

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА  
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.22/01.02.2022.Т.144.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА  
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МУХИТДИНОВ ОТАБЕК ОДИЛ ЎҒЛИ**

**МОТОР МОЙЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИНИ МИКРОБЛАРГА  
ҚАРШИ ҚЎШИМЧАЛАР БИЛАН ЯХШИЛАШ ОРҚАЛИ ЕНГИЛ  
АВТОМОБИЛЛАРНИНГ ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ  
ИШОНЧЛИЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.08.06 – Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

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

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

**Мухитдинов Отабек Одил ўғли**

Мотор мойларининг хусусиятларини микробларга қарши қўшимчалар билан яхшилаш орқали енгил автомобилларнинг ички ёнув двигателларининг ишончилигини ошириш ..... 3

**Mukhitdinov Otabek Odil o'g'li**

Improving the reliability of internal combustion engines of passenger cars by improving the properties of motor oils with antimicrobial additives ..... 25

**Мухитдинов Отабек Одил угли**

Повышение надёжности ДВС легковых автомобилей путем улучшения свойств моторных масел антимикробными присадками ..... 45

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

Список опубликованных научных работ  
List of published scientific works ..... 48

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА  
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.22/01.02.2022.Т.144.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА  
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МУХИТДИНОВ ОТАБЕК ОДИЛ ЎҒЛИ**

**МОТОР МОЙЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИНИ МИКРОБЛАРГА  
ҚАРШИ ҚЎШИМЧАЛАР БИЛАН ЯХШИЛАШ ОРҚАЛИ ЕНГИЛ  
АВТОМОБИЛЛАРНИНГ ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ  
ИШОНЧЛИЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.08.06 – Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №В2022.2.PhD/Т2002 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент шаҳридаги Турин политехника университетида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, инглиз, рус) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.polito.uz) ва “Ziynet” Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Тошпўлатов Марвар Мукадырович,**  
Ўзбекистон Республикасида хизмат кўрсатган  
ёшлар мураббийси, техника фанлари номзоди,  
профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Шарипов Конгратбай Авезимбетович**  
Техника фанлари доктори, профессор  
**Мўминжонов Ниғмат Мухимович**  
Техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Андижон машинасозлик институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ҳузуридаги PhD.22/01.02.2022.Т.144.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100095, Тошкент, Кичик халқа йўли кўчаси 17-уй. Тел./факс: (998-71)-246-50-92, e-mail: info@polito.uz).

Диссертацияси билан Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (28697-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100095, Тошкент, Кичик халқа йўли кўчаси 17-уй. Тел./факс: (998-71)-246-50-32, e-mail: irc@polito.uz.

Диссертация автореферати 2022 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ кун тарқатилди.  
(2022 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**Ж.Ш.Иноятходжаев**

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

**Т.Р.Пўлатов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби, PhD, доцент.

**К.А.Шарипов**

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

## КИРИШ (фалсафа доктор (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда кунига тахминан 100 миллион баррел (15 900 000 литр) нефть истеъмол қилинади. Асосий энергия манбаи бўлган нефть бугунги кунгача ёнилғи-энергетика балансида етакчи ўрин эгаллайди ва энг йирик капиталистик монополиялар ўртасидаги кескин рақобат курашининг предмети, кўплаб халқаро низоларнинг сабаби ҳисобланади. Углеводородли ёқилғи-энергетик ресурсларни тежаш, улардан оқилона фойдаланиш, ресурсини оширадиган технология ва ускуналарини ишлаб чиқиш кўплаб давлатлар учун муҳим аҳамият касб этади. Ушбу йўналишда дунёнинг ривожланган мамлакатларида, жумладан Германия, Италия, АҚШ, Франция, Япония ва Россия ва бошқа давлатларда ички ёнув двигателларга эксплуатацион шароитларда ишончилигини ва ресурсини ошириш, уларда фойдаланиладиган ёнилғи-мой маҳсулотларини сифатини яхшилаш орқали оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда ички-ёнув двигателларида фойдаланиладиган мотор мойлари турлари устида, уларнинг физикавий ва кимёвий хусусиятларини яхшилаш, эксплуатацион хоссаларини сақлаб қолиш, қайта тозалаш жараёнларини амалга оширадиган ресурс тежамкор технологиялар ва қурилмаларини такомиллаштиришга йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан ишлатиладиган мойларга турли хил қўшимчалар (присадка), қўшиш орқали, уларни асосий хоссаларини консервация қилиш, двигателларнинг ишқаланиш жуфтликлари юзаларини едирилишини камайтириш усулларини ишлаб чиқиш. Шу билан бирга, иссиқ иқлим шароитларида эксплуатация қилинадиган ички ёнув двигателларини ишончилигини ошириш, биологик зарарланишини олдини олиш, микроорганизмларга қарши мотор мойларига қўшимчалар қўшиш орқали уларнинг сифатини яхшилаш, долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда иссиқ иқлим шароитларида эксплуатация қилинадиган энгил автомобилларнинг ички ёнув двигателларини ишончилигини ва ва самарадорлигини оширишда мотор мойларини сифатини таъминлаш учун ёрдам берадиган янги қўшимчалар яратиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалда қўллаш бўйича кенг қўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан “Иқтисодиёт тармоқлари ва аҳолига нефть-газ маҳсулотларини узлуксиз етказиб берилишини таъминлаш” ва “Ўзбекистоннинг Жаҳон савдо ташкилотига аъзо бўлишининг металлургия, тўқимачилик, озиқ-овқат, автомобиль ишлаб чиқариш соҳаларига таъсирини ўрганиш”<sup>2</sup> бўйича вазифалар белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга

<sup>1</sup> Сколько нефти мир использовал и сколько осталось: <https://nangs.org/news/world/skolyko-nefti-mir-ispolzoval-i-skolyko-ostalosu>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тарққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

оширишда, хусусан, енгил автомобилларнинг ички ёнув двигателларининг ишончилигини таъминловчи, янги мотор мойларининг хусусиятларини сақлаб қолувчи, био-зарарланишга қарши кўшимчалар кўшиш ҳисобига юқори сифатли мой олиш усулларини ишлаб чиқиш ва улардан самарали фойдаланиш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 1-июндаги «2017-2021 йилларда автомобиль саноатини жадал ривожлантириш ва бошқарувини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги 3028-ПҚ сонли ҳамда 2018 йил 20-октябрдаги «2030 йилгача бўлган даврда барқарор ривожланиш соҳасидаги миллий мақсад ва вазифаларни амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»<sup>3</sup> ги ПҚ-841-сонли Қарорлари, шунингдек ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда ҳам кўзда тутилган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур диссертация республика фан ва технологиялари ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналишига мос равишда бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Жаҳон тажрибасида микроорганизмларнинг ёнилғи-мой маҳсулотларига таъсирини ўрганишнинг турли усуллари ишлаб чиқилган. Япон тадқиқотчиси М. Мийоси (1895 й.), Рус муҳандиси А. Шейко (1901 й.), олимлар Н. Зонген ва Х. Казерер (1906 й.), проф. Л.К.Осницкая, Л.Пастер, С.Виноградский, К.Дженнер, Р.Кох, М.Бейеринк, С.Н.Литвиненко ва А.А.Герасименко машиналарнинг биозарарланишдан ҳимоясини ўрганганлар. И.Т. Нетте, Н.Н. Гречушкина ва бошқалар ЁММни ўзлаштирувчи культураларни ажратиш ва идентификациялаш бўйича тадқиқотлар ўтказганлар. R.W.Stone, M.Fenske ва A.White ўз тадқиқотларида микроорганизмлар учун углеводород манбаи сифатида мотор мойларининг турли фракцияларини қўллаганлар. L. Bushneil ва Н. Haas нефть маҳсулотлари, айниқса мойлаш мойларидан фойдаланадиган Pseudomonas, Corynebacterium бактерияларнинг ҳар хил турларини ажратиб олганлар. Э.Бирштехер, С.Е.Zobell ва бошқалар тажрибаларда олинган маълумотлар асосида нефть углеводородлари бузилишининг бир қатор қонуниятларини аниқлаганлар.

Юртимизда транспорт воситаларида ЁММ нинг ишлатиш ва физик-кимёвий хоссалари ўзгаришининг сабабларини тадқиқ этиш, ички ёнув двигателларининг барқарорлигини таъминлаш бўйича бир қатор олимлар томонидан илмий – тадқиқод ишлари олиб борилган. Жумладан, академиклар О.В.Лебедев, С.С.Негматов ва С.М.Қодиров, ҳамда профессорлар У.А.Икрамов, Қ.А.Шарипов, М.М.Тошпўлатов ва бошқалар шуғулланган.

Мавжуд ишлар тахлилига кўра, шуни таъкидлаш керакки ички ёнув

---

<sup>3</sup> On measures to further improve management and accelerate the development of the automotive industry for 2017-2021" No. PF-4947 dated February 7, 2017

двигателлари мойларини микроорганизмлари таъсири остида зарарлашиши ҳисобга олинмаган. Микробларга қарши қўшимчаларнинг мотор мойлари билан бир-бирига мос келиши синалмаган. Ўзбекистоннинг иссиқ иқлим шароитларида автомобилларни ёз даврида ишлатишда микробларга қарши қўшимчаларнинг мойларнинг сифат кўрсаткичларига таъсири тўлиқ аниқланмаган, бу уларни объектив тадқиқ этиш ҳажмининг, айниқса уларни амалий қўлланиш имконияти тўғрисида хулоса шакллантириш учун етарли эмаслигидан далолат беради.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Тошкент шаҳридаги Турин политехника университетининг илмий тадқиқот ишлари режасига мувофиқ 574055-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-SBHE-JP “RENES” лойиҳаси доирасида (2018-2019), 609821-EPP-1-2019-1-IT-EPPKA2-SBHE-JP “MUSAE” лойиҳаси доирасида (2019-2020), 610170-EPP-1-2019-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP “ELBA” лойиҳаси доирасида (2020-2021) бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** ички ёнув двигатели деталларининг ишончлигини ошириш учун микробларга қарши қўшимчаларни танлаш йўли билан мойларнинг физик-кимёвий ва ишлатиш хоссаларини яхшилашга йўналтирилган тадбирлар комплексини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

мотор мойларида ривожланадиган микроорганизмларнинг турларини ўрганиш, ички ёнув двигателларини бевосита иссиқ иқлим шароитларида ишлатишда мотор мойларининг асосий физик-кимёвий ва эксплуатацион хоссалари ўзгаришини ўрганиш;

микроорганизмлар культураларининг ҳар хил турлари таъсирида мотор мойларининг ишлатиш хоссалари ўзгаришини аниқлаш;

микробларга қарши мавжуд бирикмаларни ўрганиш ва иссиқ иқлим шароитларида ишлатиладиган мотор мойларини микробиологик зарарланишдан ҳимоялаш учун улар орасидан энг самаралиларини танлаб олиш. Автомобилларни иссиқ шароитларда ишлатишда мотор мойлари таркибидаги қўшимчаларнинг микробларга қарши таъсирининг барқарорлигини экспериментлар йўли билан тадқиқ этиш;

ИЁДларини ишлатишда микробларга қарши қўшимчали мотор мойлари хоссаларининг ўзгаришлари ва яхшиланишларини ўрганиш услубиятини ишлаб чиқиш;

тадқиқот натижаларини қўлланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш ва тегишли иқтисодий самарадорликни баҳолаш;

тадқиқотлар асосида мотор мойлари таркиби ўрганиш учун қурилма ишлаб чиқиш ва ихтирога патент олиш учун патент идорасига мурожаат юбориш.

**Тадқиқот объекти** сифатида Марказий Осиёнинг иссиқ иқлим шароитларида ишлатиладиган енгил автомобилнинг (M1 тоифали) ички ёнув

двигатели олинган.

**Тадқиқот предмети.** Мотор мойларининг эксплуатация жараёнида биологик зарарланишини ўрганиш ва уларнинг олдини олиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари:** Тадқиқот жараёнида назарий механика, математик таҳлил ва математик статистика, қиёсий таққослаш, умумлаштириш, енгил автомобилларини экспериментал синаш усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Енгил автомобил ИЁДларининг бевосита иссиқ иқлим шароитида ишлашида мотор мойларининг асосий физик-кимёвий ва ишлатиш хоссаларига микроорганизмларнинг таъсири остида зарарланиши асосланган;

мойларда эксплуатация шароитларида уларнинг микроорганизмларга бардошлилигини таъминлайдиган микробларга қарши қўшимчаларнинг самарали концентрацияси аниқланган;

микробларга қарши қўшимчаларнинг мотор мойлари хоссалари тавсифларининг параметрларига таъсир механизми белгиланди ва мойларнинг физик-кимёвий ва ишлатиш хоссаларининг мақбул параметрларини таъминлайдиган концентрация диапазонлари аниқланган;

Мотор мойи ва филтрларга микроорганизмларнинг таъсир механизми ҳисобга олинган ҳолда алмаштириш муддатлари учун тавсиялар асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ички ёнув двигателлари иссиқ иқлим шароитида фойдаланилганда мотор мойларининг физик-кимёвий хусусиятларини яхшилаш учун микробларга қарши қўшимчалар қўшиш таркиби ва технологияси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган тавсияларни апробацияси асосида мотор мойларида микробларга қарши қўшимчалардан фойдаланиш енгил автомобил эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаши ва ёзди фойдаланиш шароитида унинг муаммосиз ишлаши аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқотда олинган натижаларнинг ишончлилиги математик статистика усуллари; назарий натижаларнинг экспериментал тадқиқотларнинг маълумотларига мувофиқлиги; олинган таҳлилий натижаларнинг лаборатория ва ишлатиш синовлари маълумотлари билан бир хиллиги; фойдаланилган қўшимчаларни синашнинг ижобий натижалари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти микробларга қарши қўшимчалар қўшилганида мотор мойларининг ишлатиш кўрсаткичларини сезиларли барқарорлаштириш имкониятини таъминлаш натижасида химмотология назариясини ривожлантиришдан иборат. Ўтказилган тадқиқотнинг амалий аҳамияти эса шундан иборатки, микробларга қарши қўшимчалар қўшилган мотор мойларидан фойдаланиш методикаси ишлаб чиқилди, бу эса ишлатишнинг ёзги шароитларида автомобилларнинг ишлатиш кўрсаткичларини яхшилаш имконини беради.



**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мотор мойларининг хусусиятларини микробларга қарши қўшимчалар билан яхшилаш орқали энгил автомобилларнинг ички ёнув двигателларининг ишончилигини ошириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

мотор мойларидаги микроорганизмларга қарши қўшимчаларни қўллаш Андижон вилоятидаги “Андижон Автотеххизмат” МЧЖ да жорий этилган (“Ўзавтосаноат” АЖнинг 2021 йил 07-декабрдаги № 09/06-25-2234-сонли маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида назорат остига олинган энгил автомобилларнинг мотор мойи ресурси, юриш масофаси 7-8 минг кмдан 12 минг кмгача ошириш имконини берган;

микробларга қарши қўшимчаларни ёнилғи-мой маҳсулотларида қўлланилиши «Уз-Донг Янг Ко» МЧЖ Ўзбекистон-Корея қўшма корхонасида жорий этилган. (“Ўзавтосаноат” АЖнинг 2021 йил 07-декабрдаги № 09/06-25-2234-сонли маълумотномаси). Натижада заводнинг гидравлик термопласт автоматлари иш ресурсларини 10-15% гача ва гидравлик мойларнинг хизмат муддатини 5-7% гача, шунингдек техник хизмат кўрсатиш ҳажмини қисқартириш, мой ва бошқа элементлар тежалишини 6-7% гача ошириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 1 та республика илмий-амалий конференцияларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуи бўйича жами 11 та илмий иш, шу жумладан ЎзР Олий Аттестация Комиссиясини диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини эълон қилишга тавсия этган нашрларида 6 та илмий иш, жумладан 2 та иш маҳаллий журналларда ва 4 та иш хорижий журналларда эълон қилинган, 5 томлик монография рус, инглиз ва ўзбек (кирилл ва лотин алифбосида) тилларида чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби: кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация инглиз тилида ёзилган бўлиб, ҳажми 158 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисми ушбу тадқиқот мавзуининг долзарблиги ва заруратини ва унинг тропик ва субтропик минтақаларнинг иссиқ иқлим шароитларидаги амалий аҳамиятини асослашга бағишланган. Ишнинг мақсади, вазифалари, тадқиқотнинг объекти ва предмети шакллантирилган. Тадқиқот ишининг Ўзбекистон Республикаси фани ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Илмий янгилиги ва амалий аҳамияти баён этилган, назарий аҳамияти ва амалиётга жорий этилиши очиб берилган. Бундан ташқари, диссертациянинг умумий тузилиши бўйича маълумотлар ва диссертация тадқиқоти мавзуи бўйича чоп этилган ишлар

келтирилган.

