

Хөдөө аж ахуйн трактор, комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдлыг харьцуулан судалсан дүн

Оюунсурталын Эрдэнэсайхан*^{ORCID}, Цэрэндоржийн Өлзийбаатар

Инженер, технологийн сургууль, ХААИС, Зайсан 17024, Улаанбаатар

*Холбоо барих зохиогч: erdenesaixan@mul.su.mn

 - <https://orcid.org/0000-0002-7913-7557>

Хүлээн авсан: 10.10.2020

Хянасан: 15.01.2021

Хэвлэлтэд орсон: 10.02.2021

Хураангуй

Хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах бохирдуулагч элементүүдээс үндсэн харьцлын эд ангиудыг түргэн элэгдүүлдэг хөө тортог, цахиур, төмөрлөгийг сонгон авч, бохирдлын хэмжээг тогтоох судалгааг гүйцэтгэсэн болно. Судалгааны ажлын хүрээнд тариалангийн талбайн уринш боловсруулах болон хаврын тариалалтанд ашиглагдаж буй трактор, үр тариа хураалтанд ашиглагдаж буй комбайны хөдөлгүүрээс санамсаргүй түүврийн аргаар тосны дээжийг цуглуулсан. Тосны дээжинд агуулагдах хөө тортог, цахиур, төмөрлөг элементийн хэмжээг “Текеномикс Монгол” ХХК-ий итгэмжлэгдсэн лабораторт автомат пепитка, Soot meter, Fluid scan-Q1000 багажуудыг ашиглан тодорхойлов. Лабораторийн шинжилгээний дүнд дээр дурьдсан бохирдуулагч элементүүд нь туршилтанд орсон трактор болон комбайны хөдөлгүүрт өөр өөр байгааг тогтоов. Комбайны хөдөлгүүрийн тосон дахь цахиур тракторын хөдөлгүүртэй харьцуулбал бага байна. Энэ нь комбайны хөдөлгүүрийг бодвол тракторын хөдөлгүүр хөрсний шороо, тоосжилт ихтэй нөхцөлд ажилладагтай холбоотой юм. Тракторын хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах цахиурын хэмжээ харьцангуй өндөр байгаа нь хөдөлгүүрийн үндсэн харьцлын эд ангийн абразив элэгдлийг эрчимжүүлэх хүчин зүйл болж байна. Харин комбайны хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах хөө тортог тракторын хөдөлгүүрийнхээс их байна.

Түлхүүр үг: Хөдөлгүүрийн тос, тосны дээж, хөдөлгүүрийн тосны бохирдол, тосны шүүрний бохирдол

Оршил

Монгол улсад сүүлийн жилүүдэд шинээр орж ирсэн тракторуудын ашиглалтын хугацаанд гарч байгаа нийт гэмтэл саатлын 30...35% нь хөдөлгүүрийн механизм системүүдтэй холбоотой байдаг [1]. Хөдөлгүүрийн эд ангиудын элэгдэлд ачаалал, хурдны горим чухал нөлөөтэй байдаг боловч хөдөлгүүрийн үндсэн харьцлын (цилиндр поршенгийн бүлэг, тахир голт шатуны механизм, хий хуваарилах механизм, гэжээлийн систем) эд ангиудыг механик элэгдэлд оруулагч үндсэн эх үүсвэр нь гадаад орчноос түлш, тос, агаараар дамжин хөдөлгүүрт орсон тоос байдаг [2,3]. Судлаачдын судалгааны ажлын үр дүнгээс харахад трактор, комбайны хөдөлгүүрийн найдвартай ажиллагааг хангах, эдэлгээний нөөцийг тогтоох асуудлыг хөрс, цаг уурын нөхцөл, орчны агаарын

