубьев.

Загруженность хлопкоуборочной машины (ХУМ) в период уборки урожая хлопка составляет в среднем 30-35 рабочих дней с сезонной выработкой порядка 500 часов. При этом наибольший расход зубчатых колес хлопкоуборочного аппарата в качестве запасных частей в течении одного сезона на 1000 ХУМ соответствует ведомому зубчатому колесу съёмника хлопкоуборочного аппарата 14XB 34606  $z=12$ ;  $m=3$  мм, составляющему 49,5% от общего количества сменных зубчатых колес, при коэффициенте сменности 1,33.

Вследствие этого, поток отказов хлопкоуборочного аппарата, из-за необеспечения необходимой надежности ведомой шестерни съёмника увеличивается в 1,7 раза, в результате чего время простоя на замену шестерни в полевых условиях повышается по сравнению ХУМ, работающими в нормальных эксплуатационных условиях в 1,5-раза. Повышение простоев ХУМ, приводящее к нарушению ритма уборочных работ и запаздывания сроков завершения уборки урожая, приводящих к значительным сверхнормативным затратам в агропромышленной отрасли республики, связанным с погодными условиями в период уборки урожая.



**Рис.1. Кинематическая схема машины трения МИ-1М:**

- 1 – электродвигатель; 2 – сателлит; 3 - коронная шестерня; 4 – верхний образец; 5 – нижний образец; 6 – станина; 7 – зубчатый привод верхнего образца**

Анализ возникших причин выхода из строя ведомого зубчатого колеса съёмника показывает, что они переходят в негодное состояние в результате: абразивного износа зубьев по толщине в 62%; пластической деформации

зубьев-23 %; поломке зубьев шестерен-9%; схватывания поверхностей зубьев-6%. Данная задача может быть решена заменой существующего материала ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата сталь-40X на сталь с более высокими механическими свойствами.

Испытание с целью выбора оптимального варианта материала для ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата на машине трения МИ-1М, представленной по схеме на рис. 1, проводилось на образцах, изготовленных из четырех пар зубчатых колес (результаты испытания приведены в табл.1) в соответствии с геометрическими и кинематическими параметрами зубьев. По предварительным результатам испытания установлено, что наибольшей износостойкостью обладают образцы, изготовленные из стали 65Г с циклической закалкой и с последующей закалкой ТВЧ.

Таблица 1

**Предварительные результаты износного испытания роликовых образцов ведомого зубчатого колеса съемника  $z=12$ ;  $m=3$  мм - 14XB-34.606, изготовленные из различных марок сталей**

Номер варианта образцов	Материал шестерни 14XB-34.606	Твердость образцов после термической обработки	Результаты износного испытания	Снижение износостойкости относительно базового варианта
1	65Г циклическая закалка, закалка ТВЧ	HRC 56	0,31	1,000
2	65Г	HRC 56...60	0,59	1,903
3	30ХГТ	HRC 54 ...60	0,60	1,935
4	40X	HRC 54 ...60	0,46	1,484

В летнее время содержание пыли в хлопководческих районах достигает до  $4,0 \text{ г/м}^3$ . Во время песчаных бурь в пустынях запыленность воздуха повышается и составляет до  $17 \text{ г/м}^3$ .

Установлено, что с увеличением расстояния от почвы до поверхности детали размер абразивных частиц, находящихся во взвешенном состоянии, уменьшается. Чем больше в почве кварцевых частиц, тем выше их изнашиваемая способность.

Коэффициент ускорения испытания при постоянной подаче абразивных частиц непрерывной струей в зону трения:

$$K_a = \frac{N_{об}}{N_a}, \quad (1)$$

где  $N_{об}$ - общее количество абразивных частиц, находящихся на поверхности образца;  $N_a$ - количество абразивных частиц в объеме воздуха, окружающего образец.

Коэффициент замедления испытания на износостойкость определяется отношением частоты вращения ведомой шестерни съемника хлопкоуборочного аппарата ( $n_{п}=1500$  об/мин) на частоту вращения вала

машины трения МИ-1М ( $n_b=440$  об/мин).

Общий коэффициент ускорения испытания на износостойкость ведомой шестерни будет  $K_y = \frac{K_a}{K_s}$ , значение  $K_y$ - в экспериментах берётся равным 360,3.

Общая степень относительного проскальзывания, происходящего между образцами, моделирующими работу зубчатой передачи в точке контакта профилей зубьев, съемника хлопкоуборочного аппарата, будет  $\Psi_{2p} = \Psi_o \cdot \Psi_{zn}$ , расчетное значение при испытании образцов составляет 5,344.