Диссертациянинг «**Analysis of research on ensuring the performance of oil systems in internal combustion engines (ICE)**» деб номланган **биринчи боб**ида назарий ва амалий масалалар бўйича билимларнинг кенг тармоғигача бўлган мураккаб йўлни босиб ўтган нефть микробиологияси соҳасининг нақадар кенг эканлигини кўрсатувчи ҳам ватанимиз, ҳам хориж адабиёт материаллари умумлаштирилган.

Микроорганизмларнинг табиатда мавжуд кўп сонли турларидан икки юздан ортиқ тури углеводородларни ўз модда алмашинувига киритиб, уларни оксидлаш қобилиятига эга. Микроорганизмларнинг ҳар хил турлари учун озикланишга эҳтиёжларнинг турличалиги, тузилишининг турли-туманлиги, шунингдек кўпайишнинг турли усуллари ҳамда атроф муҳитга тезда мослашиш, янги хом ашёга кўникиш хосдир.

Микроорганизмларнинг ривожланиши ва ҳаёт фаолияти ташқи муҳитнинг бир қатор омилларига боғлиқ. Атроф муҳитнинг температура-намлик режими бош омиллардан бири ҳисобланади. Микроорганизмлар атроф муҳит температурасига боғлиқ ҳолда бир-биридан кучли фарқ қилади. Улар учта гуруҳга бўлинади: термофиллар ёки иссиқсеварлар, психрофиллар ёки совуқсеварлар ва мақбул температураларда ўсувчилар, яъни мезофиллар.

Мойларнинг углеводородларини оксидловчи микроорганизмлар улардан энергия манбаи сифатида фойдаланиб, бир неча турларга бўлинади, улар ўртасида техник жиҳатдан бактериялар ва замбуруғлар энг катта аҳамиятга эга. Микроорганизмлар тез мослашувчанлиги туфайли каталитик жараёни чақирувчи янги ферментларни ишлаб чиқаради. Микробиологик зарарланиш жараёнларининг жадаллиги, шунингдек улар билан зарарланадиган нефть маҳсулотлари спектрининг кенглиги шу билан тушунтирилади.

Турли-туман нефть маҳсулотларини тадқиқ қилиш асосида уларнинг ҳам сақлаш ва ташиш вақтида, ҳам ишлатишда зарарланиши аниқланди.

Микробиологик зарарланиш натижасида мойларнинг асосий физик-кимёвий ва ишлатиш кўрсаткичлари улардан мақсадига кўра фойдаланиб бўлмайдиган даражагача ёмонлашади.

Микроорганизмлар мойларга таъсир қилганида уларнинг кинематик қовушоқлиги ва кислота сони, яъни углеводород таркибига бевосита боғлиқ бўлган ва микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти жараёнида ҳосил бўладиган паст молекуляр кислоталар тўпланиши билан боғлиқ кўрсаткичлари энг сезиларли даражада ўзгаради.

Автомобиль двигателларини микроорганизмлар билан зарарланган мойда ишлатиш клапанлар, поршенлар ва бошқа деталларда жадал тарзда қурум қатламлари ҳосил бўлишига олиб келиши, бу эса двигатель бўғинлари ва механизмлари иш қобилияти ёмонлашиши ва ҳатто унинг тўла ишдан чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Биомассанинг микробли шиллиғи мойлаш материалларининг двигатель ишқаланувчи деталларига узатилишига тўсқинлик қилиб филтёрларга ва кичик кесимли коммуникацияларга текилиб

қолади. Зарарланиш оқибатида мойлар ўзининг мойлаш қобилиятини йўқотади, двигателлар ишқаланувчи жуфтларининг ишқаланиш юзаларида ҳосил бўладиган химоя плёнкалари бузилади, бу коррозияга ва жадал едирилишга олиб келади.

Тўпланган адабиётлар микроорганизмларнинг мойловчи мойлар билан узвий боғлиқлиги тўғрисида хулоса қилиш имконини беради. Шунга қарамай, мотор мойларини ўрганиш бўйича ишлар деярли олиб борилмайди. Ҳолбуки, микробиологик таъсирга бардошли мотор мойлари жуда кам. Боб охирида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари берилган.

**“Theoretical investigations and studies of the influence of changes in the properties of engine oils on the ice oil system during operation”** деб номланган **иккинчи бобда** микроорганизмларнинг таъсири остида мотор мойлари хоссаларида юз берадиган ўзгаришларни тадқиқ қилиш ва ўрганиш ва уларнинг ишлатиш жараёнида ИЁД мой тизимига таъсирини ўрганиш мақсадида автомобиллар бевосита ишлаб турганда мой намуналарини танлаб олиш учун методика ишлаб чиқилди.

Мотор мойининг микроорганизмлар билан ўзаро таъсири: турли микроорганизмларнинг мотор мойи турига боғлиқ ҳолда ўзини қандай тутиши ўрганилади. Микроорганизмларнинг кўпайиши учун углеводород таркиби қандай аҳамиятга эгаллиги тадқиқ этилди. Мотор мойларининг қандай турлари микробиологик зарарланишга энг мойил эканлиги ўрганилди.

Нефть мойларининг катта миқдорларда бактериал парчаланиши таркибида нафтенли углеводородлар бўлган мойлар билан боғлиқлиги аниқланди. Бундан шундай хулоса чиқариш мумкин бўлади, яъни таркибида нафтен-парафинли углеводородлар миқдори энг кўп бўлган мотор мойлари микробиологик зарарланишларга кўпроқ мойил бўлади. Микроорганизмлар ароматик углеводородларни камроқ даражада истеъмол қилади. Мойларда нафтен-парафинли углеводородларнинг фоиз миқдори пасайиши унинг ишлатиш хоссалари ўзгаришига олиб келади. Нафтен-парафин фракциялари мойларнинг мойлаш қобилиятини таъминлайди.

Биомасса таъсири остида ИЁД деталларининг биокоррозия жараёнлари ўрганилди. Чунки микроорганизмларнинг таъсири остида ички ёнув двигатели мой тизимининг деталлари (ишқаланиш жуфтлари) юзаларида биокоррозия деб аталадиган коррозия эмирилиш жараёни юз беради. Мойларнинг асосий хоссаларини ўрганиш учун мотор мойларининг параметрларини лаборатория шароитида баҳолаш усуллари танланди.

Ушбу диссертациянинг мойларнинг микробиологик зарарланиши методикасини танлашдан олдин нефть маҳсулотлари зарарланувчанлигини баҳолашнинг турли мамлакатларда қабул қилинган турли методикалари ва усуллари қиёсланди. МЭК-1954 Халқаро электр техника комиссиясининг халқаро Женева методикаси энг оқилона модификация ҳисобланади. Методиканинг мураккаб эмаслиги, бу ишларни энг оддий лаборатория

шароитларида ўтказиш имконини беради, сезгирлиги, натижаларнинг тез олиниши ва ишончилигининг юқори даражада бўлиши унинг устунлигидир.

Микроорганизмлар культураларининг таркибига келадиган бўлсак, ишланган мойларнинг намуналаридан культуралар ажратиб олинди, бу намуналарда қуйидаги турдаги замбуруғлар устунлик қилди: *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*. Намуналарда йирик ачиткилар учради. Бактериялардан: *Micrococcus*, *Mycobacterium diplococcus* ва бошқалар.

Мотор мойининг физик-кимёвий ва ишлатиш хоссаларининг барқарорлигини таъминлаш, шунингдек янги талаб этиладиган сифатларни бериш учун уларга қўшимчалар деб аталадиган комплекс бирикмалардан иборат турли моддалар (қўшимчалар) қўшилади. Қўшимчаларга бир қатор талаблар қўйилади: улар энг юқори даражаларда самарали бўлиши; ички ёнув двигателларида материаллари хоссаларига, двигателларни таъминлаш ва мойлаш тизимларига таъсир қилмаслиги; инсон учун заҳарли бўлмаслиги зарур ва ҳоказо.

Учинчи боб “**Laboratory and experimental studies**” деб аталади ва у лаборатории ва экспериментал тадқиқотларга бағишланган. Машиналарни Марказий Осиё ҳавосининг юқори температуралари (35÷50 °С) шароитида ишлатишда мойлаш тизимларида ишлайдиган мотор мойларида микроорганизмлар ҳаёт фаолияти учун қулай шароитлар юзага келади, бу мойларнинг асосий ишлатиш хоссалари ёмонлашишига олиб келадиган оксидланиш жараёнига қулайлик яратади ва двигатель деталларининг тезкор едирилишига сабаб бўлади.

Адабиётлар шарҳининг ишончилигини ўрганиш мақсадида юқорида тавсифланган микроорганизмлар билан зарарланган мойларда микроорганизмлар ўсиши ва тўпланишининг лаборатория тадқиқотлари ўтказилди.

Ўрганиладиган объект сифатида қуйидаги турли маркадаги энг машҳур мотор мойларидан фойдаланилди (1-жадвал):

**1-жадвал.**

**Тадқиқотда фойдаланилган мотор мойлари маркалари**

№	Мотор мойлари	Қовушоқлик классификацияси
1	SAE 15W-40 (УзДСт 3061-2016)	15W-40
2	Lotos Semisynthetic	10W-40
3	Shell Helix HX7	10W-40
4	Total Quartz 7000	10W-40
5	GM Dexos2	5W-30
6	Castrol GTX Magnatec	5W-30
7	Mannol Classic	10W-40
8	Rosneft Maximum	10W-40

Тадқиқотлар олдида мотор мойларининг паспорт маълумотларига мувофиқлиги текширилди. Мойларда уларнинг хоссалари аниқланганидан сўнг паспорт маълумотларининг ҳақиқий маълумотларга мувофиқ эмаслиги ва улар ўртасидаги фарқ 10-15% ни ташкил этиши аниқланди.

Микроорганизмларнинг культуралари билан қаттиқ қиздирилган муҳитда Петри косачаларида ва суяқ муҳитда колбаларда доиравий тебраткичда доимий равишда текислаб ва аралаштириб туриб лаборатория тажрибалари ўтказилди. Микроорганизмларнинг барча культуралари тегишли методикага мувофиқ моделлаштирилган тропик шароитларда иссиқлик-намлик камерасида ҳавонинг нисбий намлиги 90-100% бўлган 35-38°C температурада тутиб турилди.

Микроорганизмларнинг культуралари ўсишини рағбатлантириш учун озика муҳитлари муайян қоидалар бўйича, яъни культуралар фақат углеводородлар ҳисобидан ривожланиши мумкин бўладиган қилиб тайёрланди. Ҳисоб-китоблар ҳар 4-8 суткада ўтказилди. Культураларнинг ўсмаётганлиги микроорганизмларнинг ушбу мойларни ўзлаштирмаётганлиги ҳақида фикр юритиш имконини беради. Культураларнинг ривожланиши сифат жиҳатдан беш балли шкала бўйича баҳоланди.

Экспериментал синовлар даврида методикага мувофиқ микробларга қарши қўшимча қўлланилиши билан мойнинг ишлатиш хоссалари сақланиши ва яхшиланишини, шунингдек двигателлар бевосита иссиқ иқлим шароитларида ишлаганда ривожланадиган микроорганизмларнинг ўсишига қўшимчаларнинг таъсирини ўрганиш мақсадида мой намуналари танлаб олинди.

Мотор мойлари учун микробларга қарши қўшимчаларни излашда энг аввало бу мойларни иссиқ иқлим шароитларида ишлатишда зарарлайдиган микроорганизмлар доираси ўрганилди. Танланган микробларга қарши қўшимчаларнинг таъсирини текшириш бўйича ишлар методикаси МЭК-1954 га мувофиқ ўтказилди.

Шу тариқа, иссиқ шароитларда фойдаланишга мўлжалланган мотор мойларининг ишлатиш хоссаларини барқарорлаштириш ва яхшилаш учун қуйидаги микробларга қарши қўшимчалар: альфа-нафтохинон, дихлор-нафтохинон, орто-оксихинолин (8-оксихилолин) танлаб олинди.

Двигатель деталларининг мойда едирилиш жадаллигини аниқлаш спектраль таҳлил ёрдамида ГОСТ 20759-90 га мувофиқ ўтказилди. Мойлар хоссаларининг микроорганизмлар таъсирида ўзгаришларини ўрганишда бизнинг ихтиёримизда ГОСТ бўйича умумқабул қилинган физик-кимёвий усуллар бўлди. Барча маълумотларга статистик ишлов берилди. Мотор мойларининг физик-кимёвий ва ишлатиш кўрсаткичлари ўзгаришларининг характерини ўрганиш автомобиллар босиб ўтадиган йўлнинг ошиши билан ҳаёт фаолияти двигателларнинг иш қобилиятини ёмонлаштиришга сабаб бўладиган локли қатламлар (полимерлашган бирикмалар), қурумлар (карбонли бирикмалар) ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин бўлган микроорганизмлар миқдори ҳам ошишини кўрсатади.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида машиналарни атроф муҳитнинг юқори температураси шароитларида ишлатишда микроорганизмлар билан зарарланган мойларда сув миқдори (15-20 % га), олтингугурт миқдори (7-8 марта), кул миқдори (6-7 марта), кинематик қовушқоқлиги (35-40% га) ва айниқса оксидланишга қарши турғунлиги (20-35 марта) каби муҳим параметлари сезиларли даражада ўзгариши аниқланди. Чунки бу параметрлар мойнинг углеводород таркибига бевосита боғлиқдир.

Мойнинг микробиологик зарарланишида унда углеводород таркибининг қайта тақсимланиши юз беради. Микроб хужайрасининг озикланиш типига энг мос озиқа сифатида парафин-нафтен гуруҳининг углеводородли бирикмалари биринчи навбатда ўзлаштирилади. Микроорганизмлар ароматик қатор углеводородларини камроқ даражада истеъмол қилади, шунинг ҳисобига уларнинг фоизи ёки ўзгармайди, ёки ошади. 2-жадвалда турли мотор мойларининг вақтга боғлиқ ҳолда зарарланувчанлик натижалари келтирилади.

**2-жадвал.**

**Мотор мойларининг микроорганизмлар билан вақт бўйича зарарланиш даражаси**

№	ММ маркаси	Сутка					
		4		8		14	
		Зарарланувчанлиги, балл					
		Н	1	Н	2	Н	3
1	SAE 10W-40	0	2.5	0	4.0	0	5.0
2	Lotos Semisvnthetic	0	1.0	0	3.5	0	4.0
3	Total Quartz 7000	0	0.5	0	2.5	0	4.5
4	Shell Helix HX7	0	1.0	0	1.5	0	3.5
5	GM Dexos2	0	2.0	0	3.5	0	4.5
6	Castrol GTX Magnatec	0	0.5	0	1.0	0	2.5
7	Mannol Classic	0	1.5	0	3.0	0	4.0
8	Rosneft Maximum	0	1.5	0	2.5	0	4.0

ИЗОҲ: Н – назорат, 1, 2, 3 – мой + микроорганизмлар

Мотор мойларининг биологик зарарланишга мойиллиги бўйича Shell ва Castrol мойлари энг бардошли бўлди. Автомобилларни йилнинг иссиқ вақтида ишлатишда микробларга қарши қўшимчаларсиз ва бундай қўшимчалари бўлган мотор мойларининг қовушқоқлиги ва кислоталиги ўзгаришининг экспериментал тадқиқотлари натижалари 3-жадвалда ва қовушқоқликнинг мотор мойи кислоталигига боғлиқлиги 1-расмда келтирилган.

