



“Agco sisu power” Хөдөлгүүрийн ажлын чадварт нөлөөлөх хүчин зүйлийн судалгаа

Н.Золбоо, Б.Хулан, Ц.Өлзийбаатар*

Инженер, технологийн сургууль, ХААИС, Монгол Улс

*Холбоо барих хаяг: ulzii_48@mul.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Монгол орны нөхцөлд ХАА-н зүтгэх хүчний машины CRD хөдөлгүүрийн техникийн нөөцийг бүрэн ашиглах, шинэ техник технологийг нутагшуулан тогтвортой үйлдвэрлэлийг хангах явдал зүй ёсоор тулгарч байна. Иймд уг хөдөлгүүрийн ажлын чадварт нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тогтоох, нөөцийг нэмэгдүүлэх, бүрэн ашиглах зорилгоор уг судалгааг гүйцэтгэсэн болно. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд бид талбайн нөхцөлд хөдөлгүүрийн ажлын чадварт нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тогтоож лабораторийн туршилт төлөвлөлтийн загварыг гаргасан үр дүнг танилцуулж байна.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: CRD хөдөлгүүр, саатал, туршилт

ОРШИЛ

Одоогийн байдлаар Монгол улсын ХАА-н салбарт нийт 7368 трактор, 1174 комбайн ашиглагдаж байгаагаас 40 орчим хувь нь EURO 5 стандартын CRD дизель хөдөлгүүрээр тоноглогдсон байдаг. Ялангуяа дэлхийн өндөр хөгжилтэй орнууд болох Канад, АНУ, Финланд, Герман зэрэг улсуудаас импортолж байгаа John deere, New Holland, Challenger, Case, SAMPO зэрэг брэндийн зүтгэх хүчний машинууд AGCO SiSu power CRD хөдөлгүүрээр тоноглогдон ирж байна. Энэ байдлаас үзвэл цаашид ч манай улсад ашиглагдаж байгаа уламжлалт дизель хөдөлгүүр бүхий зүтгэх хүчний машиныг ухаалаг удирдлагын CRD системтэй дизель хөдөлгүүртэй зүтгэх хүчний машины тоо нэмэгдэх нь зүйн хэрэг юм. Иймд эдгээр машинуудыг өөрийн орны онцлогт тохируулан нутагшуулах, ашиглалтын үр ашгийг нэмэгдүүлэхийн тулд техник үйлчилгээ, сервис, оношилгоо, ашиглалтыг сайжруулах, техникийн нөөцийг бүрэн ашиглах чиглэлээр туршилт,

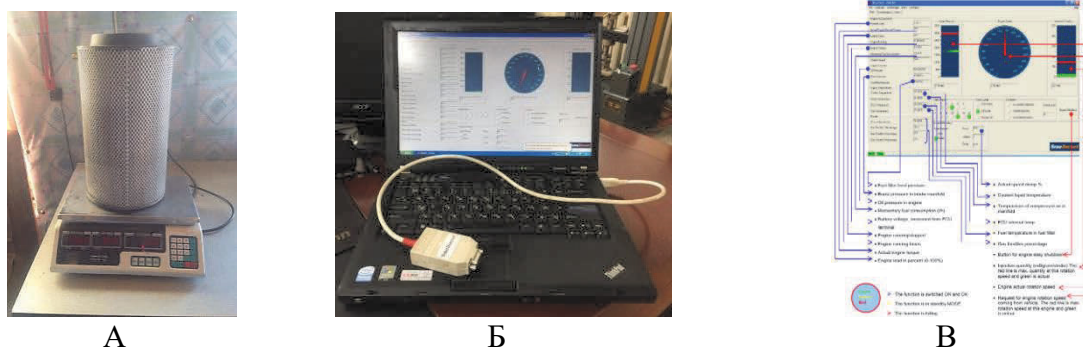
судалгааны ажил гүйцэтгэж үр дүнг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх шаардлагатай байна. Ийм учраас бид 2015 оноос эхлэн Финланд улсад SiSu power хөдөлгүүрийн засвар, үйлчилгээ, оношилгооны чиглэлээр мэргэжил дээшлүүлж, диллер компаний итгэмжлэгдсэн төлөөлөгчөөр ажиллах болсон юм. Үүний зэрэгцээ бид “АгроМото сервис” гарааны компанийг байгуулж ХААИС-ийн Инженер, технологийн сургуулийн Дотоод шаталтат хөдөлгүүрийн лабораторийг AGCO SiSu power CRD хөдөлгүүрийн туршилтын стэндээр тоноглон SAMPO-д суурилсан сургалт судалгааны төвийг бий болгохоор үйлдвэрлэгч, диллер, сургалтын байгууллагын түншлэл төслийг ХААИС-ийн санхүүжилтээр хэрэгжүүлж эхлээд байна. Бид энэ боломж, нөхцөл байдлыг үндэслэн SAMPO комбайны AGCO SiSu power CRD хөдөлгүүрийг судалгааны ажлын объектоор сонгон авч энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэж байгаа билээ.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Судалгаанд Agco SiSu power CRD дизель хөдөлгүүртэй, гидромеханик хүч дамжуулах ангитай, техникийн байдал хэвийн, техникийн үйлчилгээ, тохируулгыг цаг хугацаанд нь бүрэн хийсэн 4-8 жил ажилласан үр тарианы SAMPO маркийн 12 комбайныг хамруулав. Талбайн буюу хээрийн нөхцөлд ажиллаж байгаа комбайны хөдөлгүүрийн ажлын чадварыг илэрхийлэх үзүүлэлтээр түлш зарцуулалтыг, техникийн байдлыг илэрхийлэх үзүүлэлтээр саатлын тоог төлөөлүүлэн авч үзсэн бөгөөд эдгээрг дараах хүчин зүйлс нөлөөлнө гэж тооцов. Үүнд:

1. Комбайны ачаалалт: P_g
 - Машины гүйцэтгэх ажлын төрөл (үр тариа хураалт)
 - Машины ажлын хурд (км/цаг) $V=11$ км/цаг
 - Хүч дамжуулах ангийн төрөл (гидро механик)
2. Хүрээлэх орчны үзүүлэлт:
 - Агаарын даралт - P_w
 - Агаарын чийг - W
 - Агаарын температур - T_w
 - Салхины хурд, чиглэл - V_w зэргийг Булган аймгийн Сэлэнгэ сумын ус цаг уурын станцын 2016 оны 08 сарын 15-аас 09 сарын 25-ны хооронд, 2017 оны 08 сарын 14-с 09 сарын 20 ны хооронд нийт 78 хоногийн мэдээг судалгааны ажилд ашиглав
 - Агаарын тоосжилт - M_w –ийг агаар шүүгчийн бохирдлоор тодорхойлсон бөгөөд агаар шүүгч элементийн тоос багтаамжаар буюу хуримтлагдсан тоосны жингээр тогтоолоо. Агаар шүүгчийн бохирдлыг судалгаа гүйцэтгэсэн 45 хоногийн туршид өдөр бүр хэмжив. Хэмжилтэнд 0,001 нарийвчлалтай 1 А зурагт үзүүлсэн электрон жин ашиглав.

3. Түлшний үзүүлэлт
 - Түлшний температур - T_F – ийг
 - Түлшний физик, химийн шинж чанар /зууралданги/
 - Түлш дах усны хэмжээ M_A
 - Түлшний механик хольц, бохирдлын хэмжээ - M_F зэргийг 78 хоногийн турш өглөө бүр комбайны тунгаагуураас дээж авч дугаарлан “ТЕКЕНОМИКС МОНГОЛ” ХХК-ын итгэмжлэгдсэн лабораторит шинжилж тодорхойлов
 4. Ажилласан хугацаа (мото/цаг) - T_E - г AGCO SiSu power CRD хөдөлгүүрийг оношилох WinEEM3 программ /1 В зураг/ ашиглан тодорхойлов.
 5. Операторчны ур чадвар, мэдлэг – T_O
 6. Сервис үйлчилгээ зааврын дагуу хийгдсэн эсэхийг асуулгын аргаар тодорхойлов. Үүнд:
 - Үр тарианы комбайны оператороор ажилласан туршлага (3-25 жил)
 - SAMPO комбайны оператороор ажилласан туршлага (3-20 жил)
 - Үүнээс тасралтгүй ажилласан байдал (3-25 жил)
 - Мэргэжил дээшлүүлсэн байдал (гадаад, дотоод)
 - Зааврын дагуу үйлчилгээ хийж байсан.
- Хөдөлгүүрийн ачаалалтыг хээрийн буюу талбайн нөхцөлд комбайны хамгийн их ачаалалтай ажиллаж байхад буюу шууд хураалтын үед ажлын хурд 11км/цаг, авцын өргөн-5,1 метр, хөдөлгүүрийн эргэлт дунджаар 2200 эрг/мин үед тооцов. Судалгааны ажлыг 2016, 2017 оны намрын ургац хураалтын үед гүйцэтгэв. Комбайны ажилласан хугацааг тооцохдоо хэмжилт хийх үеийн хөдөлгүүрийн ажилласан цагаар (мото/цаг) авав. Ажилласан хугацаа нь 1300-1900 мото/цаг байв.