В третьей главе диссертации “Износостойкость зубьев открытых зубчатых передач” изложены методики определения факторов, влияющих на износостойкость открытых зубчатых передач хлопкоуборочной машины, на примере ведомого зубчатого колеса съемника уборочного аппарата. Исходя из геометрии и кинематики зубчатого зацепления, определены радиусы кривизны характерной точки контакта профиля зубьев ведомого зубчатого колеса, где происходит их наибольший износ. Такой точкой для зубьев ведомого зубчатого колеса является верхняя точка головки зуба, где коэффициент высоты зуба  $k=1$ . Для этой точки зацепления радиусы кривизны профилей равны:

головки зуба ведомого зубчатого колеса:

$$r_{kh} = 0,5m\sqrt{z_w^2 \sin^2 \gamma + 4kz_w - 4k}, \text{ м}; \quad (2)$$

ножки зуба ведущего зубчатого колеса:

$$r_{kn} = 0,5m\left(z_w(u+1)\sin\gamma - \sqrt{z_w^2 \sin^2 \gamma + 4kz_w - 4k}\right), \text{ м} \quad (3)$$

где  $m$  – модуль зацепления;  $z_w$ - число зубьев ведущей шестерни;  $\gamma$ - угол зацепления;  $k$ - коэффициент высоты зуба;  $u$ - передаточное отношение.

Путь скольжения между зубьями шестерен рассчитывается, когда  $k=1$ :

$$C = \frac{\pi m(u+1)((z_w^2 \sin^2 \gamma + kz_w - 4k^2) - z_w \sin \gamma)}{z_k}, \text{ м} \quad (4)$$

здесь  $z_k$  - число зубьев ведомого зубчатого колеса.

Для оценки наибольшего размера абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания зубьев открытых зубчатых передач, принимаем, что уровень запыленности воздуха в зоне работы хлопкоуборочного аппарата имеет постоянную величину и она не меняется по времени, тогда количество абразивных частиц, находящееся во взвешенном состоянии, в объеме воздуха равно  $V_b \text{ м}^3$ , при запыленности окружающей среды  $\varepsilon_b \text{ г/м}^3$ ,

$$N = \frac{\varepsilon_b V_b}{m_a}, \quad (5)$$

где  $m_a$ - средняя масса одной абразивной частицы, имеющей сферическую форму, находящуюся во взвешенном состоянии.

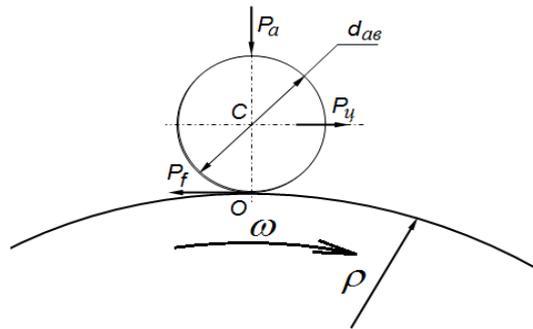
Определяем силы, действующие на абразивную частицу. Сила, прижимающая абразивную частицу на поверхности трения головки (ножки) зуба,

$$P_{аз.н} = m_a m n_k^2 z_k (z_k \pm k). \quad (6)$$

Равнодействующая центробежная сила приложена к центру абразивной частицы, она стремится прокатить абразивную частицу вокруг её центра тяжести С, по профилю зуба:

$$P_y = \frac{m_a v_k}{t_{ср}}, \quad (7)$$

где  $v_k$  – скорость качения ведомого зубчатого колеса съемника,  $v_k = n_k \rho_k$   
 $n_k$  – частота вращения ведомого зубчатого колеса съемника.



**Рис. 2.** Схема для расчета наибольшего размера абразивных частиц, удерживающихся на поверхности зуба открытой зубчатой передачи съемника.

Сила трения  $P_f$  между абразивной частицей и поверхностью зуба удерживает абразивную частицу на поверхности трения зуба.

$$P_{fz.н} = P_{аз.н} f = m_a m n_k^2 f z_k (z_k \pm k), \quad (8)$$

где  $f$  – коэффициент трения между абразивной частицей и поверхностью зуба;  $m$  – модуль зацепления.

