

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Ерсайын Ардақ Ақсұңқарқызы

«Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070100–«Биотехнология» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

К.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

5B070100 – «Биотехнология»



Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау»

5B070100 – «Биотехнология» мамандығы

Орындаған

Ерсайын А.А.

Пікір беруші
Аға оқытушы,
химия ғылымдарының кандидаты

Керимкулова М.Ж.
“ 5 ” мамыр 2022 ж

Ғылыми жетекші
PhD доктор

Хабиев А.Т.
“ 5 ” мамыр 2022 ж

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

5B070100 – «Биотехнология»



**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Ерсайын Ардақ Ақсұңқарқызы

Тақырыбы: «Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау»

Университет Ректорының 2022 жылғы "24" желтоқсан № 489-П/Ө - бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы "30" мамыр

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

- a) Әдеби шолу, жоба айналасындағы теориялық негіздер;
- b) Технологиялық сызбанұсқаны таңдау, инженерлік есептеулер жүргізу;
- c) Еңбек қорғау бөлімі, қауіпсіздігі, жобаның экономикалық тиімділігін есептеу.



Сызба материалдар тізімі: Графиктер мен кестелер слайд түрінде көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 48 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|
| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері | Ескерту |
| Тақырыптар бойынша кіріспе, әдебиетке шолу, мақалалар оқу, жазу | 25.01.2022. | орындалды |
| Дипломдық жобаның жазылу ретімен танысу, әдістермен танысу, жұмысқа кіріспе | 18.03.2022. | орындалды |
| Технологиялық сызбаны сызу, есептеулер жүргізу | 22.04.2022. | орындалды |
| Алынған нәтижелерді талқылау, қорытындылау | 15.05.2022. | орындалды |

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жжобаға қойған қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Норма бақылау | Хабиев А.Т. доктор Ph.D | 30.05.22ж |  |
| Ғылыми жетекшісі | Хабиев А.Т. доктор Ph.D | 30.05.22ж |  |

Ғылыми жетекші

Хабиев А.Т.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Ерсайын А.А.

Күні « ___ » _____ 2022 жыл

АҢДАТПА

Дипломдық жоба 50 беттен, 14 кестеден, 7 суреттен, 48 әдебиеттер тізімінен тұрады

Түйінді сөздер: Биоотын, Биодизель отыны, МҚМЭ (май қышқылдарының метил эфирі), Ұшатын күл, Біртекті, Гетерогенді, Переэтерификация, Триглицеридтер

Жұмыстың мақсаты: Бұл жұмыстың жалпы мақсаты қой майынан биодизель отынын (май қышқылдарының метил эфирін) өндіру процесін әзірлеу және оңтайландыру болып табылады. Төменде осы жұмыстың нақты міндеттері келтірілген:

- Процестің негізгі схемасын жасау
- Процесс барысында әртүрлі бөлімшелердің жұмысын болжау
- Ресурстарды үнемдеу және кірістілікті арттыру арқылы процесті оңтайландыру
- Процесс экономикасын бағалау және талдау

Жоғарыда аталған мақсат - міндеттерге жету үшін келесі іс-шаралар өткізілді:

- Негізгі технологиялық схеманы синтездеу
- Базалық нұсқаны модельдеу және тиісті термодинамикалық мәліметтер базасын таңдау
- Процестің әртүрлі мақсаттары арасында ымыраға келу
- Процестерді біріктіру және шығындарды азайту мүмкіндіктерін анықтау
- Кешенді жобалау стратегиясын әзірлеу
- Масса мен энергияны интеграциялау бойынша әртүрлі жобаларды пайдалана отырып, бүкіл алаңда процесті модельдеуді әзірлеу
- Шығындарды бағалау және сезімталдықты талдау

Аннотация

Дипломная работа состоит из 50 страниц, 14 таблиц, 7 рисунков, 48 списков литературы

Ключевые слова: Биотопливо, Биодизельное топливо, МЭЖК (метиловый эфир жирных кислот), Летучая зола, Гомогенная, Гетерогенная, Переэтерификация, Триглицериды

Целью данной работы является разработка и оптимизация процесса производства биодизельного топлива (метилового эфира жирных кислот) из растительного масла. Ниже приведены конкретные цели этой работы:

- Разработать базовую схему процесса
- Прогнозировать производительность различных блоков в процессе
- Оптимизируйте процесс за счет экономии ресурсов и повышения прибыльности
- Оценка и анализ экономики процесса

Для достижения вышеупомянутых целей были проведены следующие мероприятия:

- Синтез базовой технологической схемы
- Моделирование базового варианта и выбор соответствующих термодинамических баз данных
- Установление компромиссов между различными целями процесса
- Определение возможностей для интеграции процессов и минимизации затрат
- Разработка стратегий комплексного проектирования
- Разработка моделирования процесса на всей площадке с использованием различных проектов по интеграции массы и энергии
- Оценка затрат и анализ чувствительности

Annotation

The thesis consists of 50 pages, 14 tables, 7 figures, 48 references.

Keywords: Biofuel, Biodiesel, FAME (fatty acids methyl ester), Fly ash, Homogeneous, Heterogeneous, Transesterification, Triglycerides

Goal of this work is to design and optimize a biodiesel (Fatty Acid Methyl Ester) production process from vegetable oil. The following are the specific objectives of the work:

- Develop a base-case design of the process
- Predict performance of the various units in the process
- Optimize the process by conserving resources and enhancing profitability
- Evaluation and analysis of process economics

In order to reach the aforementioned objectives, the following activities were undertaken:

- Synthesis of a base-case flowsheet
- Simulation of the base case and selection of appropriate thermodynamic databases
- Establishing tradeoffs among the various process objectives
- Identifying opportunities for process integration and cost minimization
- Development of integrated design strategies
- Development of a site-wide simulation of the process with various mass and energy integration projects
- Cost estimation and sensitivity analysis

Мазмұны

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР | 5 |
| КІРІСПЕ | 6 |
| 1. ӘДЕБИ ШОЛУ | 7 |
| 1.1 Биотын тарихы. Биодизель отыны | 7 |
| 1.2 Мұнай дизель отыны. Дизельді қозғалтқыш механизмі. Тұтқырлық | 10 |
| 1.3 Дизель мен биодизельді салыстыру | 15 |
| 1.4 Биодизель отынын өндіру үшін бастапқы шикізат | 17 |
| 1.5 Реакция Механизмі | 21 |
| 1.6 Биодизель отынын алу синтезінің технологиясы | 23 |
| 1.7 Биодизель өндірісі процесінің техникалық аспектілерін бағалау | 24 |
| 1.8 Бастапқы шикізатты анықтау | 25 |
| 2. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ | 26 |
| 2.1 Бастапқы шикізатты анықтау | 26 |
| 2.2 Биодизель өндіру технологиясы. Процесстің жүру сызба нұсқасы | 27 |
| 2.3 Жануарлар майларын трансэфирлеу процесінің параметрлері және биодизельді өндіру әдістері | 28 |
| 2.4 Материалдық баланс | 28 |
| 2.5 Жылулық баланс | 32 |
| 2.6 Негізгі аппаратты таңдап алу және оны есептеу | 33 |
| 3. ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ | 35 |
| 3.1 Өндіріс сипаты және оны талдау | 35 |
| 3.2 Жылдық өндірістік қуатын есептеу | 37 |
| 3.3 Жабдықтардың құнын есептеу | 37 |
| 3.4 Жұмысшылардың еңбегін ұйымдастыру | 39 |
| 3.5 Жұмысшылардың жалақысын есептеу | 40 |
| 4. ТЕХНИКАЛЫҚ ОБЪЕКТІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ | 40 |
| 4.1 Объектінің, биодизель кешенінің технологиялық сипаттамасы | 40 |
| 4.2 Кәсіби тәуекелдерді сәйкестендіру | 41 |
| 4.3 Кәсіби тәуекелдерді төмендету әдістері мен құралдары | 43 |
| 4.4 Техникалық объектінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету | 43 |
| 4.5 Техникалық объектінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша техникалық құралдар мен ұйымдастыру іс-шараларын әзірлеу | 44 |
| 4.6 Техникалық объектінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету | 44 |
| Қорытынды | 46 |
| ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ | 47 |

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі.

Биодизель – бұл жануар майларынан немесе өсімдік майларынан алкилмоноэфирлерден тұратын отын. Биодизель балама, улы емес, биологиялық ыдырайтын және жаңартылатын дизель отыны ретінде көбірек назар аударады. Көптеген зерттеулер биодизель отынының қасиеттері дизель отынына өте жақын екенін көрсетті. Осылайша, биодизельді дизельді қозғалтқыштарда іс жүзінде өзгеріссіз қолдануға болады. Биодизель отынын қой майларының, жануар майларының немесе аспаздық майдың моноалкилді эфирлері ретінде қысқаша анықтауға болады. Ол сығымдалған тұтанғыш қозғалтқыштар үшін үлкен әлеуетті көрсетті және көптеген коммерциялық отын өндірушілердің қызығушылығын тудырды. Энергияға деген қажеттіліктің көп бөлігі дәстүрлі отын арқылы қанағаттандырылады, бірақ бұл дәстүрлі отын қауіпті жылдамдықпен таусылады. Мұнайға негізделген отынның шектеулі қоры биодизель мен оның қасиеттерін дизель отынына ұқсастығының себептерін іздеуге әкелді. Жалпы, биодизельдер олардың тұтқырлығымен, бұлтты температурасымен, қату температурасымен, жарқыл температурасымен, жоғары калориялық құндылығымен, цетан санымен және басқа қасиеттерімен сипатталады. Бұл қасиеттердің көпшілігі, әдетте, перээтерификация процесіне дейін жоғары мәнге ие. Тұтқырлық, бұлттылық және жарқыл температурасы сияқты қасиеттер шикізатты май қышқылдарының метил эфирлеріне айналдырғаннан кейін күрт төмендейді.

Тұтқырлық - бұл көлік құралдарының шығарындыларын азайтуға немесе көбейтуге мүмкіндік беретін қасиеттердің бірі. Ол жанармай құю жүйесін басқару қабілетіне ие, әсіресе төмен температурада тұтқырлық жоғарылайды, бұл отын бөлшектерінің нашар шашырауына және отынның тұрақты емес жануына әкеледі. Бұлтты нүкте - бұл төмен температурада тұтқырлықты бақылауға мүмкіндік беретін отынның қату температурасы. Бұлтты нүкте неғұрлым төмен болса, төмен температурада тұтқырлықтың жоғары тұтқырлыққа ие болу ықтималдығы аз болады. Жану температурасы - бұл жанармайдың жану температурасы, ал жоғары жану отыны жану үшін көп қуат жұмсайды және өз кезегінде шығарындылардың жоғарылауына әкеледі. Сондықтан қасиеттерді бақылау өте маңызды, өйткені олар жанармай жағу кезінде шығарындылардың концентрациясын анықтайды. Сонымен, осы зерттеуде үш түрлі биодизель (соя, пайдаланылған қой майы және май) олардың физикалық қасиеттері үшін сыналды және өте төмен күкірт дизель отынымен салыстырылды.

ӘДЕБИ ШОЛУ

1.1 Биоотын тарихы.Биодизель отыны

Парижде өткен Дүниежүзілік көрме кезінде, француз Отто компаниясы Франция үкіметінің өтініші бойынша жержаңғақ майына дизель қозғалтқышын шығарды. 1937 жылы шығарылған бельгиялық патент Ж. Шаванн пальма майынан алынған этил эфирлерін қолдануын дәлелдеп көрсете білді. (Knothe et al., 1997).

Ет пен құс етін өңдеу тізбегінің бөлігі ретінде қойлардан алынатын жанама өнімдердің өндірісі орасан зор. Мысалы, тек Еуропалық Одақта ол жылына шамамен 17 миллион тоннаны құрайды [1]. Қалдықтардың көп бөлігі жыл сайын Еуропада өлтірілетін 328 миллионнан астам шошқа, қой, сиыр еті, ешкі және сүтті ірі қара, сонымен қатар 6 миллиард тауық, күркетауық және басқа да құс етінен тұрады [2]. Көрсетілімнен кейін жеуге жарамды деп жіктелген материалдар, олардың саны 12 миллион тоннаға жетеді, тамақ пен жемге байланысты әртүрлі салаларда өңделеді. Жеуге жарамсыз деп саналатын басқа жанама өнімдерде энергияны өндіруге арналған биоотын және биодизель сияқты басқа да қосымшалар бар [4,5]. Бұл энергия өндірісі, әсіресе биодизель өндірісі, ең тартымды және кеңейтілетін қосымшалардың бірі [6]. Бұл тұрғыда биодизель өндірісі қойлардың жеуге болмайтын жанама өнімдерінің жоғары рентабельділігіне кепілдік береді. Мал шаруашылығының қалдықтары ет өңдеу өнеркәсібі, сондай-ақ адам тұтынуы нәтижесінде пайда болатын органикалық заттардан тұрады. Биодизель майы майдан немесе майдан алынған ұзын тізбекті май қышқылдарының моноалкилді эфирлерінен тұрады, бірақ қой майын қолдану биодизель отынының бағасын көтереді және бұл қойлардың майларын қызықты балама ретінде қолдануға итермеледі. Оның қалпына келуінен басқа, биодизель сонымен қатар тартымды балама болып табылады, өйткені ол қазбалы дизель отынына қарағанда майлау қасиеттеріне ие, сонымен қатар биологиялық ыдырауға қабілетті және улы емес. Ол сондай-ақ жақсартылған цетан саны және жоғары тұтану температурасына ие [7]. Биодизель отыны сонымен қатар қазбалы дизель отынымен салыстырғанда CO_2 шығарындыларының төмендеуімен көміртегі ізін азайту арқылы тұрақты дамуға ықпал етеді [8]. CO_2 ең маңызды газдардың бірі болып табылады, өйткені ол парниктік газдардың 72% құрайды [9]. Қойлар майынан алынған биодизель отыны сояға 80%-бен салыстырғанда CO_2 қазбасының шамамен 30% төмендеуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, полициклді хош иісті көмірсутектердің шығарындылары әдеттегі дизель отынына қарағанда 75-90% - ға төмен, ал жанбаған көмірсутектердің жалпы саны 90% - ға төмен [10,11]. Сондай-ақ күкірт пен SO шығарындылары азаяды [12]. Халықаралық энергетика агенттігі биоэнергетика 2025 жылға дейін 25% - ға дейін өсіп, өсуді жалғастыруы керек және 2050 жылға қарай автомобиль көлігінің әлемдік отын балансының 30% - ына жетеді деп хабарлады [13,14]. Биодизель отыны негізінен жануар майлары мен қойлар майларынан өндіріледі және соңғы онжылдықтарда зерттеу және дамыту объектісіне айналды. Зерттеулер катализаторларды қайта пайдалану және қайта этерификациялау үшін

реакторлардың тиімділігін арттыру мүмкіндігімен төмен сұрыпты шикізатты пайдалануға бағытталған [15]. Шын мәнінде, шикізат ретінде пайдаланылатын май материалдары үлкен мәнге ие, өйткені олар биодизель өндірісінің жалпы құнының 60-80% құрайды [16]. Сондықтан әр жағдайда ең жақсы материалдарды таңдау өте маңызды, өйткені оларға географиялық орналасуы, климаты және ауылшаруашылығы әсер етеді [11]. Малайзия, Индонезия, Аргентина, АҚШ, Бразилия және Филиппин сияқты бірнеше елдер, сондай-ақ ЕО елдері биодизельді отынды жаңартылатын және биологиялық ыдырайтын энергияның жақсы көзі ретінде пайдаланады [17]. 2019 жылы 17,4 млн литр биодизель отынын тұтыну тіркелді, бұл тұтынудың 63% Франция, Германия, Испания, Швеция және Италияға тиесілі [18]. Биодизель отынының әлемдік өндірісінің жалпы көлемі 2019 жылы шамамен 35-45 миллион тоннаны құрады және жылдан жылға тұрақты өсіп келеді [19]. Еуропалық Одақ биодизель отынын әлемдегі ең ірі өндіруші болып табылады және оның энергетикалық көріністегі үлесіне бүкіл көлік биоотыны нарығының шамамен 75% - ы тиесілі. Шын мәнінде, еуропалық биодизель өнеркәсібінде 202-ден астам зауыт бар, ал 2019 жылы өндіріс 14 миллион тоннадан асты [18,20]. 2019 жылы АҚШ-та биодизель отынын өндіру 5,6 млн.тоннаны құрады және жылына 8,3 млн. тонна қуаттылығымен 91 зауытта өндірілді [21,22].