1-р зураг. Хэмжилтэнд ашигласан багаж, төхөөрөмж
 А. 0,001 нарийвчлал бүхий электрон жин; Б. Оношилгооны зөөврийн компьютер;
 В. WinEEM-3 оношилгооны програм

Туршилтыг 2016, 2017 онуудад гүйцэтгэсэн ба туршилтын тоог 78-аар сонгосон.

Бидний хээрийн хэмжилтээр гарган авсан тоон цуваа нь судалгааны ажилд тавигдах шаардлагыг хангаж буй эсэх таамаглалыг тодорхойлохын тулд судалгааны ажлын алдаанаас үүдэн хэмжиж авсан тоон өгөгдөл дотор хэт ялгарч байгаа утга байгаа эсэхийг Студентийн шалгуураар, хэмжилтийн утгууд нэгэн төрлийн болох эсэхийг Кохрены G шалгуураар, тоон цуваа хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж буй эсэхийг Пирсоны χ^2

шалгуураар шалгах шаардлага хангаж байгааг тогтоов.

Сонгосон хүчин зүйлүүдийн утгуудад корреляцийн сонгож авсан коэффициентын аргыг ашиглан хүчин зүйлсийн хоорондын хамааралыг шалгав. Үүний үр дүнд хоорондоо хамааралгүй буюу сул хамааралтай ($R_w = 0,5$ –с бага) үзүүлэлтүүдийг авч, хүчтэй хамааралтай ($R_w = 0.75$ -с их) үзүүлэлтүүд нэг нь нөгөөгөө төлөөлөх бүрэн боломжтой гэж үзээд хөдөлгүүрийн ажлын чадвар, сааталд илүү хүчтэй нөлөөлж байгаа үзүүлэлтийг сонгож нөгөөг нь орхисон болно.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Арга зүйн дагуу хээрийн нөхцөлд тодорхойлсон хүчин зүйлсийн хамаарлыг шалгасан үр дүнг 1-р хүснэгтээр, хүчин

зүйлүүдийн хөдөлгүүрийн ажлын чадвар болон сааталд нөлөөлөх байдлыг шалгасан үр дүнг 2-р хүснэгтэнд харуулав.

Хүснэгт 1

Хүрээлэх орчны ба түлшний үзүүлэлтүүдийн хоорондын хамаарлыг шалгасан дүн

Хүрээлэх орчны үзүүлэлт	Агаарын даралт	Агаарын чийг	Агаарын температур	Салхины хурд, чиглэл	Агаарын тоосжилт	Түлшний үзүүлэлт	Түлшний механик хольц, бохирдлын хэмжээ	Түлшдах усны хэмжээ	Түлшний температур
Агаарын даралт	0	0.26	0.35	0.36	0.42	Түлшний механик хольц, бохирдлын хэмжээ	0	0.07	0.15
Агаарын чийг	0.26	0	0.78	0.508	0.98	Түлшдах усны хэмжээ	0.07	0	0.72
Агаарын температур	0.35	0.78	0	0.62	0.608	Түлшний температур	0.15	0.72	0
Салхины хурд, чиглэл	0.36	0.508	0.62	0	0.566				
Агаарын тоосжилт	0.42	0.98	0.608	0.566	0				

Дээрх хүснэгтээс харвал хүрээлэх орчны үзүүлэлтүүдийг: Агаарын даралт, агаарын тоосжилт, агаарын температураар илэрхийлэх боломжтой, түлшний үзүүлэлтийг түлшин дэх усны хэмжээ, түлшний механик хольц бохирдлын хэмжээ, түлшний температур илэрхийлэх боломжтой бөгөөд түлшний температур болон түлшин дэх усны хэмжээ хоорондоо хамааралтай байж магадгүй байгаа тул хөдөлгүүрийн ажлын чадвар, сааталд аль нь илүү их нөлөөлж болохыг шалгах шаардлагатай. Мөн агаарын температур, түлшний температур хоорондоо хүчтэй хамааралтай, агаарын тоосжилт, түлшний механик хольц

бохирдолтой хүчтэй хамааралтай байж магадгүй тул дээрх аргаар дахин шалгахаар болов.