Тогда наибольший размер абразивных частиц, удержавшихся на поверхности головки зуба вращающегося ведомого зубчатого колеса:

$$d_{\max.н} = \frac{m^2 z_k f (z_k - k) = k) - \rho_{кз.н}^2}{\rho_{кз.н}} \quad (9)$$

Для расчета скорости изнашивания зубьев открытого ведомого зубчатого колеса, работающих в запыленных условиях и при наличии проскальзывания между зубьями шестерен, получено выражение:

$$\gamma_{a(к)} = \frac{0,000058875 \cdot \varepsilon_\theta \cdot \sigma_a^2 \cdot d_{ср}^2 \cdot n_k \cdot (6 \cdot H_k - \sigma_a)}{H_k^3 \cdot n_{p(к)} \cdot i \cdot L \cdot \gamma_a}, \quad (10)$$

где  $\sigma_a$  – прочность абразивной частицы на сжатие;  $n_k$  – частота вращения ведомого зубчатого колеса съемника;  $H_k$  – твердость материала зубчатого колеса;  $n_{p(к)}$  – количество циклов, приводящее к разрушению поверхности трения;  $i$  – передаточное отношение зубчатой передачи съемника;  $L$  – длина зуба ведомого зубчатого колеса съемника;  $\gamma_a$  – плотность абразивной частицы. Расчетный ресурс ведомого зубчатого колеса по износу зубьев определялся на основе предельного износа зубьев по толщине  $U_{пр}$ . В

рассматриваемом варианте, из-за наибольшей скорости, изнашивание

происходит на вершине головки зуба ведомого колеса  $R = \frac{U_{np}}{\gamma_{ak}} = \frac{0,1 \cdot \pi \cdot m}{\gamma_{ak}}$

Результаты расчета скорости изнашивания и ресурса базового (сталь 40Х) ведомого зубчатого колеса съемника и опытного (сталь 65Г), представлены на рис. 3 и 4. В полученных результатах скорости изнашивания базового ведомого зубчатого колеса, по сравнению с опытным образцом, больше на 39,25%, а ресурс опытного зубчатого колеса настолько же больше базового.

Изменения скорости изнашивания и ресурса ведомого зубчатого колеса в зависимости от размера абразивных частиц показаны на рис.3,4.

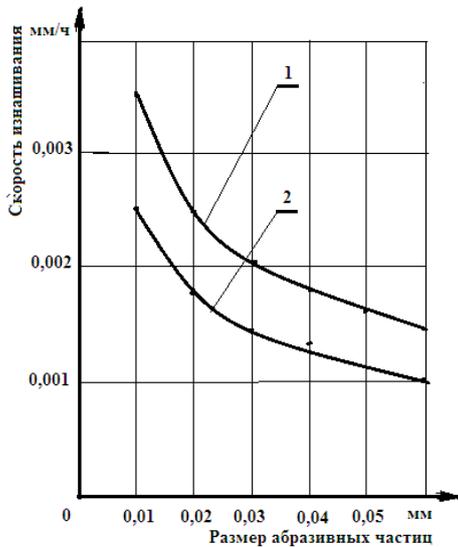


Рис.3. 1-сталь 40Х; 2-сталь 65Г

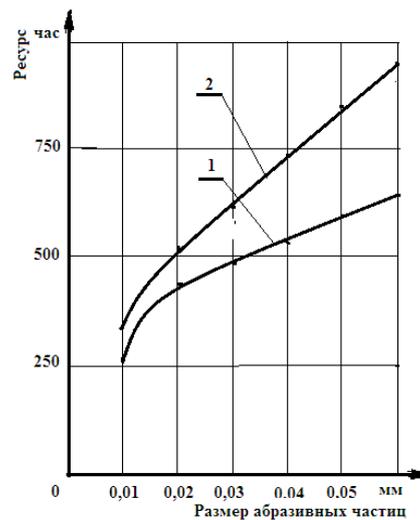


Рис.4. 1-сталь 40Х; 2-сталь 65Г

Увеличение модуля зацепления, повышение передаточного отношения и длины зуба приводят к снижению скорости изнашивания зубьев ведомого зубчатого колеса, при этом ресурс ведомого зубчатого колеса по износу зубьев повышается.

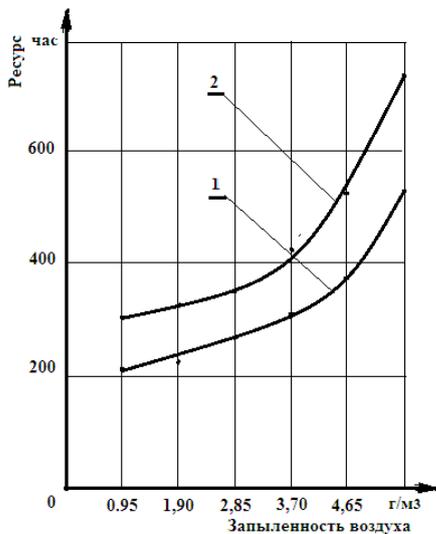


Рис.5. 1 - сталь 40Х; 2 - сталь 65Г.

