

ХАЯГДАЛ ТОСНООС БИОДИЗЕЛЬ ТҮЛШ ГАРГАЖ ХАРЬЦУУЛАН СУДАЛСАН ҮР ДҮН

Н.Болор-Эрдэнэ¹, Г.Энхбаяр²

ХААИС-ийн Инженерийн сургууль

e-mail: lady_boloroo@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Ургамлын хаягдал тос нь биодизель түлш үйлдвэрлэх хамгийн хямд өртөгтэй, эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй нөөцийн нэг юм. Ургамлын цэвэр буюу хүнсний зориулалтаар огт ашиглаагүй тосонд Өөхний Чөлөөт Хүчил (ӨЧХ, Free Fatty Acid, FFA) 0,1% -аас бага хэмжээтэй агуулагдана. Ургамлын хаягдал тосонд агуулагдах энэхүү өөхний чөлөөт хүчил нь биодизель түлш үйлдвэрлэх (transesterification process) процессд учруулдаг. Ийм учраас ургамлын хаягдал тосноос биодизель түлш үйлдвэрлэхдээ өөхний чөлөөт хүчлийг тэглэх тийтэрлэх аргыг (titration) нэмж хэрэглэсэн туршилтын дүнг оруулав.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Хаягдал тос, titration, экологийн цэвэр биодизель түлш

ОРШИЛ

Ургамлын хаягдал тос нь хямдхан олдох тул түүнийг ашиглаж үйлдвэрлэсэн биодизель түлшний өөрийн өртөг бага гарч борлуулат саадгүй хурдан байх, түүхий эдийн олдоц нь харьцангуй арвин, хөдөлгүүрт ашиглахад байгаль орчныг бохирдуулахгүй, хаягдал материалыг дахин ашиглаж бүтээгдэхүүн болгож байгаа зэрэг нь олон талын давуу чанар болдог. Биодизель түлшийг газрын тосны гаралтай уламжлалт дизель түлштэй харьцуулбал шатсаны дараа ялгарах хортой бодисын хэмжээ үлэмж бага, цетаны тоо их, ноцох температур өндөртэй, тослох чадвар илүү зэрэг олон үзүүлэлтээр давуу шинж чанартай бөгөөд бүх төрлийн дизель хөдөлгүүрийн түлшний системд өөрчлөлт оруулах шаардлагагүй шууд хэрэглэх

бололцоотой юм. Биодизель түлшний ганц дутагдал нь булингартан царцах хэм өндөр буюу хүйтэн тэсвэрлэх чадвар муу байдаг. Биодизель түлшийг дотоод шаталтын хөдөлгүүрт дангаар нь хэрэглэх үед шаталтын дараах олон янзын хорт хийнүүдээс гурван төрлийн хий нь (НС,СО,РМ) 48-67% буурдаг бөгөөд харин түүнийг дизель түлштэй хольж хэрэглэх тохиолдолд эдгээр хорт хий 10-21% буурсан үзүүлэлт гарсан нь биодизель түлшний үйлдвэрлэл, хэрэглээг нэмэгдүүлэх үндэс болж байна. Биодизель түлш үйлдвэрлэх арга, технологи ашиглан лабораторийн нөхцөлд ургамлын хаягдал тосноос биодизель түлш гарган авч бусад түлштэй харьцуулах зорилт тавив.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

1. Биодизель түлш үйлдвэрлэх түүхий эд, нэмэлт материал

Тосны төрөл:

Хүнсний болон техникийн доорх нэр төрлийн тосыг ашиглаж үйлдвэрлэл явуулна. Үүнд:

- Наранцэцэг, рапс, шар буурцаг, каноло зэрэг ургамлын гаралтай бүх төрлийн хаягдал тос

Хоёр төрлийн спирт. Үүнд:

- Метанол буюу метилийн спирт (99% цэвэр байх шаардлагатай)
- Этанол буюу этилийн спирт (этанолаг хэрэглэх нь метанолаас илүү хүндрэлтэй тул ихэнх тохиолдолд метанолаг хэрэглэдэг)

Катализатор буюу идэвхижүүлэгч:

Үндсэн хоёр төрлийн катализаторыг ашигладаг. Үүнд:

- Натрийн суурь (NaOH)
- Калийн гидроксид (KOH)

Titration бэлтгэх процесс:

Ургамлын хаягдал тосноос биодизель түлш гарган авах ялгаатай, онцлог, нэг зүйл нь "titration" бэлтгэх нэмэлт процесс байдаг. Энэ процесст дараах нэмэлт материалуудыг хэрэглэнэ. Үүнд:

- Нэрмэл ус (H_2O)
- Изопропелийн спирт
- Фналфталейн

2. Шаардлагатай тоног төхөөрөмж, нэмэлт багаж хэрэгсэл

- Түүхий эд материал болон биотүлш хадгалах, нөөцлөх сав, төмөр торх
- Тос, спирт, катализаторыг зохих хэмжээгээр хэмжих багаж хэрэгсэл (гр, кг, мл, л)
- Тос ба метанолаг холигч төхөөрөмж (Processor, mixer)
- Биодизель ба дайвар бүтээгдэхүүнийг (глицерин) ялгах, тунгаах багаж
- Биодизель түлшийг угаах төхөөрөмж
- Термометр

Бид туршилтаар биоизель түлш үйлдвэрлэхдээ 15 литрийн батаамжтай $120^{\circ}C$ хүртэл халаах

боломжтой түүхий эд материалыг урвалд оруулах сав ашигласан.

Titration бэлтгэх процесс:

Цэвэр ургамлын тосноос биодизель гарган авах технологид чөлөөт тосны хүчлийг саармагжуулахад 1л цэвэр ургамлын тосонд тогтмол 3,5 г NaOH шаардлагатай байдаг бол ургамлын хаягдал тосонд түүнийг өмнө нь хэрхэн халааж хэрэглэсэн, хэр удаан хадгалсан зэргээс шалтгаалан 1 литрт 5 гр катализатор ашигласан.

Биодизель түлш гарган авах :

- Метанолд катализатор буюу натрийн суурийг бүрэн уусгана, (30 орчим минут)
- Ургамлын хаягдал тосонд катализатор уусгасан спиртийг холино
- Ургамлын хаягдал тос ба спиртийн холимогийг халааж, цельсийн $50-60^{\circ}$ хэмийн тогтмол температуртай байлгана
- Халаах явцад спирт, ургамлын хаягдал тосны холимогийг холигч төхөөрөмжөөр байнга хутгаж холино (150-300 эр/мин хурдтай)
- Халаан хутгаж буй ургамлын хаягдал тос ба спиртийн холимог катализаторын нөлөөгөөр 30-60 минутын дараа урвалд бүрэн орно
- Урвалд орсон тос ба спиртийн хольц бүхий тослог шингэнийг тусгай тунгаагч багажинд юулж, 20-48 цагийн турш хөдөлгөөнгүй нөхцөлд байлган хувийн жингээр нь ялгаж тунгаана
- Биодизель түлш дайвар бүтээгдэхүүн буюу глицеринээс хувийн жингийн хувьд хөнгөн учир дээр нь тунах тул, глицеринийг эхлээд юулж авна
- Тунгаагч саванд үлдсэн өтгөн шингэнийг ургамлын хаягдал тосны гаралтай БИОДИЗЕЛЬ түлш гэж нэрлэнэ
- Биодизель түлшийг шүлт, катализатор, ба бусад хольцоос ангижруулахын тулд тусгай багажаар цельсийн $80-100^{\circ}$ хэмийн температуртай усаар угаах цэвэрлэнэ
- Дээрх бүх үйлдлийн дараа дизель хөдөлгүүрт шууд хэрэглэх биодизель түлш бэлэн болно

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

- 1. Биодизель түлшний ашиглалтын үзүүлэлтүүдийг лабораторит тодорхойлсон үр дүн** Биодизель түлшний ашиглалтын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлохдоо доорх 1-р хүснэгтэд тусгасан олон улсын стандартуудыг ашиглав.

Хүснэгт 1

Судалгаанд тусгасан олон улсын стандартууд

Үзүүлэлтүүд	стандарт
Цетаны тоо	ASTM D613 (ASTM 2002a)
Нягт, (кг/м ³)	ASTM D4052 (ASTM 2005a)
Зууралдангй чанар (мм ² /с)	ASTM D445 (ASTM 2004)

Лабораторийн туршилт, шинжилгээний үр дүнд тосны гаралтай дизель түлштэй харьцуулж 2-р гарсан ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийг газрын хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 2

