

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР
БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018.Т.03.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

АЛИБОЕВ БАХТИЁР АБДУРАХМОНОВИЧ

**ТРАНСПОРТ ВОСИТАЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРИ
ТЎСИҚ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ЕЙИЛИШБАРДОШЛИЛИГИ**

**05.02.02 –Механизмлар ва машиналар назарияси. Машинашунослик ва машина
деталлари**

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

ТОШКЕНТ – 2018

**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**

Алибоев Бахтиёр Абдурахмонович

Транспорт воситаларининг гидравлик тизимлари тўсиқ элементлари
ейилишбардошлилиги. 3

Алибоев Бахтиёр Абдурахмонович

Износостойкость запорных элементов гидравлических систем
транспортных средств 21

Aliboev Bakhtiyor Abdurakhmonovich

Wear resistance of locking elements of hydraulic systems of vehicles 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР
БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018.Т.03.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

АЛИБОЕВ БАХТИЁР АБДУРАХМОНОВИЧ

**ТРАНСПОРТ ВОСИТАЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРИ
ТЎСИҚ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ЕЙИЛИШБАРДОШЛИЛИГИ**

**05.02.02 –Механизмлар ва машиналар назарияси. Машинашунослик ва машина
деталлари**

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

ТОШКЕНТ –2018

Фалсафа доктори (Doctor of Philosophy) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.PhD/Т620 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Маҳкамов Қобул Хамдамович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Иргашев Амиркул
техника фанлари доктори, профессор

Шукуров Рустам Уткурович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

**Тошкент темир йўл муҳандислари
институту**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.28.02.2018.Т.03.04 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «3» ноябрь соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 246-46-00/факс: 227-10-32, e-mail: tstu_info@edu.uz.)

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (59 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2018 йил «20» октябрь куни тарқатилди.
(2018 йил «20» октябр даги 59 рақамли реестр баённомаси).

К.А. Каримов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгашнинг 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 зарурати ва долзарблиги. Жаҳонда транспорт воситаларининг замонавий ва қулай турларини ишлаб чиқиш, жумладан юритмаларда бошқарувни осонлаштиришни таъминлайдиган гидравлик узатмаларнинг кенг қўлланилиши алоҳида аҳамият касб этмоқда. Шу жиҳатдан, транспорт воситалари, хусусан автомобиллар ва қишлоқ хўжалик тракторлари гидравлик жихозларининг пухталигини ошириш ва эксплуатацион параметрларини яхшилаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Бу борада ривожланган мамлакатлар, жумладан АҚШ, Германия, Франция ва Японияда машина ва агрегатлар гидротизимида ишчи босимни ошириш, гидротизим ижро механизмлари тезлигини ошириш ва ишчи суюқликларнинг тозаллигини таъминловчи воситалар ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда транспорт воситалари гидротизим элементларининг конструкцияларини такомиллаштириш, уларнинг хизмат муддатини ва ейилишбардошлилигини оширишнинг илмий асосларини яратиш бўйича кенг миқёсда илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан гидротизим деталларини тайёрлаш аниқлигини таъминлаш, гидроюритма элементларининг фойдали иш коэффициентини ва хизмат муддатини ошириш, прецизион элементларнинг ейилишини камайтиришга қаратилган илмий тадқиқотларни амалга ошириш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу билан бирга золотникли гидротаксимлагичлар клапанли элементларининг ейилишбардошли конструкциясини ишлаб чиқиш зарур ҳисобланмоқда.

Республикамизда қишлоқ хўжалигини ривожлантириш, тракторлар ва қишлоқ хўжалик машиналари конструкциясини жаҳон стандартлари даражаларига етказиш ва уларнинг рақобатбардошлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Жумладан, тракторларнинг гидравлик тизимларида ишчи босимни ошириш, гидроагрегатларнинг бошқариш аниқлигини таъминлаш, гидротизим элементларини тайёрлашда янги материалларни ва технологияларни қўллаш, уларнинг ресурсини ошириш бўйича кенг қўламли изланишлар олиб борилмоқда. Шунга кўра республикамиз иқлим шароитини инобатга олган ҳолда тракторлар гидротизимларини лойиҳалаш, юқори агротехника талабларига жавоб берувчи гидравлик осма тизими конструкцияларини ишлаб чиқариш, гидроюритма элементларининг герметиклигини ошириш бўйича олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишлари устуворлигини ошириш зарур ҳисобланади. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... макроиқтисодий барқарорликни мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш, миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш»¹ вазифаси белгилаб

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони

берилган. Ушбу вазифани бажариш, жумладан қишлоқ хўжалик тракторлари гидротизими тақсимлагичларининг ресурсини ошириш мақсадида янги конструкциядаги золотникли узели учун ейилишбардошли прецизион элементларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлари, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришнинг истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 7 июлдаги ПҚ-3117-сон «Қишлоқ хўжалигида машинасозлик соҳаси илмий-техникавий базасини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш 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 Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунё амалиётида қишлоқ хўжалик тракторлари гидравлик тизими элементларининг ейилиши ва уларнинг конструкциясини такомиллаштириш бир қатор олимларнинг, жумладан J.V.W.Roeber, P.Santosh, M.F.Kocher, T.Mang, K.Bobzin, T.Bartels, С.И.Абрамов, Т.М.Башта, Г.А.Никитин, М.Е.Орлов ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган. Бу ишларда гидротизим элементларининг ейилиш жараёнлари, режимлари ҳамда бошқарувчи ва ижро механизмлари конструкцияларини такомиллаштириш масалалари кўриб чиқилган.

Гидравлик тизим элементларининг ишончилигини ва ресурсини ошириш, ейилган деталларини таъмирлаш ва тиклаш технологик жараёнларини ишлаб чиқиш ва гидравлик тизимда қўлланиладиган ишчи суюқликларнинг тозалиги бўйича бир қатор олимлар, жумладан Q.Zhang, В.Watson, М.МсNeely, С.Burgun, S.Lacour, W.Bock, R.Majdan, S.Ohkawa, П.Н.Белянин, Д.П.Бадышев, Л.М.Логвинов, А.И.Павлов, Е.Г.Рылякин, Д.Е.Чегодаев, Л.И.Волков, Д.Н.Гаркунов, А.Т. Лебедев, Г.А.Гурьянов, В.И.Барышев, В.П.Коваленко, В.М.Коновалов, Г.А.Никитин, С.В.Чирков ва бошқалар шуғулланишган. Улар ўз тадқиқотларида гидротизим ресурсини ошириш мақсадида уларнинг ташкилий элементлари ҳисобланган насослар, гидроаппаратлар ва ижро механизмларини такомиллаштириш, гидротизимда

қўлланиладиган ишчи суюқлик тозалигини таъминлаш устида изланишлар олиб боришган.

Тракторларнинг гидравлик тизими элементларининг абразив ейилиш жараёни, ишчи суюқликни регенерациялаш ва филтрлаш элементларини яратиш бўйича Қ.Х.Махкамов, О.З.Лебедев, А.А.Шермухамедов, Г.Аннакулова, Қ.А.Шарипов ва бошқалар тадқиқотлар олиб боришган. Аммо мазкур тадқиқотларда гидротизим ва уни ташкил этувчи конструктив элементлар ишончилигини баҳолаш, гидротизим элементлари ресурсини шакллантирувчи бирикмаларнинг ейилиш қонуниятларини аниқлаш, клапанлар конструктив параметрларини уларнинг ейилишбардошлилиги ва суюқлик оқими режими билан ўзаро боғлиқлигини назарий асослаш ҳамда клапанли элементлар конструкцияларини такомиллаштириш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №А-15.005-«Кончилик корхоналари труба қувурлари тирсакларининг гидроабразив ейилишини камайтириш чораларини ишлаб чиқиш» (2009-2012), №Ф-2-27-«Мобил машиналар ва саноат жиҳозлари агрегатлари тишли узатмалари ейилишбардошлилигини оширишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш» (2012-2017) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қишлоқ хўжалик тракторлари гидравлик тизими клапанли элементларининг ейилишбардошлилигини оширишдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

гидротаксимлагич клапанлари конструктив параметрларини уларнинг ейилишбардошлилиги ва суюқлик оқими режими билан ўзаро боғлиқлигини аниқлаш;

эксплуатация шароитларидаги гидротаксимлагич клапанли элементлари ейилиш миқдори ва тавсифини математик статистика усуллари ёрдамида аниқлаш;

клапанларнинг белгиланган функцияларни аниқ бажариши ва максимал даражада тез ишлашини таъминловчи, уларнинг ейилишини камайтирувчи параметрларининг мақбул мезонларини асослаш;

гидротаксимлагич клапанлари учун тезлаштирилган ресурс синовлари усулини ишлаб чиқиш, ресурс синовлари натижалари бўйича тақсимлагич клапанларининг ейилиш миқдори ва тавсифини аниқлаш;

стендли ресурс ва реал эксплуатация синовлари натижаларини таққослаш усули бўйича клапанларнинг ейилиш миқдори ва тавсифи адекватлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида «Тошкент қишлоқ хўжалик техникаси заводи» АЖ тракторларидаги Р40/75 гидравлик тақсимлагичларининг прецизион жуфтликлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети золотникли гидротаксимлагичлар прецизион элементларининг турли муҳитлардаги эксплуатация шароитларида ейилиш механизмини аниқлаш ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида анъанавий структурага асосланган гидродинамика, мустаҳкамлик, ишқаланиш, ейилиш ва эҳтимоллар назариялари ҳамда математик статистика усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

гидротаксимлагич золотникли нейтрал ҳолатга автоматик қайтариш клапанининг беркитиш узели конструкцияси ишлаб чиқилган;

пневматик опрессовка асосида гидротизимдаги золотникли таксимлагичларнинг носозликларини аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

прецизион элементларни ейилиш жараёнини моделлаштириш асосида гидротизимдаги золотникли таксимлагичларнинг тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усули ишлаб чиқилган;

очиқ ҳолатдаги клапан ўтиш қирқими шаклининг ишчи суюқлик оқими физик ва динамик хусусиятларига ҳамда ейилиш механизмига таъсири аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

ҳаво ва ишчи суюқлик зичлигини ҳисобга олувчи тўғрилаш коэффициенти орқали пневматик опрессовка принципига асосланган Р40/75 таксимлагичи носозликларини аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

тракторнинг 3500 мото-соат реал ишлаш муддатига мос синовлар давомийлигини $k=76,5$ мартагача қисқартириш имкониятини берувчи Р40/75 таксимлагичларининг тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усули ишлаб чиқилган;

ишчи суюқлик тозалик синфига қўйилган мавжуд талабларни сақлаган ҳолда, Р40/75 таксимлагичи элементларининг ўқдошлиги бузилишини ва ишчи вибрацияларни бартараф этувчи золотникли узел такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги гидротаксимлагичларнинг тезлаштирилган ресурс синовлари натижаларини синовдан ўтган усуллар билан таҳлил қилишда замонавий тадқиқот усуллари кўлланилиши билан таъминланганлиги ҳамда компьютер ҳисоблаш дастурлари ва стандарт ўлчаш воситаларида олинган натижаларнинг қиёсий таҳлили ва уларнинг ўзаро мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шарикли ва коноидал клапанлардаги ўтиш қирқимининг ўзгариш қонунияти оқим изэнтропик ва динамик тавсифларига турлича таъсир этиши, клапанлар прецизион элементларининг абразив муҳит билан зарбий таъсирлашувига асосланган ейилиш механизмининг назарий аниқланиши ҳамда ишчи суюқликни филтрлаш сифатини яхшилаш ҳисобига узел ресурсини ошириш истиқболларини аниқлаш ривожига қўшган ҳиссаси билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти пневматик опрессовкаш принципига асосланган Р40/75 тақсимлагичи носозликларини аниқлаш усулини тракторларнинг 3-ТХКда қўлланилиши, тақсимлагич прецизион жуфтликлари герметиклигини баҳолаш имконини берувчи ҳамда тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш учун лаборатория қурилмаларининг ишлаб чиқилиши ва тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усулини қишлоқ хўжалиги машинасозлигида фойдаланиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қишлоқ хўжалик тракторлари гидравлик тизимининг клапанли элементлари ейилишбардошлилигини ошириш учун конструкцияни такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