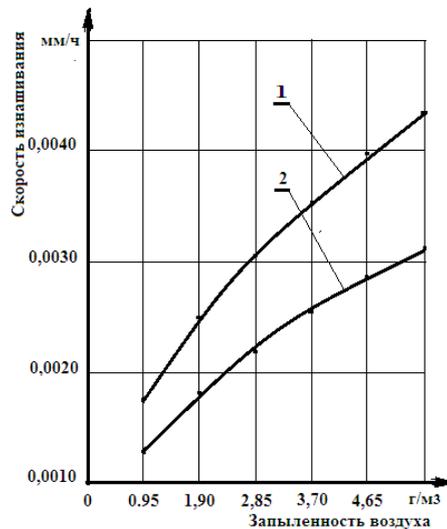


Рис.6. 1 - сталь 40Х; 2 - сталь 65Г.

Повышение запыленности окружающей среды с 0,95 до 5,70 г/м³

привело к повышению скорости изнашивания в 2,45 раза и во столько же раз к снижению ресурса ведомого колеса. Это связано с тем, что с повышением запыленности воздуха повышается плотность расположения абразивных частиц на профиле зубьев, приводящая к повышению площади контакта между абразивными частицами и поверхностями трения зубьев колеса. На рис. 5 и 6 приведены изменения скорости изнашивания зубьев и ресурса, запыленности окружающим воздухом места работы ведомого зубчатого колеса.

Скорость изнашивания контактируемых зубьев без участия абразивных частиц зависит от ширины их контакта. Для расчета ширины контакта в зоне трения начальных окружностей зубьев получена зависимость:

$$B = \frac{3,04 \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{\sqrt{L \cdot E_{np}}}, \quad (11)$$

где  $P$  - окружная сила, передаваемая зубчатой передачей;  $\rho_{np}$  - приведенный радиус кривизны профиля зуба;  $\mu$  - коэффициент Пуассона;  $E_{np}$  - приведенный модуль упругости.

Скорость изнашивания зубьев без участия абразивных частиц:

$$\gamma_{\partial(k)} = \frac{910,8 \cdot h_k \cdot m \cdot (i+1) \cdot \psi \cdot n_k \cdot k \cdot \sigma_{из} \cdot P^{0,5}}{E_{np}^{0,5} \cdot \rho_{np} \cdot L \cdot (1 - \mu^2) \cdot z_k^2 \cdot c \cdot n_{pk} \cdot H_k}, \quad (12)$$

где  $h_k$  - глубина внедрения выступа шероховатости в поверхность зуба ведомого зубчатого колеса;  $\psi$  - коэффициент относительного проскальзывания зубьев шестерен;  $k$  - коэффициент высоты зуба;  $\sigma_{из}$  - напряжение изгиба на ножке зуба;  $c$  - коэффициент деформации.

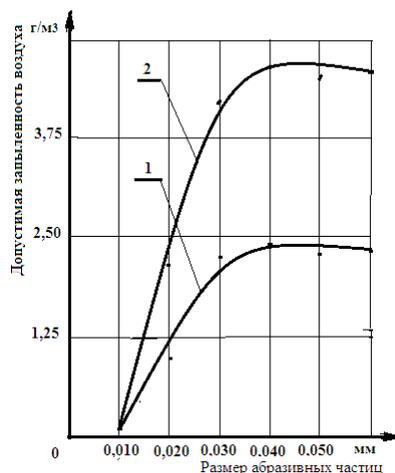
В четвертой главе диссертации **“Исследование износостойкости и ресурса открытых зубчатых передач съемника ХУМ, оценка экономической эффективности”** изложены результаты расчета предельной запыленности окружающего воздуха места работы хлопкоуборочного аппарата, обеспечивающего износостойкость и ресурс шестерен зубчатых передач. Выбран режим термической обработки образцов, результаты экспериментальных исследований материала зубчатых колес съемника и оценка экономической эффективности от повышения износостойкости и ресурса ведомого зубчатого колеса съемника.

Предельно допустимая запыленность воздуха места работы ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата определялась на основе выражения по расчету скорости изнашивания зубьев с участием абразивных частиц. Учитывая сезонность и ответственность машинного сбора хлопка, предельный износ зубьев по толщине колеса принят 20% от шага зацепления. Тогда, предельная запыленность окружающей среды, обеспечивающая износостойкость и ресурс зубчатых колес:

$$[\varepsilon_e] = \frac{[\gamma_{ак}]^2 \cdot H_k^4 \cdot n_{pk}^2 \cdot \gamma_a \cdot z_k^2 \cdot z_{uu}^2 \cdot L^2 \cdot i^2}{4,52 \cdot k_a \cdot m^3 \cdot \sigma_a^4 \cdot \Gamma_k^2 \cdot d_{cp} \cdot n_k^2 \cdot (z_k - k)^2 \cdot \psi_2^2}, \quad (13)$$

где  $[\gamma_{ак}]$  - предельно-допустимая скорость изнашивания зубьев с участием абразивных частиц.