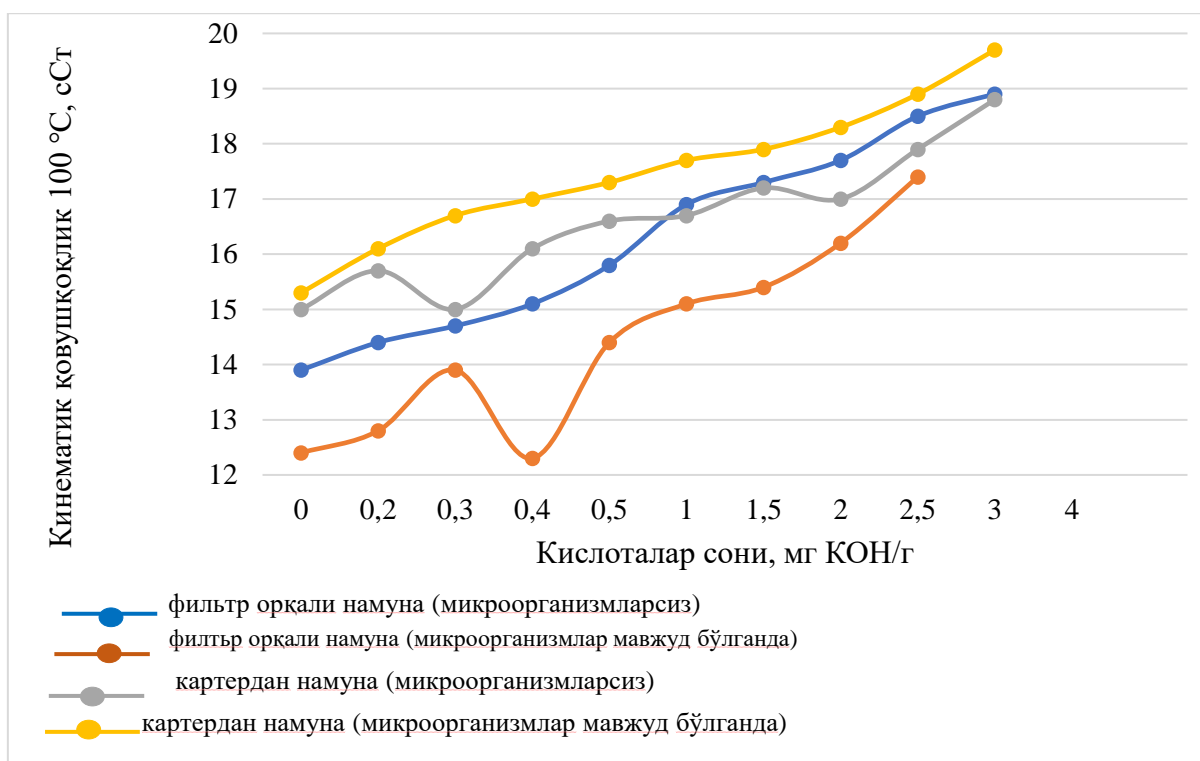
**Кўшимчасиз ва таркибида микробларга қарши альфа-нафтахинон кўшимчаси (0,01 мас. %) бўлган баъзи мотор мойлари қовушоқлигининг автомобиль босиб ўтган йўлга боғлиқ ҳолда ўзгариши**

Автомобиль босиб ўтган йўл, минг км	SAE 10W-40		Lotos Semisynthetic		Total Quartz 7000		Shell Helix HX7	
	Кўшимчасиз				alpha-naphtaquinone			
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	13.9	6.8	15.0	7.0	14.4	7.1	12.4	6.9
2	14.2	6.7	15.3	7.0	14.4	7.1	12.4	6.9
3	14.4	6.6	15.7	6.9	14.3	7.0	12.4	7.0
4	14.5	6.7	15.4	6.8	14.6	7.0	12.2	6.8
5	14.7	6.5	15.9	6.1	14.5	7.1	12.0	6.7
6	14.9	6.0	16.3	5,7	14.3	6.8	12.4	6.5
7	15.1	5.7	16.4	4.2	14.9	6.7	12.5	6.5
8	15.7	5.0	17.7	3.9	14.8	6.4	12.7	6.3
9	16.8	4.7	18.4	3.4	15.0	6.2	12.8	6.3
10	17.5	4.4	18.8	3.1	15.3	6.0	13.0	6.3
10Н	18.9	2.7	19.9	2.8	15.8	5.7	13.6	5.52
11					15.4	6.0	13.0	6.1
12					15.4	5.8	13.1	6.0

ИЗОҲ: Н – назорат, 1, 2, 3 – мой + микроорганизмлар.

Олинган натижалар мотор мойига 0,01 мас. % концентрацияда микробга қарши кўшимчалар (айниқса дихлор-нафтохинон) қўшилганда унинг микроорганизмлардан ҳимояланиш хоссалари ошишини, микробларга қарши кўшимчалар қўшилмаган мойда эса қовушоқлик ва кислота тавсифларининг тегишлича 13,9 дан 18,9 сСт гача ва 0,02 дан 3-3,54 мг КОН/г гача ўзгариши кузатилишини кўрсатади.

Фойдаланиладиган кўшимчалар мой билан яхши аралашади ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларига салбий таъсир қилмайди.



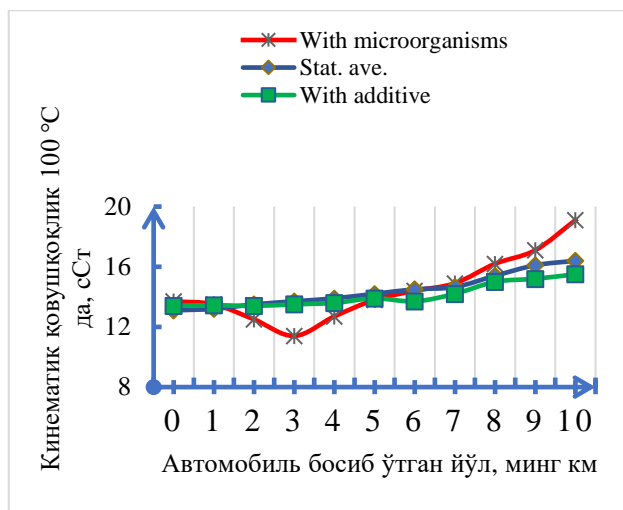
**1-расм. ММ қовушоқлигининг кислота сони ошишига боғлиқ ҳолда ўзгариш графиги**

Спектрал таҳлил натижалари шундан далолат берадики, таркибида микробларга қарши қўшимчалар бўлган мойда ишлашда едирилиш маҳсулотлари (Fe, Pb, Si, Al, Sn, Cu, Cr, ва Na) кескин камаяди, бу айниқса автомобиллар 10 000 км йўл босгандан сўнг намоён бўлади.

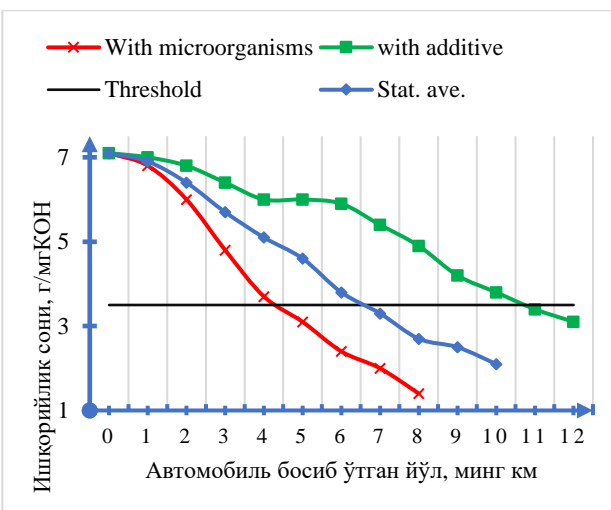
Бундан ташқари, биз ИЁД деталларининг едирилиш маҳсулоти концентрациясини тадқиқ қилдик. Двигателнинг ишқаланувчи қисмлари едирилиши натижасида мойловчи мойда турли аралашмалар (темир, мис, кўрғошин, қалайи) тўпланади, улар концентрациясининг ўзгариши нафақат умумий едирилишни, балки ишқаланувчи жуфтликларнинг ҳолатини тавсифлайди. Деталларнинг едирилиши қанчалик жадал бўлса, мойда едирилиш элементлари концентрацияси шунча юқори бўлади (4-жадвалга қаранг).

Умумий ҳолда, ички ёнув двигателининг ўтиш жараёни унинг ишлашининг юкланиш ва тезлик режимларининг ўзгариши билан боғлиқ. Ўтиш жараёни мотор мойларининг сифати муҳим рол ўйнайди. ЁММ сифати ёмонлашиши билан (2, 3 расм) тўлиқ бўлмаган плёнка ҳосил бўлади, бу эса ишқаланиш юзаларининг едирилишига олиб келади. Натижада, двигательнинг эскириши интенсивлиги оширадиган едирилиш маҳсулотлари (зарралар) пайдо бўлади.

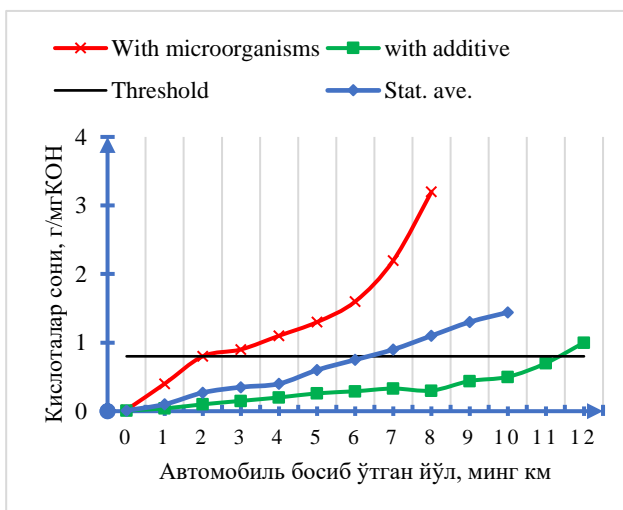




**2-расм. Двигатель мойнинг ковушқоқлик кўрсаткичларидаги ўзгаришлар солиштирмаси**



**3-расм. Двигатель мойнинг ишқорийлик кўрсаткичларидаги ўзгаришлар солиштирмаси**



**4-расм. Двигатель мойнинг кислоталар сони ўзгаришлар солиштирмаси**

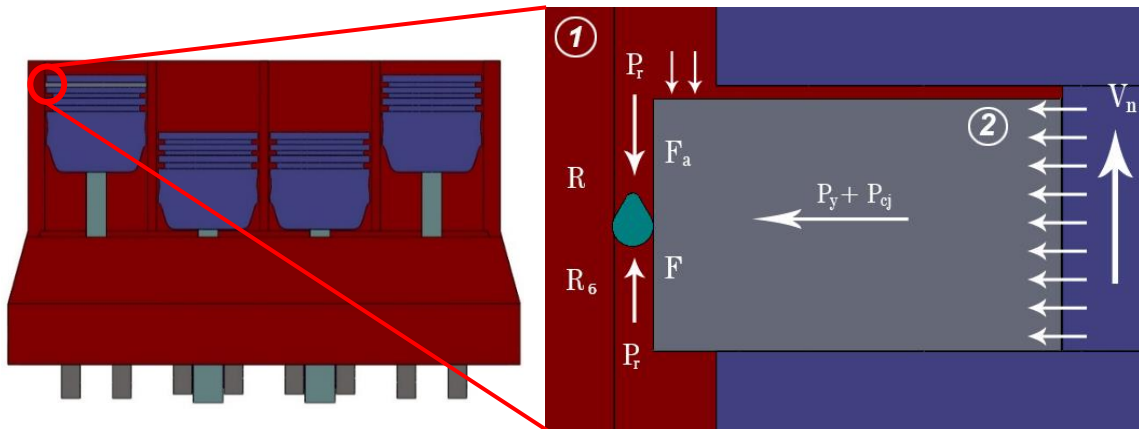
Компрессион ҳалқаси ва цилиндр юзаси орасидаги бўшлиққа кирадиган заррачанинг ўзаро таъсир механизми, хусусиятлари бўйича ҳаракатланувчи-стационар тизимига ўхшаш, яъни ҳаракатланувчи юза (компрессион ҳалқа) ва ҳаракатсиз сирт (цилиндр) физик-кимёвий хоссалари ва микрогеометрия (ғадир-будирлик) характеристикалари бўйича ўхшаш бўлиб, ҳаракатланувчи юза-едирилиш маҳсулоти-қўзғалмас юза тизими кўринишида ифодалаймиз.

**4-жадвал. Автомобиль босиб ўтган йўлга боғлиқ ҳолда мойдаги (қўшимчасиз) едирилиш маҳсулотлари миқдори**

Автомобиль босиб ўтган йўл, км	Элементлар концентрацияси, г/т							
	Fe	Pb	Si	Al	Sn	Cu	Cr	Na
2000	0.0014	0.0065	0.0170	0.0005	0.0009	0.0007	0.0028	0.0001
4000	0.0015	0.0070	0.0780	0.0005	0.0010	0.0007	0.0030	0.0001
6000	0.0018	0.0080	0.0190	0.0005	0.0013	0.0007	0.0035	0.0002
8000	0.0018	0.0090	0.0190	0.0005	0.0013	0.0008	0.0035	0.0002

10000	0.0020	0.0100	0.0190	0.0008	0.0013	0.0008	0.0035	0.0003
12000	0.0025	0.0120	0.0190	0.0008	0.0014	0.0009	0.0035	0.0003
14000	0.0030	0.0135	0.0192	0.0099	0.0014	0.0009	0.0040	0.0003
15000	0.0040	0.0143	0.0194	0.0012	0.0014	0.0009	0.0040	0.0004

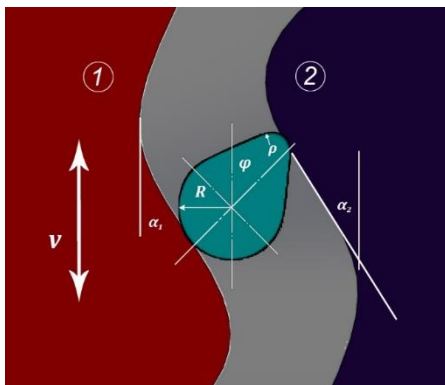
Зарра учун маълум бўлган икки радиус модели олинган. Бунда ёйлардан бири  $\rho$  контакт радиуси ва ҳажмли радиусни  $R$  билан ифодаланган. Ҳаракат юзаси  $v$  тезликка эгадир (6-расм). Заррачанинг бўйлама ўқи тезлик йўналиши  $v$  билан ҳосил қилган бурчак  $\varphi$  билан белгиланган.



a)

b)

**5-расм. Овал заррачанинг ишқаланиш юзалари билан ўзаро таъсири а) цилиндрнинг кесма кўриниши б) заррачанинг 1) цилиндр ва 2) сиқиш ҳалқаси билан ўзаро таъсири, таъсир қилувчи кучлар шакли.**



**6-расм. Ҳаракатсиз юза (1 цилиндр) – заррача-ҳаракатланувчи юза (сиқиш ҳалқаси)**

Қуйидаги тенгламалар ишлаб чиқилган заррачани ишқаланиш юзаларига ботиб қолишини акс эттирувчи модел асосида олинган

$$\left\{ \begin{aligned} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) + \tan \alpha_2 \sin \varphi - \cos \varphi &\leq 0 \\ (f_1 - f_2) + (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2) &> 0 \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) + \tan \alpha_2 \sin \varphi - \cos \varphi &\leq 0 \\ (f_1 - f_2) + (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2) &< 0 \end{aligned} \right. \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &\left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) - \\ &\quad - \sin \alpha_1 - \frac{\rho}{R} \sin \alpha_2 - \cos \varphi > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \left( f_1 - \frac{fr_1}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{fr_2}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) > 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \left( f_1 - \frac{fr_1}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{fr_2}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\left( f_1 - \frac{fr_1}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{fr_2}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi > 0 \quad (6)$$

$$f = \frac{\tau_0}{c\sigma_s} + \beta + 0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}} \quad (7)$$

$\frac{\tau_0}{c\sigma_s} + \beta$  – ишқаланиш коэффициентининг ёпишқоқ таркибий қисми бўлиб, а величина  $0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}}$  – катталиги эса унинг деформация компоненти.