тоосжилт, хөдөлгүүрийн тосны бохирдолтой уялдуулан судалсан байдаг. Судлаачдын бүтээлүүдээс харвал хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах бохирдуулагч элементүүдээс хөө тортог /Soot/, цахиур /Si/, төмөрлөг /Fe/ зэрэг нь эд ангиудын элэгдлийн эрчмийг илүү нэмэгдүүлдэг болохыг тогтоосон байна [8]. Хөдөлгүүрийн бохирдол нь хөдөлгүүрийн эд ангийг элэгдүүлж ашиглалтын нөөцийг багасгахаас гадна түлш, тос, агаарын шүүлтүүрүүдийн хэвийн ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлж улмаар түлш зарцуулалтыг нэмэгдүүлж, чадал, ашигт үйлийн илтгэлцүүр зэрэг техникийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг бууруулж болох юм. Бид энэ таамаглалыг шалгах судалгааг гүйцэтгэх нь ач холбогдолтой ажил болно гэж үзэж байна. Иймд юуны өмнө

хөдөлгүүрийн тосны бохирдлыг судалж, цаашид шүүх элементүүдийн бохирдлоос хамаарсан хөдөлгүүрийн үндсэн үзүүлэлтүүдийн

өөрчлөлтийг судлахаар төлөвлөн ажиллаж байна.

Судалгааны арга зүй, хэрэглэгдэхүүн

Газар тариалангийн үйлдвэрлэлд ажиллаж байгаа трактор, комбайнуудаас санамсаргүй түүврийн аргаар сонголт хийж хээрийн туршилтанд оруулж, тэдгээрийн хөдөлгүүрийн тосноос дээж авч, түлш тосны “Текеномикс Монгол” ХХК-ий итгэмжлэгдсэн лабораторт

шинжилж дараах элементүүдийг тодорхойлов. Лабораторийн шинжилгээнд 12 комбайн, 8 тракторын хөдөлгүүрээс авсан 20 дээжийг хамруулж, тэдгээрт агуулагдах хөө тортог, цахиур, төмөрлөгийн хэмжээг тодорхойллоо.

Трактор, комбайны хээрийн туршилтын нөхцөл, шаардлага, хөдөлгүүрээс тосны дээж авсан аргачлал

1. Туршилтанд орох трактор комбайны хөдөлгүүр нь техникийн бүтэн байдалтай, зохих техникийн үйлчилгээ хийгдсэн хэвийн ажиллагаатай байх нөхцөлийг хангасан.
2. Дээж авахдаа талбайн боловсруулалт, хураалтад ажиллаж байгаа трактор, комбайны хэвийн дулааны горим /80...90°C/-д халсан байсан.
3. Дээрх горимд ажиллаж байсан хөдөлгүүрийг утрааснаас хойш 20 минутанд багтаан тосны

түвшин үзэх (шуп) цоргоны нүхээр зориулалтын вакуум соруулын гуурс оруулан тосны дунд түвшингээс 200 мл хэмжээтэй дээж авсан.

4. Дээж авахдаа тухайн трактор, комбайны үйлдвэрлэсэн он, гүйцэтгэж байгаа ажлын төрөл, ажилласан мото.цагийг тэмдэглэлд хөтөлж байв

Тосны бохирдлын хэмжээг лабораторт тодорхойлсон аргачлал

1. Хөдөлгүүрийн тосыг лабораторийн шинжилгээнд оруулахдаа дээж тус бүрт дугаарлалт хийж шошго наав.
2. Нэг удаагийн пластик гуурсыг автомат пепитканы үзүүрт заасан аргачлалын дагуу угсрав.
3. Дээжийг сэгсрэхгүй байж бохирдлын шинжилгээ хийх багаж (fluid scan-Q1000), тортог хэмжих багаж (soot meter)-ны цонхонд

хий үүсгэхгүйгээр дусааж шинжилгээнд оруулав.

4. Шинжилсэн дээжийн физик, механик үзүүлэлтүүдийг хяналтын ажлын дэвтэрт тэмдэглэв.
5. Лабораторийн шинжилгээг дээрх багажуудаар, өгөгдсөн арга зүйн дагуу гүйцэтгэв.