Численный расчет предельно допустимой запыленности окружающей среды по месту работы ведомого зубчатого колеса съемника, в зависимости от размера абразивной частицы, представленный на рис.7, показывает, что увеличение размера абразивных частиц приводит к повышению предельно допустимой запыленности абразивных частиц, обеспечивающих износостойкость зубьев. Это связано с тем, что мелкие абразивные частицы могут находиться в воздухе во взвешенном положении длительное время, чем более крупные.



**Рис. 7. Изменение предельно допустимой концентрации абразивных частиц ведомого зубчатого колеса в зависимости от размера абразивных частиц: 1 – сталь 40X; 2-сталь – 65 Г.**

Увеличение размера абразивных частиц, длины зуба передаточного отношения, приводит к повышению предельно допустимой запыленности абразивных частиц, обеспечивающих износостойкость зубьев; с повышением модуля зацепления, частоты вращения значение этого показателя снижается.

Полученные результаты расчета показывают, что ведомое зубчатое колесо, изготовленное по опытному варианту из стали 65 Г, имеет в 1,9 раза больше предельно допустимой запыленности воздуха, по сравнению с базовым вариантом его изготовления из стали 40X.

Из испытанных четырех пар трения наиболее износостойкими является пара трения, изготовленная из стали 40X (ведущая шестерня, с коэффициентом износостойкости 1,484), термическая обработка нитроцементацией при температуре 860°C, выдержка в течение 8 часов, подсуживание до 820 °C, охлаждение в селитровой ванне с температурой 220...240 °C с выдержкой в течение 20 минут, замочка в воде, отпуск в печи при температуре 220...240°C, выдержка в течение 1 часа, твердость по HRC 54 ...60, толщина упроченного слоя не менее 0,6 мм, твердость сердцевины образца не более по HRC 50, и из стали 65Г (ведомое зубчатое колесо, с коэффициентом износостойкости 1,000). Термическая обработка-нагрев током высокой частоты до температуры 400...500 °C за время не более 2...3 сек с промежуточным охлаждением до 100...200 °C на воздухе, нагрев током высокой частоты до 900-980 °C, охлаждение в масле, отпуск при 200±10 °C в течение 1 – часа, твердость материала образца не ниже по

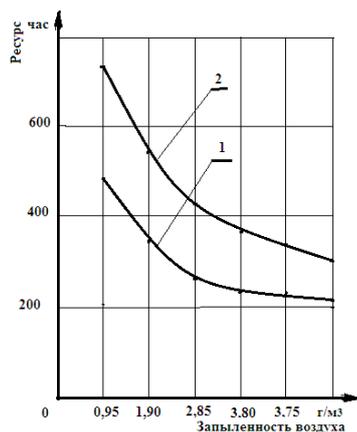
HRC 61, зубья прокаливаются насквозь. Последующие места, соответственно, в зависимости от термической обработки занимают: образцы, изготовленные из стали 40X (с коэффициентом износостойкостью 1,581) из стали 40X (с коэффициентом износостойкостью 1,645); образцы, изготовленные из стали 30ХГТ (с коэффициентом износостойкостью 2,548) из стали 30ХГТ (с коэффициентом износостойкостью 2,226); образцы, изготовленные из стали 30ХГТ (с коэффициентом износостойкостью 2,935) из стали 65Г (с коэффициентом износостойкостью 1,903).

Испытания образцов на износостойкость проводились на машине трения МИ-1М в условиях непрерывной подачи абразивных частиц в зону контакта образцов со струей так, чтобы подаваемые абразивные частицы охватили полную ширину контакта испытуемых образцов.

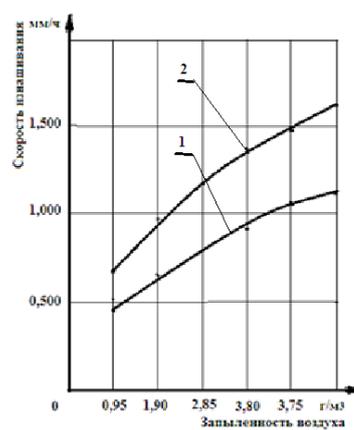
Результаты испытания образцов, изготовленных из материалов ведомого зубчатого колеса базового 40X и опытного 65 Г вариантов, приведенных на рис. 8, 9 и 10, показывают, что с повышением запыленности воздуха с 0,95 до 5,70 г/м<sup>3</sup> износостойкость и ресурс зубчатого колеса снижаются в 2,4 раза. Это объясняется тем, что с повышением запыленности воздуха количество абразивных частиц, находящихся в единичной площади поверхности трения, пропорционально растет, вследствие чего, количество абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания, повышаются.