гидротаксимлагич золотнигини нейтрал ҳолатга автоматик қайтариш клапани беркитиш узелининг конструкцияси «МКБ Трактор» УКга жорий этилган («Ўзагротехмаш» АЖнинг 2018 йил 23 майдаги АЮ-18-11/476-сон маълумотномаси). Натижада седло-клапан-бустер прецизион элементлар жуфтлигининг ўқдошлигини таъминлаш ва ейилиш бардошлилигини ошириш ҳамда базавий нусха билан солиштирганда тоза АУП маркали гидравлик мойини қўлланишда гидротаксимлагич ресурсини 3,7 мартага, 6300Г тозалик синфига мансуб мойни қўллашда 2,5 мартага ошириш имкони яратилган;

ҳаво ва ишчи суюқлик зичлигини ҳисобга олувчи тўғрилаш коэффиценти орқали пневматик опрессовкаш принципига асосланган Р40/75 тақсимлагичи носозликларини аниқлаш усули «МКБ Трактор» УКга жорий этилган («Ўзагротехмаш» АЖнинг 2018 йил 23 майдаги АЮ-18-11/476-сон маълумотномаси). Натижада тўсиқ элементлар герметиклигини текшириш усулини соддалаштириш ва бирикмалар ейилишини аниқ баҳолаш имкони яратилган;

гидротаксимлагичларнинг тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усули «МКБ Трактор» УКга жорий этилган («Ўзагротехмаш» АЖнинг 2018 йил 23 майдаги АЮ-18-11/476-сон маълумотномаси). Натижада тақсимлагич тажриба нусхасининг 1 мото-соат иши солиштира таннархини базавий нусханикига нисбатан 2 марта камайтириш ҳамда тақсимлагич элементларининг ейилиши бўйича қисқа вақтда ишончли маълумот олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 2 та халқаро илмий-амалий анжуманларда, 1 та республика илмий-амалий анжуманида апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, жумладан, 5 та халқаро, Ўзбекистон Республикаси ОАКнинг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш бўйича тавсия қилган илмий нашрларда 7 та (республика журналларида) мақола нашр этилган, 1 та монография чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқотнинг долзарблиги ва аҳамияти асосланган ҳамда унинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган. Тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган ҳамда республикада илм-фан ва технологияларни ривожлантириш бўйича устувор йўналишларга мослиги аниқланган. Ишнинг илмий янгилиги ва тадқиқотларнинг амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти, ишнинг апробацияси натижалари, нашр этилган илмий ишлар, диссертация таркиби ва тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Замонавий тракторлар гидравлик тизимлари ейилишбардошлилиги ва пухталигини баҳолаш усуллари ва уни ошириш истиқболлари таҳлили**» деб номланган биринчи бобида муммонинг ҳолати ўрганилган. Гидравлик тизим пухталиги ва ейилишбардошлилигини аниқловчи омиллар, мойдаги заррачаларнинг эксплуатацион кўрсаткичларига таъсири ўрганилган.

Гидравлик суюқликларга қўйилган талаблар бўйича, уларнинг техник-иктисодий самарадорлигини баҳолаш бўйича, гидротизим элементлари носозликларининг чегаравий ҳолатлари белгилари ва критерийлари чуқур таҳлил қилинган.

Гидротаксимлагичлар прецизион бирикмаларининг кавитация жараёни билан кузатилувчи ейилиш механизми тўғрисида гипотеза илгари сурилган.

Прецизион бирикмалар орқали ишчи суюқлик оқиб ўтишида ишқаланиш шароитлари, вибрация, юзаларнинг ўзаро ишқаланиш тезлиги, абразивлар қаттиқлиги ва фракцион таркибнинг стохастик тақсимланишини оқим динамикасига таъсири таҳлил қилинган.

Ҳар бир конкрет ҳолат учун хусусий назарий тадқиқот олиб бориш заруриятини талаб этувчи гидротизим элементлари юзаларининг ейилиш жараёни тавсифлари ўрганилган. Бундай ёндашув бирикмалар юзаларидаги критик участкаларни оддий ажратиш олиш ва уларнинг ейилишини объектив баҳолаш имкониятини беради.

Олиб борилган тадқиқотлар турли йўналишларда ва кўп сонли бўлишига қарамай, тақсимлагич тўсиқ элементлари ҳисобланган клапанларнинг ейилишига етарлича эътибор қаратилмаганлиги кўрсатилган ва шу асосда тадқиқот вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Гидравлик тақсимлагичлар клапанли элементлари ейилиш механизмининг назарий тадқиқотлари**» деб номланган иккинчи бобида клапанли бирикмаларнинг эксплуатацион режимларига ейилиш шароити ва жадаллигининг боғлиқлиги таҳлил қилинган. Клапанли бирикманинг очиқ ҳолатида ундан оқиб ўтувчи гидроабразивли суюқлик турбулент оқимида ейилиш механизми тўғрисида ишчи гипотеза илгари сурилган. Унда қаттиқ зарраларнинг қовушқоқ суюқлик таъсирида бир-биридан маълум масофаларда турган жуфтликлар юзаларида думалаш илмий назарий тадқиқ қилинган.

Ўтказиш ва сақлагич клапанлар очилиш ҳолатида ўтиш қирқимидан оқиб ўтувчи суюқлик изэнтропик ва динамик тавсифларининг назарий таҳлили амалга оширилган. Халқасимон тирқиш координатасининг аргументи сифатида x олинган, бошланғич шартлар сифатида эса қуйидагилар қабул қилинган: оқим – адиабатик; суюқлик – Ньютон суюқлиги; оқим ҳаракати – изэнтропик. Оқим параметрлари ва қирқим юзаси орасидаги боғлиқлик қуйидаги келтирилган формуладан аниқланади:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{M_1}{M} \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M^2}{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}} \quad (1)$$

Бу ерда индекс «1» ўтиш соплосининг бирор-бир фиксацияланган қирқими;

k – адиабата кўрсаткичи, $k=c_p/c_v$;

M – Мах сони.

Ўтиш қирқимининг A/A_1 нисбий ўзгариш функцияси Р40/75 тақсимлагичининг конструкторлик ҳужжатларига асосан аниқланди:

ўтказиш клапани учун u қуйидаги чизикли тенглама билан аппроксимацияланади

$$A/A_1 = 0,5527x + 0,9549, \text{ бунда } \rho_k = 0,9993; \quad (2)$$

шарли клапан учун эса – иккинчи тартибли парабола тенграмасига кўра ўзгаради

$$A/A_1 = 0,3575x^2 + 2,1507x + 1, \text{ бунда } \rho_k = 1. \quad (3)$$

Бу ерда ρ_k – корреляция коэффиценти.

Бу муносабат изэнтропик формулалар билан биргаликда қуйидаги кўринишга келади

$$\left. \begin{aligned} \frac{p}{p_1} &= \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{k}{k-1}}; & \frac{\rho}{\rho_1} &= \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{k-1}}; \\ \frac{T}{T_1} &= \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2}; & \frac{u}{u_1} &= \frac{M}{M_1} \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ва клапан халқасимон тирқишида суюқлик оқиши масаласининг ечимини беради; параметр сифатида Мах сони M дан фойдаланилди. (2) ёки (3) ва (1) тенгламадан $M(x)$ ни, кейин (4) дан изланаётган $p(x)$, $\rho(x)$, $T(x)$ ва $u(x)$ лар аниқланади.

Оқим тавсифлари таҳлил қилинганда суюқликнинг уч хил температура режими ва икки тозалик синфи (тоза АМГ-10 мойи ва 6300Г синфига мансуб

мой) бўйича иссиқлик-физикавий хусусиятларининг ўзгариши ҳисобга олинди.

Халқасимон соплло қирқимлари бўйича ўтаётган суюқликнинг ўртача сарфи модификациялашган Пуазейль тенгламаси орқали аниқланди

$$Q = \frac{\pi \Delta p}{8 \mu l} \left[r_1^4 - r_2^4 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right], \quad (5)$$

оқим тезлиги эса -

$$w_{cp} = \frac{\Delta p}{4 \mu l} \left[r_1^2 + r_2^2 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right], \quad (6)$$

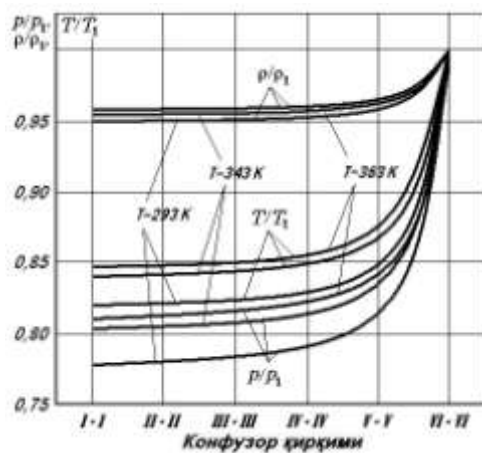
бу ерда μ - динамик қовушқоқлик коэффиценти, Па·с; Δp - тирқишга киришда ва чиқишда доимий босим ўзгариши.

Ҳисобий эксперимент учун дастлабки маълумотлар сифатида куйидагилар қабул қилинди: насоснинг унумдорлиги $Q = 53$ л/мин; магистралдаги суюқлик босими $p = 0,3$ МПа; золотникни автоматик қайтариш клапанининг очилиш босими $p = 12,5$ МПа; клапан беркитиш конусининг максимал кўтарилиш баландлиги $h = 2,25$ мм; шарли клапаннинг максимал кўтарилиш баландлиги $h = 0,36$ мм.

Мой АМГ-10; бошланғич температуралар – $T_1 = 293$ К, $T_2 = 343$ К ва $T_3 = 363$ К; идеал тоза мой учун зичлик – $\rho_1 = 0,87$ г/см³, $\rho_2 = 0,8364$ г/см³, $\rho_3 = 0,8229$ г/см³; кинематик қовушқоқлик коэффиценти – $\nu_{p_1} = 21,1277$ сСт; $\nu_{p_2} = 10,033$ сСт; $\nu_{p_3} = 10,0089$ сСт; динамик қовушқоқлик коэффиценти – $\mu_{p_1} = 0,01838$ Па·с, $\mu_{p_2} = 0,00864$ Па·с, $\mu_{p_3} = 0,008236$ Па·с.

Тозалик синфи 6300Г бўлган мой учун зичлик – $\rho_1^* = 0,7834$ г/см³, $\rho_2^* = 0,7558$ г/см³, $\rho_3^* = 0,7409$ г/см³; кинематик қовушқоқлик коэффиценти – $\nu_{p_1}^* = 23,7018$ сСт, $\nu_{p_2}^* = 1,5361$ сСт, $\nu_{p_3}^* = 11,2134$ сСт; динамик қовушқоқлик коэффиценти – $\mu_{p_1}^* = 0,018568$ Па·с, $\mu_{p_2}^* = 0,008719$ Па·с, $\mu_{p_3}^* = 0,008308$ Па·с.

(4) тенгламалар системасига кўра икки турдаги клапан учун ҳам қирқимлардаги оқимнинг изэнтропик тавсифлари намунали функция бўлади. Бироқ улар коноидал сопллода султ (10^{-5} тартибда) ифодаланган ва пароболик профилли шарли клапанда 6300Г синфли мойда ниҳоятда аҳамиятли ўзгармоқда (1-расм).

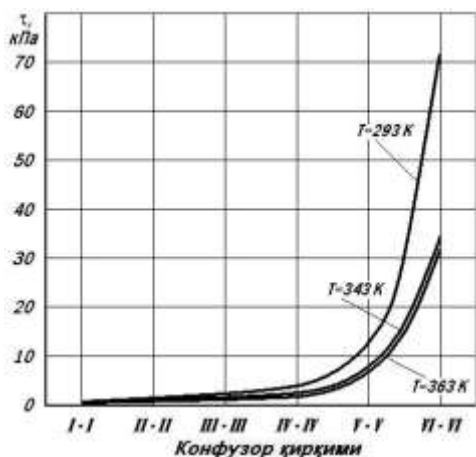


1-расм. Тозалик синфи 6300Г бўлган мой бошланғич температураларига боғлиқ параболик конфузур қирқимларида суюқлик оқимининг изэнтропик тавсифлари.