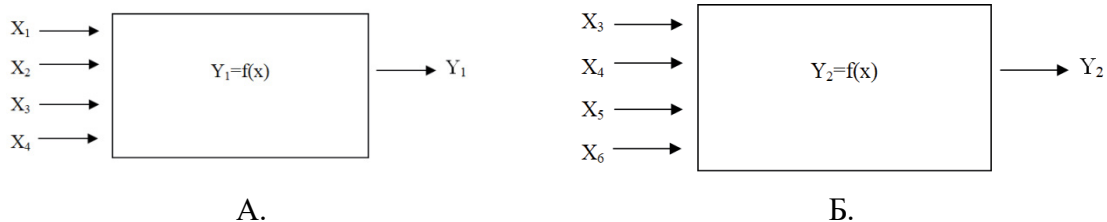
Шалгахад агаарын температур, түлшний температур хооронд $R=0,82$, агаарын тоосжилт, түлшний бохирдол хооронд $R=0.8$, түлшний бохирдол, түлшин дэх ус хооронд $R=0,72$ байна. Энэ нь дээрх хүчин зүйлүүд хоорондоо хүчтэй хамааралтай болохын баталлаа. Эдгээр хүчин зүйлүүдээс түлш зарцуулалт болон сааталд хүчтэй нөлөөлөх хүчин зүйлийг сонгоно. Иймд гаралтын хүчин зүйл болон оролтын хүчин зүйл хоорондын хамаарлыг шалгав. Үр дүнг 2-р хүснэгтээр харуулав.

Хүснэгт 2

Сонгосон хүчин зүйлүүд ажлын чадварт нөлөөлөх байдлын шинжилгээ			
№	Хүчин зүйл	Нөлөөллийн түвшин	
		Саатал	Түлш зарцуулалт
1	Агаарын температур	-	$R=0.46$
2	Түлшний температур	-	$R=0.97$
3	Агаарын тоосжилт	-	$R=0.98$
4	Түлшний бохирдол	+	-
5	Түлшин дэх ус	+	-
6	Агаарын даралт	-	-
7	Ажилласан хугацаа	+	+
8	Операторын ур чадвар	+	+

Тайлбар (+)-нөлөөлнө, (-)-нөлөөлөхгүй
 Дээрх хүснэгтээс харахад түлш зарцуулалтанд нөлөөлөх түвшингийн хэмжээ агаарын температур $R=0.46$, түлшний температур $R=0,97$ байгаа тул түлшний температурыг сонголоо. Хүснэгтэнд (-) тэмдэгтэй байгаа хүчин зүйлүүд гаралтын хүчин зүйлд нөлөөлөхгүй, (+) тэмдэгтэй

хүчин зүйлүүд гаралтын хүчин зүйлд шууд нөлөөтэй гэдэг нь тодорхой тул эдгээр хүчин зүйлүүдийг сонгож авсан болно. Дээрх үр дүнгээс авч үзвэл хөдөлгүүрийн ажлын чадвар, сааталд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн математик загварын бүдүүвч нь дараах байдалтай гарч байна. Үүнийг доорх зурагт харуулав.



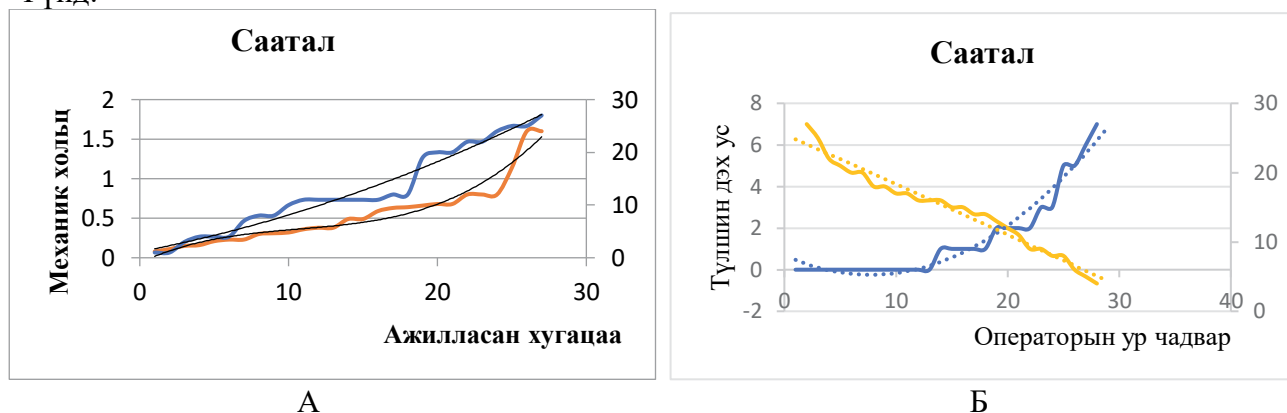
Зураг 2. Гаралт ба оролтын хүчин зүйлийн хамаарлын загварын бүдүүвч