Судалгааны үр дүн

Дээр дурьдсан газар тариалангийн компани, аж ахуйн нэгжүүдийн трактор, комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдлыг тодорхойлох зорилгоор хээрийн туршилт, санамсаргүй түүврийн аргаар авсан 20 дээжинд арга зүйн дагуу судалгаа, шинжилгээ хийв. Тодорхойлсон

элементүүдийг хүснэгтээр үзүүлж, үр дүнд Microsoft Office программын EXCEL-ийн “DATA ANALYSIS” цэсийг ашиглан математик боловсруулалт хийж, хамаарлыг загварчлан графикаар дүрслэв.

Комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдлын элементүүдийн хэмжээг ажилласан цаг тус бүрээр хүснэгт 1-т харуулав.

Table 1

Combine's engine oil contamination

№	Комбайны марк	Үйлдвэр- лэсэн он	Мото. цаг	Тосон дахь бохирдол		
				Хөө тортог (Soot) 35Abs/cm	Цахиур (Si) 24 mg/kg	Төмөрлөг (Fe) 57 mg/kg
1	Сампо-2055	2001	2282	41.8	11.9	15.2
2	Сампо-2055 (Э.Д)	2002	2134	37.4	10.3	17.8
3	Сампо-2055 (Э.Ц)	2002	2010	33.6	8.7	29.7
4	Сампо-2045 (Д.Ч)	2010	1168	16.7	6.7	35.3
5	Сампо-2065	2010	1317	13.2	6.3	37.5
6	Сампо-2055 (Д.Ч)	2010	1019	11.3	5.6	40.8
7	Сампо-2065	2012	999	10.6	5.1	40.4
8	Сампо-2045	2011	970	4.9	4.9	42.8
9	Сампо-2045	2015	657	4.4	4.6	41.2
10	Фотон-55	2014	551	4.5	4.5	40.6
11	Сампо-2045	2015	450	3.4	3.8	28.5
12	Сампо-2065	2015	345	3.2	4	19.6

Лабораторийн шинжилгээний дүнгээс харахад комбайны хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах хөө тортог, цахиурын хэмжээ, хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа нэмэгдэх тусам өсөх хандлагатай. Хөө тортог өсөх шалтгаан нь тухайн комбайныг хураалтын дараа хадгалалтад тавихдаа хөдөлгүүрийн тосыг солих зааврыг мөрддөггүй, мөн тосолгооны систем болон

хөдөлгүүрийн дотор ихээхэн бохирдолтой болж байгааг илэрхийлж байна. Харин төмөрлөг элемент нь эхний үед өсөх боловч цаашид буурч байгаа үзүүлэлт нь комбайны хөдөлгүүрийн ашиглалт бага, нэг жилд ажиллах хугацаа харьцангуй богино байдагтай холбон тайлбарлаж болно.

Комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдол түүний ажилласан хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдөх үзүүлэлтийг зураг 1-т харуулав.