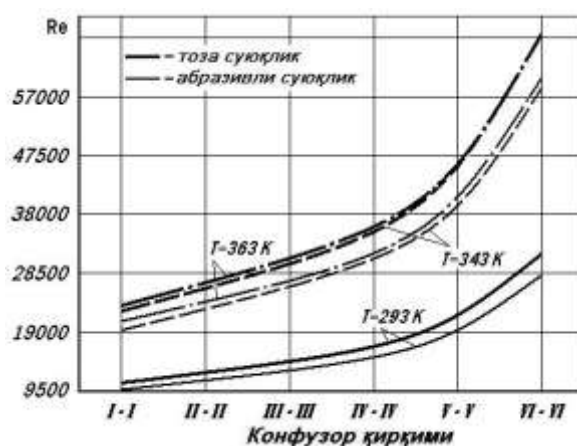
Тоза суюқлик қўлланилганда изэнтропик тавсифлар оғиш билан ўзгармоқда: $\rho/\rho_1 = 0,99$, $T/T_1 \approx 0,965$, $p/p_1 \approx 0,955$.

Изэнтропик тавсифлар Джоуль-Томсоннинг дроссель-эффекти мавжудлигини тасдиқламоқда, аммо тоза суюқликда бошланғич температура фарқи йўқолмоқда.

Параболик конфузур критик қирқимида уринма ишқаланиш кучланишлари τ бир неча ўн кПа га етмоқда (2-расм). Аммо ўтказиш клапанида унинг қиймати 668 марта кам. Бу ҳолат шар ва унинг седлоси юзаларига абразив зарраларнинг тегиш эҳтимолини оширади, деган фикрни ҳосил қилади, бироқ суюқлик оқимининг ҳаракатида буни тасдиқловчи очиқ белгилар йўқ.



2-расм. Суюқлик оқимининг бошланғич температураларига боғлиқ параболик конфузур қирқимларида уринма ишқаланиш кучланишларининг ўзгариши.



3-расм. Суюқлик оқимининг бошланғич температураларига боғлиқ шарли клапан конфузур қирқимларида турли гетерогенлик даражасидаги суюқлик оқимининг Re сони ўзгариши.

Оқимнинг динамик тавсифларини баҳолашда Рейнольдс сони Re дан фойдаланилди ва параболик профиль учун унинг ўзгариш қонуниятлари

3-расмда келтирилган. Сууюқлик оқимининг турбулент режими критерийи сифатида $Re > 1,3 \cdot 10^4$, ламинар режим учун $Re < 1,3 \cdot 10^4$ қабул қилинди.

Конфузорнинг тенг бўлинган қирқимлари бўйича Re сонининг ўзгариши A/A_1 га боғлиқ намунали функция сифатида тавсифланади.

$T=293K$ бўлганда тоза сууюқликнинг Re сони критик қирқимга киришда 10813 дан 31714 гача ошмоқда, яъни оқим ҳаракати ламинар режимдан турбулентга ўтмоқда. Мойдаги зарралар Re сонини 9541 дан 28269 гача, яъни 13,33% га пасайтирмоқда.

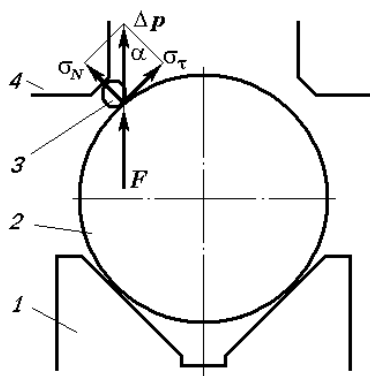
Тоза сууюқлик температурасининг $T=343K$ гача ошиши Re сонини икки карра, яъни 22421 дан 67229 гача кўтарилишига сабаб бўлмоқда, бу эса соплога киришдаёқ турбулентлик ҳосил бўлаётганига гувоҳлик беради. Худди шу температурада абразивли сууюқликда Re сони 19323 дан 58301 гача ўзгармоқда, яъни унинг тезлиги 16,03% га пасаймоқда.

Температуранинг $T=363K$ гача ошиши Re сонини тоза сууюқликда 23573 дан 67223 гача, 6300Г синфли мойда 20858 дан 59991 гача кўтарилишига олиб келмоқда, тезликнинг ошиш динамикаси $182,3Re/K$ га тенг бўлмоқда. Бу ҳолат Re сонининг сууюқлик динамик қовушқоқлик коэффициентига тескари пропорционал боғлиқлиги билан тушунтирилади, бу коэффициент температура пасайиши билан ва ундаги зарралар кўпайиши билан ошади.

Ўтказиш клапани учун Re сони функцияси конфузор қирқимлари бўйлаб чизиқли ўзгаради, бунда оқимнинг ламинар режими температура ва сууюқлик тозалик синфига боғлиқ бўлмаган ҳолда сақланади.

Клапаннинг седлога ўтириш жараёни улар орасига абразив зарралар тушиб қолиш эҳтимоли нуқтаи-назаридан кўриб чиқилди (4-расм).

Маълумки, абразив зарралар ихтиёрий шаклга эга, фракцион таркиби логарифмик нормал қонуният бўйича $1...30$ мкм ўлчамда тақсимланади, 100 см^3 ҳажмдаги сууюқликдаги концентрацияси – $10^5 \dots 6 \cdot 10^5$.



4-расм. Шарли клапанни седлога ўтириш вақтида абразив заррачага тушувчи кучлар схемаси: 1– подпятник; 2 – шар (клапан); 3 – абразив заррача; 4 – седло.

Клапан тирқишидан оқиб ўтаётган сууюқлик оний ҳажми

$$V = \frac{\pi l}{4} \left[r_1^2 + r_2^2 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right] = 0,068 \text{ мм}^3. \quad (7)$$

Клапан ёпилиш вақтида шар ва седло орасига 1 та бўлса ҳам абразив заррача тушиб қолиш эҳтимоли

$$P = n_{\delta} V, \quad (8)$$

бу ерда $n_{\delta} - 1 \text{ мм}^3$ суюқликдаги солиштирма абразивлар сони, $n_{\delta} = 1 \dots 6$. У ҳолда 4-расмда кўрсатилган жараённинг ўртача содир бўлиш эҳтимоли $\bar{P} = 0,24$, эксплуатация даврида шу жараённи содир бўлиш сони

$$\bar{N}_{\text{сод}} = N_{\text{у.н}} \bar{P} = 7990. \quad (9)$$

Клапанни очиш учун пружинанинг бустерни силжитишига етарли қаршилиқ кучини енгиш зарур. Бунда пружинанинг F эластик кучи ҳосил бўлиб, унинг қиймати шар юзасининг майдонига таъсир этувчи босим градиентига тенг бўлади

$$F = 2\pi r^2 \Delta p = 481,4 \text{ Н}. \quad (10)$$

Ньютоннинг 2-қонунинга асосан клапаннинг тезланиши ушбу муносабатдан аниқланади

$$a = \frac{F}{m} = 24069,14 \text{ м/с}^2, \quad (11)$$

клапанга эса куйидагига тенг ҳаракат импульси таъсир этади

$$p_u = mv = 1,925 \text{ (Н·м)/с}, \quad (12)$$

бу ерда m - клапан массаси - 20 г;

v – унинг силжиш тезлиги, $v = \sqrt{ah} = 9,8 \text{ м/с}$.

Бу ердан $\Delta t = h/v = 0,0004 \text{ с}$.

У ҳолда куч импульси пружина эластик кучининг уни таъсир вақтига кўпайтмасидан аниқланади, шунга кўра

$$F\Delta t = 0,196 \text{ Н·с}. \quad (14)$$

Нормал куч N таъсирида ҳосил бўлувчи абразив заррачани сиқувчи кучланишлар импульси

$$\sigma_N = \frac{F\Delta t \cdot \cos\alpha}{s} = 854 \dots 900 \text{ МПа·с}. \quad (15)$$

Бу ерда s – заррачанинг кўндаланг қирқими майдони, $s = 1,767 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2$.

Мустаҳкамлик чегараси H_{μ} бўлса, у ҳолда абразив заррачага уринма ва нормал кучланишлар $\sigma_{\tau} \approx \sigma_N$ таъсир этади. Шу сабабли, унинг майдаланиш шарти $2\sigma_{\tau} \geq H_{\mu}$ бўлади. Гранитнинг қаттиқлиги – 8,36 ГПа, кварцники – 10,71...11,52 ГПа бўлса, хулоса қилиш мумкинки, абразив заррачанинг майдаланиб кетиши такрорланувчи зарбий тўқнашувларда ёки зарра структурасида дефект бўлса содир бўлади.

Ньютоннинг учинчи қонунига асосан клапан ва седло ҳам заррача билан контакт нуқтасида бу кучланишларни қабул қилади. Пўлат ШХ-15 қаттиқлиги – 2,43 ГПа бўлганлиги учун седло ва клапан юзаларида пластик деформация излари ҳосил бўлади. Бу изларнинг чуқурлиги қўйилган вектор

йўналиши ва импульс қийматига ҳамда материалнинг қаттиқлиги ва пластиклигига боғлиқ бўлади.

Уч жисм юзалари (абразив заррача, седло ва клапан)нинг зарбий тўқнашуви нафақат клапан геометриясининг ўзгаришига, балки суюқликдаги зарраларнинг фракцион тарқибининг ўзгаришига таъсир этади. Бунда суюқликдаги зарраларнинг ҳажмий улушини оширади, уларнинг прецизион деталлар тирқишига кириб қолишига замин яратади ва ейилиш жараёнини жадаллаштиради. Бу эса, суюқликни фильтрациялаш майинлигини оширишни талаб этади.

Ушбу таҳлил асосида тақсимлагич клапанлари герметизацияловчи юзаларининг абразив муҳит билан зарбий таъсирлашувига асосланган ейилиш механизми ишчи гипотезаси илгари сурилди.

Диссертациянинг «**Экспериментал тадқиқотлар услубияти**» деб номланган учинчи бобида NUR режасига мувофиқ пассив эксперимент ўтказиш услубияти келтирилган бўлиб, унда тақсимлагич золотниклари ейилиш миқдори ва тавсифининг тақсимланиш қонуниятларини аниқланди. Буни амалга ошириш стендли ресурс синовлари натижалари ва уларни тезлаштириш коэффицентини идентификациялаш учун муҳимдир.

Экспериментал тадқиқотларнинг структураси аҳамиятсиз омилларни кетма-кет четлатиш усули бўйича келтирилган.

Гидравлик тақсимлагичлар бўйича ишлаб чиқилган тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш услуби баён қилинган. Хусусан гидравлик тақсимлагич элементларининг реал ейилиш жараёнларини идентификациялаш ва моделлаштириш шартлари аниқланган. Гидравлик тақсимлагичлар бўйича стенд синовларининг базавий давомийлигини аниқлаш ҳисоблари бажарилган.

Ҳисоблар натижаларига кўра стенд синовларини ўтказиш шартлари ва режимлари аниқланган. Тақсимлагичларнинг тезлаштирилган ресурс синовлари услубияти, мой пробаларини олиш ва улар таҳлили батафсил баён этилган, ҳамда ресурсни аниқлаш услуби асосланган.

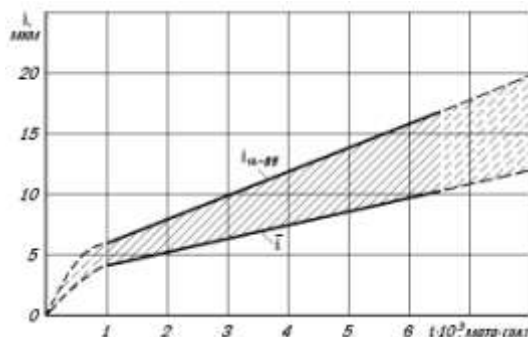
Диссертациянинг «**Экспериментал тадқиқотлар, P40/75 тақсимлагичларининг ресурсини ошириш бўйича тадбирлар ва техник-иқтисодий самарадорликни баҳолаш**» деб номланган тўртинчи бобида экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган. Бунда золотникни автоматик қайтариш клапани герметиклиги 1800...2300 мото-соат ишлаш муддатигача, ўтказиш клапани герметиклиги 2500...3200 мото-соат ишлаш муддатигача сақланиши аниқланган. Ўтказиш клапани герметиклиги пружиналарнинг 1500...1700 мото-соатда рухсат этилган чўкиш чегарасидан чиқиши билан ҳам чекланади. Сақлагич клапанлари пружиналари эса 3000...3400 мото-соатда эластиклигини йўқотади.