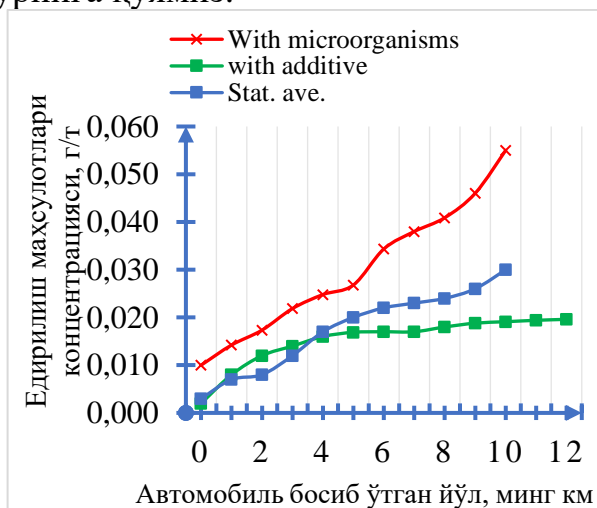
Двигатель мойининг ёпишқоқлигига қараб, пьезокоэффициент  $\beta = 0,02 \div 0,15$  қийсатларга эга бўлади, ёпишқоқлик қанчалик юқори бўлса, пьезокоэффициент ҳам шунчалик юқори бўлади. Ишқаланишда мой бўлса ёпишқоқ таркибий қисмини нолга тенг деб қабул қилиш мумкин ( $\tau_0 \approx 0$ ,  $\beta \approx 0$ ), шунда формула (6)ни бу кўринишда ифодалаш мумкин:

$$f = 0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}} \quad (8)$$

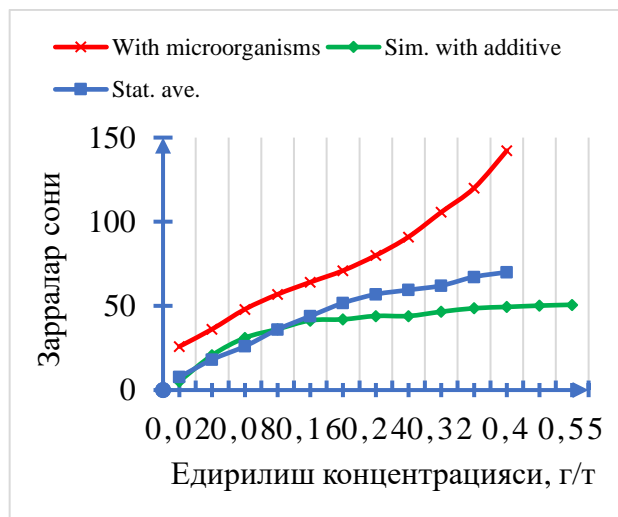
Едирилишда  $5 \div 10 \cdot 10^{-3}$  мм ва  $10 \div 15 \cdot 10^{-3}$  мм ўлчамдаги зарралар иштирок этади, ўртача катталиқда  $7,5 \cdot 10^{-3}$  мм и  $12,5 \cdot 10^{-3}$  мм бўлади. Кўп ҳолларда ўртача ўлчами  $7,5 \cdot 10^{-3}$  мм бўлган заррачалар иштирок этишини қабул қиламиз. Абразив заррачалар сонини куйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$n_a = 6.369 \cdot 10^{-2} \frac{G_0 \cdot K_e}{d_a^3 \cdot \gamma_a \cdot n \cdot i} \cdot \delta \quad (9)$$

$K_e=0.82$ ,  $G_0=1 \cdot 10^{-3}$  кг,  $\delta=0.00013$ ,  $\gamma_a=2.65 \cdot 10^3$ ,  $n=1800$ ,  $i=1$ . Формула (9) ўрнига кўямиз:

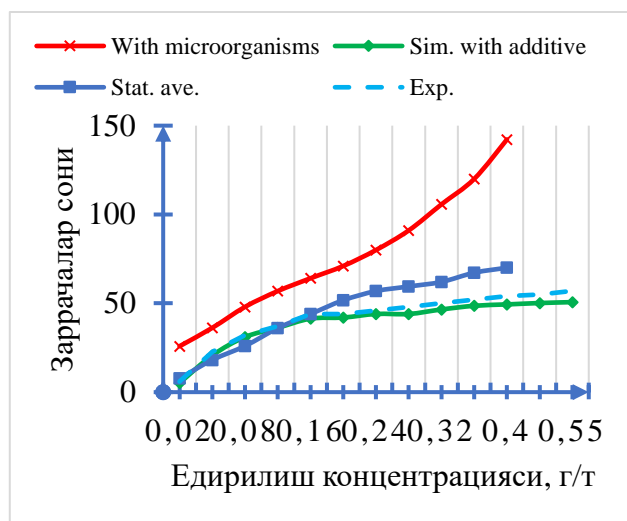


**7-расм. Экспериментально едирилиш маҳсулотларини ортиб боришини автомобилнинг босиб ўтган масофага нисбатан солиштириш**



**8-расм. Едирилиш маҳсулотларининг зарралар сонига нисбати**

Қўшимчали мойда Fe миқдори 10 000 км йўл босилганидан сўнг 2,5-5 мартагача камаяди. Шу тариқа, қўлланиладиган микробларга қарши қўшимчалар (айниқса дихлор-нафтохинон) мотор мойининг иш тавсифларини сақлаб қолиш ва двигатель деталларининг едирилишини камайтиришга ёрдам беради.



### 9-расм. Едирилиш маҳсулотларининг экспериментал ва назарий солиштирма графиги

Графикдан кўриниб турибдики, тажриба маълумотлари ва математик модель ёрдамида олинган маълумотлар мос келади. Тажриба ва назарий маълумотлар ўртасидаги фарқ тахминан 9 % ташкил этди. Бу назарий ҳисоб-китобларнинг жуда тўғри эканлигини кўрсатади.

Мотор мойи экспериментал синовларининг қиёсий маълумотлари дихлор-нафтохинон бирикмасини микробларга қарши қўшимча сифатида тавсия этиш имконини беради. Кўрсатилган бирикманинг самарали концентрацияси 0,01 масс % ни ташкил этиши аниқланган. Қўшимчанинг таннархи паст (1 кг 67 000 сўм), катта миқдорларда ишлаб чиқарилади. У мойнинг физик-кимёвий ва ишлатиш хоссаларининг салбий ўзгаришларини келтириб чиқармайди. Захарли эмас, микробиологик оксидланиш жараёнларини кескин тўхтатади ва унинг хизмат муддатини анча ошириш имконини беради, шунингдек двигатель деталларининг едирилиш жадаллигини пасайтиради, яъни ушбу қўшимчани кўп функцияли деб ҳисоблаш мумкин.

**Тўртинчи боб «Discussion of research results»** тадқиқот натижаларини муҳокама қилишга бағишланган. Иссиқ иқлим шароитларида махсус қўшимчаларсиз ишлатиладиган мотор мойлари ҳамма вақт микробиологик таъсирга мойил бўлади. Микроорганизмларнинг мавжудлиги нохуш оқибатларга, яъни мотор мойларининг асосий ишлатиш хоссалари ўзгаришига олиб келади ва бу билан мойнинг сифатини ёмонлаштиради ва двигательларнинг ишлаш муддатини камайтиради.

Биз томонимиздан аниқланган машиналарни иссиқ иқлим шароитида ишлатишда мотор мойларининг юқори даражада биологик зарарланиши, шунингдек бу масала бўйича эълон қилинган ишларнинг жуда кам учраши микробларга қарши қўшимчаларнинг бу ММ нинг ишлатиш хоссаларига таъсирини ИЁД ни чилла, яъни Ўзбекистондаги йилнинг энг иссиқ вақтида ишлатиш даврида бевосита ўрганиш учун сабаб бўлиб хизмат қилди.

Микроорганизмларнинг ноқулай таъсирларга, шу жумладан у ёки бу микробларга қарши моддаларга тезда мослашишини ҳисобга олган ҳолда биз микробларга қарши юқори фаолликка эга бўлган қўшимчаларни танлаб олдик.

Лаборатория синовларининг натижалари далолат беришига кўра микробларга қарши қўшимчалар ММ нинг кислота ва қовушоқлик тавсифларини ёмонлаштирмайди, балки уларга микробиологик таъсирларга нисбатан барқарорлик беради.

Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, мойга умумий массададан 0,01% концентрацияда киритилган орто-оксихинолин, дихлор-нафтохинон, альфа-нафтохинон қўшимчалари мойнинг нафақат қовушоқлик ва кислоталик хоссаларини барқарорлаштиради, балки унинг микроорганизмларга қарши ҳимоя хоссаларини ҳам яхшилайти. Двигателлар қўшимча қўшилмаган мойда ишлаётганда мойнинг кислота ва қовушоқлик тавсифлари тегишлича 0,02 дан 3,54 мг КОН/г гача ва 13,7 дан 18,9 сСт гача бўлган чегараларда сезиларли ўзгариши кузатилади.

Ушбу қўшимчаларнинг микробларга қарши юқори самараси ва уларнинг мойнинг едирилиш ва ишқаланишга қарши хоссалари турғунлигини таъминлаши бу қўшимчаларни кўп функцияли қўшимчалар қаторига киритиш имконини беради. Улар ичида дихлор-нафтохинон қўшимчаси энг фаол ҳисобланади. Қўшимча нефть маҳсулоти массасидан 0,01% концентрацияда қўшилганида мотор мойида мавжуд бўлган замбуруғли ва бактерияли микрофлоранинг ўсишини тўхтатиш ва уни узоқ вақт мобайнида (уч ойдан кўпроқ) барқарор ҳимоя қилиш таъминланади.

Микробларга қарши қўшимчасиз ва бундай қўшимча қўшилган мотор мойларининг қиёсий ишлатиш синовларида олинган маълумотлар қўшимчасиз мойнинг кимёвий таркибидаги микробиологик оксидланиш натижасидаги ўзгаришлар мойларнинг мойлаш хоссаларини ёмонлаштириб, салбий таъсир кўрсатиши мумкинлигини кўрсатади. Бу ўзгаришлар микроорганизмлар ҳаёт фаолиятининг маҳсулотлари ҳисобланадиган кислота ва қатронларнинг пайдо бўлиши, шунингдек юқори температураларда мойнинг карбонлашиши натижасида қурум ҳосил бўлиши кабилардан иборат бўлиши мумкин. Бу двигатель ишлаётганида унинг едирилишга қарши ва антифрикцион хоссаларини муайян даражада ёмонлаштира олади.

Мойлаш хоссаларининг ёмонлашиши мойнинг физик-кимёвий хоссалари ва охир-оқибатда унинг йўл қўйиладиган хизмат муддати ўзгариши билан боғлиқ бошқа хоссалари ҳам ёмонлашишига олиб келади.

Мой таркибига қўшилган микробларга қарши қўшимчалар (айниқса дихлор-нафтохинон) мойнинг микробиологик оксидланиш натижасида эскиришини секинлаштиради, бу билан унинг хизмат муддати ошади. Бу қўшимчаларнинг таъсири микроорганизмларнинг ўсишини тўхтатишга ва металл ишчи юзаларининг микробиологик оксидланишини тезлаштирадиган каталитик таъсирни кучсизлантирадиган плёнкалар билан қопланишига асосланган.

Деталларнинг едирилиш жадаллигини мотор мойлари намуналарини спектрал таҳлил қилиш усули билан баҳолаш бошқа баҳолаш усулларига нисбатан муҳим афзалликларга эга: таҳлилларни ўтказишнинг тезлиги ва юқори даражада сезгирлиги, бир вақтнинг ўзида двигатель едирилиши элементларининг катта миқдорини аниқлаш имконияти шулар жумласидан.

Бунда қуйидаги элементлар: темир – цилиндрлар гильзалари, хром – юқори поршень ҳалқалари, алюминий – поршенлар, қўрғошин – тирсакли вал подшипникларининг қистирмалари ва бошқалар деталлар едирилишининг индикаторлари ҳисобланади. Қўрғошин концентрациясининг ошиши – тирсакли вал подшипнигининг едирилишидан далолат, ҳалқаларнинг юқори даражада едирилиши темир ва мис концентрацияси ошиши билан тасдиқланади, бунда темир концентрацияси мис концентрациясидан юқорироқ бўлади, бу мотор мойининг ҳимоя функциялари микроорганизмлар билан зарарланиш оқибатида бузилишига сабаб бўлганлигини кўрсатади.

Si элементи микдорининг юқорилигига қарамай, микробларга қарши қўшимчалар қўлланилганида мойда едирилиш маҳсулотлари концентрацияси автомобилнинг босиб ўтган йўлига боғлиқ ҳолда камаяди. Демак, синалаётган микробларга қарши қўшимчалар юқори ҳимоялаш хоссаларига эга.

Синовлар шуни кўрсатдики, мотор мойига дихлор-нафтохинонни тавсия этилган концентрацияларда қўшиш мойнинг хизмат муддатини сезиларли даражада оширган ҳолда микробиологик оксидланиш жараёнларини кескин тўхтатади. Бу эса мой сарфи, уни алмаштириш бўйича техник хизмат кўрсатиш операциялари сони ва даврийлигининг сезиларли қисқаришига олиб келади, машиналарга техник хизмат кўрсатиш ишчи постларининг санитария-гигиена шароитларини яхшилайти, ифлосланиш эҳтимолини камайтиради, туташ деталлар едирилишини камайтириш ҳисобига двигатель бўғинлари ва механизмларининг иш қобилиятини оширади.

Шундай қилиб, ишлатиш жараёнида микробиологик оксидланиш, шунингдек микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти натижасида ҳосил бўладиган паст молекуляр кислоталар билан ифлосланиш оқибатида мойнинг хоссалари ўзгаради. Мойнинг микроорганизмлар билан контакти натижасида уларнинг кимёвий таркибида қайтмас ўзгаришлар юз беради. Мойлар оксидланади, ўзининг ҳимоялаш хоссаларини йўқотади. Микробиологик оксидланиш мой тегиб турадиган металллар ишчи юзаларининг каталитик таъсири билан тезлашади. Бунда қуйидагилар юз беради:

1. Микробиологик кислоталар ҳосил бўлиши оқибатида кислота сони ортади ва коррозия агрессивлиги ошади (бу асосан микроорганизмлар ҳаёт фаолиятининг маҳсулотлари микдорига боғлиқ бўлади).

2. Микробиологик оксидланишнинг зич конденсацияланган маҳсулотлари чўкмага тушади ва юқори температура режимларида қатламлар ҳосил қилади, мойланадиган юзалар лок (микробиологик оксидланишнинг полимерлашган маҳсулотлари) ва қурум (микробиологик оксидланишнинг карбонлашган маҳсулотлари) билан қопланади, бунда мойда двигатель деталларининг едирилишига олиб келадиган қаттиқ углеродли заррачалар – карбенлар ва карбоидлар ҳосил бўлади.