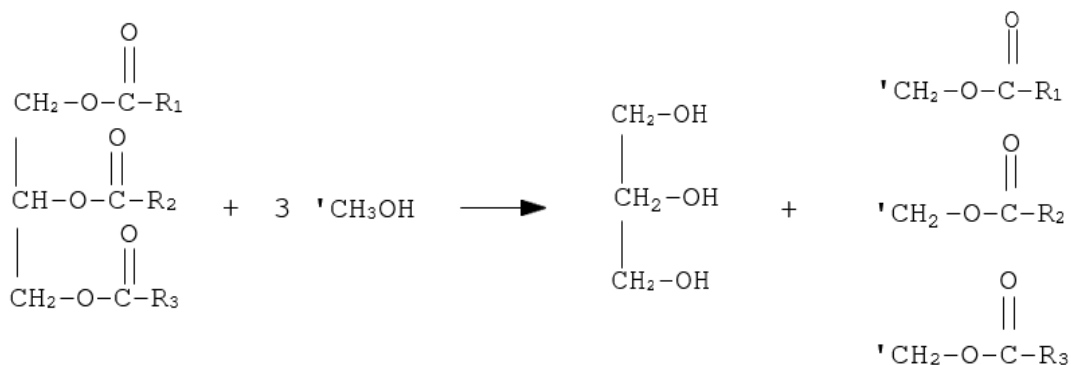
Биодизель отыны, әдетте, көптеген елдерде қазбалы дизель отынымен 20%-ға дейін араласады, өйткені оның толық араласуы және қозғалтқышты осындай пайызбен өзгерту қажет емес. Мысалы, Америка Құрама Штаттарында 20% қоспасы қолданылады, ал Қытайда кем дегенде 10% қоспасы қолданылады [23]. Қоспалар B5, B10 немесе B20 деп аталады, онда биодизель көлемінің мөлшері сәйкесінше 5%, 10% және 20% құрайды. Бүгінгі таңда конвейерлерден шығатын дизельді автомобильдердің 78% - дан астамы B20-ға дейін пайдалануға рұқсат етілген [21]. Биодизельді кәдімгі қазбалы дизель отынымен араластыру үшін ол Еуропада Еуропалық стандарттау комитетінің (ISO) EN14214 стандартына, ал АҚШ-та ASTM6751 американдық сынақ және материалдар қоғамының стандартына сәйкес келуі керек [5]. Биодизель қолданыстағы дизельді қозғалтқыштарда айтарлықтай модификацияны қажет етпестен қолданыла алады. Биодизель отыны әдеттегі дизель отынына қарағанда оттегінің көп мөлшеріне ие, ал көміртегі мен сутектің қатынасы да төмен. Бұл биодизель отынының негізгі артықшылықтарын түсіндіреді, мысалы, бөлшектердің аз шығуы, күкірт, көмірсутектер және көміртегі тотығы [24,25]. Қазіргі уақытта негізгі проблема экологиялық және экономикалық тұрғыдан өміршең биодизель өндірісі болып табылады [23] және қойлардың май қалдықтарын пайдалану осы мақсатқа жетуге ықпал етуі мүмкін. Бұл шолуда қой майының қалдықтарынан биодизель өндірісінің қол жетімді процестеріндегі соңғы жетістіктер көрсетілген. Осы шолуды нақтылау үшін әдебиеттерді іздеу Web of Science (WoS) деректер базасында 2010 жылғы 1 қаңтардан 2020 жылғы 28 ақпанға дейін жүргізілді. Жарияланған жұмыстарға шолу жасау үшін "биодизель өндірісі", "қойлар майы" және "перезтерификация" терминдері қолданылды. Барлығы 1602

жарияланым табылды, олардың 1594-і ағылшын тілінде, олардың көпшілігі соңғы үш жылда табылды. Оның ішінде 1541 қолжазба зерттеу мақалалары, 141 шолу, 210 кездесулер, 27 кітаптар, ал қалғандары басқа санатқа жататын. Іріктеу критерийлері мынадай түрде белгіленді: (а) ағылшын тіліндегі толық мәтінді мақала; (b) іріктелген мақалалар рецензиялау жүйесі қолданылатын ғылыми журналдарда жарияланды; (с) кітаптар, семинарлар, конференциялар туралы баяндамалар, тезистер және тақырыптық есептер рецензиялаудың болмауына байланысты алынып тасталды; (d) бұйымдар қой майлары сияқты басқа шикізатпен; және (е) процестің жалпы өнімділігі талданған және салыстыру немесе бағалау үшін нақты параметрлер берілмеген мақалалар енгізілмеген. Қолжазбалардың атаулары мен аннотациялары қолжазбаларды таңдау үшін қосымша бағаланды және таңдалған қолжазбалар ағымдағы шолу үшін пайдаланылды. Сондай-ақ, 2010 жылға дейін жарияланған кейбір тиісті басылымдар, сондай-ақ өндірушілердің веб-сайттары және халықаралық агенттіктер шикізатты, қойлардың майларын өнеркәсіптік пайдалану және биодизель өндірісі туралы өзекті мәліметтер мен жаңартылған ақпараттар алынды.

Биодизель отыны. Қой майлары мен майлар дизельді қозғалтқышпен үйлесімді болуы үшін олардың тұтқырлығын азайту керек. Бұған триглицеридтік байланыстарды бұзу арқылы қол жеткізуге болады, ал соңғы өнім биодизель отыны деп аталады. Майлар мен қой майларын биодизель отынына айналдырудың кем дегенде төрт әдісі бар (Ghadge and Raheman, 2006):

1. Переэтерификация
2. Араластыру
3. Микроэмульсиялар
4. Пиролиз.

Осы процестердің ішінде переэтерификация жиі қолданылатын әдіс болып табылады. Переэтерификация процесіне глицерин мен майлы эфирлер түзетін катализатордың қатысуымен триглицерид молекуласының артық алкогольмен реакциясы арқылы қол жеткізіледі. Метанолмен химиялық реакция (1) суретте схемалық түрде көрсетілген.



1-сурет. Жалпы переэтерификация механизмі (Gerpen, 2005).

1.2 Мұнай дизель отыны. Дизельді қозғалтқыш механизмі. Тұтқырлық.

Мұнай дизельі шикі мұнайдан, қазбалы отыннан, түрлі-түсті өзгерістермен, мөлдірліктен қараға дейін, шайыр сияқты және тұтқырлықтан судың тұтқырлығынан қатты күйге дейін өңделеді. Шикі мұнай құрамында әртүрлі тізбектер мен физикалық және химиялық қасиеттерден тұратын көмірсутектердің күрделі қоспасы бар. Көмірсутектерді кестеде көрсетілгендей үш басым топтан (парафиндер, хош иісті қосылыстар және нафтендер) және 2 кіші топтан (алкендер, диендер және Алкиндер) тұратын 5 жалпы топқа бөлуге болады (2-кесте) (ОТМ, 1999). Шикі мұнай 80-90% сутекпен қаныққан алифатты алкандардан (парафиндерден) және циклоалкандардан (нафтеннен) тұрады. Хош иісті көмірсутектер мен алкендер (олефиндер) сәйкесінше шикі мұнайдың құрамында 10-20% және 1% құрайды (ATSDR, 1995). Құрамында төрт көміртегі атомы бар көмірсутектер табиғатта газ тәрізді, оның ішінде 5-19 көміртегі атомдары бар көмірсутектер олар әдетте сұйық түрінде болады, ал көміртегі құрамы 19-дан асатындар қатты заттар түрінде болады. Шикі мұнайдағы көмірсутектердің құрамының көрсеткіштері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. Шикі мұнайдағы көмірсутектердің құрамы (ATSDR, 1995; ОТМ, 1999).

| КӨМІРСУТЕКТЕР | ЖАЛПЫ ФОРМУЛА СЫ | ТІЗБЕК ТҮРІ | КҮЙ (БӨЛМЕ ТЕМПЕРАТ УРАСЫ) | МЫСАЛДАР |
|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Парафиндер (алифатты) | C_nH_{2n+2} (n:1 ден 20 дейін) | Сызықтынемесетарма қталған | Газ немесесұйы қтық | Метан, Пропан Гексан |
| Хошиісті | C_6H_{5-y} | Ұзынтізбектібірнемес ебірнеше бензол сақиналары. | Сұйықтық | Бензол нафталин |
| Нафтендер (циклоалкандар) | C_nH_{2n} | Бірнемесебірнешецик лоалкансақиналары | Сұйықтық | Циклогексан Метил Циклогексан |
| Алкены (олефиндер) | C_nH_{2n} | Сызықтықнемесетарм ақталғанбірнемесебір нешеқосбайланыс | Газ немесесұйы қтық | Этилен Бутен Изобутен |
| Диендер мен Алкиндер | C_nH_{2n-2} | ҮштікБайланыс | Газ немесесұйы қтық | Бутадиен Ацетилен |

Дизельдің қозғалтқыштық механизмі. Кәдімгі қозғалтқыштан айырмашылығы, дизельді қозғалтқыш ұшқын штепсельдерін пайдаланбайды.

Сондықтан жанармайды тұтату үшін төтенше температура мен қысым қажет. Дизельді қозғалтқыштар ішкі жануды қолданады. Бұл процесте жанармайдың жануы жану камерасы деп аталатын шектеулі кеңістікте жүреді. Газ қысылған кезде қысым жоғарылайды, бұл температураның жоғарылауына әкеледі. Дизельді қозғалтқышта ауа цилиндрге сорылады және ұшқынмен тұтанатын қозғалтқышқа қарағанда әлдеқайда жоғары қысу коэффициентімен (25:1) сығылады. Ауа температурасы 700°С-ден 900°С-қа дейін жетеді. Поршень соққысының жоғарғы жағында дизель отыны жоғары қысымды ыстық ауамен араласып, бүріккіш шүмек арқылы жоғары қысымды жану камерасына жіберіледі. Алынған қоспасы тез тұтанады және жанады. Бұл тежелетін жану камерадағы газдың тез қызуына әкеледі, бұл қысымның жоғарылауына әкеліп соғады, осылайша поршень төмен түседі. Поршень өзектерге қосылады, ол арқылы иінді біліктің Шығыс ұшына айналмалы қуат береді. Бұл қозғалтқыш жүйесі тікелей айдау жүйесі ретінде белгілі. Тікелей айдау жүйесі дизельді пайдаланады, өйткені дизель отыны бензинге қарағанда әлдеқайда төмен (Billen et al., 2004). Қозғалтқыштың тағы бір түрі-жанама инъекциялық дизельді қозғалтқыш, онда жанармай ыстық ауамен байланыспас бұрын басқа камерада алдын-ала қызады. Инъекция төменгі қысым кезінде пайда болады, ал бұрқу тесіктері тікелей айдау жүйесіне қарағанда үлкен (Billen et al., 2004). Қазіргі заманғы дизельді қозғалтқыштар әдетте тікелей айдау түріне жатады.

Рудольф Дизель, неміс инженері, дизель қозғалтқышын жүз жыл бұрын ұсынған. Содан бері жобалау саласында ғана емес, сонымен қатар қолайлы отынды іздеуде де көптеген зерттеулер мен әзірлемелер жүргізілді. Көптеген жылдар бойы қымбат емес орташа дистиллятты мұнай отындарының болуы дизель қозғалтқыштарына балама, жаңартылатын отын түрлерімен тәжірибе жасауға үлкен серпін бермеді. Алайда, 1970 жылдардағы мұнай дағдарысынан кейін баламалы отын түрлеріне деген қызығушылық артты. Ішкі көздерден алуға болатын экологиялық таза отынның қол жетімділігі мен тиімділігі туралы көптеген ұсыныстар айтылды. Метанол, этанол, сығылған табиғи газ (СТГ), сұйытылған газ (СГ), сұйытылған табиғи газ (СТГ), Қой майлары, қайта өңделген бензин және қайта өңделген дизель - мұның бәрі балама отын ретінде қарастырылды. Осы балама отындардың ішінен тек этанол мен қой майлары - бұл жанбайтын отын. Биодизель отыны деп аталатын қой майлары мен жануар майларының алкил моноэфирлері балама, уытты емес, биологиялық ыдырайтын және жаңартылатын дизель отыны ретінде көбірек назар аударады. Көптеген зерттеулер биодизель отынының қасиеттері дизель отынына өте жақын екенін көрсетті. Осылайша, биодизельді дизельді қозғалтқыштарда іс жүзінде өзгеріссіз қолдануға болады. Биодизель дизель отынына қарағанда жоғары цетан санына ие, хош иісті қосылыстар, күкірт жоқ және салмағы бойынша 10-нан 11% - ға дейін оттегі бар. Биодизельдің бұл сипаттамалары дизель отынымен салыстырғанда пайдаланылған газдардағы көміртегі тотығының (КТ), көмірсутектердің (КС) және қатты бөлшектердің (ҚБ)

шығарындыларын азайтады. Еуропада рапс метил эфири (РМЭ) деп аталатын биодизель отынының ерекше түрі отын көзі ретінде кеңінен қолданылады. Жақында ғана Америка Құрама Штаттары бұл мұнай емес майларды балама отынның ақылға қонымды көзі ретінде қарастырды. Қой майлары мен олардың туындыларының төмен құбылмалылығы және жоғары цетан саны оларды ұшқынмен жанатын қозғалтқыштарға қарағанда дизельді қозғалтқыштарда қолдануға ыңғайлы етеді [2, 3].