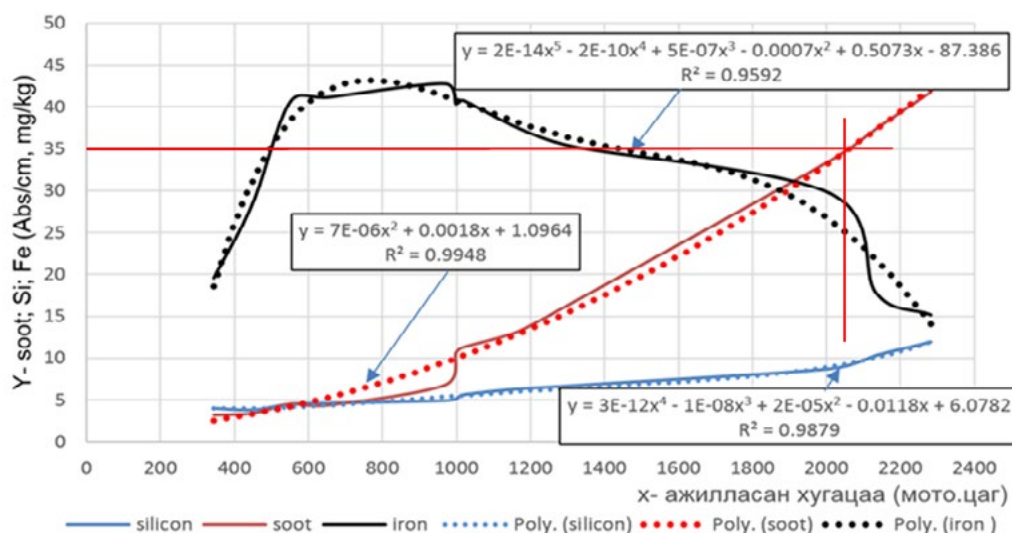


Figure 1. Correlation between combine's engine life and oil contamination

Зургаас харахад 2000 мото.цагаас илүү ажилласан комбайны хөдөлгүүрийн тосонд байгаа тортогийн хэмжээ зөвшөөрөгдөх хязгаар (Soot, 35Abs/cm)-аас давж байна. Харин цахиур болон төмөрлөгийн хэмжээ зөвшөөрөгдөх утга (Si, 24 mg/kg; Fe, 57 mg/kg) -аас хэтрээгүй байна.

Энэ нь комбайны хөдөлгүүрийн тосолгооны системийг 2000 мото.цаг ажилласны дараа заавал угааж цэвэрлэх шаардлагатайг илтгэж байгаа болно. Тракторын хөдөлгүүрийн тосны бохирдлын элементүүдийн хэмжээг ажилласан цаг тус бүрээр хүснэгт 2-т харуулав.

Table 2

Tractor's engine oil contamination

№	Тракторын марк	Үйлдвэр- лэсэн он	Мото.цаг	Бохирдол		
				Хөө тортог (Soot) 35Abs/cm	Цахиур (Si) 24 mg/kg	Төмөрлөг (Fe) 57 mg/kg
1	JD6930	2007	6995	57.81	84.2	201
2	JD6920	2009	5873	35.8	50.7	101.8
3	JD1204	2008	2975	13.8	40.8	35.8
4	Б-1221	2009	2903	10.2	38.6	33.6
5	T-150K	2008	2781	9	33.5	27
6	JD1204	2010	1084	8.57	21.5	38.6
7	Challenger	2011	794	8.1	14	35.7
8	JD804	2010	575	6.8	10.9	32.8

Тракторын хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах элементийн хэмжээ комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдолтой төстэй хамаарлаар нэмэгдсэн байна. Гэхдээ 2000 гаруй мото.цаг ажилласан тракторын хөдөлгүүрийн тосон дахь хөө тортог, мөн ижил хугацаанд ажилласан комбайны хөдөлгүүрийнхээс 1.7...2.1 дахин бага бөгөөд өсөлт жигд байна.

Энэ нь комбайныг бодвол тракторын жилд ашиглах хугацаа урт, ажиллах хугацаанд нь төлөвлөгөөт үйлчилгээг зааврын дагуу гүйцэтгэдэгтэй холбоотой байж болно. Харин тракторын хөдөлгүүрийн тосон дахь цахиурын бохирдол комбайныхаас 3...3.3 дахин их, зөвшөөрөгдөх хязгаарыг давсан байгаа нь тракторын хөдөлгүүр харьцангуй тоосжилт ихтэй нөхцөлд ажилладагтай холбоотой юм.

Тракторын хөдөлгүүрийн тосны бохирдол түүний ажилласан хугацаанаас хамаарч нэмэгдэх үзүүлэлтийг зураг 2-т харуулав.