3. Микробиологик зарарланиш натижасида мойнинг компонентлари зичлашади, бунда унинг қовушоқлиги ошади. Демак, микробиологик оксидланишга қарши бардошлилик мойнинг хизмат муддатини белгиловчи

асосий омиллардан бири ҳисобланади. Шу муносабат билан унинг кимёвий таркиби ва микробларга бардошлилиги муҳим аҳамиятга эга.

Микробиологик оксидланишга қарши бардошлилик нуқтаи назаридан мойларнинг мақбул кимёвий таркиби унда микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти ва ўсишини, шунингдек кўпайишини тўхтатадиган микробларга қарши қўшимчаларнинг муайян концентрацияси (0,01 масс %) мавжуд бўлишини талаб қилади.

Мотор мойларида микроорганизмларнинг ўсиши бўйича қиёсий тадқиқотларнинг таҳлили ва турли углеводородлар бардошлилигининг қиёсий маълумотлари нефть мойларининг микробиологик бардошлилиги углеводород таркибига боғлиқлигидан далолат беради: юқори ароматланган нефтдан олинган мойлар микробларга энг бардошли бўлиши аниқланди. Ўз таркибида нафтен-парафинли углеводородлар миқдори кўп бўлган мойларнинг микроорганизмларга бардошлилиги энг паст ҳисобланади.

Тадқиқотлар натижасида иссиқ иқлим шароитларида ишлатиладиган мотор мойларининг сифатини оширишга йўналтирилган бир қатор тадбирлар ишлаб чиқилди. Уларнинг асосийларидан бири микроорганизмларнинг ўсиши ва кўпайишини тўхтатадиган микробларга қарши қўшимчаларни қўлланиш ҳисобланади. Мотор мойининг ишлатиш синовларида йиллик иқтисодий самара бир йилда 100 минг км йўл босадиган битта автомобилга 996 000 сўмни ташкил этди.

## ХУЛОСАЛАР

1. Илмий техник адабиётлар, мақола ва бошқа манбалар таҳлили асосида ички ёнув двигателларининг ишончлигинини ошириш ва унда ишлатилаётган мотор мойларининг хусусиятларини назарий ва амалий ўрганилди ҳамда мотор мойларининг хусусиятларини микробларга қарши қўшимчалар билан яхшилаш асосланди.

2. Тадқиқотлар натижасида, синовдан ўтказилган барча автомобиллар картерларида сув тўпланиши аниқланди. Тўпланган сув ҳажми мотор мойи ҳажмининг 4 дан 15 % гача ташкил этди. Сув қаламида қуйидаги биомасса (микроорганизмлар колонияси) доимо мавжуд: *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Micrococcus*, *Diplococcus*, *Bacterium*, *Bacillus*.

3. Янги қуйилган мотор мойининг ишлатишда микробиологик зарарланишининг белгиси асосий ишлатиш кўрсаткичларининг зарарланмаган мойларга нисбатан ёмонлашиши, яъни қовушоқлигининг 35-40% га ошиши (ўртача 14,3 дан 19,9 сСт гача), кислота сонининг ўртача 0,02 (норма) дан 3,54 мгКОН/г гача кўпайиши, кул таркибининг миқдори 0,04% дан 7% гача ортиши, ишқорийлиги 7,8 дан 2,2 мгКОН/г гача камайиши, чакнаш температураси 18-22% пасайиши аниқланди.

4. Автомобил картерларида, унинг мойлаш тизимларида микроорганизмларнинг тўпланиши филтёр элементларининг ва кичик кесим тешикларининг текилиб қолишига, оксидланиш жараёнларини кучайишига, двигатель детальларининг коррозияга олиб келиши аниқланди.

5. Мотор мойларида микроорганизмлар билан зарарланишига қарши қўшимчалар дихлор-нафтохинон, альфа-нафтохинон, орто-оксихинолинлардан фойдаланиш мойнинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хусусиятларини сақлаб қолиб, мойнинг алмаштириш даврини 7-8 минг кмдан 10-12 минг кмгача узайтириш имконини берди.

6. Мойда микробларга қарши қўшимчаларни қўлланиш двигатель деталларининг едирилиш маҳсулотларини 2,5 дан 5 мартагача пасайтириши тажрибалар йўли билан тасдиқланди, бу улардан кўп функцияли қўшимчалар сифатида фойдаланишга хизмат қилади.

7. Микробларга қарши қўшимчалар фойдаланиш орқали мойларнинг плёнка ҳосил қилувчи хусусиятларини сақлаб қолиши ва шу билан ички ёнув двигатель қисмларининг едирилиш концентратиясини, Fe бўйича 0.0015 г/т, Pb бўйича 0.0045 г/т гача камайишига эришилди.

8. Тадқиқотнинг иқтисодий самарадорлиги баҳоланди. Тажриба натижаларини амалиётга тадбиқ этганда, микробларга қарши қўшимчани қўлланиши мойни алмаштириш даврийлиги бўйича техник хизмат кўрсатиш харажатларини 100200 сўмга пасайтириши аниқланди. Бунда ҳар бир автомобилга (100 000 км йўл босган автомобилга) мой тежалиши бир йилда 10-15 кг орқали йиллик йўл босиши 100 минг км бўлган битта енгил автомобилга 996 000 сўмни иқтисод қилиш имконини яратади. Таксопарк миқёсида (50 та автомобильга эга) кутилаётган иқтисодий самарадорлик 49 800 000 сўмни ташкил этади.



**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.22/01.02.2022.T.144.01 AT TURIN POLYTECHNIC UNIVERSITY IN  
TASHKENT**

---

**TURIN POLYTECHNICAL UNIVERSITY IN TASHKENT**

**MUKHITDINOV OTABEK ODIL UGLI**

**IMPROVING THE RELIABILITY OF INTERNAL COMBUSTION  
ENGINES OF PASSENGER CARS BY IMPROVING THE PROPERTIES  
OF MOTOR OILS WITH ANTIMICROBIAL ADDITIVES**

**05.08.06 – Wheeled and tracked vehicles and their operation**

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

**Tashkent – 2022**

**The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number №B2022.2.PhD/T2002.**

The dissertation has been prepared at Turin polytechnic university in Tashkent.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website [www.tayi.uz](http://www.tayi.uz) and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal [www.ziyo.net](http://www.ziyo.net).

<b>Scientific adviser:</b>	<b>Tashpulatov Marvar Mukadyrovich,</b> Honored mentor of youth of the Republic of Uzbekistan, Doctor of philosophy, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Sharipov Kungratbay Avizembetovich,</b> Doctor of technical sciences, professor  <b>Muminjonov Nig‘mat Mukhimovich</b> PhD, docent
<b>Leading organization:</b>	<b>Andijan Machine building institute</b>

The defense will take place “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 at \_\_\_\_\_ at the meeting of Scientific council PhD.22/01.02.2022.T.144.01 at Turin Polytechnic University in Tashkent (Address: 100095, Tashkent, Kichik khalka yuli 17, tel./fax : (998-71) -246-50-92, e-mail: [info@polito.uz](mailto:info@polito.uz))

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Turin Polytechnic University in Tashkent (Address: 100095, Tashkent, Kichik khalka yuli 17, tel./fax: (998-71) -246-50-32, e-mail: [irc@polito.uz](mailto:irc@polito.uz))

Abstract of the dissertation sent out on “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 y.  
(mailing report No. \_\_\_\_\_ on “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 y.)

**J.Sh.Inoyatkhodjaev**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**T.R.Pulatov**  
Scientific secretary of scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of philosophy

**K.A.Sharipov**  
Chairman of the academic seminar under  
the scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION

**Compliance of the research with the priority directions of science and technology** of the Republic. The world consumes about 100 million barrels (15 900 000 liters) of oil per day. Up to this day, oil occupies a leading position in the fuel and energy balance and is still the main source in most countries of the world, the subject of intense competition between the largest capitalist monopolies, and the cause of many international conflicts. Lubricants obtained from oil, along with other machines and mechanisms, are used in internal combustion engines of land, water and air transport, as well as in space technology.

In the world study of the specificity of severe modes of boundary friction in the lubrication systems of vehicles operated in hot conditions of the Republic of Uzbekistan is aggravated by the occurrence of microbiological processes in lubricants. The development of microorganisms in engine oils not only worsens the performance properties of these petroleum products, but also, due to complex physicochemical changes occurring in them, causes the destruction of protective films and exposes the rubbing surfaces of engine parts, which leads to intense wear. The spread of microorganisms is facilitated by their unpretentiousness in food, easy adaptability to the conditions of existence, resistance to heat, cold, and lack of moisture, as well as the ability to multiply rapidly.

In Republic of Uzbekistan, according to the State Committee on Statistics, as of January 1, 2022, the total number of cars owned only by individuals in the republic amounted to 3 268 734 units. This figure is 10.6 % more than in 2021 and 25.1% more than in 2020. Therefore, the quality of engine oils, their rational use and the efficiency of lubrication techniques for machines and mechanisms must be continuously improved in parallel with the development of their designs, improved operating conditions and increased reliability requirements.

In Uzbekistan during this period, large-scale work has been carried out on the formation and development of the industrial sector, including in the automotive industry. Industrial development has played an important role in Uzbekistan's economic growth. Since independence, the priority of the government of Uzbekistan has been to attract advanced technologies, foreign investment and a modern management paradigm. Thus, it should be noted the increase in the share of industrial production in the GDP of Uzbekistan.

In goals 22, 97 of the development strategy of New Uzbekistan for 2022-2026, great attention is paid to the problem of further development of the automotive industry, increasing the quality of manufactured consumables, including oils, which makes the problem of combating microbiological damage of oils more urgent.

This dissertation research, to a certain extent, serves to fulfill the tasks stipulated in the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated June 1st, 2017 No. PP-3028 "On measures to further improve management and accelerate the development of the automotive industry for 2017-2021" as well as in other legal documents adopted in this area.

The research of this dissertation is to a certain extent the decision of the President of the Republic of Uzbekistan dated June 1, 2017 "On measures for rapid development of the automobile industry and further improvement of management in 2017-2021" No. 3028, No. PQ-841 dated October 20, 2018 the decision "On measures for the implementation of national goals and tasks in the field of sustainable development until 2030" and also serves to fulfill the tasks provided for in other normative legal documents adopted in this field.

**Correspondence of research to the priorities of the development of science and technology of the republic.** This dissertation is devoted to the II. Implemented under the priority area "Energy, energy and resource conservation".

**Review of foreign research on the topic of the dissertation.** Major research and innovation in the automotive industry is mainly carried out in the research and development centers of large companies. These include the Massachusetts Institute of Technology (USA), the Tokyo Institute of Technology Engineering Center (Japan), the Ulsan University Research Center (South Korea), the University of Munich (Germany), the Zwickau Engineering Center (Germany), the University of Chicago Research Center (USA) and others.

At the beginning of the XX century. scientists have noticed the ability of microorganisms to assimilate hydrocarbon solid, liquid and gaseous petroleum products.

**The degree to which the problem has been studied.** In the world experience, various methods have been developed for studying the effect of microorganisms on fuel lubricants. The Japanese researcher M. Miyoshi (1895), Russian engineer A. Sheiko (1901) the scientists N. Zongen and H. Kaserer (1906), L.K. Osnitskaya, L.Pasteur, S.N.Vinogradsky, E.E.Jenner, R.Koch, M.V.Beijerink, S.N.Litvinenko and A.A. Gerasimenko studied the protection of machines from bioinfection. I. T. Nette, N. N. Grechushkina, et al. carried out studies on the isolation and identification of cultures assimilating FLM. Researchers R. W. Stone, M. Fenske, A. White, L. Bushneil and N. Haas identified various types of bacteria Pseudomonades, Corynebacterium. E. Birstecher, S.E.Zobell et al. established a number of regularities in the destruction of oil hydrocarbons.

In Uzbekistan, in our country, a number of scientists have been working on researching the reasons for the use and changes in the physico-chemical properties of fuel oil in vehicles, as well as ensuring the stability of internal combustion engines. In particular, academicians O.V.Lebedev, S.S.Negmatov and S.M.Kadirov, as well as professors U.A.Ikramov, Q.A.Sharipov, M.M.Toshpo'latov and others were involved.

However, these studies have not tested in depth the compatibility of antimicrobial additives with engine oils. The influence of antimicrobial additives on the quality indicators of oils, during exploitation of vehicles on the summer period, in the hot climatic conditions of Uzbekistan was not determined, which indicates an insufficient volume of their objective study, and even more so, to form a conclusion about the possibility of their practical application.

**The purpose of the study** is to develop a set of activities aimed at improving the physicochemical and operational properties of engine oils by selecting antimicrobial additives to increase the reliability of internal combustion engine parts.

**Research objectives:**

to study of types of microorganisms developing in engine oils, study changes in the basic physical, chemical and operational properties of engine oils directly during the operation of internal combustion engines in hot climates;

establishment changes in the performance properties of engine oils under the influence of various types of cultures of microorganisms;

to study the existing antimicrobial compounds and choose the most effective of them to protect engine oils operating in hot climates from microbiological damage. To study the stability of the antimicrobial action of additives in the composition of engine oils during the operation of vehicles in hot conditions;

development a methodology for studying the changes and improvement of the properties of engine oils during the operation of internal combustion engines.

develop recommendations for the application of research results and evaluate the corresponding cost-effectiveness.

**The object of the study** is an internal combustion engine of passenger car (M1 class) used in hot climates of Central Asia.

**The subject of research** is the study of biological deterioration of motor oils during operation and their prevention.

**Research methods.** Research is based on theoretical, laboratory and experimental methods for studying the physicochemical, performance properties of engine oils with and without antimicrobial additives for ICE of road transport.

**The scientific novelty of the research are as follows:**

substantiated the influence of microorganisms on the basic physical, chemical and operational properties of motor oils, studied directly when the engine is running in a hot climate;

the effective concentration of antimicrobial additives in oils, which ensures their resistance to microorganisms during operation, has been revealed;

have been determined the mechanism of the influence of antimicrobial additives on the parameters of the characteristics of the properties of engine oils has been established and the concentration ranges that provide optimal parameters for the physicochemical and operational properties of oils;

have been developed recommended terms for engine oil and filter replacement periods are established on the basis of theoretical and experimental studies.

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

The use of antimicrobial additives in engine oils - alpha-naphthoquinone, ortho-oxyquinoline, and especially dichloro-naphthoquinone - sharply slows down the process of microbiological oxidation and can significantly increase the service life of the oil (instead of 7-8 thousand km, up to 12 thousand km) and the total mileage of cars. Antimicrobial additives (especially dichloro-naphthoquinone) improve the physicochemical and performance characteristics of engine oil,

sharply reduces the wear rate of engine parts (friction pairs) (from 2.5 to 5 times) operated in hot climates.

**Reliability of research results.** Reliability of research results is carried out using modern methods and tools, theoretical substantiation of machine parameters and operating modes is based on the principles of theoretical mechanics and mathematics, the results of experiments are processed by mathematical statistical methods, mutual adequacy of theoretical and applied research results.

**Scientific and practical significance of research results.** The scientific significance of the results of the study lies in the development of the theory of chemmotology due to the possibility of significantly stabilizing the performance of motor oils with the introduction of antimicrobial additives. The practical significance of the study is that a method has been developed for using antimicrobial additives with motor oils, which makes it possible to improve the performance of vehicles in summer operating conditions.

**Implementation of research results.** On the basis of the scientific results obtained on improving the reliability of internal combustion engines of passenger cars by improving the properties of motor oils with antimicrobial additives, recommendations were developed on the organization of monitoring of the technical condition of passenger cars used in the hot (severe continental, dry) climate of Uzbekistan implemented at "Andijan Avtotexxizmat" LLC in Andijan region (Ref. No. 09/06-25-2234 of December 07, 2021 of Uzavtosanoat JSC). Which made it possible to stabilize the acidity and alkalinity of engine oils, and the change in operating viscosity decreased by 37-38% and reduced costs for repairs by 5-7%. As a result of scientific research, the mileage of passenger cars has been extended from 7-8 thousand km to 12 thousand km depending on the characteristics and physical-chemical condition of the oil.

use of antimicrobial additives in fuel-lubricant materials at the hydraulic injection molding machines of the plant of the Uzbek-Korean enterprise Uz-Dong Yang Co LLC (Ref. No. 09/06-25-2234 of December 07, 2021 of Uzavtosanoat JSC), it was possible to increase their service life (by 10-15%) and the service life of hydraulic oils, as well as reduce the amount of maintenance, increase the economy of oil and other elements (by 5-7%).