Золотниклар ва корпусдаги тешиқлар микрометражи икки ўзаро перпендикуляр текисликлар бўйича амалга оширилди. Тақсимлагичларни танлаб олиш тўплами $N = 42$ қабул қилинди. Олинган маълумотлар статистик қайта ишланди, золотниклар ва корпусдаги тешиқлар конуссимонлиги,

овалсимонлиги ҳамда ейилишининг тақсимот қонунлари аниқланди. Бу тадқиқотларнинг зарурияти шундаки, клапанлар ва уларнинг бирикмалари ейилиши бўйича статистик маълумотларни йиғиш техник ва иқтисодий нуқтаи-назардан қийинчилик туғдиради. Шунинг учун стендли ресурс синовлари ва эксплуатацион синовлар натижаларининг адекватлиги золотник-корпус жуфтлиги ейилиш миқдори бўйича баҳоланди.

Статистик тадқиқотлар натижаларига кўра реал эксплуатациядан таъмирга келтирилган тақсимлагичлар корпусидаги золотник тешиklarининг овалсимонлиги – $\bar{O} = 10,2$ мкм; $\sigma = 6,75$ мкм, уларнинг конуссимонлиги эса – $\bar{K} = 8,86$ мкм; $\sigma = 7,61$ мкм. Бунда золотниклар ишчи бўйинларининг овалсимонлиги – $\bar{O} = 7,8$ мкм; $\sigma = 5,63$ мкм, уларнинг конуссимонлиги эса – $\bar{K} = 8,15$ мкм; $\sigma = 6,37$ мкм бўлди. Овалсимонлик бўйича допуск майдони чегарасидан 44% корпуслар, 53% золотниклар чиқмоқда, конуссимонлик бўйича эса 70% корпуслар ва 59% золотниклар чиқмоқда. Функцияларнинг ўнг томонга силжиши Вейбулл-Гнеденко қонуниятларига хос бўлиб, $t_{\alpha=0,05}$ эҳтимоллик билан уларнинг овалсимонлиги ҳам конуссимонлиги ҳам 22...28 мкм гача етади.

Юқори ишонч чегараси ва ейилишнинг ўртача қийматига боғлиқ ишлаш муддати бўйича чизиқли функциялар билан чегараланган ейилиш қонуниятлари (5-расм) шуни кўрсатмоқдаки, золотникларнинг ресурси 2500...5500 мото-соат, уларга бириккан корпус тешиklари ресурси 1000...3500 мото-соат оралиғида тақсимланган.



5-расм. Гидротақсимлагич золотник бўйинларининг таъмиргача ишлаш муддатига боғлиқ ейилиш майдони: узлуксиз штриховка – ейилишнинг тақсимланиш майдони, пунктир – экстраполяция.

Золотник беркитиш бўйини профилининг круглограммалари шуни кўрсатадики, тоза мойда диаметрал ейилиш ва овалсимонлик 5 мкм ни ташкил этмоқда. Бу эса конструкцион материалларнинг қониқарли танланганлигини тасдиқлайди ва давомли эксплуатацияда бирикманинг юқори ейилишбардошлилигини таъминлаш имкониятини беради.

6300Г синфли мойда ишлаганда максимал ейилиш миқдори – 30 мкм, овалсимонлик эса 25 мкм га етди; бунда золотник юзасининг қирралари корпусдаги тешик шакли билан қониқарли боғлиқликда эканлигини билдирмоқда. Золотникнинг бирикмадаги деталга нисбатан икки карра кам

ейилиши хромланган пўлатларнинг гидроабразив муҳитда юқори ейилишбардошлилик билан ишлай олишини тасдиқлайди.

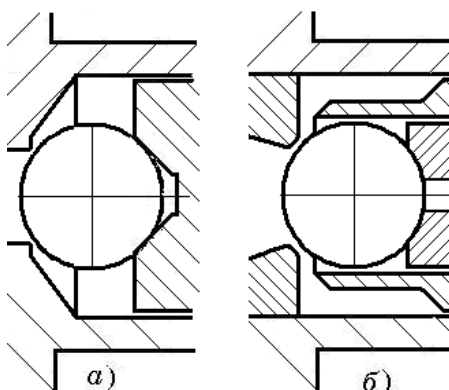
Тақсимлагич ўтказиш клапани юзаси профилининг круглограммаларига кўра ишчи юзанинг бошланғич профили мукамал эмаслигини кўрсатмоқда. Конструкторлик хужжатларида регламентланмаган бўлса ҳам 14 мкм га эга овалсимонлик клапан юзасини қўшимча ишлов берилишини талаб этади, масалан, клапан седлоси билан ишқалаб силлиқлашни. Тоза мойдаги синовлар цикли давомида максимал диаметрал ейилиш – 5 мкм, овалсимонлик эса 18 мкм ни ташкил этди. Бу эса бошланғич профиль технологик хатолигининг ейилиш тавсифига таъсир этганлигини билдиради.

Ўтказиш клапани абразивли мойда синалганда максимал ейилиш 27 мкм ни, овалсимонлик эса 30 мкм ни ташкил этди.

Биринчи синов сериясидан сўнг максимал ейилиш – 28 мкм, овалсимонлик эса 50 мкм гача ошди. Иккинчи синов сериясидан сўнг максимал ейилиш – 36 мкм, овалсимонлик эса 64 мкм гача ошди. Бунда учала профилнинг тавсифий ўхшашлиги бизнинг назаримизда тасодифий эмас, чунки ҳисоблаш нуқтасининг хатолиги 2 мм дан ошмаган.

Лойиҳаланган узелнинг тажриба нусхаси синовдан ўтди (6 б-расм). Бунда седлонинг бошланғич овалсимонлиги 4 мкм дан ошмади.

Ресурс синовларининг биринчи циклидан сўнг клапан седлосининг максимал ейилиши 8 мкм ни, овалсимонлиги эса 16 мкм ни ташкил этди. Бу натижа, гидравлик суюқлик тозалик синфи сақланганда, тажриба нусха ейилишбардошлилигини базавий конструкцияга нисбатан уч карра ошириш мумкинлигини тасдиқлайди.



**6-расм. Золотникни автоматик қайтариш клапани конструкцияси:
а) базавий; б) тажриба.**

Абразивли мой қўлланилганда, ейилиш тавсифи деярли ўзгармади, фақат клапан седлосининг абсолют ейилиш миқдори – 14 мкм, овалсимонлиги эса 19 мкм ни ташкил этди. Ейилишбардошлилик 2,5 мартагача оширилган бўлсада, тан олиш лозимки, белгиланган синов давомийлигида седлонинг тажриба нусхаси ҳам мойнинг тозалик синфи оширилганда самарали ресурсни таъминлайди.

Сўнгра Р40/75 тақсимлагичларининг ресурсини ошириш ва техник-иктисодий самарадорлигини баҳолаш бўйича тадбирлар ишлаб чиқилди.

Тақсимлагич корпусининг чегаравий ҳолати тешиқнинг ейилиши ≥ 10 мкм, золотник беркитиш бўйинининг ейилиши ≥ 16 мкм бўлиши билан регламентланади. Корпусдаги тешиқлар ресурсининг тарқалиш чегаралари 1300...4000 мото-соат ишлаш мудатлари диапозонида тақсимланган.

Тезлаштирилган ресурс синовлари натижаларига кўра тақсимлагич корпусининг тоза мойда диаметрал ейилиши 5 мкм, ИСО/ТК131 бўйича тозалик синфи 6300Г бўлган мойда максимал диаметрал ейилиши 70 мкм га етди. Тоза мойда ейилиш жадаллиги – 0,00143 мкм/мото-соат, 6300Г синфли мойда – 0,02 мкм/мото-соат.

Корпус ресурси мойнинг идеал тозаллиги таъминланганда – 7000 мото-соат, 6300Г синфли мой қўлланилганда 500 мото-соат бўлди.

Тезлаштирилган ресурс синовлари натижаларига кўра золотник беркитиш бўйинининг тоза мойда диаметрал ейилиши – 5 мкм, тозалик синфи 6300Г бўлган мойда 30 мкм га етди. Ейилиш жадаллиги мос равишда 0,00143 мкм/мото-соат ва 0,00857 мкм/мото-соатни ташкил этди.

Золотник ресурси тоза мойда – 11189 мото-соат, 6300Г синфли мой қўлланилганда 5600 мото-соат бўлди.

Ишчи суюқликнинг юқори тозалик синфи таъминланганда, тақсимлагич конструкциясини ўзгартирмаган ҳолда корпус-золотник жуфтлигининг ресурсини 7000...11189 мото-соатгача ошириш имкониятини беради.

Золотникнинг базавий нусхаси. Тоза мойдаги синовда ейилиш миқдори – 28 мкм, овалсимонлик 50 мкм га етди. Тоза АУП мойини қўллаганда ейилиш жадаллиги – 0,0080 мкм/мото-соат, овалсимонлик жадаллиги 0,0143 мкм/мото-соат бўлди.

Тозалик синфи 6300Г бўлган мойда ейилиш жадаллиги 0,01029 мкм/мото-соатгача, овалсимонлик жадаллиги 0,01829 мкм/мото-соатгача, яъни 22,25 % ва 21,82 % га ошди.

Ейилишнинг рухсат этилган чегаравий қиймати $i_{lim} = jt = 23,7$ мкм.

Мойнинг идеал тозаллиги таъминланса, клапан ресурси: $R = 2962,5$ мото-соатгача, яъни 28,8% гача ошади. Тақсимлагич 1 мото-соат ишининг солиштирма баҳоси 168,14 сўмга тенг.

Золотникнинг тажрибавий нусхаси. Тоза мойдаги синовда ейилиш миқдори – 8 мкм, овалсимонлик 16 мкм бўлса, тоза АУП мойини қўллаганда ейилиш жадаллиги – 0,0023 мкм/мото-соат, овалсимонлик жадаллиги 0,0046 мкм/мото-соат бўлди. Тозалик синфи 6300Г бўлган мойда ейилиш жадаллиги 0,0040 мкм/мото-соатгача, овалсимонлик жадаллиги 0,0054 мкм/мото-соатгача, яъни 42,5 % ва 14,8 % гача ошди. Бирикманнинг тоза мойдаги ресурси 10304,3 мото-соат, тозалик синфи 6300Г бўлган мойда $R = 5925$ мото-соатни ташкил этди.

Шунга кўра, золотникли узелнинг тажрибавий нусхаси 6300Г синфли мойдан фойдаланилганда ресурсни 2,5 марта оширади. Тақсимлагич тажриба нусхасининг 1 мото-соат иши солиштирма баҳоси базавий тақсимлагичга нисбатан 2 мартага камаяди ва тақсимлагичнинг тажриба нусхасига эга битта трактор тўлиқ ресурсини реализация қилганида 1 234 483 сўм маблағ тежалади.

ХУЛОСА

«Транспорт воситаларининг гидравлик тизимлари тўсиқ элементлари ейилишбардошлилиги» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Суюқлик оқими изэнтропик ва динамик тавсифларига ўтиш қирқими ўзгариш қонунияти ва температуранинг боғлиқлик даражаси аниқланган. Аниқланган кўрсаткичлар гидравлик клапанларни лойиҳалашда уларнинг геометрик параметрлари ва режимларини баҳолаш имконини беради.

2. Тизим (клапан-абразив-седло ва золотник-абразив-корпус) ейилиш механизмининг модели ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган ейилиш механизми модели гидроклапанлар прецизион жуфтликлари учун материал танлаш ва уларнинг ейилиш жараёнларини тадқиқ қилиш имкониятини беради.

3. Гидравлик тақсимлагич носозликларини аниқлаш ва тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усуллари ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган усуллар гидротақсимлагичлар прецизион элементлари герметиклигини ишончли баҳолаш ва уларнинг ейилиш миқдорини қисқа вақтларда аниқлашга хизмат қилади.

4. Эксплуатациядан таъмирга келтирилган тақсимлагичлар прецизион бирикмалари ейилиш миқдори ва тавсифи математик статистика усуллари ёрдамида аниқланган. Статистик ишлов бериш натижасида олинган маълумотлар тақсимлагичларнинг қолдиқ ресурсини баҳолаш имконини беради.

5. Тақсимлагич прецизион элементларининг герметикликни йўқотиш критерийси бўйича параметрлари аниқланган. Олинган натижалар ресурс синовларининг эксплуатация синовларига адекватлигини таъминлаш имконини беради.

6. Стенд синовларида базавий ва тажрибавий клапан-седло жуфтликларининг ейилиш параметрлари аниқланган. Ўқдошлик ва ейилишбардошлиликни таъминланиши тажрибавий клапан-седло жуфтлиги ресурсини тоза мойда 3,7 мартага, абразивли мойда 2,5 мартага оширишга хизмат қилади.