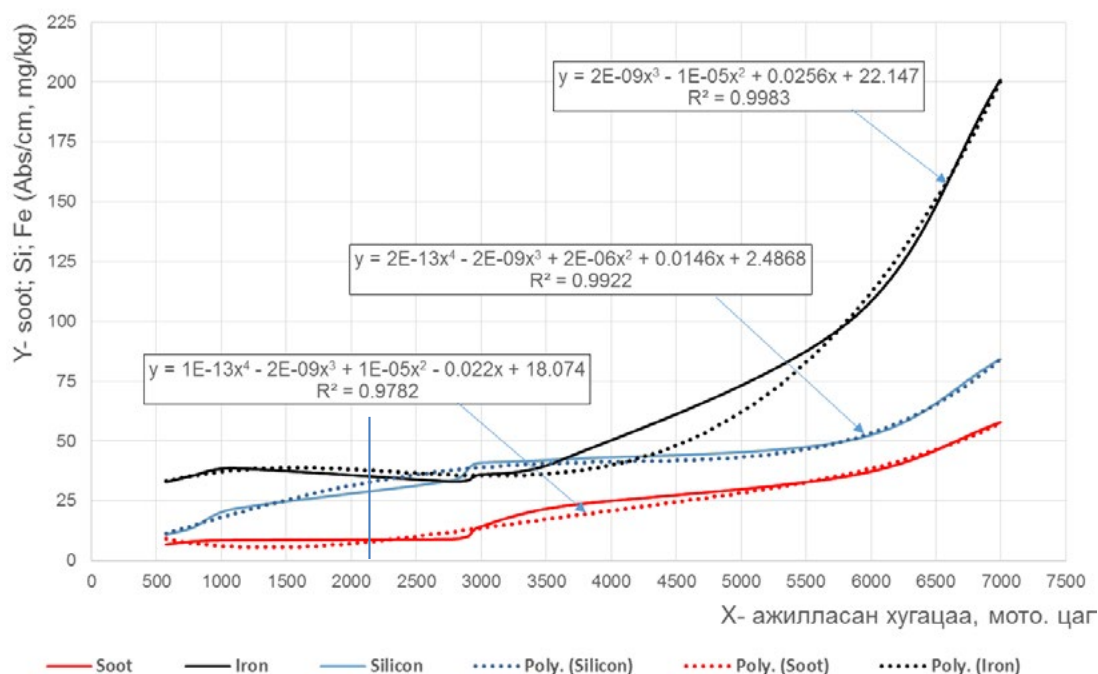


Figure 2. Correlation between tractor's engine life and oil contamination

Хөдөлгүүрийн тосонд цахиурын агууламж ихсэх тусам төмөрлөг элементийн агууламж өсч байна. Хөдөлгүүрийн тосонд цахиурын хольцтой тоос орсноос улбаалж хөдөлгүүрийн элэгдлийн биет (төмөрлөг) үүсэх шалтгаан болдог. Иймд

тракторын хөдөлгүүрийн агаар шүүх элементийг байнга цэвэрлэж байх шаардлагатай төдийгүй агаар цэвэрлэх системийн хийцийг сайжруулах нь чухал юм.