Сравнительное испытание материала ведомого зубчатого колеса, изготовленного из стали 40X и 65Г показали, что износостойкость и ресурс образца из стали 65Г в 1,5 раза больше чем образца из стали 40X.

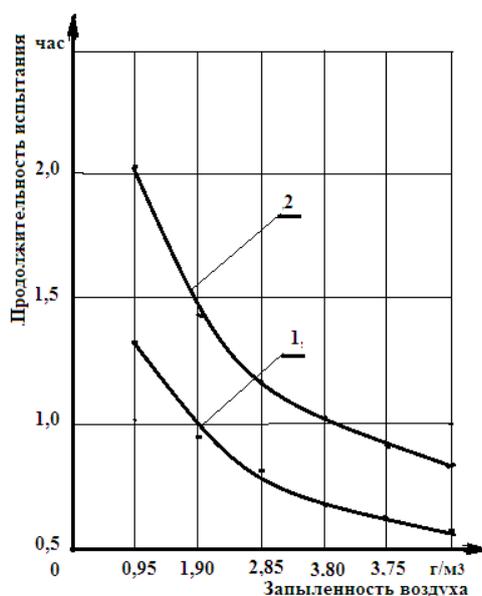
Таким образом, по полученным экспериментальным результатам исследований, эксплуатационными факторами, влияющими на износостойкость и ресурс ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата, являются образцы, изготовленные из стали 65Г.



**Рис.8. Изменение скорости изнашивания образца ведомого колеса в зависимости от запыленности воздуха:**  
1–сталь 40X; 2 – сталь 65Г.



**Рис.9. Изменение ресурса образца ведомого колеса в зависимости от запыленности воздуха:**  
1 – сталь 40X; 2-сталь 65Г.



**Рис.10. Изменение продолжительности испытания образца ведомого колеса в зависимости от запыленности воздуха: 1-сталь 40Х; 2-сталь 65 Г.**

Ожидаемый годовой экономический эффект, полученный за счет повышения ресурса ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата для всего парка хлопкоуборочных машин марки МХ-1,8, находящихся в Сырдарьинской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в количестве 843 штук, за один хлопкоуборочный сезон составляет:

$$\text{ЭЭ}_0 = \text{ЭЭ}_{\text{пр}} + \text{ЭЭ}_{\text{п}} = 96841,3 + 83035,5 = 179876,8 \text{ тыс. сум.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Теоретическое обоснование ресурса зубчатых передач хлопкоуборочных машин по критерию износа» представлены следующие выводы:

1. Разработана методика по определению увеличения потока отказов хлопкоуборочных аппаратов, повышения времени простоя хлопкоуборочных машин на текущем ремонте, из-за необеспечения износостойкости зубьев ведомой шестерни съемника. Это имеет важное значение при выходе из строя зубчатых передач и при определении степени ремонтпригодности ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата.

2. Разработана методика расчета вычисления коэффициента трения между поверхностью и абразивными частицами, размера абразивных частиц, удерживающихся на поверхностях трения, вращающихся открытых зубчатых передач, участвующих в процессе изнашивания зубьев, в зависимости от коэффициента трения между абразивной частицей и поверхностями трения. Силы, действующие на абразивные частицы, позволяющие рассчитать скорость изнашивания зубьев ведомого зубчатого колеса с участием и без участия абразивных частиц, при их качении без скольжения и когда происходит проскальзывание между зубьями шестерен. Данная методика

даёт возможность сделать расчёт по определению наибольшего размера абразивных частиц, удерживающихся на поверхностях трения, вращающихся открытых зубчатых передач и участвующих в процессе изнашивания зубьев.

3. Получены теоретические зависимости, позволяющие оценить снижение предельно допустимой запыленности окружающей среды на месте работы ведомого колеса с повышением передаточного отношения при передаточном отношении 0,3 предельно допустимая запыленность окружающей среды при изготовлении из стали 65Г, по сравнению с ведомым зубчатым колесом из стали 40Х 2,6 раза больше, если частота вращения ведомого зубчатого колеса, в случае повышения частоты вращения с 10 об/с до 35 об/с, предельно допустимая запыленность окружающей среды снижается 12,2 раза. Эта теоретическая зависимость служит для выбора материала зубчатых колес более высокой прочности.

4. Разработана методика определения факторов, влияющих на износостойкость съёмника хлопкоуборочной машины в открытых зубчатых передачах. Этот метод даёт возможность определить точки характерного профиля радиуса кривизны, исходя из геометрии и кинематики зубчатого сцепления.