Үзүүлэлтүүдийг газрын тосны гаралтай дизель түлштэй харьцуулсан дүн

Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Дизель түлш	Биодизель түлш
1 Цетаны тоо	-	47	49.1
2 20 ^o С дахь хувийн жин	г/см ³	0,814	0,888
3 Кинематик зууралдлага, 20 ^o С	сСт	2.331	8,432
4 Царцах температур	^o С	- 35	-3
5 Булингартах температур	^o С	- 5	+11

Лабораторийн туршилт, шинжилгээний үр дүнд ургамлын цэвэр тосны гаралтай дизель түлштэй гарсан ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийг харьцуулж 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Үзүүлэлтүүдийг ургамлын цэвэр тосны гаралтай дизель түлштэй харьцуулсан дүн

Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Ургамлын цэвэр тосны гаралтай биодизель түлш	Ургамлын хаягдал тосны гаралтай биодизель
1 Цетаны тоо	-	59	49.1
2 20 ^o С дахь хувийн жин	г/см ³	0,865	0,888
3 Кинематик зууралдлага, 20 ^o С	сСт	4,862	8,432
4 Царцах температур	^o С	-6	-3
5 Булингартах температур	^o С	+5	+11

Ургамлын хаягдал тосны гаралтай биодизель ба газрын тосны гаралтай уламжлалт дизель түлшний ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийн зөрүүг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв. (нэгжээр ба хувиар)

Хүснэгт 4

Ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийн зөрүү

Үзүүлэлтүүд	Дизель түлш	Биодизель түлш	Зөрүү /нэгж/	Зөрүү /хувь/
1 Цетаны тоо	47	49.1	2.1	4.46%
2 20° С дахь хувийн жин	0,814	0,888	0,074	9,09%
3 Кинематик зууралдлага, 20° С-д	2.331	8,432	6,101	72,3%
4 Царцах температур	- 35	-3	32	91,4%
5 Булингартах температур	- 5	+11	6	54,5%

Ургамлын хаягдал тосноос гарган авсан биодизель ба ургамлын цэвэр тосны биодизель түлшний ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийн зөрүүг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв. (нэгжээр ба хувиар)

Хүснэгт 5

Ашиглалтын гол үзүүлэлтүүдийн зөрүү

Үзүүлэлтүүд	Цэвэр тосны	Хаягдал тосны	Зөрүү /нэгж/	Зөрүү /хувь/
1 Цетаны тоо	59	49.1	9.9	16.7%
2 20° С дахь хувийн жин	0,865	0,888	0,023	2,65%
3 Кинематик зууралдлага, 20° С-д	4,862	8,432	3,57	42,3%
4 Царцах температур	-6	-3	3	50%
5 Булингартах температур	+5	+11	6	45%

2. Тракторын дизель хөдөлгүүрийг ургамлын хаягдал тосны гаралтай биодизель түлшээр ажиллуулж түлш зарцуулалтыг тодорхойлсон үр дүн

Тракторын түлш зарцуулалтыг тодорхойлсон арга:

Туршилтын тракторыг шороон ба засмал зам дараалан үргэлжлэх 5 км зайнд хурдны хайрцгийн ижил дамжуулгаар ажиллуулан, тогтмол ижил хурдаар явуулж туршив.

а) Эхний удаа тракторын хөдөлгүүрийг 5 км замд дизель түлшээр ажиллуулж түлш зарцуулалтыг хэмжив

б) Удаах туршилтаар тракторын хөдөлгүүрийг мөн зайнд биодизель түлшээр ажиллуулж түлш зарцуулалтыг хэмжив.

в) Гурав дахь туршилтаар дизель түлшинд биодизель түлшийг 20 хувь хольж, хөдөлгүүрийг

холимог түлшээр ажиллуулж 5 км замд зарцуулсан түлшийг хэмжив.

г) Эцсийн туршилтаар дизель түлшинд биодизель түлшийг 50 хувь хольсон холимог түлшээр тракторыг ажиллуулж мөн зайнд зарцуулсан түлшийг хэмжив.

д) Туршилт бүрийг 3 удаагийн давталттай явуулж, түлш зарцуулалтын дундаж утгуудыг тодорхойлов.

Туршилтын үр дүн

Тракторын нэг цагт зарцуулсан түлшний хэмжээг дараах томъёогоор тодорхойллоо.

$$G = G_{onm} / T_{on}$$

Энд: G – цагийн түлш зарцуулалт, мл/цаг, гр/цаг;

G_{onm} туршилтын (хэмжилтийн) хугацаанд

зарцуулсан түлшний хэмжээ, мл, гр; T_{on} - 5 км

замыг туулахад зарцуулсан хугацаа, цаг.

