

ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ТОСНЫ МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАР БА ЭД АНГИЙН ЭЛЭГДЭХ ХАНДЛАГА

Г.Даваасүрэн, Г.Гантулга, Ү.Цэрмаа

ХААИС, Инженерийн сургууль

e-mail: davaana2002@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Аливаа машин техник , тэдгээрийн агрегат, зангилаа эд ангийн удаан эдлэхүй, найдвартай ажиллагааг хангах, ашиглалтын үр ашгийг дээшлүүлэх гол хүчин зүйлүүдийн нэг нь тосолгоо, тосолгооны материал байдаг учраас түүний үүрэг, ач холбогдол асар их билээ. Тосолгооны материалын үндсэн зориулалт нь машины элементүүдийн элэгдлийн эрчмийг бууруулахад оршино. Иймээс манай оронд нийтлэг хэрэглэж байгаа хөдөлгүүрийн тосонд шинжилгээ хийж гарсан үр дүнг энэхүү өгүүлэлд багтаав.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Тосны шинжилгээ, физик химийн үзүүлэлтүүд, техникийн ашиглалт, хяналт

ОРШИЛ

Эрс тэс, хуурай уур амьсгалтай манай орны хувьд гадаадаас өндөр үнээр авсан техник хэрэгслийг эдэлгээний хугацаанд нь гэмтэл, сааталгүй, нөөцийг бүрэн ашиглахын тулд техникийн оношлогоо, үйлчилгээг үйлдвэрээс тогтоосон хугацаанд оновчтой гүйцэтгэх, түүнчлэн Монгол орны ашиглалтын нөхцөлтэй уялдуулан оношлогоо, үйлчилгээг гүйцэтгэх

дэвшилтэт технологийг нэвтрүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Энэхүү судалгааны ажил нь хөдөлгүүрийн тосон дахь механик хольцын агууламжаар эд ангийн элэгдлийг үнэлэх зорилгоор эхлээд оновчтой аргыг сонгож дараа нь ашигласан тосон дахь металлын агууламжаар эд ангийн элэгдлийн явцыг тодорхойлж, үнэлгээ өгөх зорилтыг шийдвэрлэв.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Дотоод шаталтын хөдөлгүүрийн эд ангиудын үрэлт, элэгдлийг хэдэн зуу дахин багасган, хэт элэгдлээс хамгаалахын тулд хөдөлгүүрийн тосыг ашигладаг. Хөдөлгүүрийн тос нь хөдөлгүүрийн эд ангиудын гадаргуу дээр бий болсон дулааныг

гадагшлуулах, элэгдлийн материалыг зайлуулах, зай завсрыг битүүмжлэх, жигд эргэлтийг хангах, зэврэлтээс хамгаалах, доргилт цохилтыг саармагжуулах, үрэлтийн гадаргуу дээр элэгдлээс хамгаалах тосны хальсан бүрхүүл бий

болгох зэрэг олон талын үүрэгтэй байдаг. Сүүлийн үед ихэвчлэн синтетик тосыг (хүснэгт 1) илүү хэрэглэх болсон бөгөөд синтетик тос нь ердийн эрдсийн тосон дээр тосны элэгдэл,

зэврэлтийг бууруулах, исэлдлийг сааруулах чадварыг дээшлүүлэх нэмэлт бодис агуулсан байдгаараа онцлогтой юм.

Хүснэгт 1

Синтетик тосны агууламж

Нүүрстөрөгч	Устөрөгч	Хүхэр	Азот	Хүчилтөрөгч	Сульфат	Кальци	Фосфор	Цайр
С (%)	Н (%)	S (%)	N (%)	O (%)	Sul (%)	Ca (%)	P (%)	Zn (%)
80-85	13,00	6	1,8	1	0,15	0,15	0,15	0,15

Хөдөлгүүрийн тосонд агуулагдах элэгдсэн металлын хэмжээгээр шинжилгээ хийх дараах аргууд байдаг.