**Approbation of research results.** The results of this research were discussed at 1 national and 3 international scientific-practical conferences.

**Publication of research results.** A total of 11 scientific papers on the topic of the dissertation were published, including 6 scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 4 in international journals and 2 in foreign journals, a 5-volume monographs in Russian, English and Uzbek (Cyrillic and Latin) languages were published.

**The structure and scope of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. It is presented on 158 pages.

## MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION

The **introduction** is devoted to substantiating the relevance and necessity of the topic of this study and its practical significance in the hot climate of tropical and subtropical regions. The goals, tasks of the work, the object and subject of research are formulated. Compliance with the priority directions of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan is shown. The scientific novelty and applied value are reflected, the theoretical significance and implementation in practice are revealed. In addition, the general structure of the thesis and the publication on the topic of the dissertation research are given.

**The first chapter of the dissertation** “Analysis of research on ensuring the performance of oil systems in internal combustion engines (ICE)” summarizes both domestic and foreign literary material, showing how wide the field of petroleum microbiology is, which has passed a difficult path to a branched branch of knowledge on theoretical and applied issues.

Of the numerous species of microorganisms that exist in nature, more than two hundred species are capable of oxidizing hydrocarbons, including them in their metabolism. Various types of microorganisms are characterized by different nutritional needs, diversity in structure, as well as different methods of reproduction and rapid adaptability to the environment, adaptation to new raw materials.

The development and vital activity of microorganisms depends on a number of environmental factors. One of the main factors is the temperature and humidity of the environment. Microorganisms, depending on the ambient temperature, differ greatly from each other. They are divided into three groups: thermophiles or heat-loving, psychrophiles or cold-loving and growing at optimal temperatures, that is, mesophylls.

Microorganisms that oxidize oil hydrocarbons, using them as an energy source, are divided into several types, among which bacteria and fungi are of the greatest technical importance. Microorganisms, due to rapid adaptation, produce new enzymes that cause a catalytic process. This explains the intensity of the processes of microbiological damage, as well as a wide range of oil products affected by them.

Based on the study of various petroleum products, it has been established that they are affected both during storage and transportation, and during operation.

As a result of microbiological damage, the main physicochemical and performance indicators of oils deteriorate, up to the impossibility of using them for their intended purpose.

Under the influence of microorganisms on oils, the kinematic viscosity and acid number undergo the most significant changes, i.e., indicators that directly depend on the hydrocarbon composition and are associated with the accumulation of low molecular weight acids formed during the life of microorganisms.

The operation of automobile engines on oil affected by microorganisms can lead to increased carbon deposits on valves, pistons and other parts, impairing the performance of engine components and mechanisms, and can even lead to its complete failure. Microbial biomass mucus clogs filters and small-section communications, preventing the supply of lubricants to rubbing engine parts. As a

result of damage, the engine oils lose their lubricity, lose the protective films formed on the friction surfaces of the engine friction pairs are destroyed, which leads to corrosion and intense wear.

The accumulated literature material allows us to conclude that microorganisms are closely related to lubricating oil. However, there is almost no work on the study of engine oils. Meanwhile, there are very few engine oils resistant to microbiological effects. At the end of the chapter, the purpose and objectives of the research are given.

**In the second chapter**, “Theoretical investigations and studies of the influence of changes in the properties of engine oils on the ice oil system during operation” in order to research and study the changes that occur in the properties of engine oils under the action of microorganisms and study their effect on the ICE oil system during operation, a technique has been developed for sampling oils directly during the operation of vehicles.

The interaction of engine oil with microorganisms is studied: how different types of microorganisms behave depending on the type of engine oil. It was investigated how important the hydrocarbon composition is for the reproduction of microorganisms. Which grades of engine oils are the most vulnerable to microbiological damage.

It was revealed that the bacterial decomposition of petroleum oils in large quantities is explained by oils containing naphthenic hydrocarbons. From this we can conclude that engine oils containing the largest amount of naphthenoparaffin hydrocarbons in their composition are the most vulnerable to microbiological damage. Aromatic hydrocarbons are consumed by microorganisms to a lesser extent. Reducing the percentage of naphthenoparaffin hydrocarbons in oils leads to a change in performance properties. Naphthenoparaffin fractions provide the lubricity of oils.

The processes of biocorrosion of internal combustion engine parts under the influence of biomass have been studied. Since under the influence of microorganisms on the surface of parts of oil systems (friction pairs) of internal combustion engines, a process of corrosive destruction occurs, the so-called biocorrosion. To study the basic properties of oils, methods of laboratory assessments of the parameters of engine oils were chosen.

The choice of methodology for the microbiological susceptibility of oils of this dissertation was preceded by a comparison of various methods and methods for assessing the susceptibility of oil products adopted by various countries. The most rational modification is the international Geneva method of the International Electrotechnical Commission IEC-1954. The superiority of this technique lies in its simplicity, which makes it possible to carry out work in the most primitive laboratory conditions, sensitivity, speed of obtaining results, and a high degree of reliability.

As for the composition of cultures of microorganisms, cultures were isolated from samples of used oils, in the samples of which the fungi of the following species prevailed: *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*.



Large yeasts were found in the samples. From bacteria: *Micrococcus*, *Mycobacterium diplococcus*, etc.

To ensure the stability of the physicochemical and operational properties of EO, as well as to give them new required qualities, various substances consisting of complex compounds, called additives, are added to them. A number of requirements are imposed on additives: to be as effective as possible; should not affect the properties of materials, power systems and lubrication of internal combustion engines; must be non-toxic to humans, etc.

**The third chapter**, “Laboratory and experimental studies” dedicated to laboratory and experimental studies. When operating machines in conditions of high air temperatures (35÷50 °C) in Central Asia in EO working in lubrication systems, favorable conditions are created for the vital activity of microorganisms, which favors the oxidative process, leading to a deterioration in the basic performance properties of oils, and causes accelerated wear of engine parts.

In order to study the reliability of the literature review, laboratory studies of the growth and accumulation of microorganisms in oils with the above microorganisms were carried out.

The most popular engine oils of various brands in Uzbekistan (according to survey conducted among users and engine oil sellers) were used as the object of study (table 1):

**Table 1.**

**Engine oil brands used in research**

<b>№</b>	<b>Engine oil brands</b>	<b>Viscosity grade</b>
1	SAE 15W-40 (O‘zDSt 3061-2016)	15W-40
2	Lotos Semisynthetic	10W-40
3	Shell Helix HX7	10W-40
4	Total Quartz 7000	10W-40
5	GM Dexos2	5W-30
6	Castrol GTX Magnatec	5W-30
7	Mannol Classic	10W-40
8	Rosneft Maximum	10W-40

Before the research, the basic properties (viscosity, base number etc.) of these engine oils were checked for compliance with passport data. In oils, after determining the properties, it was found that the passport data do not correspond to the real ones and the discrepancies between them average 10÷15%.

Laboratory experiments with cultures of microorganisms were carried out on a solid calcined medium in Petri dishes and on liquid media in flasks, with constant variation, stirring on a circular shaker. All cultures of microorganisms were kept according to the method of simulating tropical conditions in a thermo-moisture chamber at 35÷38 °C with a relative humidity of 90-100%.

Nutrient media for stimulating the growth of cultures of microorganisms were prepared according to certain recipes so that the development of cultures could only be due to hydrocarbons. Accounting was carried out every 4÷8 days. The lack of growth made it possible to judge that these EO are not absorbed by microorganisms.

The development of crops was assessed qualitatively on a five-point scale. During the experimental tests, according to the methodology, oil samples were taken to study the preservation and improvement of performance properties using antimicrobial additives, as well as their effect on the growth of microorganisms that developed directly during engine operation in hot climates.

In the search for antimicrobial additives for engine oils, first of all, they studied the range of microorganisms that affect these oils during operation in hot climates.

The procedure for testing the action of selected antimicrobial additives was carried out in accordance with IEC-1954.

Thus, to stabilize and improve the performance properties of engine oils intended for use in hot conditions, the following antimicrobial additives have been selected: alpha-naphthoquinone, dichloro-naphthoquinone, ortho-oxyquinoline (8-oxyquiloline). Determination of the wear intensity of engine parts in oil was carried out using spectral analysis according to GOST 20759-90.

When studying changes in the properties of oils under the action of microorganisms, we had at our disposal generally accepted, physicochemical methods according to GOST. All data were processed statistically.

The study of the nature of changes in the physicochemical and performance indicators of engine oils shows that with an increase in the mileage of cars, the number of microorganisms increases, the vital activity of which can lead to the formation of varnish deposits (polymerized compounds), soot (carbon compounds), which leads to a deterioration in engine performance.

As a result of the research, it was found that when operating machines at high ambient temperatures, in oils affected by microorganisms, such important parameters as water cut (15÷20%), sulfur content (7÷8 times), ash content (6÷7), kinematic viscosity (35÷40 %) and especially stability against oxidation (20÷35 times). Since, these parameters directly depend on the hydrocarbon composition of oils.

With microbiological damage in the oil, a redistribution of the hydrocarbon composition occurs. As the most appropriate type of microbial cell nutrition, hydrocarbon compounds of the paraffin-naphthenic group are absorbed first. Aromatic hydrocarbons are consumed by microorganisms to a lesser extent, due to which their percentage either does not change or increases.

Table 2 shows the results of the damage of various engine oils depending on time. The results of experimental studies of changes in the viscosity and acidity of engine oils during the operation of vehicles in the summer, without and containing antimicrobial additives, are shown in Table 3 and Figure 1 shows the data on the dependence of viscosity on EO acidity.

**Table 2.**  
**The degree of susceptibility of engine oils to microorganisms over time.**

№	Engine oil brands	Days					
		4		8		14	
		Susceptibility, points					
		C	1	C	2	C	3
1	SAE 15W-40	0	2,5	0	4,0	0	5,0
2	Lotos Semisynthetic	0	1,0	0	3,5	0	4,0
3	Total Quartz 7000	0	0,5	0	2,5	0	4,5
4	Shell Helix HX7	0	1,0	0	1,5	0	3,5
5	GM Dexos2	0	2,0	0	3,5	0	4,5
6	Castrol GTX Magnatec	0	0,5	0	1,0	0	2,5
7	Mannol Classic	0	1,5	0	3,0	0	4,0
8	Rosneft Maximum	0	1,5	0	2,5	0	4,0

NOTE: C - control, 1, 2, 3 - oil + microorganisms

**Table 3.**  
**Changes in the viscosity of some engine oils without and containing an antimicrobial additive (0.01 wt.%) alpha-naphtaquinone, from the mileage of the car.**

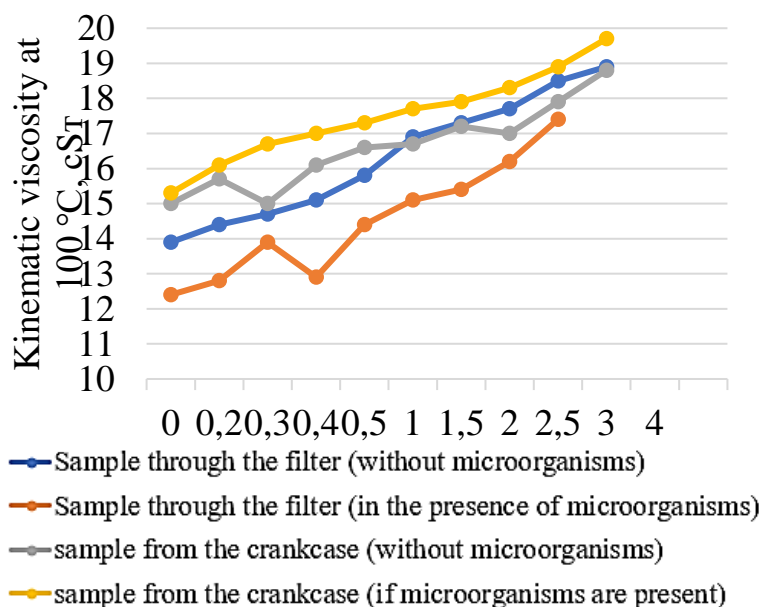
Mileage of the car, thousand km	SAE 10W-40		Lotos Semisynthetic		Total Quartz 7000		Shell Helix HX7	
	Without additive				alpha-naphtaquinone			
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	13.9	6.8	15.0	7.0	14.4	7.1	12.4	6.9
2	14.2	6.7	15.3	7.0	14.4	7.1	12.4	6.9
3	14.4	6.6	15.7	6.9	14.3	7.0	12.4	7.0
4	14.5	6.7	15.4	6.8	14.6	7.0	12.2	6.8
5	14.7	6.5	15.9	6.1	14.5	7.1	12.0	6.7
6	14.9	6.0	16.3	5,7	14.3	6.8	12.4	6.5
7	15.1	5.7	16.4	4.2	14.9	6.7	12.5	6.5
8	15.7	5.0	17.7	3.9	14.8	6.4	12.7	6.3
9	16.8	4.7	18.4	3.4	15.0	6.2	12.8	6.3
10	17.5	4.4	18.8	3.1	15.3	6.0	13.0	6.3
10 K	18.9	2.7	19.9	2.8	15.8	5.7	13.6	5.52
11					15.4	6.0	13.0	6.1
12					15.4	5.8	13.1	6.0

NOTE: K - control, 1 – Kinematic viscosity at 100°C, cSt, 2 – TBN, mgKOH/g

According to the biosusceptibility of motor oils, Shell and Castrol oils turned out to be resistant to susceptibility. The data obtained show that when adding antimicrobial additives at a concentration of 0.01 wt. % to engine oils when operating machines in hot climates, its protective properties against microorganisms increase, and oil without antimicrobial additives, a change in viscosity and acid characteristics is observed from 13.3 to 18.9 cSt and from 0.02 to 3-3.54 mg KOH/g, respectively.

The additives used mix well with the oil and do not adversely affect their physical and chemical properties.

In addition, we studied the concentration of the wear product of ICE parts. As a result of the wear of the rubbing parts of the engine, various impurities (iron, copper, lead, tin) accumulate in the lubricating oil, the change in the concentration of which characterizes not only the general wear, but also the state of the rubbing pairs. The more intense the wear of parts, the higher the concentration of wear elements in the oil (see Table 4).



**Fig. 1.** Graph of change in viscosity of EO depending on the growth of acid number

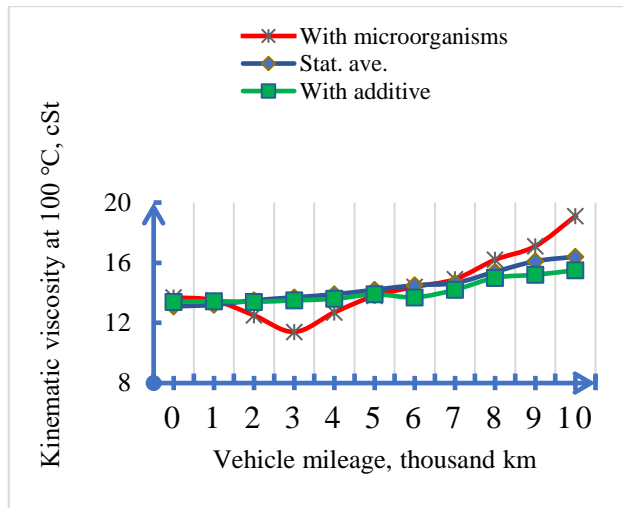
The results of spectral analysis show that when running on engine oil containing antimicrobial additives, wear products (Fe, Pb, Si, Al, Sn, Cu, Cr, and Na) are sharply reduced, especially after 10,000 km of car run.