Хүснэгт 6

Тракторын цагт зарцуулах түлш эзэлхүүний ба массын хэмжээгээр

Түлшний төрөл	Түлш зарцуулалт			
	мл/ц	л/ц	гр/ц	кг/ц
Дизель түлш	7172	7.17	5976	5.97
Холимог түлш, 20%	7640	7.64	6655	6.65
Холимог түлш, 50%	8342	8.34	7929	7.92
Цэвэр биодизель 100%	9512	9.51	8631	8.63

Туршилтын замд ХТЗ-2511 тракторын дизель түлшээр ажилласан үеийн түлш зарцуулалтын хэмжээг биодизель түлшээр ажиллах үеийн түлш

зарцуулалттай харьцуулж хувиар илэрхийлсэн хэмжээг 7-р хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт 7

Түлш зарцуулалтын зөрүү хувиар

Түлшний төрөл	Түлш зарцуулалт		Зөрүү (%)
	л/ц	кг/ц	
Дизель түлш	7.17	5.97	100%
Холимог түлш, 20%	7.64	6.65	6.5%
Холимог түлш, 50%	8.34	7.92	16.3%
Цэвэр биодизель 100%	9.51	8.63	32%

Дизель хөдөлгүүрийн тортогжилтын хэмжээ 62,3% байв.

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Судалгааны үр дүнгээс цэвэр ургамлын тосны биодизель түлш нь ургамлын хаягдал тосны биодизель түлшнээс илүү кинематик зууралдлагатай буюу 42,3%-тай байгаа нь

түлшний насосны түлшээр тослогддог 3 хосын элэгдлийн хэмжээг илүү сайн бууруулахаар харагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Лабораторийн туршилтын үр дүнгээс үзэхэд ургамлын хаягдал тосны биодизель түлшний цетаны тоо нь газрын тосны гаралтай дизель түлшнийхээс 2.1 нэгжээр илүү байгаа нь шаталтын саатлын үеийн хугацаа богиносж, түлш бүрэн шатаж үлдэгдэл хорт хий, тортогийн хэмжээг үлэмж бууруулж байна.
2. Биодизель түлшний зууралданги шинж чанар газрын тосны гаралтай дизель түлшнийхээс 6.1 нэгжээр илүү байгаа нь түлшний насосны түлшээр тослогддог 3

- хосын элэгдлийн хэмжээ бууруулах ач холбогдолтой.
3. Тийтэрлэх процессыг лабораторийн нөхцөлд явуулсан нь ургамлын хаягдал тосноос биодизель түлш гарган авах нь боломжтойг харуулав.
4. Биодизель түлшийг дизель түлшинд 20 хувь хольж ажиллуулсан үеийн түлш зарцуулалт мэдэгдэхүйц буурч байгаа нь энэ найрлагын холимог түлшинд тохиромжтойг харуулж байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. Г.Энхбаяр, Т. Нигамет “Түлш тосолгооны материал” 2008 он
2. А.В. Кузнецов “Топливо и смазочные материалы” 2007 г.
3. Ч.Авдай, Г.Гантулга, Р.Марчик “Түлш, тосолгооны материал, техникийн ашиглалтын шингэний зориулалт, хэрэглээ” УБ 2002 он
4. Д.Монхообор “Органик хими” 2013 он
5. Г. Энхбаяр, “Дугуйт тракторын дизель хөдөлгүүрийн хөнгөн ачааллын үед түлш хэмнэх боломжийн судалгаа” 2008, нэг сэдэвт бүтээл
6. ASTM 2002 а, ASTM 2004 , ASTM 2005 а,

ABSTRACT

The decreasing fossil fuel reserves, and the atmospheric pollution created by petroleum based fuels, have necessitated the need for alternative source of energy. Therefore, we have need to use biodiesel fuel for diesel engine. Biodiesel is a nontoxic and biodegradable alternative fuel that is obtained from renewable sources. Particularly, waste cooking oil is one of the economical sources for biodiesel production. Used oil, which is much less expensive than pure vegetable oil. In vegetable oil almost 90-95 % is glycerides, which are basically esters of glycerol and fatty acids. Refined fats and oils have a Free Fatty Acid (FFA) content of less than 0,1%. FFAs formed incooking oil, the longer and hotter the oil has been cooked the more FFAs it will contain. Therefore, waste cooking oil is contained FFAs.