1. *Спектрометрийн арга* (ppm=0.0001%). Энэ нь ашигласан тосонд агуулагдах металл элементүүдийн агуулгыг 0,0001%-иар илэрхийлэх арга. Дотроо 2 янз. XRF spectrometer, ICP-atomic emission spectrometer.
 2. *PQ index –ийн арга* (Particle quantify). Ашигласан тосонд агуулагдах металлын жижиг хэсгийг спектроскопоор харж микроноор илэрхийлэх арга.
 3. *Феррографийн арга*. Ашигласан тосонд агуулагдах металлыг тосноос ялган хэмжээг шууд илэрхийлдэг арга.
- Эдгээр аргуудаас атомын эмиссийн спектрометрийн аргыг сонгож судалгаа хийв. Энэ шинжилгээний арга нь ашигласан тосолгооны материал дахь металлын

агууламжийг тодорхойлох, шинжилгээний тоног төхөөрөмжийн ашигтай параметрийг тогтооход оршино. Атомын эмиссийн спектрометрийн аргыг хэрэглэхэд хоёр төрлийн төхөөрөмж ашигладаг. ICP (inductively coupled plasma) индукцийн холбоот плазм. RDS (rotating disk spectroscopy) эргэх диск бүхий спектроскоп (нүүрстөрөгчит эргэх диск, өндөр гүйдлийн электрод). Эхний арга нарийвчлал өндөртэй, маш бага хэмжээний металлыг ч илрүүлэх чадвартай тул хоёр дахь аргаасаа илүү давуу талтай. Туршилтад Mobil 15W-40 тос ашиглав. 2-р хүснэгтэд хөдөлгүүрийн тосны физик, химийн үзүүлэлтүүдийн зөвшөөрөгдөх хазайлтыг туршилтаар тодорхойлсон дүнг харуулав. 3-р хүснэгтэд хөдөлгүүрийн тосон дахь элементүүдийн металл хольцын илэрхийлэлийг харуулав.

Хүснэгт 2

Хөдөлгүүрийн тосны физик, химийн үзүүлэлтүүдийн зөвшөөрөгдөх хазайлт

Үзүүлэлтүүд	Хамгийн их зөвшөөрөгдөх утга	Үзүүлэлтүүд	Хамгийн их зөвшөөрөгдөх утга
Кинематик зууралдлага, мм ² /с	-20%	Pb агууламж, %	40ppm
Усны агууламж	Max 0,2%	Sn агууламж, %	15ppm
TBN, mgKOH/g	-50% хүртэл	Si агууламж, %	10-20ppm
Fe агууламж, %	100ppm	Al агууламж, %	40ppm
Cu агууламж, %	50ppm	Cr агууламж, %	30ppm

Хүснэгт 3

Туршилтаар илэрсэн элементүүдийн илэрхийлэл

Элемент	Нэр	Хөдөлгүүрийн аль эд ангийг илэрхийлэх
Cu	Copper	Холхивчны элэгдлийг
Fe	Iron	Поршений бүс, шатун, тахир гол, цилиндр блок
Cr	Chromium	Поршений бүс
Al	Aluminum	Цилиндр блок, втулк (цөн) , холхивч
Sn	Tin	Холхивчны элэгдлийг
Pb	Lead	Холхивчны элэгдлийг
Ca	Calcium	Тосонд нэмэлтээр хийдэг угаагч бодис
Mg	magnesium	Тосонд нэмэлтээр хийдэг угаагч бодис

Zn	Zinc	Элэгдлийн эсрэг элемент
P	Phosphorus	Элэгдлийн эсрэг элемент
Mo	Molybdenum	Өндөр чанаржуулсан ганд агуулагддаг элэгдлийн эсрэг нэмэлт
Si	Silicon	Бохирдуулагч элемент

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Туршилтыг шороо тоос ихтэй, хүнд нөхцөлд ажилладаг Komatsu, Wiscugus маркийн эксковаторын дизель хөдөлгүүрийн тосноос ойролцоогоор ажлын 250 цаг тутамд 8 удаа дээж авч судалсан. Элэгдсэн металлын хэмжээг ppm буюу 0,0001%-иар илэрхийлж 4-р хүснэгтэд харуулав. Ашигласан тосон дахь механик хольцын металл элементүүдийн агууламжыг 1-р зурагт графикаар харуулав.