The content of Fe in oil with an additive after 10 000 km of run decreases from 2.5÷5 times. Thus, the antimicrobial additives used (especially dichloro-naphthoquinone) help maintain the performance of the EO and reduce wear on engine parts.

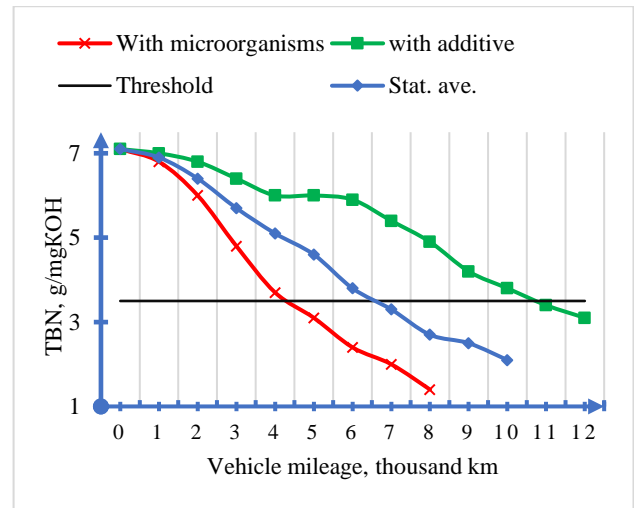
Comparative data from experimental tests of engine oil allow us to recommend dichloro-naphthoquinone as an antimicrobial additive. It was found that the effective concentration of this compound is 0.01 wt.%.

In addition, we studied the concentration of the wear products of engine details. As a result of the friction parts of the engine, various impurities (iron, copper, lead, tin) accumulate in the lubricating oil, the change in their concentration characterizes not only the general performance, but also the condition of the friction pairs. The faster the processing of parts, the higher the concentration of soluble elements in the oil (see Table 4).

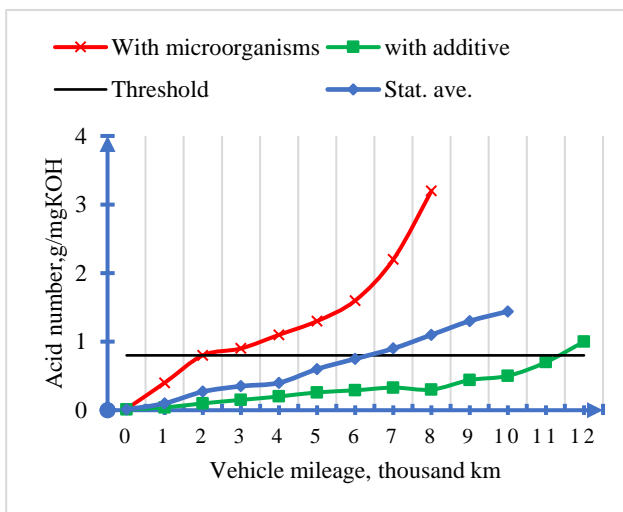
In general, the transition process of the internal combustion engine is related to the change of load and speed regimes of its operation. The quality of the transition process motor oils plays an important role. With the deterioration of the quality of FLM (Fig. 2, 3), an incomplete film is formed, which leads to the formation of friction surfaces. As a result, combustion products (particles) appear, which increase the intensity of engine wear.



**Fig. 2. Comparison of changes in the viscosity parameters of engine oil**



**Fig. 3. Comparison of engine oil TBN change**



**Fig.4. Comparison of changes in the acidity of engine oil**

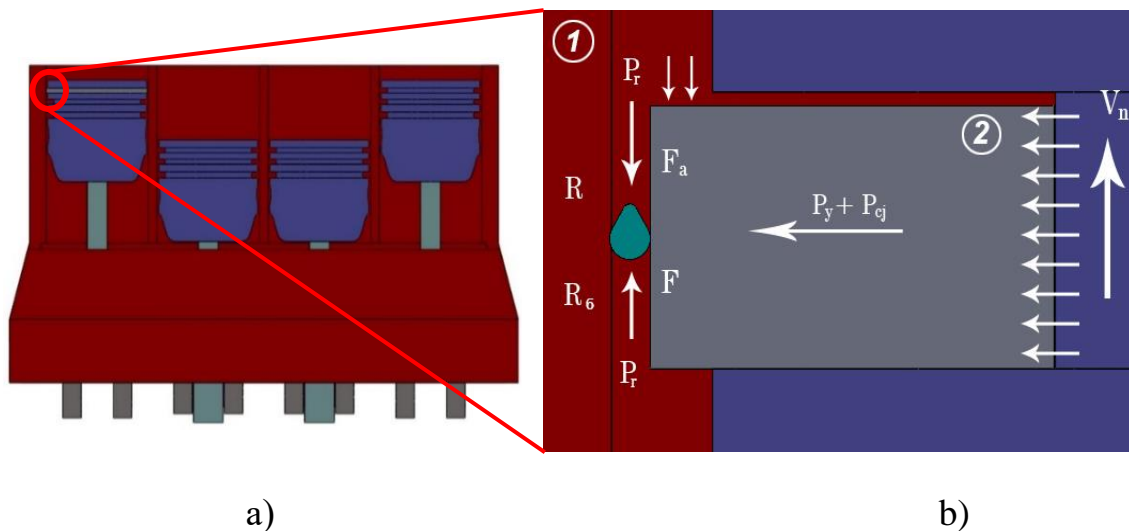
The interaction mechanism of a particle that enters the gap of the compression ring–cylinder interfaces, which are identical in properties to the moving-stationary surface system [14, 34], i.e. when the moving surface (compression ring) and the stationary surface (cylinder) are similar in physical and chemical properties and microgeometry (roughness) characteristics, we represent the moving surface - wear product - stationary surface as a system.

**Table 4. The content of wear products in oil (without additives) from vehicle mileage**

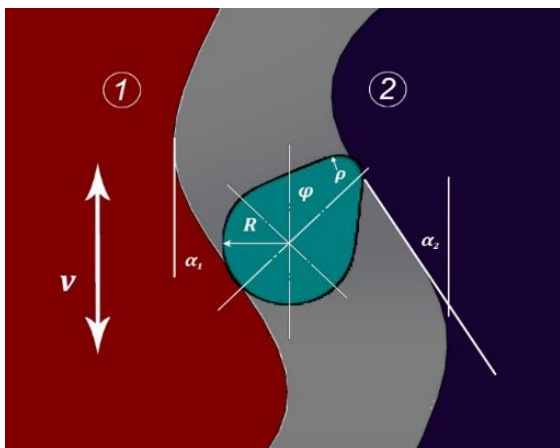
Vehicle mileage, km	Concentration of elements, g/t							
	Fe	Pb	Si	Al	Sn	Cu	Cr	Na
2000	0.0014	0.0065	0.0170	0.0005	0.0009	0.0007	0.0028	0.0001

4000	0.0015	0.0070	0.0780	0.0005	0.0010	0.0007	0.0030	0.0001
6000	0.0018	0.0080	0.0190	0.0005	0.0013	0.0007	0.0035	0.0002
8000	0.0018	0.0090	0.0190	0.0005	0.0013	0.0008	0.0035	0.0002
10000	0.0020	0.0100	0.0190	0.0008	0.0013	0.0008	0.0035	0.0003
12000	0.0025	0.0120	0.0190	0.0008	0.0014	0.0009	0.0035	0.0003
14000	0.0030	0.0135	0.0192	0.0099	0.0014	0.0009	0.0040	0.0003
15000	0.0040	0.0143	0.0194	0.0012	0.0014	0.0009	0.0040	0.0004

For a particle, we take the limiting case of the well-known model of two radii, when one of the arcs is replaced by a tangent connecting the contacting radius  $\rho$  with the volumetric radius  $R$ , and the moving surface will have a relative linear velocity  $v$  (see Fig. No. 6). The angle formed by the longitudinal axis of the particle with the direction of velocity  $v$  will be denoted by  $\varphi$ .



**Fig. 5. Interactions of an oval wear product (particles) with rubbing surfaces a) sectional view of the cylinder block b) interactions of a particle with 1) a cylinder and 2) a compression ring, the form of acting forces**



**Fig. 6. System non-moving surface (cylinder 1) - wear product (particle) - moving surface (compression ring 2)**

The following equations are derived based on the developed model of particle embedment on friction surfaces

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) + \tan \alpha_2 \sin \varphi - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) + (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2) > 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) + \tan \alpha_2 \sin \varphi - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) + (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2) < 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) \cos \alpha_1 + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} \cos \alpha_2 + \sin \varphi \right) - \sin \alpha_1 - \frac{\rho}{R} \sin \alpha_2 - \cos \varphi > 0 \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) > 0 \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi \leq 0 \\ (f_1 - f_2) < 0 \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left( f_1 - \frac{f_{r1}}{R} \right) + \left( f_2 - \frac{f_{r2}}{R+\rho} \right) \left( \frac{\rho}{R} + \sin \varphi \right) - \cos \varphi > 0 \quad (6)$$

$$f = \frac{\tau_0}{c\sigma_S} + \beta + 0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}} \quad (7)$$

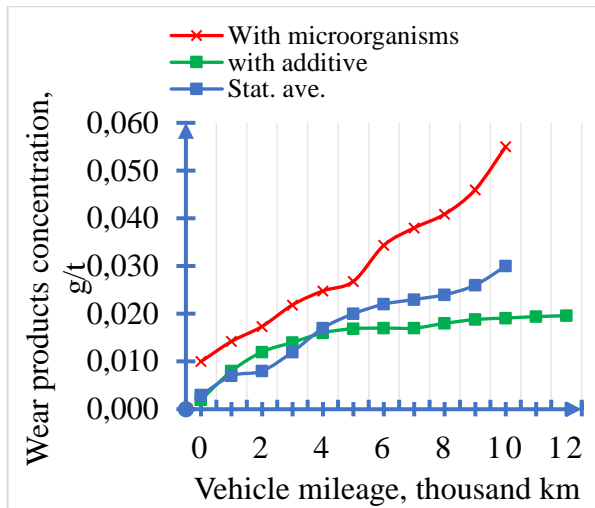
The value  $\frac{\tau_0}{c\sigma_S} + \beta$  is the friction coefficient of adhesion, and the value  $0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}}$  is the deformation coefficient. Depending on the viscosity of the engine oil, the piezoelectric coefficient will have the values  $\beta = 0.02 \div 0.15$ , the higher the viscosity, the higher the piezoelectric coefficient. In the presence of lubrication in the contact, the adhesion component can be taken equal to zero ( $\tau_0 \approx 0$ ,  $\beta \approx 0$ ), and formula (6) can be written as follows:

$$f = 0,44 \sqrt{\frac{h_d}{R_{BH}}} \quad (8)$$

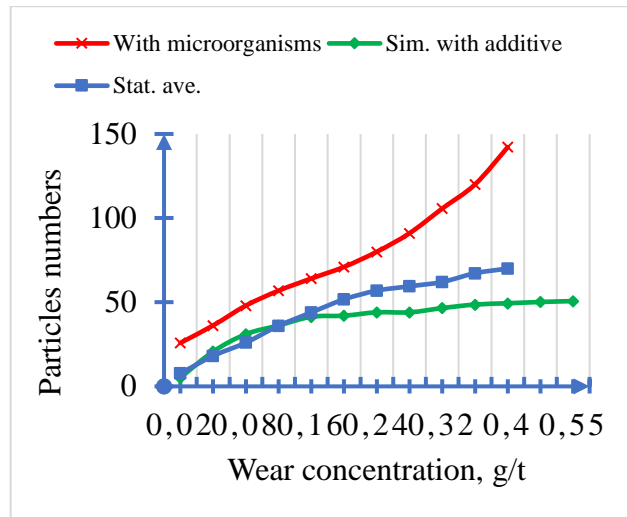
During wear,  $5 \div 10 \cdot 10^{-3}$  mm and  $10 \div 15 \cdot 10^{-3}$  mm size fractions are involved, with an average size of  $7.5 \cdot 10^{-3}$  mm and  $12.5 \cdot 10^{-3}$  mm. We accept that most cases will involve particles with an average size of  $7.5 \cdot 10^{-3}$  mm. We determine the number of abrasive particles according to the formula:

$$n_a = 6.369 \cdot 10^{-2} \frac{G_0 \cdot K_e}{d_a^3 \cdot \gamma_a \cdot n \cdot i} \cdot \delta \quad (9)$$

where,  $K_e = 0.82$ ,  $G_0 = 1 \cdot 10^{-3}$  kg,  $\delta = 0.00013$ ,  $\gamma_a = 2.65 \cdot 10^3$ ,  $n = 1800$ ,  $i = 1$ . Substituting to formula (9), we obtain:

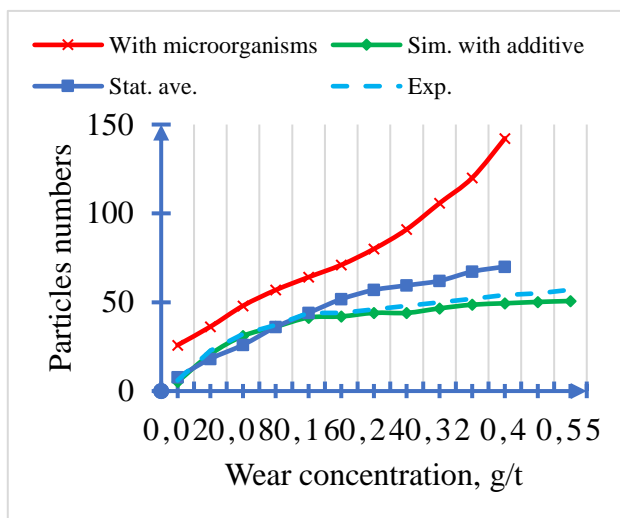


**Fig. 7. Comparison of the increase in the concentration of wear products in the experiment with respect to the car mileage**



**Fig. 8. The number of wear particles in relation to the concentration of wear products**

The amount of Fe in additive oil is reduced to 2.5-5 times after 10,000 km. In this way, the antimicrobial additives used (especially dichloro-naphthoquinone) help to maintain the performance characteristics of the motor oil and reduce the degradation of engine parts.



**Fig. 9. The number of wear particles in relation to the concentration of wear products**

It can be seen from the graph that the experimental data fit with the data obtained using the mathematical model. The difference between the experimental and theoretical data was about 9 percent. Which indicates that the theoretical calculations are very accurate.

Comparative data from experimental tests of engine oil allow us to recommend dichloro-naphthoquinone as an antimicrobial additive. It was found that the effective concentration of this compound is 0.01 wt.%. The additive has a low cost (67,000 soums per 1 kg.), It is produced in large quantities. It does not cause undesirable changes in the physicochemical and performance properties of the oil. It is non-toxic, sharply slows down the process of microbiological oxidation and can significantly increase its service life, and also reduces the wear rate of engine parts, i.e., this additive can be considered multifunctional.

The fourth chapter “Discussion of research results” is devoted to a discussion of the research results. Engine oils operated in hot climates without



special additives are always susceptible to microbiological attack. The presence of microorganisms leads to undesirable consequences, a change in the basic performance properties of engine oils and thereby degrades the quality of the oil and reduces the service life of engines.

The high biological susceptibility of engine oils established by us during the operation of machines in hot climates, as well as the fact that there is very little publication on this issue, was the reason for studying the effect of antimicrobial additives on the performance properties of these oils, directly during the period of operation of the internal combustion engine during the chill period, i.e., the hottest time of the year in Uzbekistan.

Given the rapid adaptation of microorganisms to adverse effects, including certain antimicrobial substances, we have selected additives that have high antimicrobial activity.

According to the results of laboratory researches, antimicrobial additives do not worsen the acid and viscosity characteristics of engine oils, but give them stability against microbiological attack.