Көптеген зерттеушілер қой майлары дизельді қозғалтқыштарға балама отын ретінде перспективалы деген қорытындыға келді [4, 5], алайда дизельді қозғалтқыштарға шикі қой майларын қолдану көптеген қозғалтқыш проблемаларын тудыруы мүмкін [6, 7]. Қой майларының жоғары тұтқырлығы мен төмен құбылмалылығы қозғалтқыштағы елеулі шөгінділерге, саптамалардың кокстелуіне әкеледі [8-11]. Алайда, бұл әсерлерді метил эфирін қалыптастыру үшін қой майын перестерификациялау арқылы азайтуға немесе жоюға болады [8, 12]. Перестерификация процесі триглицеридтерден глицеринді алып тастайды және оны конверсия процесінде қолданылатын алкогольден радикалдармен алмастырады [13, 14]. Бұл процесс тұтқырлықты төмендетеді, бірақ цетан саны мен калориялық құндылығын сақтайды.

Биодизельдің кемшіліктерінің бірі - биодизельдің қанықтыру деңгейі мен оның суық ағу қасиеттері арасында ымыраға келу. 1-кестеде кейбір қарапайым қой майлары мен жануар майларында май қышқылдарының таралуы көрсетілген. Қаныққан қосылыстар (C14:0, миристин қышқылы; C16:0, пальмит қышқылы; C18:0, стеарин қышқылы) цетан сандары жоғары және қанықпаған қосылыстарға қарағанда аз тотығуға бейім, бірақ олар қолайсыз жоғары температурада кристалдануға бейім. Соя майынан жасалған биодизель отыны өте қанықпаған, сондықтан оның суық сұйықтық қасиеттері қолайлы, бірақ ол тотығуға бейім. Бұл тотығудың қозғалтқыштың жұмысына және шығарындыларға әсері қазіргі уақытта зерттелмеген.

Соңғы 7 жыл ішінде биодизель отынының қасиеттерін, оның қозғалтқыштардағы сипаттамаларын зерттеу және қоршаған ортаны қорғау агенттігінің отын мен жанармай қоспаларын тіркеу бағдарламасын қанағаттандыру үшін қажетті қосымша мәліметтер беру үшін айтарлықтай зерттеулер жүргізілді [16-20]. Бұл жұмыстың барлығы дерлік соя майының метил эфиріне негізделген. Соя майы таңдалды, өйткені әлемде соя майы ұлттық нарықты қамтамасыз ету үшін жеткілікті мөлшерде қол жетімді жалғыз май болып табылады. Алайда, жеуге жарамды соя майының құны оны дизельді қозғалтқыштарда қолдануды шектейді. Сондықтан жеуге жарамды қой майынан биодизель отынын тек өткір жетіспеушілік немесе төтенше жағдайлар кезінде қолдануға болады. Биодизель отынының коммерциялық тұрғыдан өміршең болуы үшін шикізат құнының төмендеуі қажет.

Мейрамханалардан алынған қой майы мен өңделген қойлардың майлары қой майымен салыстырғанда арзан. Жыл сайын әлемдегі мейрамханалар мен фаст-фуд мекемелерінде шамамен 2,5 миллиард фунт май жиналады [21]. Пайдаланылған майларды қайта өңдеудің проблемасы - олардың құрамында

сабын түзілуіне байланысты сілтілі катализатор арқылы биодизель отынына айналдыруға болмайтын бос май қышқылдарының көп мөлшері бар. Сабын биодизель отынының глицерин фракциясынан бөлінуіне жол бермейді. Балама әдіс - кейбір зерттеушілердің пікірінше, еркін май қышқылдарына төзімді қышқыл катализаторларды қолдану [22-24], қой майларын әртүрлі сілтілі катализаторлармен этерификациялауға байланысты көптеген зерттеулер жүргізілді.

Алайда, қышқыл катализаторларын қолдана отырып, этерификация бойынша бірнеше зерттеулер жүргізілді.

Биодизель отынының қасиеттері қолданылатын мұнай шикізаты мен алкогольге байланысты біршама ерекшеленеді, бірақ әрқашан дизель отынына өте жақын [25-27]. Американдық тестілеу және материалдар қоғамы (АТМҚ) қазіргі уақытта биодизель отынына арналған стандартты әзірлеуде. Ұсынылған стандарт 2-кестеде келтірілген биодизель отыны жөніндегі Ұлттық Кеңес әзірлеген ерекшеліктерге негізделген [28]. Осы стандарттың мақсаты биодизель отыны отынның нақты құрамын көрсетпей қозғалтқыштардың өнімділігіне қойылатын талаптарға сәйкес келуі болып табылады. Бұл стандарт сақталған жағдайда кез келген шикізаттан биодизель отынын өндіруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл қазіргі уақытта мұнай негізіндегі дизель отынымен қолданылады.

Бұл жобаның негізгі мақсаты коммерциялық өміршең биодизель отынын өндіру үшін арзан, жоғары майлы қышқыл шикізатты пайдалануды зерттеу болды. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды.

> Бос май қышқылдарының көп мөлшері бар шикізатты сапалы биодизель отынына айналдыру әдістемесін жасау.

> Пилоттық қондырғыда биодизель отынын өндіру технологиясын енгізу.

> Бос май қышқылдары көп шикізаттан биодизель отынымен жұмыс істейтін дизель қозғалтқышының өнімділігі мен шығарындыларын соя майынан биодизель және мұнай негізіндегі дизель отынымен салыстыру. Биодизель отыны үшін биодизель отыны жөніндегі ұлттық кеңестің ерекшеліктерінің сипаттамасы 2-кестеде келтірілген.

2-кесте: Биодизель отыны үшін биодизель отыны жөніндегі ұлттық кеңестің ерекшеліктері [28].

| <i>Меншік</i> | <i>ASTM</i> | <i>Әдісі</i> | <i>Өлшем Бірліктерінің Шектер</i> |
|-----------------------------|-------------|--------------|-----------------------------------|
| Тұтану температурасы | D 93 | 100 мин | °C |
| Су және тұнба | D 1796 | 0.050 макс | T. % |
| Көміртек қалдығы, 100% үлгі | D 4530 | 0.050 макс | масса % |

| | | | |
|-------------------------------|--------|-----------------|----------|
| Сульфатты күл | D 874 | 0.020 макс | масса % |
| Кинематикалық тұтқырлық, 40°C | D 445 | 1.9-6.0 | mmv/сек |
| Күкірт | D 2622 | 0.05 макс | масса % |
| Цетан саны | D 613 | 40 мин | - |
| Бұлтты нүкте | D 2500 | Тұтынушыбойынша | °C |
| Мыс жолағы коррозиясы | D 130 | ном. 3б макс | - |
| Қышқыл саны | D 664 | 0.80 макс | мг КОН/г |
| Тегін глицерин | ГС* | 0.020 макс | масса % |
| Жалпы глицерин | ГС* | 0.240 макс | масса % |

* С. Планк әдісі бойынша [29].

Тұтқырлық. Тұтқырлық - бұл отынның жабысқақ немесе үйлесімді қасиеттерінің өлшемі және отынды айдау, бүрку, сақтау және айдау үшін қажетті температураны бағалаудағы маңызды фактор. Мұнай дизель отынының, биодизель отынының және қой майларының тұтқырлығын салыстыру кестеде көрсетілген (3-кесте).

Кесте 3. Дизель, биодизель және қой майларының тұтқырлығын салыстыру (Knothe et al., 1997).

| Түрі | Жану жылуы (МДЖ/кг) | Кинетикалық тұтқырлық (мм ² /с) | Йодтың мәні | Тұтану температурасы (°C) |
|-----------------|---------------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------------|
| Дизель | 427 | 1-4 | - | 80 |
| Биодизель отыны | 372 | 4-6 | <115 | 100 |
| Ятрофа майы | 396 | 757 | 13 | 340 |
| Рапс майы | 376 | 74 | 94-110 | 317 |
| Қой майы | 371 | 66 | 118-144 | 316 |
| Соя майы | 371 | 63.5 | 114-138 | 350 |
| Зәйтүнмайы | 378 | 83.8 | 76-90 | - |
| Мақта майы | 368 | 89.4 | 90-117 | 320 |
| Жаңғақ майы | 372 | 71 | 103 | 340 |
| Кокос майы | 353 | 21.7 | 10-Шілд | - |

| | | | | |
|----------------------|-----|------|-------|---|
| Пальма майы (май) | 355 | 21.5 | 14-22 | - |
|----------------------|-----|------|-------|---|

Қой майлары дизельге қарағанда әлдеқайда жоғары тұтқырлықпен және аз өзгергіштікпен сипатталады, бұл дұрыс емес булануға және шашырауға, сонымен қатар толық емес жануға әкеледі. Бұл дизельді қозғалтқыштар дизель отынымен жұмыс істеу үшін оңтайландырылған, сондықтан қой майларымен жақсы жұмыс істеуі мүмкін. Ықтимал проблемаларға инжекторлар мен жану камерасында дұрыс жұмыс істеу және шөгінділер жатады, бұл өнімділіктің төмендеуіне, шығарындылардың көбеюіне және қозғалтқыштың қызмет ету мерзімінің төмендеуіне әкеледі.

Төменде қой майларын отын ретінде пайдалануға байланысты қиындықтар келтірілген:

1. Инжекторларда кокс пен түтіктердің пайда болуы отынның дұрыс шашырамауы немесе бітелген тесіктерге байланысты алдын-алу деңгейіне дейін

2. Көміртекті тұндыру

3. Май сақинасын жабыстыру

4. Қой майларымен ластану нәтижесінде майлау майының қалыңдауы немесе гель түзілуі

5. Майлау проблемалары.

10-нан 20% - ға дейін араласқан қой майы немесе майлау қозғалтқыштың қызмет ету мерзімін қысқарта алатын қозғалтқыштағы шөгінділердің пайда болуына, сақиналардың кептелуіне, майлаудың гелге айналуына және басқа да техникалық қызмет көрсету проблемаларына әкелуі мүмкін (Tyson et al., 2006).

1.3 Дизель мен биодизельді салыстыру.

Биодизель отыны мұнай дизель отынымен араласқан кезде, биодизель концентрациясы әрқашан ВХХ ретінде жазылады. 'ХХ' биодизель отынының немесе этанолдың пайыздық мөлшерін білдіреді. Мысалы, таза 100% биодизель В100 деп аталады. В20 биодизель отынынан 20% және мұнай дизель отынынан 80% тұрады. Кестеде (4) дизель, В20 және В100 қасиеттерін салыстыру 4-кестеде көрсетілген.

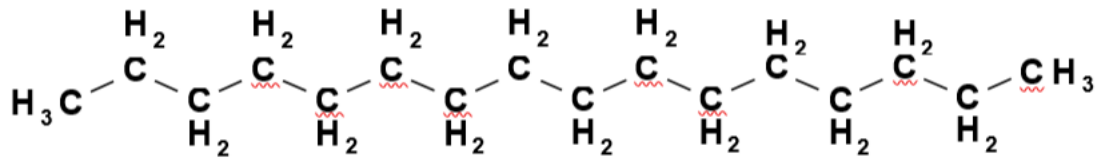
4-кесте. Дизель және биодизель қасиеттері (Tyson et al., 2004).

| Отынтүрі | Тығыздығы (г / см ³) | Орташа таза жылу шығару қабілеті (Бте / галлон) | Мұнай дизелі% айырмашылығы |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| Мұнай дизелі | 0.85 | 129,500 | |
| Таза биодизель отыны (B100) | 0.88 | 118,296 | 8.65% |
| Дизель отыны (B20) | 0.856 | 127,259 | 1.73% |
| Дизель отынының қоспасы (B2) | 0.851 | 129,276 | 0.17% |

Мұнай дизелінің энергетикалық құрамы 15% - ға дейін өзгеруі мүмкін. Биодизель отынының энергетикалық құрамы мұнай дизель отынына қарағанда әлдеқайда аз өзгереді. Пайдаланылған шикізат белгілі бір өңдеу әдісіне қарағанда биодизель отынының энергия құрамына көбірек әсер етеді. Таза биодизель құрамында мұнай жанармайына қарағанда галлонға шамамен 8% аз энергия бар немесе бір фунтқа 12,5% аз энергия бар. Бұл айырмашылық биодизель жанармайының мұнайға қарағанда біршама жоғары тығыздығына байланысты-0,88 кг/л-ден 0,85 кг/л-ге дейін. Биодизельдің мұнай дизель отынына қатынасы төмендеген сайын, биодизель отыны мен мұнай дизель отынының арасындағы кез-келген айырмашылық аз болады. B20 және B2 сәйкесінше мұнай дизель отынынан галлонға 1,73% және 0,17% аз энергия жұмсайды және өнімділіктің айтарлықтай айырмашылығын көрсетпейді (Tyson et al., 2004).

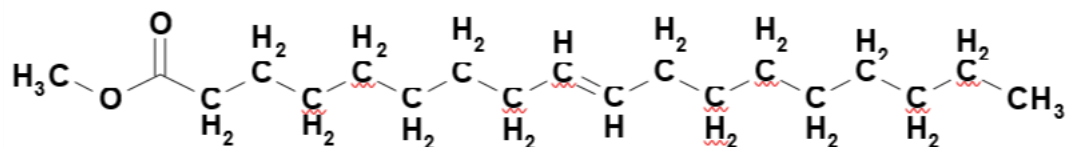
Таза биодизель отынының құрамында 10-12 мас. % оттегі, ал дизель отынында шамамен 0% оттегі бар. Оттегінің болуы толығымен жануды қамтамасыз етеді, бұл көмірсутектердің, көміртегі тотығының және қатты бөлшектердің шығарылуын азайтады. Алайда оттегінің жоғары мөлшері азот оксидтерінің (NOx) шығарылуын арттырады.

Биодизель отыны мұнай дизель отынына балама отын ретінде жарамды болуының негізгі себебі - цетан саны. Цетан саны дизель отынының тұтану сапасын көрсетеді. Ол жанармайдың тұтануының кідірісін өлшейді, бұл инжекцияның басталуы мен жанармайдың жануы (тұтануы) арасындағы кезең. Жоғары цетан саны бар отындарда қысқа тұтану кідірістері болады, бұл отынның жану процесін аяқтауға көп уақыт береді. "Цетан саны" термині (2) суретте көрсетілген 16 көміртегі атомы (C₁₆H₃₄), гексадекан немесе цетан бар тікелей тізбекті алканнан шыққан.



2-сурет. Гексадекан

Бұл ұзын тармақталмаған гексадекан цетан шкаласы бойынша жоғары сапа стандарты болып табылады және цетан саны 100-ге тең деп тағайындалған. Екінші жағынан, жоғары тармақталған алкандар цетан шкаласындағы төмен сапалы қосылыстар және цетан сандары төмен. Биодизельдің ұзын тізбекті май қышқылдары метил эфирі көміртегі саны 14-тен 22-ге дейін болатын ұзын тізбекті алкандарға ұқсас (3-сурет). Бұл биодизельді балама дизельдік отынға жарамды етеді (Gerpen et al., 2004).