Ca, Mg, Zn, P зэрэг нь хөдөлгүүрийн синтетик тосонд агуулагддаг, элэгдэл зэврэлтийг бууруулах, угаах чанарыг дээшлүүлэх үйлчлэлтэй элементүүд юм. Гэсэн хэдий ч Ca агууламж ихсэх нь агаараас ирэх бохирдолтой мөн холбоотой. (3-р зураг)

Гулсах холхивчийг ихэвчлэн гангаар хийж хөнгөнцагааны хайлш, хар тугалга, цагаантугалгаар өнгөлдөг. Иймээс хар тугалга, цагаан тугалгын хэмжээгээр түүний элэгдлийг үнэлэх боломжтой. (4-р зураг)

Тосолгооны материал дахь металл биш элементүүд дотроос хамгийн аюултай элемент нь

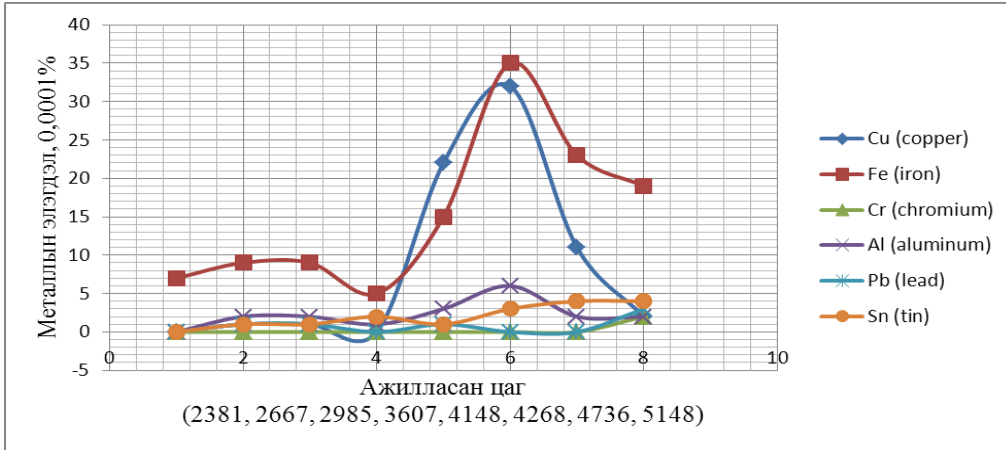
- Цахиурын элс, Кварцын элс (SiO₂) байдаг. Энэ нь тоосжилт буюу агаар шүүгч төхөөрөмжийн доголдолтой ажиллагаанаас үүсэлтэй. (5-р зураг) Тосолгооны материалд агуулагдах шингэн хольцоос ус хамгийн их аюултайд тооцогдоно.. Устөрөгч нь эд ангийг устөрөгчийн нэмэлт элэгдэлд оруулж үрэлтийн гадаргуун эвдрэлийг хурдасгадаг. Хөдөлгүүрийн тосны элэгдэл, зэврэлтээс хамгаалах шинж чанар буюу TBN - 1г тосонд агуулагдах КОН буюу шүлтийн хэмжээ, хүчлийг саармагжуулах үүрэгтэй. TBN-ий хамгийн бага утгыг тодорхойлохдоо SAE болон API -н ангилал нь ижил боловч үйлдвэрлэгч нь өөр өөр, өвөл зуны аль ч улиралд ашиглаж болох тоснуудыг харьцууллаа. (6-р зураг)

Тосны ашиглалтын үндсэн параметр нь зуурамтгай чанар байдаг. 100⁰C дахь зууралдлагын хамгийн бага утгыг тодорхойлохдоо SAE болон API -н ангилал нь ижил боловч үйлдвэрлэгч болон төрөл нь өөр, өвөл зуны аль ч улиралд ашиглаж болох тоснуудыг харьцууллаа. (7-зураг)