The data obtained show that the additive ortho-oxyquinoline, dichloro-naphthoquinone, alpha-naphthoquinone, being introduced into the oil at a concentration of 0.01% of the total mass, not only stabilizes the viscosity and acid properties, but also improves its protective properties against microorganisms. Whereas when engines are running on oil without additives, a significant change in acid and viscosity characteristics is observed in the range from 0.02 to 3.54 mg KOH/g and from 13.3 to 18.9 cSt, respectively.

The high antimicrobial effect of these additives and their ability to impart stability to the antiwear and extreme pressure properties of the oil put them forward in a number of multifunctional additives. The most active of them turned out to be dichloro-naphthoquinone additive. Inhibition of the growth of fungal and bacterial microflora present in engine oil, and its stable protection for a long time (more than three months) are provided at a concentration of 0.01% by weight of the oil product.

Data obtained from comparative performance tests of engine oils without and with the introduction of antimicrobial additives show that changes in the chemical composition of the oil without additives, as a result of microbiological oxidation, can have a negative effect, worsening the lubricating (protective) properties of oils. The occurrence of acids and resins, which are the waste products of microorganisms. Also, carbon deposits, which can form as a result of oil carbonization at high temperature. This can, to a certain extent, worsen its antiwear and anti-friction properties during engine operation.

The deterioration of the lubricating properties entails the deterioration of other properties of the oil associated with a change in its physico-chemical properties and ultimately determining its acceptable service life.

The antimicrobial additives introduced into the oil (especially dichloro-naphthoquinone) slow down its aging as a result of microbiological oxidation, thereby increasing its service life. The action of these additives is based on the inhibition of the growth of microorganisms and the coating of working metal

surfaces with films that weaken their catalytic effect, which stimulates microbiological oxidation.

Evaluation of the wear intensity of parts (metals concentration) by spectral analysis of engine oil samples has a significant advantage over others: high sensitivity and speed of analysis, the ability to simultaneously determine a large number of engine wear elements. At the same time, the following elements were indicators of wear of parts: iron - cylinder liners, chromium - upper piston rings, aluminum - pistons, lead - crankshaft bearing shells, etc. An increase in the concentration of lead - with wear of the crankshaft bearing shells, increased wear of the rings is confirmed by an increase in concentration iron and copper, while the concentration of iron is ahead of the concentration of copper, which causes the destruction of the protective functions of engine oil due to damage by microorganisms.

Despite the high content of the element Si, when using antimicrobial additives, the concentration of wear products in the oil decreases depending on the mileage of the vehicles. Therefore, the tested antimicrobial additives have high protective properties.

Tests have shown that the addition of dichloro-naphthoquinone to engine oil at recommended concentrations sharply slows down the process of microbiological oxidation, significantly increasing its service life. This leads to a significant reduction in oil consumption, the number of operations and the frequency of maintenance for its replacement, improves sanitary and hygienic conditions, reduces the possibility of contamination of work stations for maintenance of machines, increases the efficiency of engine components and mechanisms by reducing wear on the interfaces.

Thus, the properties of the engine oil during operation change due to microbiological oxidation, as well as contamination with low molecular weight acids formed as a result of the vital activity of microorganisms. As a result of oil contact with microorganisms, irreversible changes in their chemical composition occur. Engine oils oxidize, lose their protective properties. Microbiological oxidation is stimulated by the catalytic action of the working surfaces of the metals with which the oil comes into contact. In doing so, **the following happens:**

1. Due to the occurrence of microbiological acids, the acid number increases and corrosiveness increases (the latter depends mainly on the content of microbial waste products).

2. Dense condensed products of microbiological oxidation precipitate and form deposits during engine operation., lubricated surfaces are varnished (polymerized products of microbiological oxidation), and soot (carbonized products of microbiological oxidation), while solid carbon particles are formed in the oil - carbenes and carboids causing wear on engine parts.

3. As a result of microbiological damage, the components of the oil are compacted, while its viscosity increases. Therefore, resistance to microbiological oxidation is one of the main factors determining oil life.

In this regard, its chemical composition and microbial resistance are of great importance. Optimal, in terms of resistance to microbiological oxidation, the chemical composition of oils requires a certain concentration of antimicrobial additives (0.01 wt. %), which inhibiting vital activity and growth, as well as the reproduction of microorganisms.

An analysis of comparative studies on the cultivation of microorganisms in engine oils and comparative data on the stability of various hydrocarbons indicate that the microbiological stability of petroleum oils depends on the hydrocarbon composition: oils from highly aromatized oils are the most microbiologically resistant. Oils containing the largest amount of naphthenoparaffin hydrocarbons in their composition are the least resistant to microorganisms.

As a result of the research, a number of measures have been developed aimed at improving the quality of lubricating oils used in hot climates. One of the main ones is the use of antimicrobial additives that inhibit the growth and reproduction of microorganisms. The annual economic effect in engine oil in operational tests for one car with its annual mileage of 100,000 km amounted to 996,000 soums.

## CONCLUSION

1. Based on the analysis of scientific and technical literature, articles and other sources, the reliability of internal combustion engines and the properties of motor oils used in them were studied theoretically and practically, and the properties of motor oils with antimicrobial additives were justified.

2. The study revealed the accumulation of water in the crankcases in all the test vehicles. The volume of water has increased from 4 to 15% of the volume of engine oil. This layer always contains biomasses (colonies of microorganisms: Mucor, Penicillium, Alternaria, Micrococcus, Diplococcus, Bacterium, Bacillus, developing at the interface between the oil and water phases.

3. It has been established that a sign of microbiological damage to freshly filled engine oil in operation is a deterioration in the main performance indicators in comparison with unaffected oils, i.e., increase in viscosity by 35-40% (on average from 14.3 to 19.9 cSt), acid number on average from 0.02, (norm) to 3.54 mgKOH / g, ash content from 0.04% to 7% by oil mass, alkalinity is reduced from an average of 7.8 to 2.2 mgKOH, flash point decreased by 18-22% from 225 to 185 °C (average);

4. It was found that the accumulation of microorganisms in the car crankcase and its lubrication systems leads to clogging of filter elements and small cross-section holes, increased oxidation processes, and corrosion of engine parts;

5. The use of dichloro-naphthoquinone, alpha-naphthoquinone, ortho-oxyquinolines as anti-microbial additives in motor oils preserves the physico-chemical and operational properties of the oil and made it possible to extend the oil change period from 7-8 thousand km to 10-12 thousand km;

6. The use of antimicrobial additives in oil has been confirmed by experiments to reduce the breakdown products of engine parts by 2.5 to 5 times, which makes them useful as multifunctional additives;

7. By using antimicrobial additives, it was possible to preserve the film-forming properties of the oils and thus reduce the concentration of the internal combustion engine components to 0.0015 g/t Fe and 0.0045 g/t Pb;

8. The economic efficiency of the study was evaluated. When applying the results of the experiment to practice, it was found that the use of an antimicrobial additive reduces maintenance costs by 100,200 soums per oil change interval. In this case, oil savings for each car (car with 100,000 km of mileage) by 10-15 kg per year makes it possible to save 996,000 soums for one light car with annual mileage of 100,000 km. The expected economic efficiency at the scale of the taxi fleet (with 50 cars) is 49,800,000 soums.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.22/01.02.2022.Т.144.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТУРИНСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ**

---

**ТУРИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ В ГОРОДЕ  
ТАШКЕНТЕ**

**МУХИТДИНОВ ОТАБЕК ОДИЛ УГЛИ**

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ДВС ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ  
АНТИМИКРОБНЫМИ ПРИСАДКАМИ**

**05.08.06 – Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация**

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

**Ташкент – 2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2022.2.PHD/T2002.**

Диссертация выполнена в Туринском политехническом университете в городе Ташкенте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.tayl.uz](http://www.tayl.uz)) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Ташпулатов Марвар Мукадырович,</b> Заслуженный наставник молодежи Республики Узбекистан, кандидат технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Шарипов Конгратбай Авезимбетович</b> Доктор технических наук, профессор  <b>Муминжонов Нигмат Мухимович</b> Кандидат технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Андижанский Машиностроительный институт</b>

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года в \_\_\_\_<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD.22/01.02.2022.T.144.01 при Туринском политехническом университете в г.Ташкенте (Адрес: 100095, г. Ташкент, улица Кичик халка йули, 17. Тел./факс: (998-71)-246-50-92, e-mail: [info@polito.uz](mailto:info@polito.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Туринском политехническом университете в г.Ташкенте (Адрес: 100095, г. Ташкент, улица Кичик халка йули, 17. Тел./факс: (998-71)-246-50-32, e-mail: [irc@polito.uz](mailto:irc@polito.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года).

**Ж.Ш. Иноятходжаев**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Т.Р. Пулатов**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, к.т.н., доцент

**К.А.Шарипов**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)**

**Целью исследования** является повышение надежности деталей двигателей внутреннего сгорания путем разработки комплекса мероприятий, направленных на улучшение физико-химических и эксплуатационных свойств моторных масел за счёт подбора антимикробных присадок.

**Объектом исследования** является ДВС автомобиля класса М1 эксплуатируемая в условиях жаркого климата Центральной Азии.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

обосновано влияние микроорганизмов на основные физико-химические и эксплуатационные свойства моторных масел непосредственно при работе двигателей автомобилей класса М1 в жарком климате;

выявлена эффективная концентрация антимикробных присадок в маслах, обеспечивающая их устойчивость к микроорганизмам при эксплуатации;

установлено влияния присадок (антимикробных) на свойства моторных масел и выявлены концентрационные диапазоны, обеспечивающие оптимальные параметры физико-химических и эксплуатационных свойств масел;

установлено, на основании теоретического и экспериментального исследования, сроки по замене фильтрующих элементов и моторного масла.

**Практические результаты исследования.** Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по повышению надежности двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей за счет улучшения свойств моторных масел антимикробными присадками разработаны рекомендации по организации контроля технического состояния легковых автомобилей, эксплуатируемых в жарких (резко-континентальный, сухой) климат Узбекистана, реализованный на ООО «Андижан Автотеххизмат» в Андижанской области (исх. № 09/06-25-2234 от 07.12.2021 г. АО «Узавтосаноат»). Это позволило стабилизировать кислотность и щелочность моторных масел, а изменение рабочей вязкости уменьшилось на 37-38%, что уменьшило затраты на ремонт на 5-7%. В результате научных исследований пробег легковых автомобилей увеличен с 7-8 тыс. км до 12 тыс. км в зависимости от характеристик и физико-химического состояния масла.

Использование антимикробных присадок в горюче-смазочных материалах на гидравлических термопластавтоматах завода узбекско-корейского предприятия ООО «Уз-Донг Янг Ко» (исх. № 09/06-25-2234 от 07.12.2021 г. АО «Узавтосаноат») и удалось увеличить срок их службы (на 10-15%) и срок службы гидравлических масел, а также уменьшить объем ТО, повысить экономию масла и других элементов (на 5-7%).

**Структура и объем диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Она представлена на 158 страницах.

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

**1-бўлим (1<sup>st</sup> part, 1 часть)**

1. O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, M.Toshpulatov “Pollution of air with exhaust gases of internal combustion engine (ICE) vehicles and actions to reduce their toxicity” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте Вестник АСТА – Ташкент, 4/2018 – С. 110-115. (05.00.00; №25).

2. O. Mukhitdinov, M.Toshpulatov “Intensity of wearing details of ice when operating in motor oil without and with antimicrobial additives and their analysis” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте Вестник АСТА – Ташкент, 1/2019 – С. 124-127. (05.00.00; №25).

3. O. Mukhitdinov, A. Sharipov, “The Interaction Mechanism of Fuel Lubricant Materials, Microorganisms and Anti-Microbial Additives” // International journal of “Advanced research in science, engineering and technology”, V.9, Issue 2, 2022. (05.00.00; № 08)

4. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ички ёнув двигателлари ёнилғи мойлаш тизимларинг ишлаш қобилиятини таъминлаш” 1-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004349. Сана.24.12.2021

5. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ensuring operational performance of fuel and oil systems of internal combustion engine” 1-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004348. Сана.24.12.2021

6. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ички ёнув двигателлари ёнилғи мойлаш тизимларинг ишлаш қобилиятини таъминлаш” 2-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004346. Сана.24.12.2021

7. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Обеспечение работоспособности топливных и масляных систем двигателей внутреннего сгорания” 2-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004347. Сана.24.12.2021

8. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Обеспечение работоспособности топливных и масляных систем двигателей внутреннего сгорания” 3-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004344. Сана.24.12.2021

9. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ensuring operational performance of fuel and oil systems of internal combustion engine” 3-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004345. Сана.24.12.2021

10. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ichki yonuv dvigatellarining yonilg'i va moylash tizimlarini ish qobiliyatini ta'minlash” 4-



том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004343. Сана.24.12.2021

11. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Обеспечение работоспособности топливных и масляных систем двигателей внутреннего сгорания” 4-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004345. Сана.24.12.2021

12. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ichki yonuv dvigatellarining yonilg’i va moylash tizimlarini ish qobiliyatini ta’minlash” 5-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004340. Сана.24.12.2021

13. M.Toshpulatov, O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, “Ensuring operational performance of fuel and oil systems of internal combustion engine” 5-том // Монография – муаллифлик ҳуқуқи объекти депонентлаш гувоҳномаси, № 004341. Сана.24.12.2021

## **2-бўлим (2<sup>nd</sup> part, 2 часть)**

14. O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, M.Toshpulatov “Атроф-муҳитнинг автомобиллар ички ёнув двигателларида ишланган газлар билан ифлосланиши ва захарлилиги” // Ekologiya xabarnomasi, O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo‘mitasi – Toshkent, №11/12/2019 – С. 52-56.

15. Otabek Mukhitdinov, “Factors affecting the change in the physicochemical, operational properties of fuel lubricant material and creating conditions for the life of microorganisms” // 1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science (ICPPMS-2021)", Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, June 10-11, 2021 DOI: 10.1007/978-3-319-54660-5\_19. Impact factor for 2014 – 1,54

16. A.K.Sharipov, O.O.Mukhitdinov, “Using standard engine oil in a hydrogen fueled engine” // “International Conference on Innovation in mechanical engineering, energy-saving technologies and increasing the efficiency of using resources”, Part I, Namangan engineering – construction institute, May 28-29, 2021, pp. 29-33.

17. O. Mukhitdinov, «Improving the Performance of Engine Oils by Adding Antimicrobial Additives» // Илмий-амалий анжуман материаллар тўплами «Илм-фан, маданият, техника ва технологияларнинг замонавий ютуқлари ҳамда уларнинг иқтисодий таътиби», Андижон машинасозлик институти, 25-27 май, 2022 йил. С. 341-345.

18. O. Mukhitdinov, «Resistance of Fuel-Lubricant Materials to the Vulnerability by Microorganisms» // Илмий-амалий анжуман материаллар тўплами «Илм-фан, маданият, техника ва технологияларнинг замонавий ютуқлари ҳамда уларнинг иқтисодий таътиби», Андижон машинасозлик институти, 25-27 май, 2022 йил. С. 338-345.

19. O. Mukhitdinov, Sh.Urinboyeva, «Analysis of changes in the physicochemical, operational characteristics of engine oil under external influence» // Annual republican scientific and practical conference «Current state and prospects for the development of architecture, construction and alternative energy», Central Asian journal of STEM, Yeoju Technical Institute in Tashkent, November 19-21, 2021. ISSN -2181-1628, pp. 564-580.

20. O.Mukhitdinov, “Improving the reliability of internal combustion engines of passenger cars by improving the properties of motor oils with antimicrobial additives” // International Conference on Electrical Facilities and Informational Technologies 2022, Turin Polytechnic University in Tashkent, August 10-13, 2022, pp. 94-99.

Авторефератнинг ўзбек, инглиз ва рус тилларидаги нусхалари  
«АКТА-ТТПУ» илмий-техник журнали таҳририясида таҳрирдан ўтказилди.

Босмахона лицензияси:



**9338**

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 55/22.

Гувоҳнома № 851684.  
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.