7. P40/75 тақсимлагичи учун клапанли узелнинг янги конструкцияси ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган конструкция P40/75 тақсимлагичининг таннарини 2 марта камайишига хизмат қилади.

8. Ўлчамлари 5 мкм дан кичик бўлган заррачаларнинг ейилишга таъсир қилиш даражаси аниқланган. Олинган натижалар хулосасига кўра халқаро ИСО/ТК131 стандартининг регламентига аниқлик киритиш таклиф этилади.

9. Гидротақсимлагич золотнигини нейтрал ҳолатга автоматик қайтариш клапани беркитиш узелининг конструкцияси, тақсимлагичлар носозликларини аниқлаш усули ва гидротақсимлагичларнинг тезлаштирилган ресурс синовларини ўтказиш усули «МКБ Трактор» УК га жорий этилган. Тадқиқот натижалари гидроаппаратларни лойиҳалаш, тракторларга техник хизмат кўрсатиш ҳамда гидротақсимлагичлар синовларини ўтказиш учун қўлланма сифатида хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.02.2018.Т.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И НАЦИОНАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АЛИБОЕВ БАХТИЁР АБДУРАХМОНОВИЧ

**ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗАПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

05.02.02 – Теория механизмов и машин. Машиноведение и детали машин

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

ТАШКЕНТ – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № B2018.2.PhD/T620.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице www.tdtu.uz на Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу www.ziynet.uz.

Научный руководитель:	Махкамов Кабул Хамдамович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Иргашев Амиркул доктор технических наук, профессор Шукуров Рустам Уткурович доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Защита диссертации состоится « 3 » ноября 2018 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.28.02.2018.T.03.04 при Ташкентском государственном техническом и национальном университетах. (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00, факс: 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано номером 59). (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел. (99871) 246-03-41).

Автореферат диссертации разослан « 20 » октября 2018 года (протокол реестра № 59 от « 20 » октября 2018 г.).

К.А. Каримов
Председатель научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Н.Д. Тураходжаев
Секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Р.И. Каримов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире приобретает особую важность разработка современных и комфортабельных видов транспортных средств, в частности широко применяемые гидравлические передачи облегчающие управление приводами имеют особое значение. В связи с этим повышение надежности и улучшение эксплуатационных параметров гидравлических оборудований транспортных средств, в частности автомобилей и сельскохозяйственных тракторов является одной из важных задач. В этом направлении во многих развитых странах, включая США, Германию, Францию и Японию уделяется особое внимание повышению рабочих давлений гидравлических систем машин и агрегатов, увеличению скорости исполнительных механизмов и разработке средств для обеспечения чистоты рабочих жидкостей.

Во всем мире проводятся целевые научно-исследовательские работы по созданию научных основ усовершенствования конструкций, повышения сроков службы и износостойкости элементов гидравлических систем. В этом направлении приобретает особое значение проведение научных исследований как обеспечение точности изготовления деталей гидравлических систем, повышение ресурса и коэффициента полезного действия составных элементов, а также уменьшение износа прецизионных элементов гидросистем. Вместе с тем считается необходимым разработка износостойкой конструкции клапанных элементов золотниковых гидро-распределителей.

В нашей республике ведутся работы по развитию сельского хозяйства, доведению конструкций тракторов и сельскохозяйственных машин до уровня мировых стандартов и повышению их конкурентоспособности. В том числе, проводятся объемные исследования как повышение рабочих давлений гидравлических систем, обеспечение точности управления гидроагрегатами, применение новых материалов и технологий для изготовления элементов гидросистем и продление их ресурса. Ввиду этого, необходимо повысить приоритет проводимых научно-исследовательских работ по проектированию гидравлических систем тракторов с учетом климата страны, производству конструкций гидронавесных систем соответствующих требованиям агротехники, повышению герметичности элементов гидравлических систем. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены задачи, включая «... укрепление макроэкономической стабильности и сохранение высоких темпов роста экономики, повышение ее конкурентоспособности, ... сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий»¹. Для выполнения данных задач, в частности для повышения ресурса распределителей гидравлических

¹№УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

систем сельскохозяйственных тракторов, первоначально важной задачей считается разработка новой конструкции золотникового узла с износостойкими прецизионными элементами.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях № 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 современного оснащения сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.

Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В мировой практике изнашивание и усовершенствование элементов гидравлических систем сельскохозяйственных тракторов рассмотрены в работах ряда ученых, таких как J.V.W.Roeber, P.Santosh, M.F.Kocher, T.Mang, K.Bobzin, T.Bartels, С.И.Абрамов, Т.М.Башта, Г.А.Никитин, М.Е.Орлов и др. В данных исследованиях рассмотрены процессы и режимы изнашивания элементов гидравлических систем, также усовершенствование конструкций управляющих и исполнительных механизмов.

Повышением надежности и ресурса элементов гидравлических систем, разработкой технологических процессов ремонта и восстановления изношенных деталей, обеспечением чистоты рабочих жидкостей применяемых в гидросистемах занимались ряд ученых, как Q.Zhang, B.Watson, M.McNeely, C.Burgun, S.Lacour, W.Bock, R.Majdan, S.Ohkawa, П.Н.Белянин, Д.П.Бадышев, Л.М.Логвинов, А.И.Павлов, Е.Г.Рылякин, Д.Е.Чегодаев, Л.И.Волков, Д.Н.Гаркунов, А.Т. Лебедев, Г.А.Гурьянов, В.И.Барышев, В.П.Коваленко, В.М.Коновалов, Г.А.Никитин, С.В.Чирков и др. С целью повышения ресурса гидравлических систем, они работали над усовершенствованием составных элементов, в частности насосов, гидроаппаратов и исполнительных механизмов, а также обеспечением чистоты рабочих жидкостей применяемых в гидросистемах.

Изучением процессов абразивного изнашивания элементов гидравлических систем, регенерацией рабочих жидкостей и созданием элементов фильтрации занимались ученые К.Х.Махкамов, О.З.Лебедев, А.А.Шермухамедов, Г.Аннакулова, К.А.Шарипов и др. Тем не менее в вышеуказанных исследованиях недостаточно изучены задачи оценки надежности гидравлических систем и их составляющих конструктивных элементов, определение законов изнашивания сопряжений формирующих ресурс элементов гидравлических систем, теоретическое обоснование взаимозависимости износостойкости конструктивных параметров клапанов с режимом движения жидкости, усовершенствование конструкций клапанных элементов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения или научно-исследовательскими институтами, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках проектов по темам №А-15.005-«Разработка мероприятий по снижению гидроабразивного изнашивания колен трубопроводов предприятий горно-добывающих предприятий» (2009-2012), №Ф-2-27-«Разработка научных основ повышения износостойкости зубчатых передач агрегатов мобильных машин и промышленного оборудования» (2012-2017).

Цель исследования состоит в повышении износостойкости запорных элементов гидравлических систем сельскохозяйственных тракторов.

Задачи исследования:

определение взаимосвязи конструктивных параметров клапанов гидравлических распределителей с режимом движения жидкости и их износостойкостью;

определение величины и характера износов элементов клапанов гидравлических распределителей в условиях эксплуатации методами математической статистики;

обоснование рациональных критериев параметров клапанов гидравлических распределителей, позволяющих минимизировать их износ и обеспечить максимальное быстродействие и точность выполнения предназначенных функций;

разработка методики ускоренных ресурсных испытаний клапанов гидравлических распределителей, определение величины и характера износа клапанов по результатам ресурсных испытаний;

оценка адекватности характера и величины износа клапанов методом сравнения результатов стендовых ресурсных испытаний и реальной эксплуатации.

Объектом исследования являются прецизионные сопряжения гидравлических распределителей Р40/75 тракторов АО «Ташкентский завод сельскохозяйственной техники».

Предметом исследования является определение механизма изнашивания прецизионных элементов золотниковых гидравлических распределителей в различных условиях эксплуатации.

Методы исследований основаны на классической структуре с использованием аппарата теорий гидродинамики, прочности, трения и изнашивания, вероятности и математической статистики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана конструкция запорного узла устройства автоматического возврата золотника гидравлического распределителя в нейтральное положение;

разработана методика поиска неисправностей золотниковых распределителей гидравлических систем, основанная на принципе пневматической опрессовки;

разработана методика проведения ускоренных ресурсных испытаний золотниковых распределителей гидравлических систем на основе моделирования процессов изнашивания прецизионных элементов;

определено влияния формы проходного сечения открытого клапана на теплофизические и динамические характеристики потока рабочей жидкости и на механизм изнашивания их поверхностей.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана методика поиска неисправностей распределителей P40/75, основанная на принципе пневматической опрессовки с учетом поправки на плотность и вязкость воздуха и рабочей жидкости;

разработана методика проведения ускоренных ресурсных испытаний распределителей P40/75, обеспечивающая сокращение их продолжительности в $k=76,5$ раз по сравнению с 3500 мото-часов реальной наработки трактора;

усовершенствована конструкция золотникового узла распределителя P40/75, не допускающая вероятность нарушения соосности элементов и рабочие вибрации, с учетом сохранения существующих требований к классу чистоты рабочей жидкости.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов экспериментальных исследований объясняется обеспечением применения современных методов исследования и компьютерных вычислительных программ при анализе результатов ускоренных ресурсных испытаний гидравлических распределителей, также сравнительным анализом полученных результатов стандартными средствами измерения и взаимным соответствием их.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в особенности влияния закона относительного изменения проходного сечения шарового и коноидального клапана на изэнтропические и динамические характеристики потока жидкости, в теоретическом уточнении механизма изнашивания формализованного ударным взаимодействием прецизионных элементов клапанов с абразивной средой, также в перспективном развитии повышения

ресурса узла за счет улучшения фильтрации рабочей жидкости.

Практическая значимость работы заключается в применении методики поиска неисправностей распределителей Р40/75 в процедурах ТО-3 тракторов, разработке лабораторного устройства дающего возможность оценки герметичности прецизионных элементов распределителей и стенда для проведения ускоренных ресурсных испытаний, в использовании методики проведения ускоренных ресурсных испытаний распределителей в сельскохозяйственном машиностроении.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов по усовершенствованию конструкции клапанных элементов гидравлических систем сельскохозяйственных тракторов в целях повышения их износостойкости:

конструкторская разработка запорного узла устройства автоматического возврата золотника гидравлического распределителя в нейтральное положение внедрена на УП «СКБ Трактор» (справка №АЮ-18-11/476 АО «Узгротехмаш» от 23 мая 2018 года). В результате получена возможность обеспечения соосности и износостойкости прецизионных элементов сопряжений седло-клапан-бустер и при использовании чистого масла АУП увеличение ресурса гидравлического распределителя в 3,7 раза, а с применением масла класса чистоты 6300Г в 2,5 раза по сравнению с базовым вариантом;

методика поиска неисправностей гидравлических распределителей, основанная на принципе пневматической опрессовки, с учетом поправки на плотность и вязкость воздуха и рабочей жидкости внедрена на УП «СКБ Трактор» (справка №АЮ-18-11/476 АО «Узгротехмаш» от 23 мая 2018 года). В результате получена возможность упрощения способа проверки герметичности запорных элементов и получения точных оценок износа сопряжений;

методика проведения ускоренных ресурсных испытаний гидравлических распределителей внедрена на УП «СКБ Трактор» (справка №АЮ-18-11/476 АО «Узгротехмаш» от 23 мая 2018 года). В результате получена возможность снижения удельной стоимости 1 мото-часа работы опытного распределителя в 2 раза по сравнению с базовым вариантом и получения достоверной информации об износе элементов распределителей в короткие сроки.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на 2-х международных и 1-й республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 16 научных работ, в том числе 5 статей в зарубежных журналах, 7 статей в журналах, рекомендованных опубликованию основных научных результатов докторских диссертаций ВАК Республики Узбекистан (республиканские журналы), опубликована 1 монография.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, 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 технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены основные внедрения результатов исследования, результаты апробации работы, также сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Анализ износостойкости и надежности гидравлических систем современных тракторов, методов оценки и перспектив ее повышения»** изучено состояние вопроса. Изучены факторы, определяющие износостойкость и надежность гидравлических систем, также влияние загрязнений на эксплуатационные параметры гидросистем.

Сделан полный обзор информации по требованиям, предъявляемых к гидравлическим жидкостям и по оценке технико-экономической эффективности, а также по основным неисправностям, признакам и критериям их предельного состояния.