Шүүн хэлэлцэхүй

Т.Хэрүүга, Г.Гантулга, Ү.Цэрмаа, Г. Даваасүрэн, О.Гантулга, И.Доржсүрэн зэрэг эрдэмтдийн бүтээлээс харвал автомашины хөдөлгүүрийн ашиглалтын нөхцлөөс хамааран тосны бохирдол бий болох шалтгаан нөхцөл, тосны трибологийн үзүүлэлтүүдийг судлан улмаар хөдөлгүүрийн үндсэн харьцлын эд ангиудын үрэлт элэгдлийн зүй тогтол, хөдөлгүүрийн техникийн байдал болон үлдэгдэл нөөцийг тодорхойлох, тосны шинж чанарыг дээшлүүлэх, Монгол орны нөхцөлд тос солих хугацааг оновчтой тогтоох чиглэлээр голчлон судалсан байдаг [4,5,6,7,8]. Харин эрдэмтэн Ү.Цэрмаа өөрийн судалгааны бүтээлдээ зарим хөдөлгүүрийг зориулалтын ердийн тосоор тослоход элэгдэл их гарч тосны зарцуулалт ихсэх, утаа хаях, чадал нь буурах үзэгдэл олонтоо тохиолддог талаар дурьджээ [6]. Гадаадын судлаач эрдэмтдийн хувьд Аядин З, Саваз О нар Mobilgard 570 маркийн хөдөлгүүрийн тосыг IFO 380 болон MDO маркийн дизел түлшээр бохирдуулан цилиндр гильз, поршенгийн бүс хоёрын хооронд үүсэх

үрэлтэд хэрхэн нөлөөлж байгааг судалсан байдаг. Тэдний судалгааны дүнд хамгийн бага үрэлтийн коэффициент нь 60 Н ачаалалтай, температур нь 60⁰, эргэх хурд нь 150 эр/мин үед илэрсэн ба тосны бохирдол нэмэгдэх хирээр үрэлтийн коэффициент нь нэмэгдэж байсан [10]. Жаймс А. Аддисон болон Виллиам М Нийделман нар дизель хөдөлгүүрийн тосны бохирдол болоод элэгдлийн төлөв, бохирдол үүсэх хэлбэр, шалтгаануудыг тодорхойлсон байдаг. Хөдөлгүүрийн харьцдаг эд ангийн үрэлтийг бууруулах тосны давхаргын зузааны хамгийн бага хэмжээ нь 20 мкм хүртэл байх ёстой гээд тосонд гаднаас орж бохирдуулах жижиг хэсгүүдийн хэмжээ ч ийм байдаг гэсэн байна [11]. Дээрх байдлаас харвал ХАА-н трактор, комбайны хөдөлгүүрийн тосны бохирдлын шалтгаан, бохирдлын хэмжээг харьцуулан судалсан, түүнчлэн тосны шүүрийн бохирдол хөдөлгүүрийн үзүүлэлтэнд хэрхэн нөлөөлж буй байдал зэрэг чиглэлээр хийгдсэн судалгааны ажил хомс байна.

Дүгнэлт

1. Трактор, комбайны 2500 мото.цаг хүртэл ажилласан хөдөлгүүрийн тосноос авсан дээжинд агуулагдах механик бохирдлын хэмжээг тодорхойлсон туршилтын дүнгээс үзэхэд комбайны хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах хөө тортог тракторын хөдөлгүүрийн тосноос 1.7...2.1 дахин их, цахиур 3.0...3.3 дахин бага, төмөрлөг 1.033...1.5 дахин бага байна.
2. Хөдөлгүүрийн тосонд агаарын тоосжилтоор дамжин орох цахиурын бохирдол агаар шүүгчийн хоолойн байрлах өндөр, гүйцэтгэх ажлын төрлөөс хүчтэй хамаарч байна.
3. Тракторын хөдөлгүүрийн агаар шүүгчийн оруулах хоолойн амыг аль болох өндөрт байрлуулах, эсвэл олон шатлалтай агаар шүүгчийг ашигласнаар хөдөлгүүрийн тосны бохирдлыг бууруулах боломжтой юм.
4. Комбайны хөдөлгүүр тракторын хөдөлгүүртэй харьцуулбал хөрснөөс босдог

- цахиур ихээр агуулсан агаарын түвшнээс дээш байрладаг, ихэвчлэн үр тариа цайруулах явцад үүссэн ургамлын тоосонцортой цахиур багатай орчинд ажилладаг, мөн ургац хураах үед талбайн хөрс ургамлын бүрхэвчтэй байдаг учраас хөдөлгүүрийн тосонд цахиурын бохирдол бага байна. Иймд комбайны хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах төмөрлөг элементийн бохирдлын хэмжээ тракторын хөдөлгүүрийнхээс харьцангуй бага буюу элэгдлийн эрчим бага байна.
5. Комбайны хөдөлгүүрийн тосны шүүрийг хөө тортог, харин тракторын хөдөлгүүрийн тосны шүүрийг цахиур болон төмөрлөг элемент богино хугацаанд бохирдуулдаг байна. Энэ нь хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагаа, үндсэн үзүүлэлтэнд сөрөг нөлөөтэй байж магадгүй гэсэн таамаглал гарч байна.