А. Түлш зарцуулалт ба хүчин зүйлсийн хамаарлын загвар; Б. Хөдөлгүүрийн саатал ба хүчин зүйлсийн хамаарлын загвар

X_1 - Түлшний бохирдол, X_2 - Түлшин дэх ус, X_3 - Ажилласан хугацаа, X_4 - Операторын ур чадвар, X_5 - Агаарын температур, X_6 - Агаарын тоосжилт, Y_1 - Саатал, Y_2 - Түлш зарцуулалт

Дээрх загварын дагуу хөдөлгүүрийн ажлын чадвар ба сааталд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн нөлөөг хээрийн хэмжилтээр тогтоосон үр Үүнд:

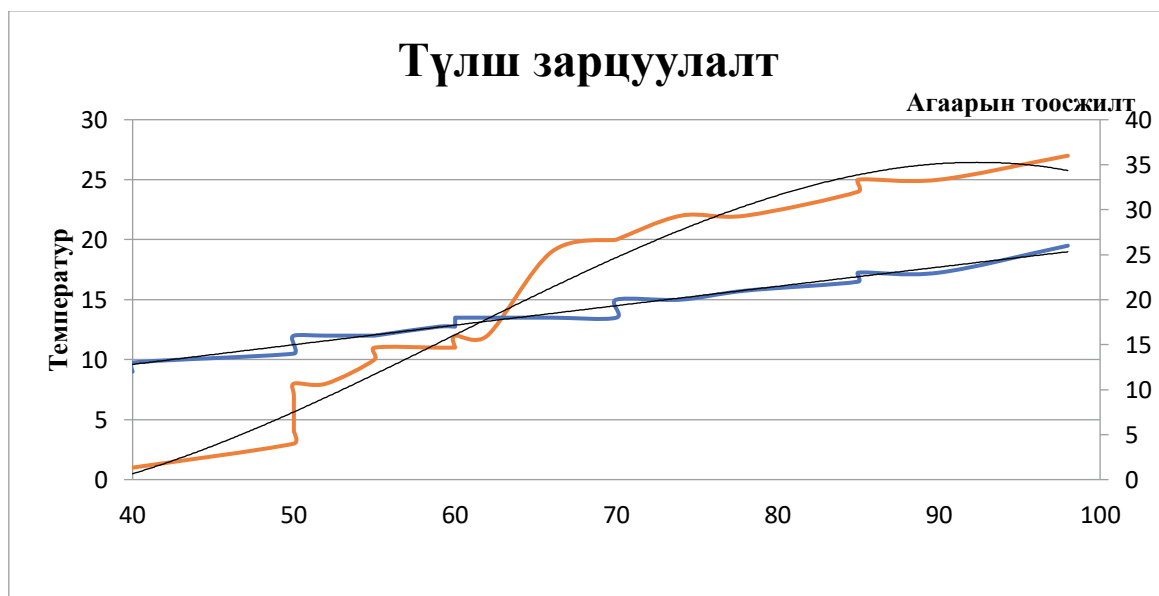
дүнг ашиглан дараах байдалтай графикаар дүрслэв.



Зураг 3. Хөдөлгүүрийн сааталд түлшин дэх механик хольц болон операторын ур чадварын үзүүлэх нөлөө

Дээрх 3А зургаас харахад түлшин дэх механик хольцийн хэмжээ хөдөлгүүрт илрэх саатал 3-р эрэмбийн $y = 0.0002x^3 - 0.0068x^2 + 0.0885x - 0.065$, хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа хөдөлгүүрийн сааталд 2-р эрэмбийн $y = 0.0157x^2 + 0.5402x + 1.159$ полином муруйн хуулинд тус тус захирагдаж байна.