Выдвинуты гипотезы механизма изнашивания прецизионных сопряжений гидрораспределителя, сопровождающийся кавитацией.

Анализируются влияния условий трения, наличия вибрации, скорости относительного перемещения поверхностей, зазора в сопряжении, стохастического распределения фракционного состава и твердости абразива на динамику потока жидкости.

Изучены характеры протекания процессов изнашивания поверхностей элементов гидросистем обуславливающих необходимость частного теоретического исследования для каждого конкретного случая. Подобный подход позволяет выделить критические участки поверхности сопряжений на элементарном уровне и давать более объективные оценки их износа.

Показано что, несмотря на многочисленность и разноплановость выполненных исследований, трению и износу прецизионных элементов распределителей не уделялось достаточного внимания. На этом основании сформулированы задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Теоретические исследования механизма изнашивания клапанных элементов гидравлических распределителей»** проведен анализ факторов режима эксплуатации определяющих условия и интенсивность изнашивания сопряжений. Выдвинута рабочая гипотеза о механизме взаимодействия движущейся гидроабразивной среды в зазоре приоткрытых клапанных сопряжений, представляющем собой качение твердых тел в вязкой жидкости, текущей при турбулентном режиме, между двумя равномерно и неравномерно отстоящими друг от друга поверхностями.

Проведен теоретический анализ изэнтропических и динамических характеристик потока рабочей жидкости в момент отпирания перепускных и предохранительных клапанов. Аргументом считали координату x кольцевой щели, в качестве начальных условий принимали: поток – адиабатический; жидкость - ньютоновская; движение - изэнтропическое.

Связь между параметрами потока и площадью сечения определяли с помощью приведенной формулы

$$\frac{A}{A_1} = \frac{M_1}{M} \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M^2}{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}} \quad (1)$$

Где индекс «1» отмечает какое-нибудь фиксированное сечение сопла;

k – показатель адиабаты сжатия, $k=c_p/c_v$;

M – число Маха.

Функцию A/A_1 относительного изменения проходного сечения определяли исходя из конструкторской документации распределителя Р40/75:

для перепускного клапана она аппроксимирована линейным уравнением

$$A/A_1 = 0,5527x + 0,9549, \text{ бунда } \rho_k = 0,9993; \quad (2)$$

для шарового клапана – параболой второго порядка

$$A/A_1 = 0,3575x^2 + 2,1507x + 1, \text{ бунда } \rho_k = 1. \quad (3)$$

Где ρ_k – коэффициент корреляции.

Это соотношение в совокупности с изэнтропическими формулами

$$\left. \begin{aligned} \frac{p}{p_1} &= \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{k}{k-1}}; & \frac{\rho}{\rho_1} &= \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{k-1}}; \\ \frac{T}{T_1} &= \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2}; & \frac{u}{u_1} &= \frac{M}{M_1} \left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

дает решение задачи течения жидкости в кольцевой щели запорного устройства; в качестве параметра использовали число M . По (2) или (3) и (1) определяли M , а затем уже по (4) и искомые $p(x)$, $\rho(x)$, $T(x)$ и $u(x)$.

При анализе характеристик потока учитывались изменения теплофизических свойств жидкости для трех температурных режимов и двух классов чистоты (масло АМГ-10 чистое и класса чистоты 6300Г).

Средний расход жидкости в сечениях кольцевого сопла вычисляли по модифицированному уравнению Пуазейля

$$Q = \frac{\pi \Delta p}{8 \mu l} \left[r_1^4 - r_2^4 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right], \quad (5)$$

а скорость потока -

$$w_{cp} = \frac{\Delta p}{4 \mu l} \left[r_1^2 + r_2^2 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right], \quad (6)$$

где μ - динамический коэффициент вязкости, Па·с; Δp - постоянный перепад давления на входе в щель и выходе из нее.

Исходными данными для вычислительного эксперимента являлись: производительность насоса $Q = 53$ л/мин; давление жидкости в магистрали $p = 0,3$ МПа; давление отпирания клапана автоматического возврата золотника $p = 12,5$ МПа; максимальная высота подъема запорного конуса клапана $h = 2,25$ мм; максимальная высота подъема шарового клапана $h = 0,36$ мм.

Масло АМГ-10 при $T_1 = 293$ К, $T_2 = 343$ К и $T_3 = 363$ К:

идеально чистое - $\rho_1 = 0,87$ г/см³, $\rho_2 = 0,8364$ г/см³, $\rho_3 = 0,8229$ г/см³; $\nu_{p_1} = 21,1277$ сСт; $\nu_{p_2} = 10,033$ сСт; $\nu_{p_3} = 10,0089$ сСт; $\mu_{p_1} = 0,01838$ Па·с, $\mu_{p_2} = 0,00864$ Па·с, $\mu_{p_3} = 0,008236$ Па·с;

класса чистоты 6300Г - $\rho_1^* = 0,7834$ г/см³, $\rho_2^* = 0,7558$ г/см³, $\rho_3^* = 0,7409$ г/см³; $\nu_{p_1}^* = 23,7018$ сСт, $\nu_{p_2}^* = 1,5361$ сСт, $\nu_{p_3}^* = 11,2134$ сСт; $\mu_{p_1}^* = 0,018568$ Па·с, $\mu_{p_2}^* = 0,008719$ Па·с, $\mu_{p_3}^* = 0,008308$ Па·с.

Изэнтропические характеристики потока жидкости в сечениях обоих типов клапанов, как это следует из системы уравнений (4), являются показательными функциями. Однако они слабо (порядка 10^{-5}) выражены в конoidalном сопле и весьма существенны в шаровом клапане с параболическим профилем сечения для жидкости класса чистоты 6300Г (рис. 1).

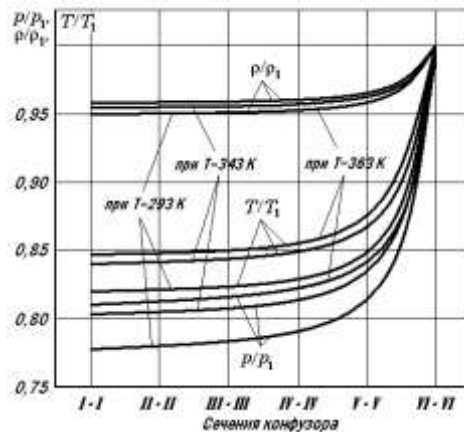


Рис. 1. Изэнтропические характеристики в сечениях параболического конфузоров зависимости от исходной температуры потока жидкости класса чистоты 6300Г.

При использовании чистой жидкости изэнтропические характеристики становятся пологими: $\rho/\rho_1 = 0,99$, $T/T_1 \approx 0,965$, а $p/p_1 \approx 0,955$.

Изэнтропические характеристики подтверждают существование дроссель-эффекта Джоуля-Томсона, но в чистой жидкости влияние исходной температуры нивелируется.

Величина касательных напряжений трения τ (рис. 2) в критическом сечении параболического конфузора достигает порядка десятков кПа, в то время как в перепускном клапане она меньше в 668 раз.

Это наводит на мысль о вероятности касания частиц абразива поверхностей шара, и его седла, хотя явных признаков наличия такого характера движения жидкости нет.

В качестве оценки динамических характеристик потока использовали число Рейнольдса Re , закономерности изменения которого для параболического профиля представлены на рис. 3.

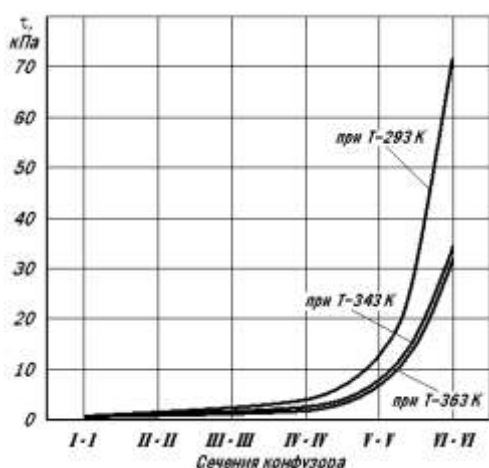


Рис. 2. Изменение касательных напряжений трения в сечениях параболического конфузора в зависимости от исходной температуры потока жидкости.

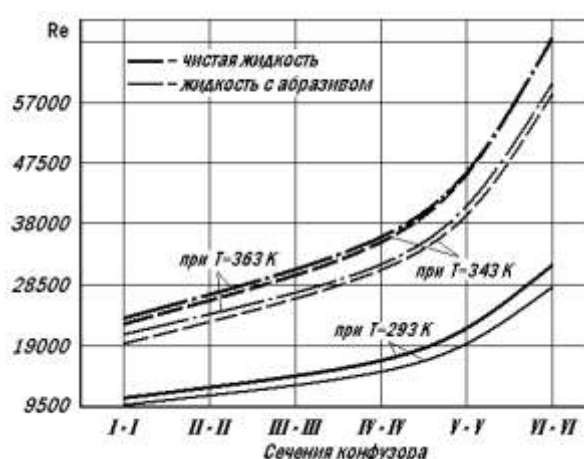


Рис. 3. Изменение Re в сечениях конфузора шарового клапана в зависимости от исходной температуры потока с различной степенью гетерогенности жидкости.

Критерием турбулентного режима течения жидкости считали $Re > 1,3 \cdot 10^4$, при $Re < 1,3 \cdot 10^4$ - ламинарный.

Изменение числа Re по равноудаленным сечениям конфузора характеризуется показательной функцией, зависящей от A/A_1 и σ .

При $T = 293$ К число Re чистой жидкости повышается от 10813 – на входе до 31714 – в критическом сечении конфузора, т. е. имеет место переход от ламинарного к турбулентному режиму движения. Примеси в масле снижают Re соответственно от 9541 до 28269, т. е. на 13,33 %.

Повышение температуры чистой жидкости до $T = 343$ К приводит более чем, к двукратному возрастанию Re от 22421 до 67229, что свидетельствует о появлении турбулентности уже на входе в сопло. При той же температуре

жидкость, содержащая абразив, движется с Re от 19323 до 58301, т. е. ее скорость уменьшилась на 16,03 %.

Повышение температуры до $T = 363$ К приводит к росту числа Re чистой жидкости от 23573 до 67223, а для масла класса чистоты 6300Г - от 20858 до 59991, т. е. динамика нарастания скорости составляет 182,3 Re/K . Это объясняется обратной пропорциональной зависимостью числа Re от коэффициента динамической вязкости жидкости, который возрастает с понижением температуры и увеличением содержания примесей.

Для перепускного клапана функция числа Re по сечениям конфузора линейная, при этом ламинарный режим течения сохраняется независимо от температуры и класса чистоты жидкости.

Процесс посадки клапана в седло рассматривался с позиций вероятности попадания между ними частиц абразива (рис. 4).

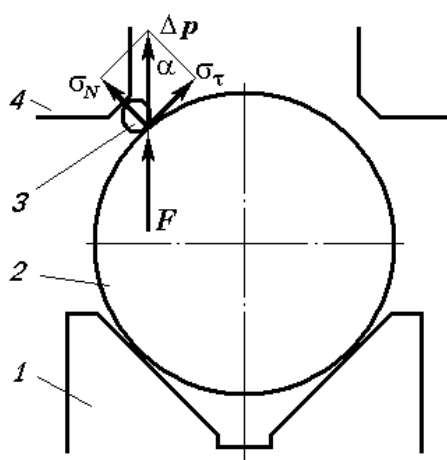


Рис. 4. Схема приложения сил на частицу абразива при посадке клапана в седло: 1 – подпятник; 2 – шар (клапан); 3 – абразивная частица; 4 – седло.

Полагали, что частицы абразива имеют произвольную форму, фракционный состав распределен по логарифмически нормальному закону в пределах 1...30 мкм, а их концентрация в 100 см³ жидкости – 10⁵...6·10⁵.

Мгновенный объем жидкости, находящейся клапаном зазоре

$$V = \frac{\pi l}{4} \left[r_1^2 + r_2^2 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{\ln r_1 / r_2} \right] = 0,068 \text{ мм}^3. \quad (7)$$

Вероятность того, что в момент запираания между клапаном и седлом окажется хотя бы 1 частица абразива

$$P = n_\delta V, \quad (8)$$

где n_δ - удельное количество частиц абразива в 1 мм³ жидкости, $n_\delta = 1...6$.