3-сурет. Май қышқылдарының метил эфирі

1.4 Биодизель отынын өндіру үшін бастапқы шикізат

2014 жылы Еуропалық Одақта шамамен 328 миллион қой (ірі қара, қой, шошқа және ешкі) және 6 миллиард құс (негізінен тауықтар мен күрке-тауықтар) сойылды. Өлтірілген қойлардың мұндай көп мөлшері ластануды азайту үшін өңделуі керек немесе оларға қосымша құн беру үшін қайта өңделуі керек майларды қоса, қойлардан алынатын қалдықтардың көп мөлшерін шығарады [26,27]. Мұндай майларға ірі қара малдың май тінінен алынған сиыр майы, қой майынан алынған қой майы, шошқа майынан алынған шошқа майы және қауырсын, қан, тері, ішек және сынықтардан алынған тауық майы кіреді [28,29]. Ылғалды өңдеу процесі 49 °С-тан төмен қыздырылған су мен майдың болуын қамтиды. Басқа майлар - бұл ет өндірісі мен ет өңдеу өнеркәсібі, сонымен қатар өнеркәсіптік аспаздық бизнесті қайта өңдеу нәтижесінде пайда болатын майлар. Коммерциялық және өнеркәсіптік тамақ дайындау кезінде жиналған қыздырылған қойлардың майларынан өндірілетін Мұндай қайта өңделген майларды бос май қышқылдарының құрамына (FFA) байланысты сары май және қоңыр май деп жіктеуге болады. Сары май, егер ffa < 15% массасы бойынша болса, ал FFA > 15% болған кезде қоңыр май деп саналады [30]. Шошқа майы, сиыр майы, қой майы және құс майларының май

қышқылдарының типтік құрамы 5-кестеде көрсетілген. Қойлардың түрлеріне байланысты алуан түрлі [31], бірақ олардың құрамында май қышқылдарының жалпы түрлері бар, олардың көпшілігінде 16-дан 18-ге дейін көміртегі бар. Ең маңызды май қышқылдары - қаныққан май қышқылдары (SFA) ретінде пальмитикалық (16:0) және стеарин (18:0) қышқылдары; олеин қышқылы (18:1) қанықпаған май қышқылдары (MUFA) ретінде; және линол (18:2) және арахидон (20:4) қышқылдары полиқанықпаған май қышқылдарының сапасықышқылдары (КҚМҚ) [32]. Қаныққан май қышқылдарының көп болуына байланысты (шамамен 40% SFA) мүйізді ірі қара мен шошқаның майлары негізінен қатты, ал тауық майынан алынған майлар (шамамен 30-33% қаныққан май қышқылдары) сұйық немесе жартылай қатты [33]. Сондықтан қойлардың шикі майлары негізінен қоршаған орта температурасында қатты күйде болатындығын ескеру керек, сондықтан оларды дизель қозғалтқышына отын ретінде пайдалану үшін 45 °С температурада алдын-ала қыздыру қажет [14]. Сонымен қатар, қаныққан май қышқылдарының жоғары мөлшері, әдетте, жоғары цетан сандары бар тұрақты биодизель отынына әкеледі (шошқа майы мен май үшін 50-ден астам). Қойлар майының жеуге болмайтын жанама өнімдерінің негізгі қосымшаларының бірі - биодизель өндірісі [6,34]. Қойлардың жеуге болмайтын жанама өнімдері ЕО-да үш санатқа бөлінеді, олар адамның немесе қойлардың денсаулығына қауіп төндіреді. 1-санат ең жоғары қауіпке ие, 2-санат әлі де жоғары қауіпке ие, ал 3-санат ең төмен тәуекелге ие және адам тұтынуға жарамды, дегенмен ол әдетте жеуге болмайтын мазмұнына немесе коммерциялық себептерге байланысты тамақ ретінде пайдаланылмайды. 3-санаттағы жанама өнімдердің негізгі қолданылуы - тамақ және үй қойларына арналған жем ретінде. Қалай болғанда да, барлық үш санаттағы майлар биодизель өндіруге арналған болуы мүмкін, ал кейбір мүдделі тараптар 3-санат биодизель өндірісі үшін ең жақсы сапаны қамтамасыз етеді деп хабарлады [35]. Ет пен өкпеден алынған майдың 81% - ы, сондай-ақ 26% бүйрек, сүйек және ірі қара малдың майы биодизель өндіруге арналған. Қой майлары жағдайында 88% түрлі-түсті май, 43,3% өкпе майы және конустар мен каналдардағы 67,1% май биодизель отынын өндіруге арналған [36]. 2019 жылы ЕО-да биодизель өндірісі үшін шикізат ретінде пайдаланылатын жануар майы мен қой майының жалпы мөлшері 13 миллион тоннадан асты. Оның ішінде 800 мың тонна (шикізаттың жалпы көлемінің 6%) қойлар майларына тиесілі болды, және бұл мөлшер 2014 жылдан бері тұрақты болып келеді [18,19]. АҚШ жағдайында қойлардың майлары шикізаттың жалпы көлемінің 8,4% құрады және сәйкесінше 74, 132 және 243 мың тонна мөлшерінде құс майы, май және ақ май болды [21].

Биодизель отынын өндіру үшін шикізат ретінде пайдалануға болатын майлар мен майлардың әртүрлі түрлері бар. Әр түрлі майлар мен майлардағы май қышқылдарының түрлері кестеде келтірілген (3), ал олардың тиісті құрамы 5-кестеде келтірілген (6).

5-кесте. Қой майларындағы әртүрлі май қышқылдарының молекулалық формуласы (Tyson et al., 2004).

| Аты | Құрамы | | Қышқылы | Эфирі |
|--------------------|----------|---------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Миристинқышқылы | C14:0 | | C ₁₄ H ₂₈ O ₂ | C ₁₅ H ₃₀ O ₂ |
| Пальмитқышқылы | C16:0 | | C ₁₆ H ₃₂ O ₂ | C ₁₇ H ₃₄ O ₂ |
| Пальмитоле | C16:1 | c9 | C ₁₆ H ₃₀ O ₂ | C ₁₇ H ₃₂ O ₂ |
| Гексадекадиен | C16:2 | c5,c9 | C ₁₆ H ₂₈ O ₂ | C ₁₇ H ₃₀ O ₂ |
| Гексадекатриенді | C16:3 | c7,c10,c13 | C ₁₆ H ₂₆ O ₂ | C ₁₇ H ₂₈ O ₂ |
| Гексадекатетраенді | C16:4 | c6,c9,c12,c15 | C ₁₆ H ₂₄ O ₂ | C ₁₇ H ₂₆ O ₂ |
| Стеарин қышқылы | C18:0 | | C ₁₈ H ₃₆ O ₂ | C ₁₉ H ₃₈ O ₂ |
| Гептадекан қышқылы | C18:1n-7 | c11 | C ₁₈ H ₃₄ O ₂ | C ₁₉ H ₃₆ O ₂ |
| Олеин қышқылы | C18:1n-9 | c9 | C ₁₈ H ₃₄ O ₂ | C ₁₉ H ₃₆ O ₂ |
| Линол қышқылы | C18:2n-6 | c9,c12 | C ₁₈ H ₃₂ O ₂ | C ₁₉ H ₃₄ O ₂ |
| Эйкозен қышқылы | C20:1n9 | c11 | C ₂₀ H ₃₈ O ₂ | C ₂₁ H ₄₀ O ₂ |
| Эрук қышқылы | C22:1n-9 | c13 | C ₂₂ H ₄₂ O ₂ | C ₂₃ H ₄₄ O ₂ |

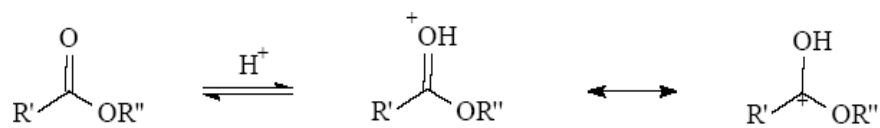
Бұл кестелерде Қос нүктенің алдындағы сан - бұл май қышқылындағы көміртек атомдарының саны. Қос нүктеден кейінгі сан - қос байланыстардың саны. Мысалы, C16: 2-16 көміртек атомы және 2 қос байланыс. Түрлі майлар мен майлардың құрамының салыстырмалы сипаттамалары 6-кестеде келтірілген.

6-кесте. Түрлі майлар мен майлардың құрамы (Knothe et al., 1997).

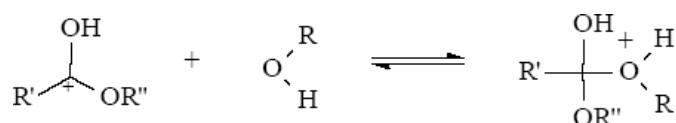
| Май н.е тоң май | Май қышқылы[C-O-O-R]Композициялар (Мас.-%) | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|--------|-------|-------|
| | C12:0 | C14:0 | C16:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:1 | C22:1 |
| Бабассу | 44-45 | 15-17 | 5.8-9 | 2.5-5.5 | 12-16 | 1.4-3 | | | |
| Рапс | | | 4-5 | 38719 | 55-63 | 20-31 | 9-10 | | 1-2 |
| Кокос | 44-51 | 13-18.5 | 7.5-10.5 | 1-3 | 5-8.2 | 1.0-2.6 | | | |
| Жүгері | | 1-2 | 7-13 | 2.5-3 | 30.5-43 | 39-52 | Trace | | |
| Мақта тұқымы | | 0.8-1.5 | 22-24 | 2.6-5 | 19 | 50-52.5 | | | |
| Зығыр тұқымы | | | 6 | 3.2-4 | 13-37 | 5-23 | 26-60 | | |
| Оливка | | 1.3 | 7-18.3 | 1.4-3.3 | 55.5-85 | 4-19 | | | |
| Алақан | | 0.6-2.4 | 32-46.3 | 4-6.3 | 37-53 | 6-12 | | | |
| Жержаңғақ | | 0.5 | 6-12.5 | 2.5-6 | 37-61 | 13-41 | | | 1 |
| Рапс | | 1.5 | 1-4.7 | 1-3.5 | 13-38 | 9.5-22 | 1-10 | | 40-64 |
| Мақсары | | | 6.4-7.0 | 2.4-29 | 9.7-13.8 | 75-80.5 | | | |
| Олеин қышқылы жоғары мақсары | | | 4-8 | 2.3-8 | 73.6-79 | 11-19 | | | |
| Күнжіт | | | 7.2-9.2 | 5.8-7.7 | 35-46 | 35-48 | | | |
| Соя | | | 2.3-11 | 2.4-6 | 22-30.8 | 49-53 | 2-10.5 | | |
| Қой майы | | | 3.5-6.5 | 1.3-5.6 | 14-43 | 44-68.7 | | | |
| Сары май | | 1.27 | 17.44 | 12.38 | 54-67 | 7.96 | 0.69 | 0.25 | 0.52 |
| Май (сиыр еті) | | 3-6 | 25-37 | 14-29 | 26-50 | 1-2.5 | | | |

1.5 Реакция механизмі

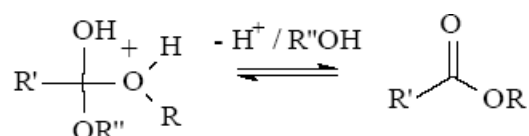
Қышқыл мен катализденетін переэтерификация механизмі төменде сипатталған (Meher, 2006). Переэтерификацияны күкірт немесе сульфон қышқылдарымен катализдеуге болады. Бірінші кезең карбонил тобының протонизациясын қамтиды, нәтижесінде көміртегі катионы пайда болады.



Екінші кезең тетраэдрлік аралық өнімді қалыптастыру үшін алкогольді нуклеофильді қамтиды.



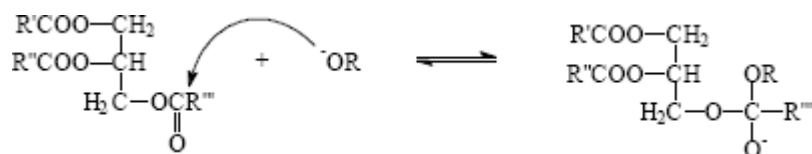
Тетраэдрлік аралық өнім алкил эфирімен протон катализаторын шығару арқылы қайта құрылады.



Сілтілік катализденетін переэтерификация механизмі келесідей сипатталған (Schuchardt et al., 1997). Бірінші кезең протонирленген катализатормен алкоксидті алу үшін негіздің спиртпен реакциясын қамтиды.



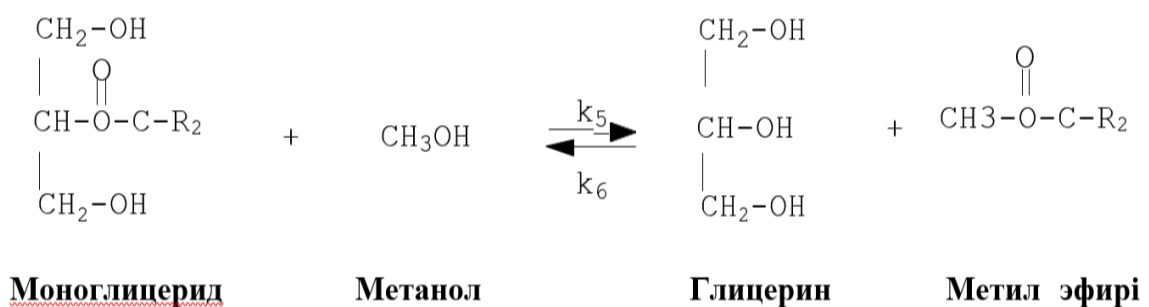
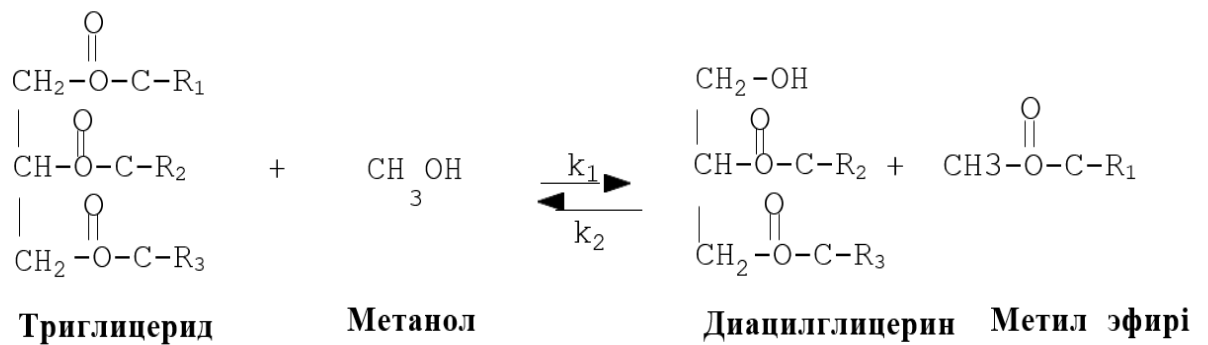
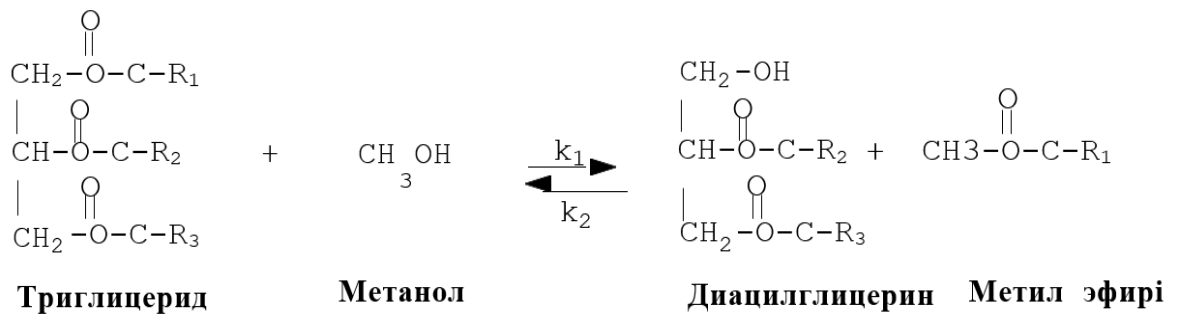
Екінші кезең - тетраэдрлік аралық байланыстың пайда болуына әкелетін алкоксидионартриглицерид молекуласының карбонилді көміртегі нуклеофильді



Диглицерид анионы катализаторды депротонизациялайды, белсенді катализатор мен диглицерид түзеді.