Мөн 3Б зургаас харахад түлшин дэх ус хөдөлгүүрийн сааталд 2-р эрэмбийн $y = -0.0008x^2 - 0.7086x + 25.513$, оперторын ур чадвар хөдөлгүүрийн сааталд 2-р эрэмбийн $y = 0.0157x^2 - 0.2425x + 0.6899$ полином муруйн хуулинд тус тус захирагдаж байна.



Зураг 4. Түлш зарцуулалтад агаарын тоосжилт, температурын үзүүлэх нөлөө

Дээрх зургаас харахад агаар шүүгчид хуримтлагдсан тоосны хэмжээнээс хөдөлгүүрийн түш зарцуулалт 3-р эрэмбийн $y = -0.0002x^3 + 0.0382x^2 - 1.6284x + 18.087$,

түлшний температураас хөдөлгүүрийн түлш зарцуулалт 2-р эрэмбийн $y = -6E-05x^2 + 0.225x + 3.9402$ полином муруйн хуулинд тус тус захирагдаж байна.

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

ШУТИС-ийн судлаач доктор Д.Ганбат 2009 онд “Дизель хөдөлгүүрийн форсункны оношлолын судалгаа” сэдэвт ажлаар нэг сэдэвт бүтээл туурвиж техникийн ухааны докторын зэрэг хамгаалсан байдаг бөгөөд уг ажлын хүрээнд автомашины CRD хөдөлгүүрийн форсункны хийцэд өөрчлөлт оруулсан байдаг.

Манай улсын эрдэмтэн Т.Нигамет, Б.Пүрэвдорж, Ц.Өлзийбаатар, Г.Гантулга, Г.Даваасүрэн нар нь тодорхой судалгааны ажлыг хийсэн боловч эцсийн дүнд эдгээр судалгааны ажил нь уламжлалт хийцийн дизель хөдөлгүүрт хамаарагдаж байгаа юм.

Орчин үед олон улсад хэдийнээ EURO-3 стандартын хөдөлгүүр нэвтэрсэн бөгөөд цаашид EURO-4, EURO-5 стандартын хөдөлгүүрийн түлшний систем, программ, техник хангамжийн чиглэлээр судалгааны ажил хийгдэж байгаа ба энэ нь манай орны хувьд шинэ зүйл юм. Хөдөлгүүрийн ашиглалтын талаарх судалгааны ажлын дүнгээс харвал Монгол орны нөхцөлд ХАА, газар тариалангийн салбарт ажиллах CRD хөдөлгүүртэй зүтгэх хүчний машины ажлын чадварт нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлж нөөцийг нэмэгдүүлэх талаар судалгааны ажил огт хийгдээгүй байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Хээрийн нөхцөлд хөдөлгүүрийн сааталд голлон нөлөөлөх хүчин зүйлээр түлшний бохирдол, түлшин дэх ус, хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа, операторын ур чадвар, түлш зарцуулалтад агаарын температур, агаарын тоосжилт, хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа, операторын ур чадвар нөлөөтэй болохыг тогтоолоо.
2. Агаарын температур болон тоосжилт нэмэгдэх буюу агаар шүүгч бохирдол ихтэй үед түлш зарцуулалт нэмэгдэж байна.
3. Хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа, түлшин дэх механик хольцийн хэмжээ нэмэгдэхэд хөдөлгүүрт илрэх саатлын тоо нэмэгдэж байгаа ба түлшин дэх усны хэмжээ нэмэгдэхэд саатлын тоо нэмэгдэж операторын ажилласан жил ахих тусам хөдөлгүүрт илрэх саатлын тоо буурч байгаа нь тогтоогдлоо.

The study of influencing factors on working capability of “Agco sisu power” engine utilized for crop production in Mongolia

Zolboo N., Khulan B., Ulziibaatar Ts. *

School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Mongolia

*Corresponding author: ulzii_48@muls.edu.mn

ABSTRACT

Due to our country's weather conditions and improper exploitation of these macheries, there has been occurring series of technical failure, and the down state of the power machinery equipped with smart system CRD engine. Moreover, technical idle and the product cost industrial has been increased.

As a result of above mentioned problem, we need to use efficiently the technical resource of agricultural power machines with CRD engine.

The aim of our research work was to determine the factors influencing on engine working power, to increase the technical resource and to use it efficiently.

Within the frame work of our research study, we are introducing the determination of the influencing factors of working capability of engine in field case, and the result of the laboratory testing the and plan model.

KEY WORDS: CRD engine, up state, failure, factor, experiment