Тогда среднее значение вероятности происхождения события, представленного на рис. 4 будет $\bar{P} = 0,24$, а их среднее число за время эксплуатации

$$\bar{N}_{\text{cob}} = N_{\text{и.н}} \bar{P} = 7990. \quad (9)$$

Для открытия клапана необходима сила, преодолевающая сопротивление сжатия пружины на величину достаточную для страгивания бустера. При этом возникает упругая сила F пружины, численно равная действующему градиенту давления, отнесенному к единице площади поверхности шара, воспринимающей этот градиент

$$F = 2\pi r^2 \Delta p = 481,4 \text{ Н.} \quad (10)$$

Согласно второму закону Ньютона ускорение, приобретаемое клапаном в инерциальной системе отсчета, определяется из соотношения

$$a = \frac{F}{m} = 24069,14 \text{ м/с}^2, \quad (11)$$

а клапану сообщается импульс движения равный

$$p_u = mv = 1,925 \text{ (Н·м)/с}, \quad (12)$$

где m - масса клапана с подпятником, равная 20 г;

v - их скорость перемещения, $v = \sqrt{ah} = 9,8 \text{ м/с}$.

Откуда $\Delta t = h/v = 0,0004 \text{ с}$.

Тогда импульс силы равен произведению упругой силы пружины на время ее воздействия, поэтому

$$F\Delta t = 0,196 \text{ Н·с.} \quad (14)$$

Величина импульса сжимающих частицу абразива напряжений, от нормальной силы N

$$\sigma_N = \frac{F\Delta t \cdot \cos\alpha}{s} = 854...900 \text{ МПа·с.} \quad (15)$$

Здесь s - площадь поперечного сечения частицы $s = 1,767 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2$.

Полагая, что характеристикой предела прочности является H_μ , но на абразивную частицу действуют также касательные напряжения $\sigma_\tau \approx \sigma_N$, поэтому условием ее разрушения будет твердость $2\sigma_\tau \geq H_\mu$. Так как твердость гранита равна 8,36 ГПа, кварца – 10,71...11,52 ГПа, то можно полагать, что вероятность дробления частиц появляется только при повторяющихся соударениях или наличии дефектов в структуре зерна.

Согласно третьему закону Ньютона, клапан и его седло также испытывают эти напряжения в точках контакта с зерном абразива, но так как твердость стали ШХ15 – 2,43 ГПа, то на поверхностях седла и клапана появляются следы пластической деформации. Их глубина зависит от вектора приложения и величины импульса, а также твердости и пластичности материала в точке контакта с абразивом.

Последствия соударения трех тел (частицы абразива, седла и клапана) оказывают заметное влияние не только на изменение геометрии клапана, но также приводят к изменению фракционного состава примесей в жидкости. Это способствует увеличению их объемной доли, повышает вероятность их проникновения в зазоры между прецизионными деталями и создает условия для износа, а также требует повышения тонкости отсева абразива из масла.

На основе данного анализа выдвинута рабочая гипотеза механизма изнашивания клапанов распределителей основанная на ударном взаимодействии герметизирующих поверхностей с абразивной средой.

В третьей главе диссертации **«Методика экспериментальных исследований»** изложена методика проведения пассивного эксперимента по плану NUR, по определению законов распределения величины и характера износа золотников распределителей, необходимых для идентификации результатов стендовых ресурсных испытаний и определения коэффициента их ускорения. Структура экспериментальных исследований представлена в виде метода последовательного исключения незначимых факторов.

Описана разработанная методика проведения ускоренных стендовых испытаний гидравлических распределителей. В частности определены условия моделирования и идентификации реальных процессов изнашивания элементов гидравлического распределителя. Выполнены расчеты по определению базовой продолжительности стендовых испытаний гидравлических распределителей.

По результатам расчетов установлены условия и режимы проведения стендовых испытаний. Подробно изложена методика ускоренных стендовых испытаний распределителей, отбора проб масла и их анализ, обоснована методика определения ресурса.

В четвертой главе диссертации **«Экспериментальные исследования, мероприятия по повышению ресурса распределителей P40/75 и оценка технико-экономической эффективности»** приведены результаты экспериментальных исследований. Установлено, что герметичность клапанов автоматического возврата золотников сохраняется до наработки 1800...2300 мото-часов, а перепускных клапанов – при 2500...3200 мото-часов. Герметичность перепускных клапанов ограничивается также выходом пружин за пределы допустимой усадки уже при наработке 1500...1700 мото-часов, а пружины предохранительных клапанов теряют упругость после 3000... 3400 мото-часов.

Микрометраж золотников и отверстий под них в корпусе производился в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Выборочная совокупность равнялась $N = 42$. Полученная информация подвергалась статистической обработке, заключающейся в определении законов распределения износа, конусности и овальности золотников и сопрягаемых с ними отверстиями в корпусе. Необходимость этих исследований продиктована тем, что накопление статистической информации по износу клапанов и сопрягаемых с ними деталями сопряжено с трудностями технического и экономического плана. Поэтому предполагалось адекватность результатов стендовых ресурсных испытаний эксплуатационным оценивать по величине износа сопряжения золотник-корпус.

Согласно результатам статистических исследований при поступлении в ремонт из реальной эксплуатации, овальность отверстий в корпусе под золотники составляет $\bar{O} = 10,2$ мкм с $\sigma = 6,75$ мкм, а их конусность - $\bar{K} = 8,86$

мкм $\sigma = 7,61$ мкм, в то время как овальность золотников составила $\bar{O} = 7,8$ мкм $\sigma = 5,63$ мкм, а их конусность $\bar{K} = 8,15$ мкм $\sigma = 6,37$ мкм. За пределы поля допуска по параметру овальности выходит 44% корпусов и 53% золотников, тогда как из-за конусности – 70% корпусов и 59% золотников. Правостороннее смещение функций, свойственное распределениям Вейбулла-Гнеденко с вероятностью $t_{\alpha=0,05}$ указывает на то, что и овальность и конусность отверстий в корпусе и золотников может достигать 22...28 мкм.

Закономерности износа (рис. 5), ограниченные линейными функциями по верхней доверительной границе и среднему значению в функции от наработки показывают, что ресурс золотников распределен в пределах 2500... 5500 мото-часов; сопрягаемые с ними отверстия в корпусе – 1000...3500 мото-часов.

Круглограммы профиля поверхности запорного пояса золотника показывают, что в чистом масле диаметральный износ и овальность составляют 5 мкм, это позволяет утверждать об удовлетворительном подборе конструкционных материалов, позволяющем обеспечивать высокую износостойкость сопряжения в течение достаточно продолжительной эксплуатации.

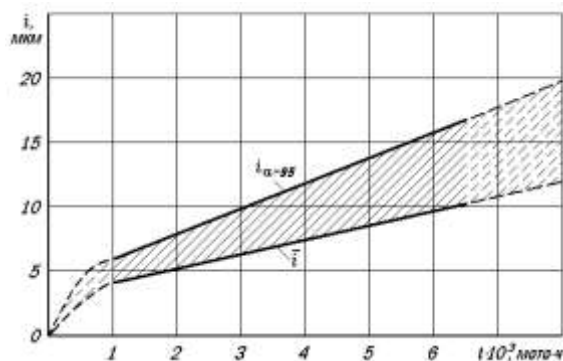


Рис. 5. Поле износа запорных поясов золотников распределителей в зависимости от наработки трактора до ремонта: сплошная штриховка - поле распределения износа, пунктирная – экстраполяция.

При работе с маслом класса чистоты 6300Г максимальная величина износа достигла 30 мкм, а овальность – 25 мкм; при этом характер огранки поверхности золотника удовлетворительно коррелирует с формой отверстия в корпусе. Более чем двукратное уменьшение износа по сравнению с сопрягаемой деталью, объясняется хорошей износостойкостью хромистых сталей при работе в гидроабразивной среде.

Круглограммы профиля поверхности перепускного клапана распределителя показывают, что исходный профиль запорного пояса является далеко не идеальным. Овальность, составляющая 14 мкм, хотя и не регламентирована конструкторской документацией, все-таки требует дополнительной обработки, например, притирки с седлом клапана. За цикл испытаний в чистом масле максимальный диаметральный износ составил 5

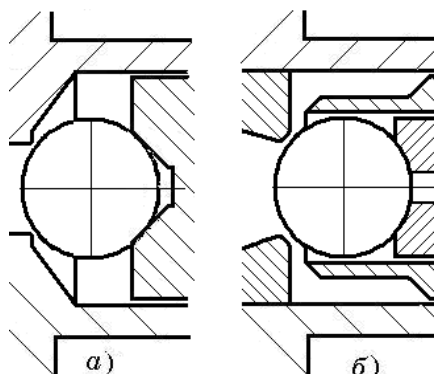
мкм, а овальность –18 мкм. Это позволяют утверждать о влиянии технологической наследственности исходного профиля на характер износа.

Максимальный износ перепускного клапана после серии испытаний с маслом, содержащим абразив, составляет 27 мкм, а овальность достигла 30 мкм.

После первой серии опытов максимальный износ достиг 28 мкм, а овальность выросла до 50 мкм. После второй серии опытов максимальный износ достиг 36 мкм, а овальность выросла до 64 мкм. При этом характерное сходство всех трех профилей, на наш взгляд, нельзя отнести к случайному совпадению, так как во всех случаях погрешность точки отсчета не превышала порядка 2 мм.

Опытный образец разработанного узла (рис. 6 б) прошел испытания, исходная овальность седла не превышала 4 мкм.

После первого цикла ресурсных испытаний максимальный износ седла клапана составил 8 мкм, а овальность – 16 мкм, что дает основание утверждать о повышении износостойкости не менее чем в три раза по сравнению с серийной конструкцией при условии поддержания класса чистоты гидравлической жидкости.



**Рис. 6. Конструкция шарового клапана автоматического возврата золотника:
а) – базовая; б) – опытная.**

После испытания с применением жидкости содержащей абразив характер износа практически не изменился, только абсолютная величина износа седла клапана возросла до 14 мкм, а овальность достигла 19 мкм. Хотя эффект повышения износостойкости и составляет 2,5 раза, все-таки вынуждены признать, что в течение заданной продолжительности испытаний опытный образец клапанного узла обеспечивает ресурс только при повышении класса чистоты гидравлической жидкости.

В последовательности разработаны мероприятия по повышению ресурса распределителей Р40/75 и оценке их технико-экономической эффективности.

Предельное состояние корпуса распределителя регламентируется износом поверхности отверстия ≥ 10 мкм, а золотника - износом его запорного пояса ≥ 16 мкм. Границы рассеивания ресурса отверстия под золотник в корпусе распределены в диапазоне наработок 1300...4000 мото-часов.

По результатам ускоренных ресурсных испытаний в чистом масле диаметральный износ корпуса распределителя составляет 5 мкм, а в масле класса чистоты 6300Г ИСО/ТК131 максимальная величина износа достигла 70 мкм. Интенсивность его износа в чистом масле составляет 0,00143 мкм/мото-часов, а в масле класса чистоты 6300Г – 0,02 мкм/мото-часов.

Ресурс корпуса, при обеспечении идеальной чистоты масла равен 7000 мото-часов, а при использовании масла класса чистоты 6300Г 500 мото-часов.

По результатам ускоренных ресурсных испытаний в чистом масле диаметральный износ запорного пояса золотника составил 5 мкм, а в масле класса чистоты 6300Г – 30 мкм. Интенсивность износа составляет соответственно 0,00143 мкм/мото-часов и 0,00857 мкм/мото-часов.

Ресурс золотника в чистом масле достигает 11189 мото-часов, а при использовании масла класса чистоты 6300Г – 5600 мото-часов.

Обеспечение высокого класса чистоты рабочей жидкости позволяет повысить ресурс сопряжения корпус-золотник до 7000...11189 мото-часов без каких-либо изменений конструкции распределителя.

Базовый вариант золотника. Величина износа при эксплуатации в чистом масле достигает 28 мкм, а овальность - 50 мкм. Интенсивность износа в условиях применения чистого масла АУП достигает 0,0080 мкм/мото-часов, а овальности – 0,0143 мкм/мото-часов. При использовании масла класса чистоты 6300Г интенсивность износа возрастает до 0,01029 мкм/мото-часов, а овальности - до 0,01829 мкм/мото-часов, т. е. на 22,25 % и 21,82 % соответственно. Предельно допустимая величина износа равна $i_{lim} = jt = 23,7$ мкм.