5. Разработана методика расчета наибольшего допустимого запыления окружающей среды, обеспечивающая заданную устойчивость и ресурс открытых зубчатых передач с высокой запыленностью. Эта методика позволяет снизить скорость износа ведомого зубчатого колеса и продления ресурса их использования.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
SCIENCES DSc.27.06.2017.FM/T.03.04 UNDER TASHKENT STATE  
TECHNICAL UNIVERSITY AND THE NATIONAL UNIVERSITY OF  
UZBEKISTAN**

---

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

**ISHMURATOV HIKMAT KAKHAROVICH**

**THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE RESOURCE OF GEARS  
OF COTTON-CLEANING MACHINES BY THE CRITERION OF WEAR**

**05.02.02 – Theory of mechanisms and machines, mechanical engineering  
and machine parts**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2019**

**The theme of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number №B2019.3. PhD/T1310.**

The dissertation was completed at Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation in three languages (Russian, Uzbek, English (summary)) is available on the website of the Scientific Council at [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz) at the information and educational portal Ziyonet at [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

<b>Scientific adviser:</b>	<b>Irgashev Amirkul</b> doctor of technical sciences, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Nuriev Karim Kotibovich</b> doctor of technical sciences, professor <b>Shukurov Rustam Utkurovich</b> doctor of technical sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b>Research Institute of Agricultural Mechanization</b>

The dissertation will take place 24 december 2019 at 14<sup>00</sup> at the meeting of scientific council DSc.28.02.2018.T.03.04 at Tashkent State Technical University and the National University of Uzbekistan located at 2, University street, Tashkent, 100095. Tel: (99871) 227-10-32; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: [tadqiqotchi@tdtu.uz](mailto:tadqiqotchi@tdtu.uz).

The dissertation can be found in the Information Resource Center of the Tashkent State Technical University (registration number №126), (Address: 100095, Tashkent, University street, 2. Tel .: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz)).

Abstract of dissertation sent out on 11 december 2019 y.  
(mailing protocol №126 on 11 december 2019 y.).

**K.A. Karimov**

Chairman of scientific council for awarding degree  
doctor of technical sciences, professor

**N.J. Turakhodjaev**

Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding  
doctor of technical sciences, professor

**R.I. Karimov**

Chairman of the Scientific Seminar at the  
Scientific Council according to the awarding of scientific degrees  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work is** the theoretical justification of the resource gears of cotton machines according to the criterion of wear.

### **Research objectives:**

to study the existing research methods of factors affecting the wear resistance and resource of gears of open gears operating in a high dust environment;

substantiate the subject and object of research, the development of a methodology to increase the wear resistance and resource of an open gear transmission of a puller of the cotton harvesting machine (CHM), with a high dust content of the environment;

to develop a methodology for calculating the size of abrasive particles held on the surface and involved in the wear process of the teeth of open gears;

to develop a methodology for calculating the wear resistance of the teeth and the resource of the open gears of the puller of the CHM cotton picker, with and without the participation of abrasive particles, in the presence and absence of slippage between the gear teeth;

to develop a methodology for calculating the maximum permissible dustiness of the environment, the specified wear resistance of the teeth and the resource of open gears operating in dusty environments;

develop a technique that allows to increase the wear resistance of the teeth and the resource of open gears of the puller of the cotton-picking apparatus of cotton-picking machines, with the choice of material and modes of its heat treatment;

substantiate the economic efficiency obtained as a result of increasing the wear resistance and resource of the driven gear of the cotton picker puller.

**The object of research work is** the open gear transmission of the cotton picker puller.

### **Scientific novelty of the research work:**

a scientific methodology is proposed for calculating the wear occurring in the wedge-shaped gap of the teeth of gears of open gears operating in dusty conditions, occurring at the beginning - with the participation of abrasive particles, before crushing them, and then the wear process continues in the contact zone of the gear teeth, with the participation of protrusions roughness of friction surfaces;

a methodology has been developed for calculating the wear rate of teeth of open gears with and without the participation of abrasive particles, in the presence and absence of slippage between the gear teeth;

parameters of roller analogs of open gears are established to assess the wear resistance of the teeth of the gears of the cotton picker puller;

the duration of the wear test of the gear teeth of open gears of the puller of the cotton harvesting machine CHM, taking into account the engagement module, is substantiated.

determined the largest size of abrasive particles held on the surface of the tooth and participating in the wear process of the teeth of the driven gear of the cotton picker puller.