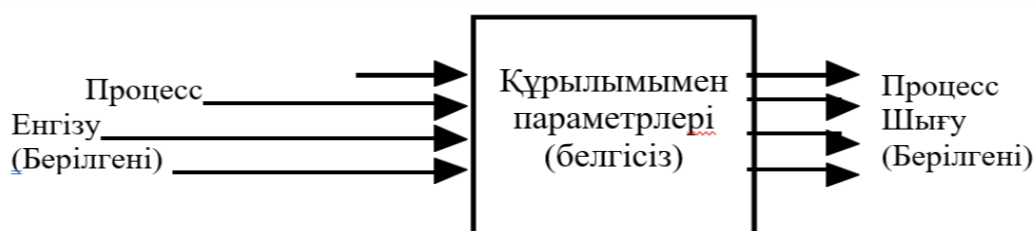
Жоғарыда аталған механизмде көрсетілгендей, келесі аралық кезеңдердің әрқайсысында орналастырылады.



4-сурет. Биодизельді трансэтерификациядағы аралық қадамдар (Аллен және басқалар, 2006).

1.6 Биодизель отынын алу синтезінің технологиясы

Технологиялық операциялардың көптеген түрлері химиялық реакцияларды жүргізу үшін және өнімдер мен жанама өнімдерді бір-бірінен және реакцияланбаған шикізаттан бөлу үшін қолданылады. Неғұрлым үнемді технологиялық операциялардың құрылымдық әдістері жүйелі түрде анықталады және технологиялық схемаларға енгізіледі. Алынған технологиялық схема белгілі бір мақсаттарға сәйкес келетін етіп жасалған жабдықтың әртүрлі элементтерінің және олардың өзара байланысының конфигурациясын білдіреді. Химиялық заттарды сенімді, қауіпсіз және үнемді түрде шығаратын конфигурацияларды синтездеу, қалдықтардың ең аз мөлшері бар немесе мүлдем жоқ, ең қиын міндеттердің бірі болды. Бұл құрылымдық концептуалды процесс дизайны процестің синтезі ретінде де белгілі. Синтез процесінде кіріс және шығыс 5-суретте көрсетілгендей белгілі.



5- сурет. Процесс синтезі (Эль-Халваги, 2006).

Технологиялық синтез әдістері мен құралдары жаңа зауытты жаппай жобалау үшін технологиялық схеманы нөлден синтездеу арқылы жаңа процестерді жасау үшін қолданылады. Дәл осындай әдістерді қолданыстағы өндірістік ортадағы модернизацияны қамтитын жобаларға да қолдануға болады, бұл көптеген жылдар бойы дәстүрлі оңтайландыру әдістері мен үнемі жетілдірулер үнемдеуге мүмкіндік берген жағдайларда да күрделі және пайдалану шығындарын едәуір үнемдеуге әкеледі (Эль-Халваги, 2006).

Шикізатты қажетті өнімдерге айналдыру үшін ең жақсы технологиялық бағытты таңдау қиын міндет болып табылады, өйткені мүмкін болатын технологиялық баламалардың шексіз саны бар. Қажетті өнімді алғаннан кейін, қажетті өнімді қажетсіз компоненттерден бөлудің көптеген жолдары бар. 6-кестеде бес компонентті бөлудің балама әдістері көрсетілген. А, В, С, D және E бес компоненті үшін бөлу тізбегінің 14 нұсқасы бар.

6-кесте қосылыстарды бөлуге арналған балама тізбектер (Болдуин, 2006).

| | Баған 1 | Баған 2 | Баған 3 | Баған 4 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 1 | A/BCDE | B/CDE | C/DE | D/E |
| 2 | A/BCDE | B/CDE | CD/E | C/D |
| 3 | A/BCDE | BC/DE | B/C | D/E |
| 4 | A/BCDE | BCD/E | B/CD | C/D |
| 5 | A/BCDE | BCD/E | BC/D | B/C |
| 6 | AB/CDE | A/B | C/DE | D/E |
| 7 | AB/CDE | A/B | CD/E | C/D |
| 8 | ABC/DE | A/BC | D/E | B/C |
| 9 | ABC/DE | AB/C | D/E | A/B |
| 10 | ABCD/E | A/BCD | B/CD | C/D |
| 11 | ABCD/E | A/BCD | BC/D | B/C |
| 12 | ABCD/E | AB/CD | A/B | C/D |
| 13 | ABCD/E | ABC/D | A/BC | B/C |
| 14 | ABCD/E | ABC/D | AB/C | A/B |

Бөлу үшін мүмкін тізбектердің саны келесі теңдеумен сипатталады (Болдуин, 2006).№

$$Ns = \sum_{j=1}^{P-1} N_j N_{P-j} = \frac{[2(P-1)]!}{P!(P-1)!}$$

Мұнда,

P = өнімдер саны

Ns = әр түрлі тізбектер саны.

Бұл жұмыстың жалпы мақсаты қой майынан биодизель отынын өндіру процесін әзірлеу және оңтайландыру болып табылады. Төменде осы жұмыстың нақты мақсаттары келтірілген:

- Процестің негізгі схемасын жасау
- Процесс барысында әртүрлі бөлімшелердің жұмысын болжау

Ресурстарды үнемдеу және кірістілікті арттыру арқылы процесті оңтайландыру

- Процесс экономикасын бағалау және талдау

1.6 Биодизель өндірісі процесінің техникалық аспектілерін бағалау

Биодизель өндірісі процесінің техникалық және экономикалық аспектілерін бағалау үшін процесте әртүрлі жеке түйіндердің жұмысын бағалау қажет. Осыған байланысты процесті модельдеу процестің сипаттамаларын және олардың құрылымдық және операциялық айнымалыларға тәуелділігін болжаудың ыңғайлы құралын ұсынады. Биодизель отынын өндіру процестерін модельдеу бойынша алдыңғы жұмыстар (Zhang et al., 2003; Tapasvi et al., 2004; Nass et al., 2006) процестің сипаттамалары туралы ақпарат алу үшін ASPEN Plus және HYSYS сияқты құралдарды қолданды. Алайда шектеулер болды, оның ішінде модельдеуге қатысатын кейбір компоненттер үшін термодинамикалық қасиеттердің болмауы және кейбір бөлгіш блоктарды егжей-тегжейлі модельдеудің болмауы (оның орнына тиімділік коэффициенттері қолданылды). Процесті жобалаудың әртүрлі масштабтары қарастырылған кезде, белгілі бір эксперименттен бөліну коэффициенттері қолданылмауы мүмкін, өйткені ағындардағы әртүрлі компоненттердің қатынасы енді бірдей болмайды. Бұл биодизель отынының төмен шығуына немесе өнімнің төмен сапасына әкелуі мүмкін. Сонымен, бұрынғы жұмыстарда ресурстарды үнемдеуге, қалдықтарды азайтуға және кірістілікті арттыруға бағытталған процестерді біріктіру бойынша зерттеулер болған жоқ. Алдыңғы жұмыстың мақсаты негізінен жұмыс істейтін процесті алу болса да, қазір процестің экономикалық көрсеткіштерін жақсарту үшін биодизель өндірісінің тиімді технологиялық сызбаларын жасау қажет. Келесі жұмыста процестің төрт конфигурациясы синтезделіп, модельденеді. Процесті модельдеу кезінде бөлу әдістері пайдаланушы анықтаған бөлу тиімділігін белгілемей-ақ егжей-тегжейлі модельденеді. Модельдеу сонымен қатар әртүрлі қосылыстардың бір-бірімен қалай әрекеттесетінін және әр түрлі суды пайдалану кезінде қосылыстардың қалай бөлінетінін анықтау үшін қолданылады.

2. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

2.1 Бастапқы шикізатты анықтау

Шикізатқа байланысты синтез процесінің дизайны әртүрлі болуы мүмкін. Дұрыс шикізатты таңдау өте маңызды, өйткені шикізаттың құны өндіріс құнына негізгі үлес қосады және түпкілікті өнімнің шығуына әсер етеді (Андерсон соавт., 2003). Өткен бөлімде сипатталғандай, биодизель үшін шикізаттың көптеген нұсқалары бар, олар өте арзан, сапасыз қой майынан жоғары сапалы, бірақ қымбат қой майларына дейін. Арзан шикізатты пайдалану тиімді болып көрінгенімен, бұл тәжірибенің кемшіліктері бар. Өңделген қой майы (қайта өңделген қуыру майы), сондай-ақ мал майы соя майы немесе рапс майымен салыстырғанда шикізат ретінде өте арзан. Бұл су, фосфор, күкірт және басқа да ластаушы заттардың мөлшері өскен сайын кірістіліктің төмендеуіне әкеліп соқтырмайды, сонымен қатар Қажетті өңдеу процесінің күрделілігіне байланысты қымбатқа түседі (Андерсон соавт, 2003).

Қарастырылатын тағы бір маңызды фактор-шикізаттың термодинамикалық қасиеттері, мысалы, гель түзілуі және тотығу. Биодизель дизель отыны сияқты суық ауа-райында қатып қалуы мүмкін. Гелеация-бұл қыздырудан кейін отын сұйық күйге қайтатын қайтымды процесс. Гельдің пайда болуы қолданылатын шикізаттағы қаныққан майлардың мөлшеріне байланысты. Шикізаттағы қаныққан май мөлшері неғұрлым жоғары болса, гель түзілетін температура соғұрлым жоғары болады (Котрба, 2006). Демек, қой майларының ішінде де қаныққан майлармен байытылған май-бұл ауа-райының қолайсыздығымен сипатталатын климатта қолданылатын отын үшін шикізаттың нашар таңдауы. Алайда, шикізатта қанықпаған май мөлшері неғұрлым көп болса, биодизель отынының ұзақ сақтау кезеңінде тотығу ыдырауына ұшырау ықтималдығы жоғары болады.

Қалдықтарды пісіруге арналған майлар. Май қалдықтарын биодизель шикізаты ретінде пайдалану азық-түліктің қолжетімділігіне және жерді пайдалануға тікелей қайшылық туғызбайды. Қалдықтарды пісіруге немесе қуыруға арналған майларды сары май және қоңыр май деп бөлуге болады. Пайдаланылған тағамдық майдың құрамында қыздырылған және ет, балық немесе көкөніс өнімдері сияқты алуан түрлі тағамдарды дайындау үшін пайдаланылатын қой майы бар, сондықтан гамбургерден, беконнан немесе пісірілген ет тағамдарынан жасалған майды қамтуы мүмкін. ҚҚҚ 15%-дан аз болса, мейрамхана немесе өнеркәсіптік аспаздық операциялардан жиналған пайдаланылған майлардан, майлардан және майлардан түзілетін сары май биодизельді өндіру үшін арзан шикізат ретінде айтарлықтай әлеуетті ұсынады [15].

Қоңыр май (яғни, ұстағыш май) майды сарқынды судан бөлу үшін мейрамханада, өнеркәсіптік немесе қалалық канализациялық қондырғыларда орнатылған май ұстағыштардан жиналады. Май ұстағыштар – ағынды суға ағызылатын жеңіл май мен майдың қақпақтың жоғарғы жағына шығуына мүмкіндік беретіндей етіп кәріз желілеріне орнатылған тығыздалған контейнерлер. Бұл қақпақтар судың майдың астына және негізгі канализацияға немесе су тазарту аймағына өтуіне мүмкіндік береді.

Сілтілі катализделген трансэтерификация, қышқылды катализдейтін трансэтерификация, екі сатылы трансэтерификация ферментативті катализ және суперкритикалық температурада өңдеу қалдықтарды пісіруге арналған майларды биодизельге түрлендірудің барлық әдістері болып табылады. Бастапқыда тазартылған майды ұзақ қыздыру ҚҚҚ жинақталған қалдық пісіру майына әкеледі, бұл сілтілі трансэтерификация процесіне кедергі келтіреді, өйткені сілтілі катализатор сабын өндіру үшін СФҚ-ға әсер етеді (сапондандыру реакциясы). Сабындандыру реакциясы биодизель шығымын төмендетеді және биодизельді, глицеринді және жуғыш суды күрделірек бөлуді талап етеді [15,63].

Биодизель өндірудегі липазаның маңызы.

Липазалар - биоотын өндіруге арналған ферменттердің жиі кездесетін топтарының бірі. Олар глицеридтер мен май қышқылдарын биодизель отынын (май қышқылдарының алкилді эфирлерін) өндіру үшін қолданылады. Липазалар бос май қышқылдарын, толық емес глицеридтер мен глицерин алу арқылы су жүйелеріндегі триацилглицеролдағы эфирлі байланысқа әсер ететін гидролитикалық ферменттер ретінде анықталады. Су белсенділігі төмен ферменттердің бұл тобы гидролизге кері реакцияны катализдеуге қабілетті. Липазалардың кері каталитикалық белсенділігі эфир және амидті байланыстары бар құнды қосылыстарды немесе гидроксил, карбоксил топтары және амин топтары сияқты функционалды топтары бар басқа да байланысты химиялық заттарды синтездеу үшін кеңінен қолданылады. Атап айтқанда, липазалар май қышқылдарын, майларды, фосфолипидтер мен сфинголипидтерді жаңа талап етілетін функционалдық қасиеттерді алу үшін және оптикалық белсенді қосылыстарды олардың ракемиялық қоспаларынан бөлу үшін қолданылды.

Липазаларды қолдану үшін маңызды негізгі шикізат – жануарлар майлары және өсімдіктер майлары. Мұндай материалдар негізінен триглицеридтерден тұрады, олар жануардан шыққан қаныққан және қанықпаған май қышқылдары бар глицерин эфирлері болып табылады.