При обеспечении идеальной чистоты масла ресурс клапана можно увеличить до $R = 2962,5$ мото-часов, т. е. на 28,8%. Удельная стоимость 1 мото-ч работы распределителя базовой конструкции равна 168,14 сум.

Опытный вариант золотника. Так как величина износа при эксплуатации в чистом масле достигает 8 мкм, а овальность - 16 мкм, интенсивность износа в условиях применения чистого масла АУП достигает 0,0023 мкм/мото-часов, а овальности – 0,0046 мкм/мото-часов. При использовании масла с исходным классом чистоты 6300Г интенсивность износа возрастает до 0,0040 мкм/мото-часов, а овальности до – 0,0054 мкм/мото-часов, т. е. на 42,5 % и 14,8 % соответственно. Ресурс сопряжения в чистом масле составит 10304,3 мото-часов, а в масле класса чистоты 6300Г - $R = 5925$ мото-часов.

Опытная конструкция золотникового узла обеспечивает повышение ресурса в 2,5 раза при использовании масла с исходным классом чистоты 6300Г, а – удельная стоимость 1 мото-часа работы опытного распределителя уменьшается в 2 раза чем базового распределителя и при реализации полного ресурса одного трактора с опытным распределителем сэкономится 1 234 483 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Износостойкость запорных элементов гидравлических систем транспортных средств» представлены следующие выводы:

1. Определено влияние закона изменения проходного сечения и температуры на изэнтропические и динамические характеристики потока жидкости. Полученные показатели позволяют установить геометрические параметры и режимы гидроклапанов при проектировании.

2. Разработана модель механики изнашивания системы (клапан-абразив-седло и золотник-абразив-корпус). Разработанная модель механизма изнашивания позволяет подбора нужных материалов для прецизионных пар и исследовать процессы изнашивания гидроклапанов.

3. Разработаны методики поиска неисправностей и ресурсных стендовых испытаний распределителей. Разработанные методики служат для достоверной оценки герметичности и получения информации по величине износа прецизионных элементов в коротких сроках.

4. Методами математической статистики определены величины и характер износов прецизионных сопряжений распределителей поступивших в ремонт из реальной эксплуатации. Полученные данные в результате статистической обработки позволяют оценить остаточный ресурс распределителей.

5. Определены параметры критериев потери герметичности прецизионных элементов распределителя. Полученные результаты позволяют обеспечить адекватность результатов ресурсных испытаний эксплуатационным.

6. В стендовых испытаниях определены параметры износа клапан-седло. Обеспечение соосности и износостойкости элементов клапан-седло позволяет увеличить ресурс опытного образца при использовании чистого масла в 3,7 раза, а в масле с загрязнениями в 2,5 раза.

7. Разработана новая конструкция клапанного узла распределителя Р40/75. Разработанная конструкция служит для снижения себестоимости распределителя Р40/75 в 2 раза.

8. Определено влияние абразивных частиц размером 5 мкм на износ прецизионных элементов распределителя. По заключениям полученных результатов рекомендуется уточнить регламент стандарта ИСО/ТК131.

9. Конструкторская разработка запорного узла устройства автоматического возврата золотника в нейтральное положение гидрораспределителей, методика поиска неисправностей гидрораспределителей, методика проведения ускоренных ресурсных испытаний гидрораспределителей внедрены на УП «СКБ Трактор». Результаты исследований служат пособием при проектировании гидроаппаратов, при техническом обслуживании тракторов и при проведении лабораторных испытаний гидрораспределителей.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.28.02.2018.T.03.04 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY AND NATIONAL UNIVERSITY OF UZBBEKISTAN**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

ALIBOEV BAKHTIYOR ABDURAKHMONOVICH

**WEAR RESISTANCE OF LOCKING ELEMENTS OF HYDRAULIC
SYSTEMS OF VEHICLES**

05.02.02 – Theory of mechanisms and machines. Engineering science and machine parts

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

TASHKENT – 2018

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.2.PhD/T620.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State technical university named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.tstu.uz and on the website of “Ziyonet” Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisors:

Mahkamov Kobul Hamdamovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Shukurov Rustam Utkurovich
doctor of technical sciences, professor

Irgashev Amirkul
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Tashkent institute of railway engineers

The defense will take place «3» november 2018 at 14⁰⁰ at the meeting of Scientific council No. DSc.28.02.2018.T.03.04 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov, (Address: 100174, Tashkent city, Universitetskaya street, 2. Tel./fax: (+99871) 246-46-00/(+99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tstu.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent State technical university (is registered under No 59). Address: 100095, Tashkent city, Universitetskaya street, 2. Tel. (+99871) 246-03-41.

Abstract of dissertation sent out on «20» oktober 2018 y.
(mailing report No. 59 on «20» oktober 2018 y.).

K.A. Karimov

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

N.D. Turakhodjaev

Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

R.I. Karimov

Chairman of the scientific seminar of the
scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work. The main purpose of this research is to increase the wear resistance of locking elements of hydraulic systems of vehicles, in particular in example of agricultural tractors.

The object of the research work. The object of the study is the precision coupling of the hydraulic distributors P40/75 of the tractors of the JSC “Tashkent agricultural machinery plant”.

Scientific novelty of the research work. The followings are the scientific novelty of the study:

the elaboration of design the locking node for device of automatic return the spool hydraulic distributor to neutral position;

the elaboration of methods for search the disrepairs of spool distributors of the hydraulic systems, founded on the pneumatic pressing principle;

the elaboration of methods for carrying out the speed resources tests of spool distributors of the hydraulic systems, based on the modeling of the wear-out processes of precision element;

the determination of influence the form of the open valve’s communicating section on heat-physical and dynamic features of the flow worker liquids and on their surfaces wear-out mechanism.

Implementation of the research results. The design development of a locking unit for the automatic return of the spool of the hydraulic distributor to the neutral position of the hydraulic distributors was introduced at the unitary enterprise «SKB Tractor» (the reference AYU-18-11/476 JC "Uzagrotehmash" from 23 May 2018). The results of research and development work allow to ensure the alignment and wear resistance of precision elements of the saddle-valve-booster joints, to increase the resource of the distributor in 3,7 times using pure AUP oil and to increase the resource of the distributor in 2,5 times using oil of the purity 6300G class in comparison with the base version;

allow to ensure the method for troubleshooting the hydraulic control valves which is based on the principle of pneumatic crimping, taking into account the correction for the density and viscosity of air and working fluid was introduced at the unitary enterprise «SKB Tractor» (the reference AYU-18-11/476 JC "Uzagrotehmash" from 23 May 2018). The results of these studies allows to simplify the way of checking the tightness of the locking elements and allows to obtain accurate estimates of the wear of the couplings;

the technique of carrying out accelerated resource tests of hydraulic distributors was introduced at the unitary enterprise «SKB Tractor» (the reference AYU-18-11/476 JC "Uzagrotehmash" from 23 May 2018). At the same time, the unit cost of 1 moto-hours of the work of an experienced distributor will be reduced by 2 times than the base distributor is realized and the developed bench test procedure provides reliable information on the wear of the distributor elements in a short time.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, references, and application. The volume of the thesis is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Ударно-гидроабразивное изнашивание. Монография. – Т.: «Fan va texnologiya», 2012, 112 с.
2. Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Исследование течения жидкости в запорном узле перепускного клапана из хромистой стали гидравлического распределителя // Композиционные материалы. – Ташкент, 2009. – №4. – С. 30 – 33. (05.00.00; №13).
3. Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Взаимодействие абразивной частицы с поверхностями шаровых клапанов гидрораспределителей в момент запира-ния // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2010. – №4. – С. 131 – 134. (05.00.00; №16).
4. Алибоев Б.А., Шатого И.П. Исследования и анализ влияния загрязне-ной жидкости на эксплуатационные показатели и работоспособность гидрав-лических систем тракторов // Вестник ТАДИ. – Ташкент, 2011. – №2. – С. 4 – 10. (05.00.00; №15).
5. Алибоев Б.А. Методика оценки герметичности прецизионных эле-ментов гидрораспределителей путем пневматической опрессовки // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2012. – №3 – 4. – С. 105 – 109. (05.00.00; №16)
6. Алибоев Б.А., Худойназаров Д.Х. Новый взгляд на механизм изна-шивания дозирующих элементов гидравлических систем тракторов в усло-виях течения гидроабразивной среды // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2014. – №3. – С. 127 – 131. (05.00.00; №16).
7. Алибоев Б.А. Надежность тракторных гидравлических систем в кон-тексте чистоты жидкости // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2015. – №6. – С. 26 – 29. (05.00.00; №81).
8. Алибоев Б.А. Статистические исследования ресурса фрикционных дисков коробки передач трактора с гидравлической трансмиссией // Вестник ТашГТУ. Спецвыпуск. – Ташкент, 2015. – С. 138 – 142. (05.00.00; №16).
9. Алибоев Б.А. Исследование и анализ гидроабразивного износа пре-цизионных сопряжений гидрораспределителей тракторов // Вестник маши-ностроения. – Москва, 2017. – №10. – С. 56 – 58. (05.00.00; №13).
10. Алибоев Б.А. Влияние абразивных частиц на изоэнтропические и ди-намические характеристики потока жидкости через перепускной клапан распределителя гидросистемы хлопководческого трактора // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2018. – №1. – С. 119 – 123. (05.00.00; №16).
11. Алибоев Б.А. Особенности работы и характер изнашивания преци-зионных деталей гидравлических систем хлопководческих тракторов // Трение и износ. – Гомель, 2016. – Том37, №1. – С. 105 – 108.
12. Aliboev B.A. Performance characteristics and wear pattern of precision parts of cotton tractor hydraulics // Journal of Friction and Wear. – 2016, Vol. 37, No. 1 – pp. 83 – 85. © Allerton Press, Inc., USA.

13. Алибоев Б.А. Теоретические исследования динамики движения рабочей жидкости через запорные узлы клапанов гидрораспределителей тракторных гидросистем // Science Time: Материалы Международных научно-практических конференций Общества Науки и Творчества. – Казань, 2017, февраль, – С. 12 – 18.

14. Махкамов К.Х., Пулатов Т.Р., Алибоев Б.А. Пути повышения износостойкости колен трубопроводов для транспортировки горной пульпы // Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навои, 2010, 12-14 мая, – С. 249 – 250.

15. Алибоев Б.А. Новые конструктивные решения по оптимизации параметров шаровых клапанов гидрораспределителей Р-40/75 // Материалы международной научно-практической конференции «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». – Андижан, 2012. – С. 208 – 212.

16. Алибоев Б.А., Усманов И.И. Диагностика гидравлической плотности золотниковых распределителей тракторов методом пневматической опрессовки // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства». – Краснодар, 2013. – С. 48 – 52.

II бўлим (II часть; II part)

17. Алибоев Б.А. Тормоз жуфтликлари учун материал танлаш услубини яратишда ишқаланиш коэффициентининг тутган ўрни // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2004. – №2. – С. 134 – 139. (05.00.00; №16).

18. Эгамназаров А.Ш., Алибоев Б.А. Руль трапецияси шарли шарнирларининг ейилишга чидамлилигини ошириш бўйича изланишлар. Фан ва техника тараққиётида ёшлар // Техника юлдузлари. – Тошкент, 2006. – №2. – С. 107 – 109.

19. Султанов Д.И., Алибоев Б.А. Тормоз жуфтликларида қўлланиладиган турли фрикцион материалларнинг солиштирма таҳлили. Фан ва техника тараққиётида ёшлар // Техника юлдузлари. – Тошкент, 2006. – №3. – С. 89 – 91.

20. Эркаев Н.А., Алибоев Б.А. Тормоз жуфтликларининг иш жараёнини тадқиқ қилишда ҳарорат режимининг аҳамияти // Техника юлдузлари. – Тошкент, 2009. – №3 – 4.С. – 96 – 99.

21. Алибоев Б.А. Тормоз жуфтликларида қўлланиладиган фрикцион металлокерамик материалларнинг кўрсаткичларини баҳолаш // «Машинасозлик тармоқларида таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Тошкент, 2007. – С.232 – 234.

22. Алибоев Б.А., Одилов Б.Э. Т-150 трактори узатмалар қутиси гидрожуритмасидаги ҳарорат режими ўзгаришини унинг ишига таъсири // Сборник материалов международной научно-технической конференции на тему: «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». – Андижан, 2014. – С. 260 – 264.

Автореферат «ТошДТУ хабарлари» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 3,75. Адади 60. Буюртма №24.
«Тошкент кимё-технология институти» босмаҳонасида чоп этилди.
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.