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

- [1] ХААИС-Инженерийн сургууль. Хөрс боловсруулах цомхотгосон технологийн машин, багажийн ашиглалтын үнэлгээ, машин техникийн эд ангийн шинэчилсэн загвар. /Шинжлэх ухаан, технологийн 2002...2004 онд гүйцэтгэсэн төслийн тайлан/ Улаанбаатар 2004 он.
- [2] В.Н.Ткачев. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. Москва “Машиностроение” 1996 г
- [3] У.Икранов, К.Х.Махамов. Расчет и прогнозирование абразивного износа. Ташкент Издательство. “ФАН” 1982 г
- [4] Т.Хэрүүга Kolar D “Menzy stavu progressivnich materialu s vyuzitim nestandardnich podminkach” Brno. 2002
- [5] Г.Гантулга “Монгол орны нөхцөлд ашиглагдаж буй автомашины хөдөлгүүрийн зарим харьцлын элэгдэлд орчны тоосжилтийн үзүүлэх нөлөө” сэдэвт докторын зэрэг горилсон бүтээл. Радом. 1998 он
- [6] Ү.Цэрмаа. “Машин тоног төхөөрөмжийн эд ангийн элэгдэл түүнийг бууруулах арга замыг судлах нь” Улаанбаатар. 2000 он
- [7] Г.Даваасүрэн “Дотоод шаталтат хөдөлгүүрийн тосны трибологийн үзүүлэлтийн судалгаа” сэдэвт докторын зэрэг горилсон бүтээл. Улаанбаатар. 2016 он
- [8] О.Гантулга “Спектрийн аргаар машин механизмын элэгдэл тодорхойлох” сэдэвт докторын зэрэг горилсон бүтээл. Улаанбаатар. 2015 он
- [9] И.Доржсүрэн “Дотоод шаталтын хөдөлгүүрийн тос сонголт, нөөц тогтоох судалгаа” сэдэвт докторын зэрэг горилсон бүтээл. Улаанбаатар. 2020 он
- [10] Aydin Z, Savas O and others. Effects of fuel contamination to marine lubricant on friction behaviors between piston ring and cylinder liner.//Acta physic polonica a. Vol. 129. 2016. Yildiz Technical University. Istanbul.
- [11] James A. Addison, William M. Needelman. Diesel engine lubricant contamination and wear. Pall Corporation. Glen Gove. Nigeria.

Compared results of agricultural tractors and combine’s engine oil contamination

Erdenesaikhan Oyunsurtal*, Ulziibaatar Tserendorj

School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Zaisan 17024, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: erdenesaikhan@mul.s.edu.mn

 - <https://orcid.org/0000-0002-7913-7557>

Received: 10.10.2020

Revised: 15.01.2021

Accepted: 10.02.2021

Abstract

Soot, silicon, and metals, which degrade rapidly in the main contact parts, were selected from the contaminants contained in the engine oil, and a study was conducted to determine the amount of contamination. As part of the research, oil samples were taken from the tractor engine and combine harvester during processing in the field and during harvest, and the amount of oil contamination was determined by laboratory analysis. Laboratory experiments revealed that soot in combine engine is 1.7...2.1 times greater than tractor engine whereas silicon was 3.0...3.3 times slighter and iron was 1.033...1.5 times slighter.

Key words: Engine oil, oil sample, engine oil contamination, oil filter contamination