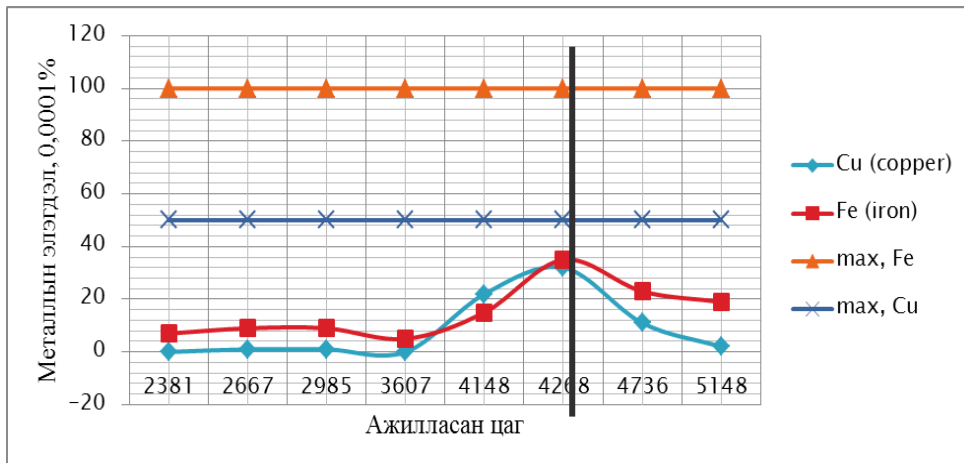
Хүснэгт 4

		Туршилтын үр дүн							
Ажилласан цаг Equipment meter	2381	2667	2985	3607	4148	4268	4736	5148	
Cu (copper)	0	1	1	0	22	32	11	2	
Fe (iron)	7	9	9	5	15	35	23	19	
Cr (chromium)	0	0	0	0	0	0	0	2	
Al (aluminum)	0	2	2	1	3	6	2	2	
Pb (lead)	0	1	1	0	1	0	0	3	
Sn (tin)	0	1	1	2	1	3	4	4	
Si (silicon)	0	2	3	3	5	6	4	2	
Na (sodium)	1	3	4	4	2	4	0	4	
B (boron)	2	0	1	131	322	214	309	10	
K (potassium)	0	0	0	0	0	2	0	0	
Mo (molybdenum)	15	14	12	105	39	45	33	3	
Ni (nickel)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ag (silver)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ca (calcium)	2490	2199	2141	3920	3734	4396	3422	2675	
Mg (magnesium)	56	16	9	65	7	7	76	340	
Zn (zinc)	1146	1039	1068	1647	1190	1352	2649	1638	
P (phosphorus)	982	927	920	1480	1025	1171	1805	1323	

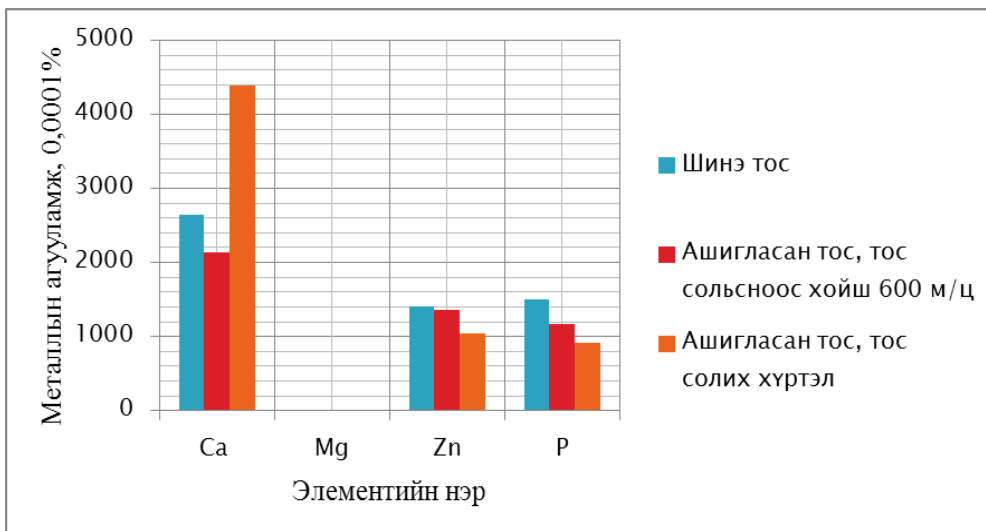
*Улаан шугаман дээр тос сольсон.