Биодизельдің барлық дерлік әлемдік өндірісі сілтілі катализге негізделген. Алайда, бұл әдіс липидті шикізатты тазартудың жоғары дәрежесін талап етеді-егер өңделген майда 0,5% - дан астам май қышқылдары болса, сабын пайда болады, бұл биодизельдің шығуын күрт төмендетеді және оны тазартуда қиындықтар туғызады. Судың құрамына қойылатын талаптар әлі де қатал түрде 0,05% - аспайды. Сонымен қатар, глицерин жанама өнімі сілтімен ластанған және қосымша тазартуды қажет етеді. Переэтерификацияның ферментативті катализі, біріншіден, шикізат тазалығына қойылатын талаптарды төмендетеді, екіншіден, реакция процесінде қауіпті қалдықтардың пайда болуын болдырмайды.

Липаза катализінің артықшылықтары:

- әдіс жұмсақ жағдайда жұмыс істейді (20-50 С);
- өнімдерді оңай тазарту: көп мөлшерде суды қажет етпейді;
- өнімнің сипаттамасын жақсарту мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандай, биодизель өндірісінің басым көпшілігі сілтілі катализге негізделген. Бұл үнемді және технологиялық тұрғыдан тиімді, бірақ алынған биодизельді реакцияланбаған метанолдың сілтілерінен тазартуды қажет етеді. Бұл сатып алу процестері биодизельдерді жуу үшін көп мөлшерде суды және метанолды қалпына келтіру үшін энергияны қажет етеді, бұл қалдықтардың көп мөлшеріне және жоғары энергия шығындарына әкеледі. Липазаларды пайдалану бізге қажетті тазалық өнімдерін аз шығынмен алуға мүмкіндік береді. Липаза катализімен іс жүзінде қалдықсыз экологиялық таза өндірісті құру мүмкіндігі бар.

Бүгінгі таңда көптеген коммерциялық липаза препараттары бар. Ең көп қолданылатындар: Novozym 435 – *Candida antarctica*-дан алынған липаза,

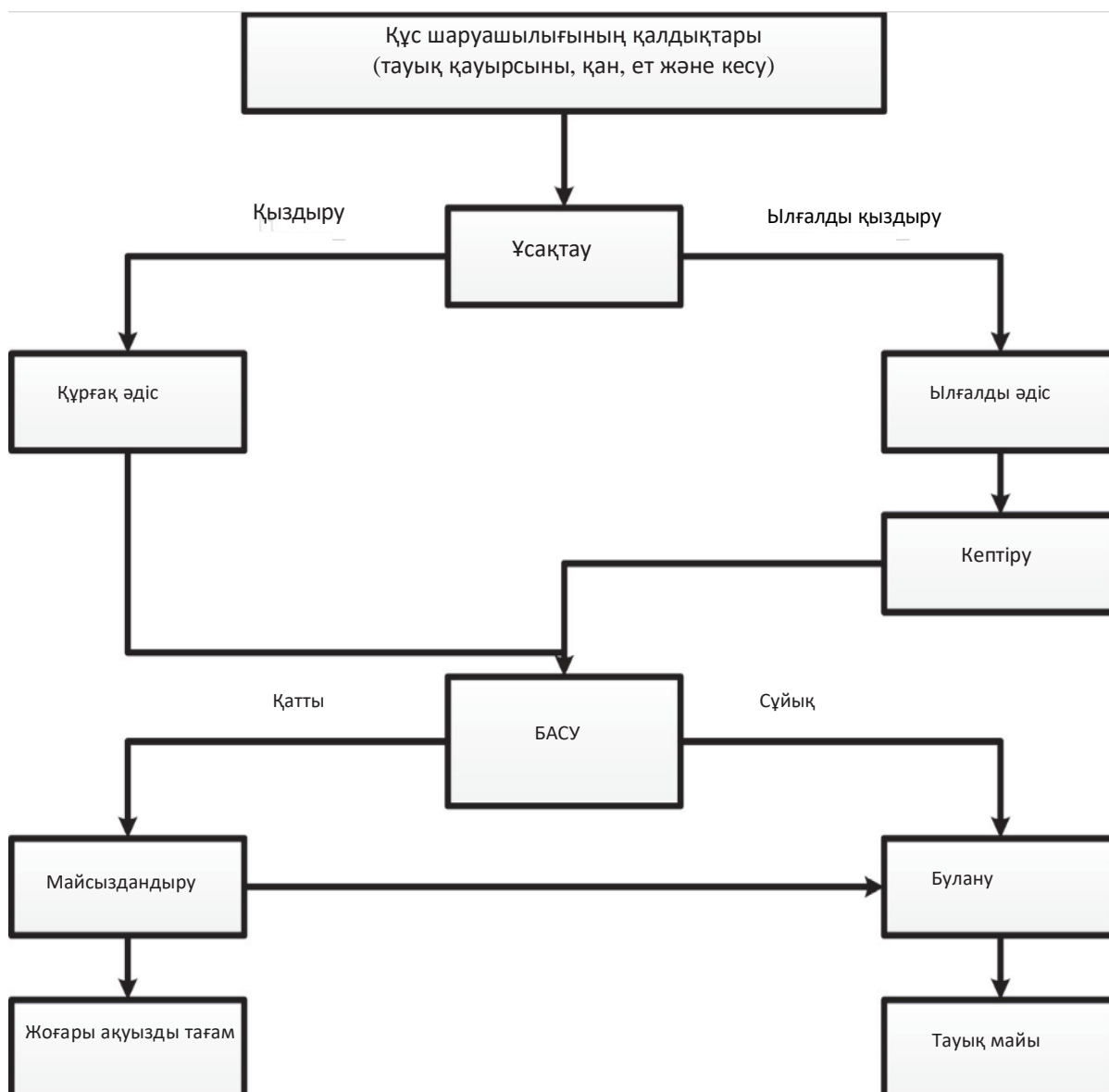
макропорист полиметилметакрилатқа иммобилизацияланған; Lipozyme RM IM – rhizomucormiehei-ден алынған липаза, анионитке иммобилизацияланған; lipozyme TL IM-thermomycetanus-тан алынған липаза. Өңірге тән липазалардың басым көпшілігі триглицеридтің 1,3-эфирлік байланысы әсер етеді, ал орталық 2-байланыспен реакция қиын, бұл соңғы өнімнің шығымдылығын үштен бірге төмендетеді. Липаза катализінің маңызды шарттары-бұл судың мөлшері, липаза иммобилизацияланған тасымалдаушы түрі және ацил акцепторының қатынасы: май.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, бүгінде липаза катализі сілтілі катализден айырылады, алайда жұмыста липазаның қазіргі бағасымен биодизель өндірісі жылына 200 мың тоннадан бастап тиімді екендігі көрсетіледі. Айта кететін жағдай, ферменттердің бағасы өндіріс көлемінің ұлғаюынан басқа, рекомбинантты ДНҚ технологияларын қолдану арқылы төмендеуі мүмкін.

Осылайша, ірі өндірістерді құру және мемлекеттің экологиялық саясатына сәйкес келетін биодизель өндірісінің ферментативті әдісі жақын арада сілтілік катализмен бәсекелесе алады. Қазіргі уақытта липазаларды (иммобилизацияланған) үнемді қолданудың жалғыз саласы - қышқылданған майларды биологиялық ацилакцепторларымен қайта өңдеу, олардың арасында биоэтанол ең қол жетімді және перспективалы болып табылады. Субстраттың бұл таңдауы көптеген қышқылданған майлардың бүкіл әлем бойынша тамақ өндірісінің қалдықтары ретінде пайда болуымен және оларға сілтілік катализді қолдану қиынсыз болуымен түсіндіріледі.

2.2 Биодизель өндіру технологиясы. Процесстің жүру сызба нұсқасы.

Биодизель өндіру технологиясы 6-суретте келтірілген.



6-сурет. Құс қалдықтарын өңдеу процесі.

Қой майы 60 градус цельсий температурасында және қалыпты қысым кезінде метанолмен, сирек немесе этанолмен немесе изопропил спиртімен (шамамен 1 тонна май + 200 кг метанол + калий немесе натрий гидроксиді) қайта этерификацияланады.

Жоғары сапалы өнімді алу үшін бірқатар талаптарды сақтау қажет:

1. Переэтерификация реакциясынан өткеннен кейін метил эфирлерінің құрамы 96% - дан жоғары болуы тиіс.
2. Тез және толық переэтерификация үшін метанол артық алынады, сондықтан метил эфирлерін одан тазарту керек. Метанол-күшті уланғыш.
3. Метил эфирлерін дизельдік техникаға арналған отын ретінде сабындау өнімдерінен алдын ала тазартусыз пайдалануға болмайды. Сабын сүзгіні бітеп,

жану камерасында күйе, шайыр түзеді. Бөлу және центрифугалау жеткіліксіз екенін білуіміз қажет.

4. Биодизель өндірісінің соңғы кезеңі-май қышқылдарының метил эфирлерін кептіру. Су биодизельде микроорганизмдердің дамуына әкеліп соғады және металл бөлшектерін коррозиялайтын бос май қышқылдарының пайда болуына ықпал етеді.

5. Биодизельді 3 айдан артық сақтау ұсынылмайды - ол ыдырауға қабілітті.

2.3 Қойлар майларын трансэфирлеу процесінің параметрлері және биодизельді өндіру әдістері.

Қойлар майларын трансэфирлеу процесінің параметрлері және биодизельді өндіру әдістерінің сипаттамалары 7-кестеде келтірілген.

7-кесте Қой майларын технологиялық сипаттамасы.

| Шикізат | Өндіріс технологиясы | Катализаторлар (майдың wt/wt) | Моль р.к а т н а с | T(°C) | Уақыт(h) | Түрлендіру (%) |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|------------|----------------|
| Тауық майы | Біртекгі қышқыл | H ₂ SO ₄ 25% | 1:30 | 50 | 24 | 99.01 |
| | | KOH1% | - | 30 | 1 | 88.10 |
| Қой майы | Негізгі біртекгі қышқыл | H ₂ SO ₄ 25% | 1:30 | 60 | 24 | 93.21 |
| | | KOH1% | - | 30 | 1 | 79.70 |
| Сыыр майы | Негізгі гетерогенді қышқыл | Сульфирленген полистирол 20 моль% | - | 64 | 18 | 75.00 |
| Қой қалдық май | Біртекгі кезең | 1-кезең: H ₂ SO ₄ 0.08% 2-кезең: NaOH0.001% | - | 62 | 2 | 89.00 |
| Сало | Ферментативті | Иммобилизацияланған липаза (candidasp. 99-125) 20 % | 1:1 | 40 | 30 | 87.40 |
| Сыыр майы | Біртекгі негіз | KOH2% | - | 60 | 1.5 | 95.00 |
| Қауырсыннан жасалған май | Біртекгі Негіз | KOH1% | 1:9 | 70 | 1/4 | 7-11 |
| (Сыыр майы мен қой май) қоспа | Біртекгі Негіз | NaOH1% | 1:6 | 60 | 1 | - |
| (Сало мен соя майы) қоспа | Біртекгі кезең | NaOH0.8% | 1:6 | 65 | 3 | 81.7-88.6 |
| Сыыр майы таза | Біртекгі Негізі | KOH1.5% | 1:6 | 65 | 3 | - |
| Құс майы | Негізгі гетерогенді | Mg-Alhydrocalcite10% | 1:30 | 120 | 8 | 93.00 |
| Қой майы | Негізгі гетерогенді | MgO-KOH | 1:22 | 65 | 1/3 | 98.00 |
| Қышқыл қалдық майы | Біртекгі кезең | 1-кезең: H ₂ SO ₄ 2% 2-кезең: NaOH1 % | 1:6 | 65 | 1:5 2:1 | 66.20 |

| | | | | | | |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------------------|------|-----|------|-------|
| Сало | Ферментативті | (Новозим 435 және Липозимафиды) біріктіреді 4% | 1:2 | 50 | 20 | 97.20 |
| Қой мен балық майы | Ферментативті | Lipozyme-IM | 1:4 | 25 | 96 | 50.00 |
| Тауық майы | Суперкритикалық метанол | - | 1:6 | 400 | 1/10 | 88.00 |
| Қалдық сало | Суперкритикалық метанол | - | 1:45 | 335 | 1/4 | 89.91 |

2.4 Материалдық баланс

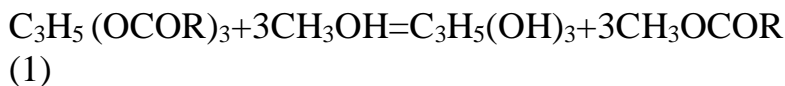
Жануар майларын ұнтақтау процессінің жолы 7-суретте келтірілген.



7-сурет. Май өндіру үшін ұнтақтау процесі.

Бастапқы деректер: қой майының келуі $N=2000$ кг.

Триглицеридтерді метанолмен переэтерификациялау реакциясы (1) осы теңдеу бойынша жүреді:



Переэтерификация реакторына кіретін метанолдың триглицеридтерге молярлық қатынасы 9: 1 құрайды деп болжанады. Реакторға кіре берістегі қой майының мөлшері айналымдағы майды есепке алып берілген [39].

Материалдық баланс құруға қажетті есептеулер:

1) реакторға кіре берістегі қой майының мөлшері (1) формула бойынша есептелінеді:

$$n_{к.м.} = m_{к.м.} / M_{к.м.}, \quad (1)$$

Мұндағы $n_{к.м.}$ – кіре берістегі қой майының мөлшері, моль;

$m_{к.м.}$ – кіре берістегі қой майының массасы, г;

$M_{к.м.}$ – қой майының молярлық массасы, г/моль.

$$n_{к.м.} = 1250000 / 756 = 1653,4 \text{ моль}$$

2) реакторға кіре берістегі метанол мөлшері (2) формула бойынша есептелінеді:

$$n_{метанол} = n_{к.м.} \cdot 18, \quad (2)$$

$$n_{метанол} = 1653,4 \cdot 18 = 29761,2 \text{ моль}$$

3) реакторға кіре берістегі метанол массасы (3) формула бойынша қарастырылады:

$$m_{метанол} = M_{метанол} \cdot n_{метанол}, \quad (3)$$

Мұндағы, $M_{метанол}$ – метанолдың молярлық массасы, г/моль.

$$m_{метанол} = 32 \cdot 29761,2 = 952358,4 \text{ г} = 952 \text{ кг}$$

3) Глицериннің массасы (4) формула бойынша есептелінде:

$$m_{глицерин} = (m_{к.м.1} \cdot M_{глицерин}) / M_{к.м.}, \quad (4)$$

Мұндағы $m_{к.м.1}$ – рециркуляцияға жіберілген майды есепке алмағанда қой майының салмағы, кг;

$M_{глицерин}$ – глицериннің молярлық массасы, г / моль.

$$m_{\text{глицерин}} = (2000 \cdot 92)/756 = 243 \text{ кг}$$

5) Метил эфирінің массасы (5) бойынша қарастырылады

$$m_{\text{м.э.}} = (m_{\text{метанол1}} \cdot M_{\text{м.э.}})/M_{\text{метанол}} \quad (5)$$

Мұндағы $m_{\text{метанол1}}$ -рециркуляциялайтын майды есепке алмағанда метанолдың массасы, кг;

$M_{\text{м.э.}}$ - метил эфирінің молярлық массасы, г / моль (6) формула бойынша есептелінеді.

$$m_{\text{метанол1}} = (m_{\text{қой майы1}} \cdot M_{\text{метанол}} \cdot 3)/M_{\text{қой майы}} \quad (6)$$

$$m_{\text{метанол1}} = (2000 \cdot 32 \cdot 3)/756 = 253 \text{ кг}$$

$$m_{\text{метил эфирі}} = \frac{253 \cdot 952}{32} = 7526 \text{ кг}$$

6) Шығатын кездегі метанолдың массасы (7) формула бойынша қарастырылады:

$$m_{\text{метанол2}} = m_{\text{метанол}} - m_{\text{метанол1}} \quad (7)$$

$$m_{\text{метанол2}} = 952 - 253 = 699 \text{ кг}$$

Алынған мәндер 6-кестеге енгізілді.