**The practical results of the study are as follows:**

a methodology has been developed for determining the maximum wear and tear of the driven gear of a cotton picker puller;

the material for the driven gear of the puller of the cotton-harvesting apparatus of cotton-harvesting machines operating in an abrasive medium was selected with the determination of the greatest wear resistance and resource;

the wear resistance of the teeth and the resource of the driven gear of the cotton picker puller were established, a methodology was developed for assessing the wear resistance and resource of the gear wheels of the cotton picker puller operating in a high dust environment;

a methodology has been developed for assessing the wear resistance of teeth and increasing the resource of the driven gear of a cotton picker puller operating at high angular speed and in increased dust content of air;

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature, appendixes. The main volume of the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I–бўлим (I–часть; I–part)**

1. Иргашев А., Ишмуратов Х.К. Накопление продуктов изнашивания при контакте выступов поверхностей зубчатых колес. // Вестник машиностроения. Москва, август 2019. № 8.-С.40-44. (05.00.00; №13).

2. Ишмуратов Х.К. Определение величины износа шлицевых соединений агрегатов силовых передач. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Москва, 2019. № 6(63).-С.13-15. (02.00.00; №1).

3. Ishmuratov H.K, Irgashev A. Research wear resistance Teeth of gears at rolling. // International Journal of advanced research in science, engineering and technology. India, Vol. 6, Issue 3, March 2019. P.8488-8491. (05.00.00; №8).

4. Ишмуратов Х.К., Темиров Ш.А., Худойбердиев М.А. Тишли узатмаларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ва қайта термик ишлаш орқали уларнинг қаттиқлиги ва ейилишбардошлигини ошириш. // Композицион материаллар. Тошкент, 2019. №2.-С.88-90. (05.00.00; №13).

5. Ишмуратов Х.К. Эффективное влияние модуля и числа зубьев на работоспособность прямозубой передачи. // Композиционные материалы. Ташкент, 2019. №2.-С.125-127. (05.00.00; №13).

6. Ишмуратов Х.К. Износостойкость открытых зубчатых передач зубьев шестерен. // Вестник ТашГТУ, -Ташкент, 2019. №2.С.175-182. (05.00.00; №16).

**II–бўлим (II–часть; II–part)**

7. Ишмуратов Х.К. Управление качеством продукции и услуг. Монография. «Gold Print Nashr»: Ташкент, 2019.-176 с.

8. Хаитов Р.М., Ишмуратов Х.К. Определение величины износа методами микрометража, взвешивания и по содержанию железа в смазочном масле. // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии» ТашГТУ г.Ташкент, 5-6 апреля 2019.-№1.-С.5-9

9. Иргашев А., Ишмуратов Х.К. Изучение влияния на работоспособность высоконагруженных зубчатых передач. // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии» ТашГТУ г.Ташкент, 5-6 апреля 2019.-№1.-С.71-744.

10. Ишмуратов Х.К. Износостойкость зубьев шестерен, при качении без участия в процессе изнашивания абразивных частиц. // Международная научно-практическая конференция «Автомобиле и тракторостроение». Минск, 2019.-№2 С.-16-20.

11. Иргашев А., Ишмуратов Х.К. Износостойкость зубьев шестерен, работающих условиях сухого трения. // Международная научно-практическая конференция «Автомобиле и тракторостроение». Минск, 2019.-№2 С.79-82.

12. Ишмуратов Х.К. Анализ классификации зубчатая передача. // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии» ТашГТУ г.Ташкент, 5-6 апреля 2019.-№1.-С.190-192.

13. Ишмуратов Х.К. Технологическая классификация и показатели точности зубчатых колес. // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии» ТашГТУ г.Ташкент, 5-6 апреля 2019.-№1.-С.137-140.

14. Ишмуратов Х.К., Самандаров Д.И., Темиров Ш. Накопление продуктов износа деталей в масле силового агрегата в процессе эксплуатации машин. // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии» ТашГТУ г.Ташкент, 5-6 апреля 2019.-№1.-С.135-136.

15. Ишмуратов Х.К., Самандаров Д.И., Темиров Ш.А. Корпоратив бошқарув амалиёти. // Глобаллашув жараёнида корпоратив бошқарув: Муаммо ва ечимлар. Республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент, 30 апрел 2019. С.88-90.

16. Ишмуратов Х.К. Корпоратив бошқарувнинг жаҳон тажрибаси. // Корпоратив бошқарув: Назария ва замонавий амалиёт. –Тошкент, 23 январ 2019. № 1. 193-195 бет.

Автореферат «ТошДТУ хабарлари» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди

Босишга рухсат этилди 11.12.2019 й. Бичими 60x84<sup>1/16</sup>.  
Рақамли босма усули. Times гарнитураси. Шартли босма табағи 2,75.  
Адади 100 нусха. Буюртма № 88.

Гувоҳнома реестр №10-3719.  
“Тошкент кимё-технология институти” босмаҳонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.