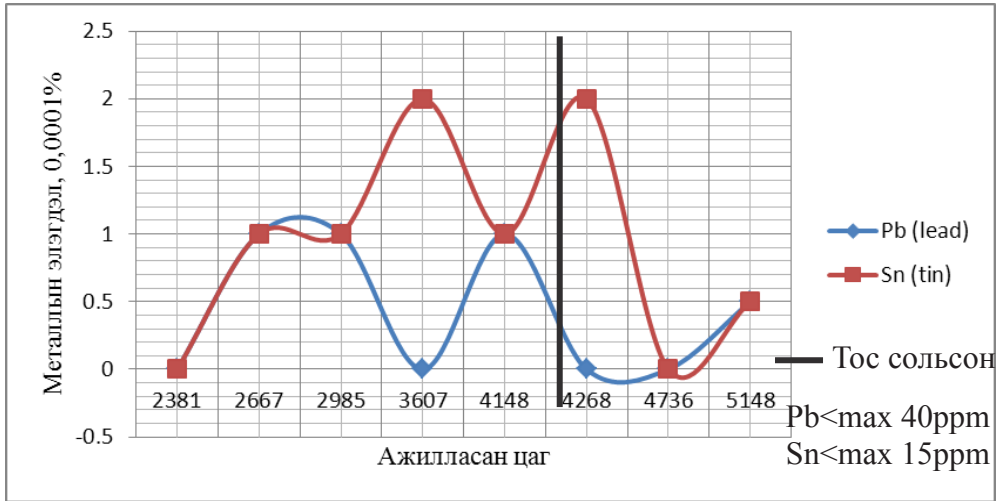
1-р зураг. Ашигласан тосон дахь металл элементийн агууламж



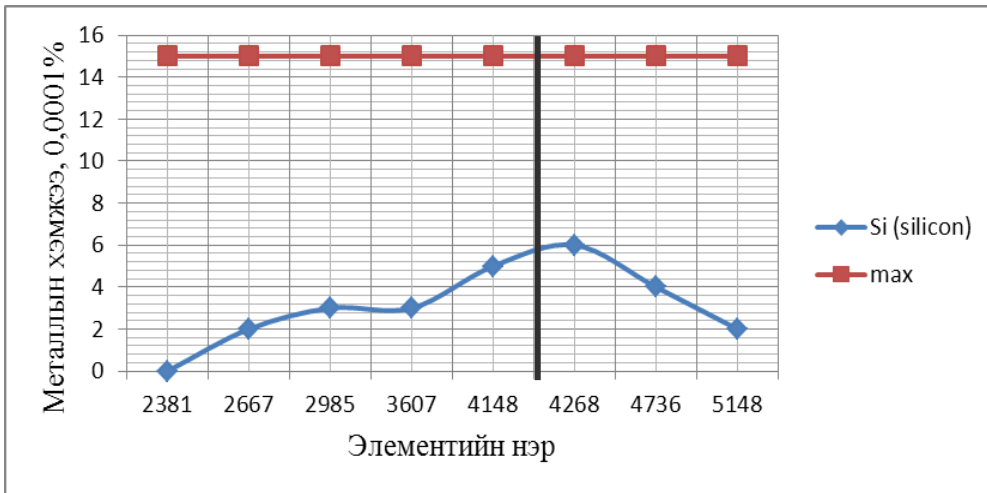
2-р зураг. Хөдөлгүүрийн гол эд ангиудын элэгдлийг хянах боломж



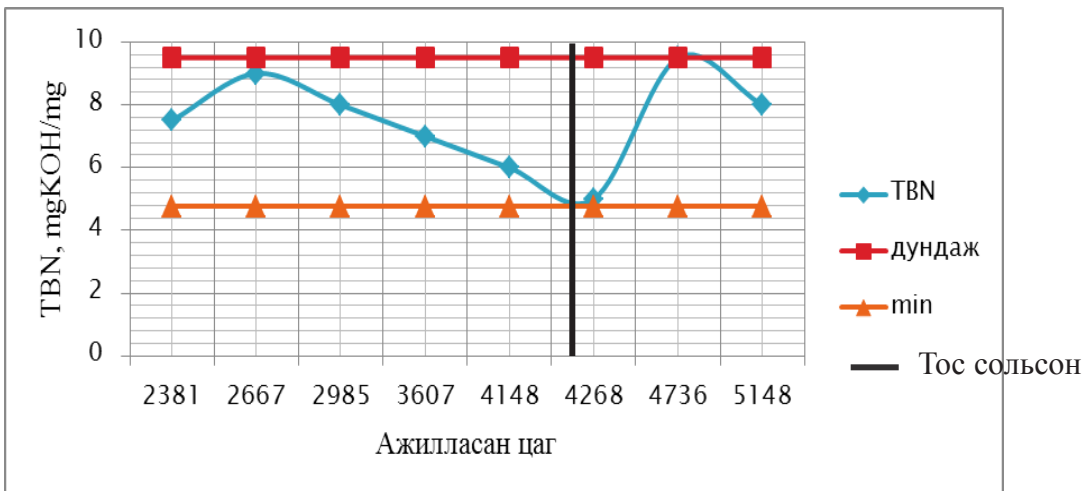
3-р зураг. Хөдөлгүүрийн тосон дахь идэвхтэй элементүүдийн массын хувь