6-кесте - материалдық баланс (кіріс-шығыс)

| Бастапқы шикізат | Кіріс, кг | Соңғы өнім | Шығыс, кг |
|------------------|-----------|-------------|-----------|
| Қойдың майы | 2650 | Қойдың майы | 700,5 |
| Метанол | 952 | Метанол | 298,5 |
| | | Метил эфирі | 2360 |
| | | Глицерин | 243 |
| Барлығы | 3602 | | 3602 |

Материалдық баланстың кірісі 3602 кг, ал шығысы 3602 кг ды құрайды.

2.5 Жылулық баланс

1 тонна қой майы

40 → 100°C ΔC=80

$$Q = c \cdot \Delta C$$

Q-жылу мөлшері

Мұндағы $c_{\text{қой}}$ – қой майының меншікті жылу сыйымдылығы, 1700 Дж/кг °С

ΔC -арасындағы айырмашылық

$$Q = 1300 \cdot 10^3 \cdot 50 = 65 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 65 \text{ МДж}$$

$$C_{\text{у}} 100^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}$$

$c_{\text{су}}$ – судың меншікті жылу сыйымдылығы, 4183 Дж/кг·град

$$Q = 65 \text{ МДж/град} = 2,6 \text{ МДж/сағат}$$

$$2,6 \text{ МДж/3600} = 0,75 \text{ кВт}$$

$$\text{Дж} = \text{Вт} \cdot \text{сағат}$$

$$0,75 \text{ кВт} \cdot 24 \text{ сағат} = 18,04 \text{ кВт/сағат}$$

$$18,04 \text{ кВт} \cdot 24 = 433,12 \text{ кВт} \quad \text{ПӘК} = 80\%$$

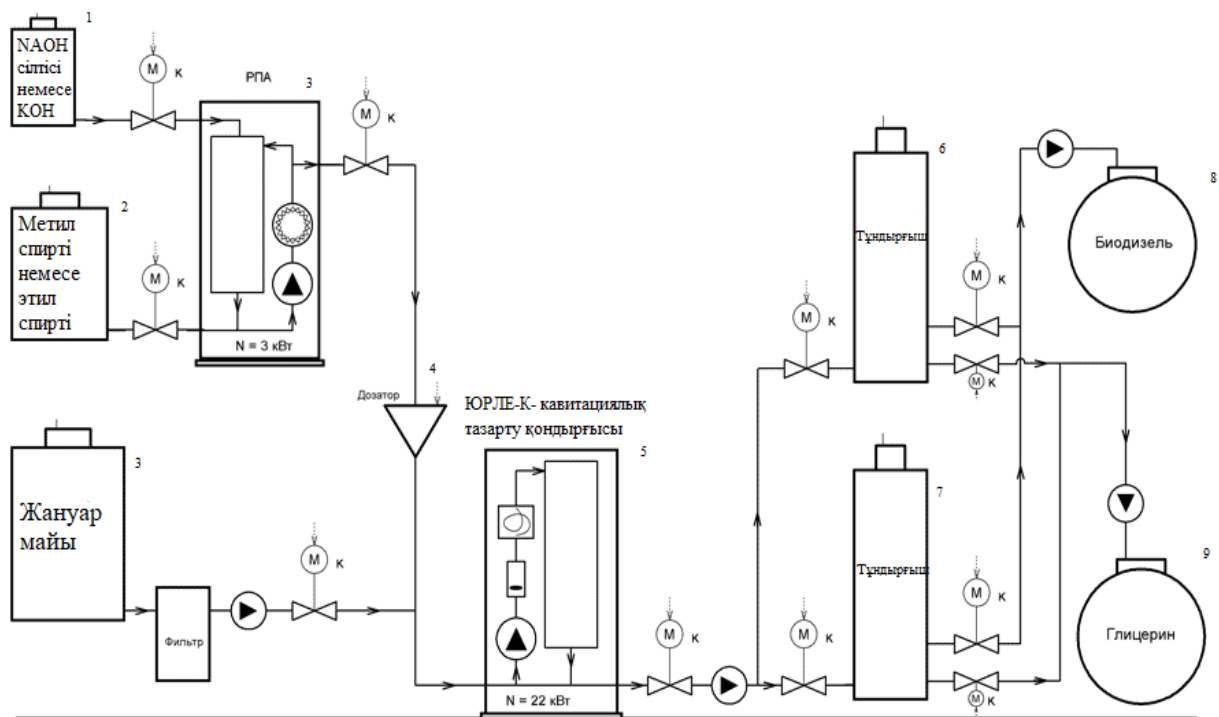
$$433,12 / 0,8 = 346,50 \cdot \text{кВт}$$

$$1 \text{ кВт} = 30 \text{ т}$$

$$E = 346,50 \cdot 30 = 10395,1 \text{ кВт/т энергия 1 тәулік үшін}$$

2.6 Негізгі аппаратты таңдап алу және оны есептеу

Синтез реакторында процестің өтуі үшін қажетті жағдайлар жасалады. Процесс қоспаны араластырғышпен араластыру арқылы жүреді, оңтайлы температура да сақталады, бұл процесс үшін ол 75-тен 80 градусқа дейін. Процестің технологиялық сұлбасы 8-суретте келтірілген.



8-сурет. Биодизель алудың негізгі технологиялық схемасы.

1- NAOH сілтісі немесе КОН сілтісі, 2- метил спирті немесе этил спирті, 3-қой майы, 4-дозатор, 5-ЮРЛЕ-К- кавитациялық тазарту қондырғысы, 6-тұндырғыш, 7-тұндырғыш, 8– биодизель, 9-глицерин

Осы араластырғышты пайдалану мүмкіндігін есептеу

Көлемі 5 м^3 болатын мерзімді реактор , онда қуаты $5,0 \text{ кВт}$ электр қозғалтқышымен айналатын рамалық араластырғышта орнатылған.

- араластырғыштың диаметрі- $1,5 \text{ м}$;
- араластырғыштың айналу жиілігі - $0,52 \text{ айн/с}$;
- қой майының кинематикалық тұтқырлығы- $3,07 \cdot 10^{-5} [40]$;
- араластырғыштың кедергі коэффициенті- $1,28$;
- қой майының тығыздығы- $0,912 \text{ г/см}^3 [40]$.

Рейнольдс Өлшемі:

$$Re = \frac{n \cdot d^2}{\nu}$$

мұндағы n -араластырғыштың айналу жиілігі;

d -араластырғыштың диаметрі;

ν -Қой майының кинематикалық тұтқырлығы [41].

$$Re = \frac{0,52 \cdot 1,5^2}{3,07 \cdot 10^{-5}} = 38110,75$$

Ламинарлы ток режимі үшін, араластыру кезінде қуат:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^2 \cdot d^2$$

мұндағы K_N -1,5-ке тең қуат коэффициенті;

ρ -қой майының тығыздығы [41].

$$N = 1,5 \cdot 912 \cdot 0,52^2 \cdot 1,5^5 = 2809 \text{ Вт}$$

Қозғалтқыштан араластырғыш білігіне берілістің пайдалы әсер ету коэффициентін ескере отырып, 0,9 тең және ықтимал артық жүктеме коэффициентін 1,2 [41] ескере отырып, электр қозғалтқышының қуаты:

$$N_D = \frac{2809 \cdot 1,2}{0,9} = 3745 \text{ Вт}$$

Есептеулер реакторда орнатылған электр қозғалтқышының қуаты қой майының метил эфири синтезі процесінде пайдалану үшін жеткілікті екенін көрсетті.

3. ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1 Өндіріс сипаты және оны талдау

Ауданда өндірісті ұйымдастыру кезіндегі экономикалық тиімділік 1 кг қой майы 2500 теңгені құрайды (электр энергиясына, шикізатқа, жалақыға, шеберханаға және өндіріс шығындарына шығындар кіреді) 3.1-кестеде . 2016 жылға арналған деректер.

3.1-кесте. Аудандағы отын шығындарының салыстырмалы деректері

| | Қой майы | Минералды дизель отыны |
|------------------------------------|----------|------------------------|
| Бағасы, тг/л | 2500 | 21 |
| Қажеттіліктер, т/жыл | 2173 | 1900 |
| л/жыл | 2375000 | 2375000 |
| Жылына жалпы құны, рб/т вв мың тг. | 106875 | 249375 |

Жабдықтың өнімділігі тәулігіне 600л, жылына-219000 литр немесе $219000 \times 0,9 = 197,1$ тонна, сондықтан 12 пресс қажет ($2173:191,1$)

1 пресс құны 2016 жылғы бағамен 6 миллион тг x 12 пресс = миллион тг – жабдықтың жалпы құны.

Жалпы шығындар: $106875 + 72000 = 178875$ мың тенге

Демек: барлық жабдықты сатып алудан және одан май өндіруден түсетін кіріс (пайда) дизель отынын сатып алу шығындарымен салыстырғанда:

$249375 - 93375 =$ тоннасына 70500 мың теңге, яғни пайдасы айқын

Рапс майы, оның "мал шаруашылығын" ескере отырып, барлық ағымдағы қажеттіліктерді тыныш жабуға және дамуға несие алуға қорқынышсыз мүмкіндік береді. Тікелей тәуелділік: өнімділік неғұрлым жоғары болса, рапс отынының құны соғұрлым төмен болады.

Бұл дипломдық жобада қатты тұрмыстық қалдықтарды биодизельге және биотыңайтқышқа өңдеу үшін металл реакторды қолдану технологиясы ұсынылған. Төмендегі 4.1 - кестеде ұсынылған нұсқалардан қажетті жабдықты

таңдау - биодизель қондырғыларының салыстырмалы сипаттамасы, техникалық сипаттамалары мен құны ескерілген.

4.1-кесте-Биодизель қондырғыларының салыстырмалы сипаттамасы

| БДҚ-6 биодизель қондырғысы. Украина, Симферополь қаласы. | | | | |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|
| № | Техникалық сипаттамалары: | Өлшем бірлігі | Параметрлері | Бағалар |
| 1 | Реактор сыйымдылығы | м ³ | 8,0 | 8000000 тг. |
| 2 | Ұзындығы | м | 5,5 | |
| 3 | Ені | м | 2,5 | |
| 4 | Биіктігі | м | 4,0 | |
| 5 | Массасы | т | 3,0 | |
| 6 | Электр қозғалтқышының орнатылған қуаты | кВт | 2,8 | |
| 7 | Технологиялық процесс | Тәу. | Мезофильді (м), Термофильді (т) | |
| 8 | Жылутасымалдағыш | | Су | |
| 9 | Су көлемі | л | 500 | |
| 10 | Температура режимі | °С | 30 (м), 50 (т) | |
| 11 | Өңдеу ұзақтығы | Тәу. | 15-35 | |
| БГУ-8 биодизель қондырғысы. Украина, Симферополь қаласы. | | | | |
| № | Техникалық сипаттамалары: | Өлшем бірлігі | Параметрлері | Бағалар |
| 1 | Реактор сыйымдылығы | м ³ | 9,2 | 8400000 тг. |
| 2 | Ұзындығы | м | 3,0 | |
| 3 | Ені | м | 4,0 | |
| 4 | Биіктігі | м | 4,2 | |
| 5 | Массасы | т | 2,8 | |
| 6 | Электр қозғалтқышының орнатылған қуаты | кВт | 3,2 | |
| 7 | Технологиялық процесс | Тәу. | Мезофильді (м), Термофильді (т) | |
| 8 | Жылутасымалдағыш | | Су | |
| 9 | Су көлемі | л | 500 | |
| 10 | Температура режимі | °С | 25 (м), 35 (т) | |
| 11 | Өңдеу ұзақтығы | Тәу. | 15-30 | |
| БДҚ-10 биодизель қондырғысы. Ресей, Киров қаласы. | | | | |
| № | Техникалық сипаттамалары: | Өлшем бірлігі | Параметрлері | Бағалар |
| 1 | Реактор сыйымдылығы | м ³ | 8,0 | 6550000 тг. |
| 2 | Ұзындығы | м | 5,0 | |
| 3 | Ені | м | 4,5 | |
| 4 | Биіктігі | м | 1,5 | |
| 5 | Массасы | т | 2,1 | |
| 6 | Электр қозғалтқышының орнатылған қуаты | кВт | 5,6 | |

| | | | |
|----|-----------------------|------|------------------------------------|
| 7 | Технологиялық процесс | Тәу. | Мезофильді (м), Термофильді (т) |
| 8 | Жылутасымалдағыш | | Су |
| 9 | Су көлемі | л | 1200 |
| 10 | Температура режимі | °С | 15 (м), 25 (т) |
| 11 | Өңдеу ұзақтығы | Тәу. | 15-30 |

Деректерді зерттеу және талдау нәтижесінде біз ұсынылған қондырғылардың ешқайсысы техникалық сипаттамаларға сәйкес келмейді деп қорытынды жасаймыз. Осыған сүйене отырып, біз реактордың өзіндік дизайнын жасау туралы шешім қабылдаймыз.

3.2 Жылдық өндірістік қуатын есептеу

Бұл бөлімде біз қондырғының өндірістік қуатын есептейміз.

Өндірістік қуат жетекші жабдық-биореактор бойынша анықталады, онда негізгі өндірістік процесс жүзеге асырылады – биомассаның анаэробты ыдырауы және биодизельдің бөлінуі [37].

$$M = Q_c * \Phi_{эф} = 6,325 * 8950 = 56608 \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

мұндағы Q_c -аппараттың сағаттық өнімділігі, $\text{м}^3 / \text{сағ}$;

$\Phi_{эф}$ -жабдықтың жылына, сағатына жұмыс уақытының тиімді қоры.

Қарастырылып отырған жобада биореактор тәулік бойы жұмыс істейді. Тоқтату жоспарлы жөндеуді орындау үшін ғана жүргізіледі.