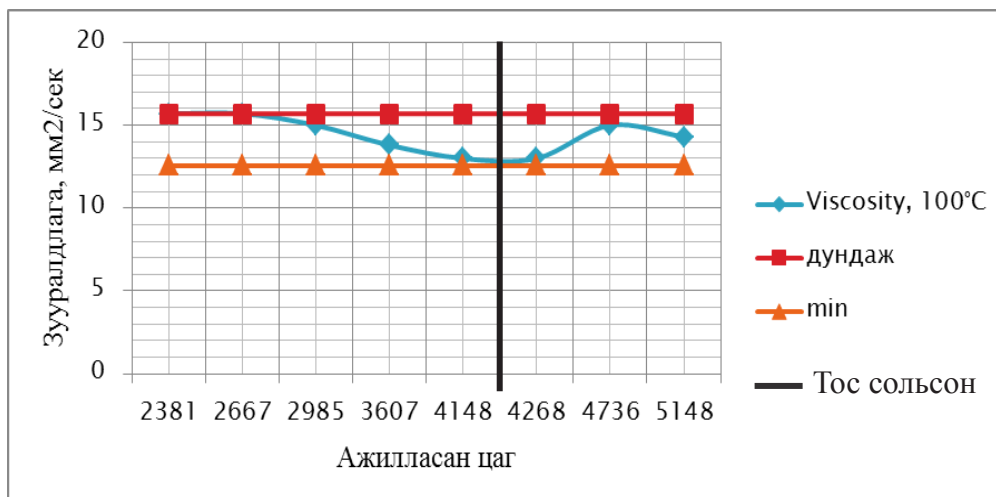
4-р зураг. Гулсах холхивчийн элэгдлийг хянах боломж



5-р зураг. Бохирдуулагчийн хандлага (Si)



6-р зураг. TBN-ийн бууралт



7-р зураг. 100°C дахь зууралдлагын бууралт

ДҮГНЭЛТ

1. Тосон дахь механик хольцод байгаа химийн элементүүдийн агууламжийг тодорхойлсноор эд ангийн элэгдлийг хянах боломжтой юм. Ашигласан тосонд илрэх гадны механик элемент /цахиур/-ийн хэмжээ ихсэхийн хэрээр тосон дахь металл хольцын агууламж ихэсч байгаа нь элэгдэл эрчимжиж буйг илэрхийлж байна.
2. Цаашдаа механик хольцод агуулагдаж буй элементүүдийн агууламжаар элэгдэлд үнэлгээ өгөхдөө аль эд ангийн элемент давамгайлж байгааг тодорхойлох жишиг үзүүлэлтүүдийг оновчтой тодорхойлох шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН НОМ, СУРАХ БИЧИГ

1. Ч.Авдай, М.Шараа нар “Тосолгооны материал” 2000
2. Ч.Авдай, Г.Гантулга “Түлш, тосолгооны материал, техникийн ашиглалтын шингэний зориулалт, хэрэглээ” 2002
3. Shackelford, James F. “Structure of Materials”, “Materials Science and Engineering Handbook” 2001
4. Bharat Bhushan “Modern tribology handbook” 2001

ABSTRACT

Different technical systems require for the appropriate lubricant to be used at the appropriate place, at the appropriate time and in an appropriate quantity. Determination of technical systems condition has very important role in development of friction theory and practice, wear and lubrication. Using Oil Analysis programs for engine oils has several benefits: reduction of unscheduled vehicle downtime, improvement of vehicle reliability, help in organizing effectiveness of maintenance schedules, extension of engine life, optimization of oil change intervals and reduction of cost of vehicle maintenance.