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{жөн}) * 24 = (365 - 20) * 24 = 8080 \text{ сағ} \quad (4.2)$$

мұнда M_k -жылдың күнтізбелік ұзақтығы, тәулік;

$D_{жөн}$ - жөндеуге арналған жабдықтың жоспарлы тұрып қалуы, тәулік;

4.2-кесте-Негізгі жабдықтың жылдық өндірістік қуатын есептеу

| № п/п | Көрсеткіштер | Саны |
|----------|-----------------------------------------|-------|
| 1 | Жылдың күнтізбелік ұзақтығы, тәулік. | 365 |
| 2 | Жабдықтың жоспарлы тұрып қалуы, тәулік. | 20 |
| 3 | Жабдықтың тиімді жұмыс уақыты, тәулік. | 345 |
| 4 | Жабдықтың тиімді жұмыс уақыты, сағат. | 8280 |
| 5 | Жабдықтың сағаттық өнімділігі, т/сағ | 6,325 |
| 6 | Жылдық өндірістік қуаты, т / жыл | 56608 |

3.3 Жабдықтардың құнын есептеу

Күрделі салымдар-бұл өндіріске жаңа техниканы енгізу немесе оның тиімділігін арттыруға бағытталған қолданыстағы техниканы жетілдіру бойынша ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларды жүзеге асыру үшін қажетті бір жолғы шығындар.

Жобаны іске асыруға байланысты күрделі шығындар берілген тапсырма нұсқасына сәйкес есептеледі:

- жаңадан іске қосылатын жабдықты сатып алуға арналған шығындар;
- ескі жабдықты демонтаждау; және жаңадан іске қосылатын жабдықты монтаждау шығындары;
- қосымша өндірістік алаңдарға арналған шығындар (егер қосымша алаңдар қажет болса);
- жабдықтарды жаңғыртуға арналған шығындар.

4.3-кесте - Енгізілетін жабдықтың құны

| № | Жабдықтың атауы | Саны | Жабдықтың бағасы, тенге | | Амортизация | |
|-------|------------------------------------------------|------|-------------------------|----------|-------------|---------|
| | | | 1 бірлік | жалпы | % | тнг |
| 1 | Араластырғышы және автоматикасы бар биореактор | 1 | 6300000 | 6600000 | 8,7 | 442200 |
| 2 | Жүктеу сыйымдылығы | 1 | 200000 | 500000 | 8,7 | 58000 |
| 3 | Бункер-тұндырғыш | 1 | 500000 | 400000 | 8,7 | 12300 |
| 4 | Газгольдер | 1 | 24000000 | 21000000 | 8,7 | 8548000 |
| 5 | Электр сорғысы | 1 | 530000 | 350000 | 8,7 | 66510 |
| 6 | Компрессор | 1 | 400000 | 500000 | 8,7 | 41000 |
| 7 | Ресивер | 1 | 560000 | 250000 | 8,7 | 24420 |
| 8 | Ұсақтағыш | 1 | 520000 | 360000 | 8,7 | 65840 |
| 9 | Су жылыту қазандығы | 1 | 680000 | 210000 | 8,7 | 36360 |
| 10 | Редуктор | 1 | 470000 | 650000 | 8,7 | 18090 |
| Жалпы | | 12 | 36060000 | 3410000 | 6,7 | 8,7 |

Ілеспе күрделі салымдар.

Әзірлеуші инженердің сағаттық жалақысы:

$$Z_{\text{ксағ}} = \frac{Q_k}{168} = \frac{140000}{150} = 933,33 \text{тг} \quad (4.3)$$

мұндағы O_k -әзірлеушінің жалақысының мөлшері, тенге.

Жобалауға арналған шығындар:

$$K_{\text{жоб}} = T_{\text{жоб}} * Z_{\text{ксағ}} = 660 * 850 = 561,0 \text{ тг} \quad (4.4)$$

мұндағы $T_{\text{жоб}}=550$ -техниканы, технологияны жобалаудың еңбек сыйымдылығы, сағ;

$Z_{\text{ксағ}}$ - Әзірлеуші инженердің сағаттық жалақысы, тг. / сағ.

Жабдықтарды жеткізу және монтаждау (демонтаж), БӨА жарактандыру шығындары:

а) жеткізу 2% жабдықтың құнынан $K_{\text{жет}} = 0,02 * 29870000 = 597400$ тг.

б) Жабдықты монтаждау $K_{\text{мон}} = 0,10 * 29870000 = 2987000$ тг.

в) КИП жабдықтау $K_{\text{кип}} = 0,03 * 29870000 = 896100$ тг.

г) іске қосу-жөндеу жұмыстары $K_{\text{іске}} = 0,02 * 29870000 = 597400$ тг.

е) учаскені электр қуатымен жабдықтау $K_{\text{эл}} = 0,06 * 29870000 = 1792200$ тг.

ж) жұмыс алаңын бетондау $K_{\text{бет. ауд}} = 0,05 * 29870000 = 1493500$ тг.

Жабдыққа ілеспе күрделі шығындар:

$$K_{\text{илес}} = K_{\text{жоб}} + K_{\text{жаб}} + K_{\text{жет}} + K_{\text{мон}} + K_{\text{кип}} + K_{\text{іске}} + K_{\text{эл}} + K_{\text{бет.ауд}}, \quad (4.5)$$

$$K_{\text{илес}} = 561859,5 + 29870000 + 597400 + 2987000 + 896100 + 597400 + 1792200 + 1493500 = 38795459,5.$$

3.4 Жұмысшылардың еңбегін ұйымдастыру

Біз төрт сағаттық диаграмманы есептеу үшін 12 сағаттық ауысыммен қабылдаймыз.

Келесі жұмыс топтары үшін жобалық уақыт балансы:

Өндірістік жұмысшылар. 4.3-кестеде ауысым кестесі көрсетілген.

Бір жұмысшының номиналды жылдық уақыт қоры:

$$\Phi_{\text{нж}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{мей}} - D_{\text{дем}}) * T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} * T_{\text{қыс}} = (365 - 14 - 104) * 8 - 6 * 1 = 1890 \text{сағ} \quad (4.6)$$

мұндағы $D_{\text{к}}$ -жылдағы күнтізбелік күндер саны, күн;

$D_{\text{мей}}$ -жылдағы мереке күндерінің саны, күн;

$D_{\text{дем}}$ -демалыс күндерінің саны, күн;

$T_{\text{см}}$ -жұмыс ауысымының ұзақтығы, сағ;

$D_{\text{пред}}$ -мереке алдындағы күндер саны, күн;

$T_{\text{қыс}}$ -мереке алдындағы күн қысқаратын уақыт, сағ.

Бір жұмысшының жұмыс уақытының нақты қоры:

$$\Phi_{\text{фж}} = D_{\text{к}} * T_{\text{шсм}} \div 2 = 365 * 12 \div 2 = 2190 \text{сағ} \quad (4.7)$$

мұндағы $D_{\text{к}}$ -жылдағы күнтізбелік күндер саны, күн;

$T_{\text{шсм}}$ -ауысымның нақты ұзақтығы, сағ.

Жұмыс уақытының нормасынан тыс қайта өңдеу сағаттарының саны:

$$\Phi_{\text{арт}} = \Phi_{\text{фж}} - \Phi_{\text{нж}} = 2190 - 1890 = 300 \text{сағ} \quad (4.8)$$

Мұндағы: $\Phi_{\text{фж}}$ -бір жұмысшының жұмыс уақытының нақты қоры, сағ;

$\Phi_{\text{нж}}$ -бір жұмыс уақытының номиналды жылдық қоры, с.

Бір жұмысшының нақты тиімді уақыт қоры:

$$\Phi_{\text{эшж}} = \Phi_{\text{шж}} * (1 - B_0 + 100) = 2190 * (1 - 13 \div 10) = 1905 \text{сағ}. \quad (4.9)$$

Мұндағы: $\Phi_{\text{шж}}$ -бір жұмысшының жұмыс уақытының нақты қоры, сағ;

B_0 -жұмысшылардың демалысына, науқастануына жоспарланған уақыт пайызы, %.

Ауыстыру коэффициенті:

$$K_{\text{ауыс}} = \Phi_{\text{шж}} \div \Phi_{\text{эшж}} = 2190 \div 1905,3 = 1,15 \text{сағ}. \quad (4.10)$$

Мұндағы: $\Phi_{\text{шж}}$ -бір жұмысшының жұмыс уақытының нақты қоры, сағ;

$\Phi_{\text{эшж}}$ -бір жұмысшының нақты тиімді уақыт қоры, сағ.

Қызметкерлердің тізімдік саны:

$$Ч_{\text{тіз}} = K_{\text{ауыс}} * Ч_{\text{я}} = 1,15 * 2 = 3 \text{адам} \quad (4.11)$$

Мұндағы: $K_{\text{ауыс}}$ -ауыстыру коэффициенті;

$Ч_{\text{я}}$ -тәулігіне жұмысшылардың келу саны, адам.

(4.11) формуласына ұқсас, қалған жұмысшылар үшін тізімдік санды есептейміз. Нәтижелерді 4.5-кестеге енгіземіз.

Кесте 4.5-Цех жұмысшыларының штаты

| Бригада құрамы | Разряд | Жұмысшылардың келу саны | | Ауыстыру коэффициенті | Бригададағы жұмысшылардың тізімдік саны |
|-------------------------|--------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------------------|
| | | Ауысымда | Тәулікте | | |
| 1.Өндірістік жұмысшылар | | | | | |
| 1.1) аппаратшы | 4 | 1 | 2 | 1,15 | 3 |
| 1.3) слесарь | 4 | 1 | 2 | 1,15 | 3 |
| 1.4) электрик | 4 | 1 | 2 | 1,15 | 3 |
| 1.5) инженер | 4 | 1 | 2 | 1,15 | 3 |
| Барлығы | | 4 | 8 | | 12 |

3.5 Жұмысшылардың жалақысын есептеу

4 – разрядты жұмысшының тарифтік мөлшерлемесі:

$$T_{\text{ст4раз}} = 670 \text{ тг/сағ}$$

Тариф бойынша төлем:

$$Z_{\text{тар}} = T_{\text{ст4раз}} * \Phi_{\text{ЭШЖ}} * \Sigma \text{Ч}_{\text{тіз}} = 670 * 1905,3 * 12 = 15318612 \text{ тг} \quad (4.12)$$

Мұндағы: $T_{\text{ст4раз}}$ – 4-разрядты жұмысшының тарифтік мөлшерлемесі, тг/сағ;

$\Phi_{\text{ЭШЖ}}$ – бір жұмысшының нақты тиімді уақыт қоры, сағ;

$\text{Ч}_{\text{тіз}}$ – жұмысшылардың тізімдік саны, адам.

Сыйақы есебі:

$$Z_{\text{сый}} = Z_{\text{тар}} * K_{\text{сый}} = 15318612 * 0,20 = 3063722,4 \text{ тг} \quad (4.13)$$

Мұндағы: $Z_{\text{тар}}$ – тариф бойынша төлем, тг;

$K_{\text{сый}}$ – сыйақы коэффициенті (25%).

Мереке күндеріндегі жұмысқа үстеме төлем:

$$Z_{\text{мер}} = T_{\text{ст4раз}} * t_{\text{ауыс}} * n_{\text{ауыс}} * \text{Ч}_{\text{келу}} * D_{\text{мер}} = 670 * 12 * 2 * 12 * 14 = 2701440 \text{ тг} \quad (4.14)$$

Мұндағы: $T_{\text{ст4раз}}$ – 4-разрядты жұмысшының тарифтік мөлшерлемесі, тг/сағ;

$t_{\text{ауыс}}$ – ауысым ұзақтығы, сағ;

$n_{\text{ауыс}}$ – тәулігіне ауысым саны,

$\text{Ч}_{\text{келу}}$ – ауысымдағы жұмысшылардың келу саны, адам;

$D_{\text{мер}}$ – жылдағы мереке күндерінің саны, күн.

4 Техникалық объектінің қауіпсіздігі мен экологиялық жағдайы

4.1 Объектінің, биодизель кешенінің технологиялық сипаттамасы

Биодизель кешенінің (БДК) орналасуы шикізат көздеріне жақын болуы тиіс. Орналасқан жеріне әсер ететін факторлар:

- бос алаңдардың болуы шарт;
- табиғи жарықтың болуы;
- жұмыс орны жеткілікті жарықтандырылуы;
- улы заттардың және жарылу қаупі бар заттарды алдын алу;
- өңделген субстраттың болжамды сақтау орны;
- өндірілген биодизель тұтынушыларының орналасуы;
- тұрғын үй қорының, мектептердің, балабақшалардың, ауруханалардың және т. б. орналасуы.

Осы дипломдық жобада ұсынылған биодизель қондырғысы ірі тамақ кешендерінің, химиялық кәсіпорындардың және т.б. аумағында орналасуы мүмкін. Қайта өңдеу режимі үздіксіз. Өндірістік өнімнің түрі-биодизель. [59]

Биодизель қондырғысына мыналар кіреді: [60]

- жүктеу сыйымдылығы;
- ұсатқыш;
- сорғы;
- автоматикасы бар биореактор;
- ыстық су қазандығы;
- тыңайтқышты сақтауға арналған контейнер;
- конденсатор;
- ресивер;

Кешен қызметкерлерінің тікелей міндеті-өндіріс процесін бақылау. [61] Қондырғы автоматика және басқару құрылғыларымен жабдықталған, бұл жұмыс режимін басқаруға және сақтауға, сондай-ақ апаттық жағдайларда қондырғыны өшіруге мүмкіндік береді: [62]

- ең төменгі деңгейден төмен газ қысымының төмендеуі;
- газ қысымының рұқсат етілген ең жоғары деңгейінің артуы;
- температураны шектеу сенсорының іске қосылуы;
- энергия берудегі сәтсіздік (кұлау);
- газ немесе өрт сөндіргіштің іске қосылуы;
- бөлмедегі ауаны температуралық бақылау жүйесінің іске қосылуын тексеру;
- желдету жұмысындағы ақаулық.

Орнату келесі параметрлер бойынша апаттық өшіру датчиктерімен жабдықталған: [63]

- ең төменгі деңгейден төмен газ қысымының төмендеуі;
- газ қысымының рұқсат етілген ең жоғары деңгейінің артуы;
- температураны шектеу сенсорының іске қосылуы;
- апаттық өшіру сенсорының әрекеті;
- энергия берудегі сәтсіздік (күлдырау); [64]

- газ немесе өрт сөндіргіштің іске қосылуы;
- бөлмедегі ауаны температуралық бақылау жүйесінің іске қосылуын тексеру;
- желдету жұмысындағы ақаулық.

4.2 Кәсіби тәуекелдерді сәйкестендіру

Кәсіби тәуекел дегеніміз-белгілі бір жағдайларда қызметкерге әсер ету жарақатқа немесе денсаулықтың кенеттен күрт нашарлауына әкелетін фактор.[19]

Зиянды - бұл белгілі бір жағдайларда қызметкерге әсер ету денсаулықтың біртіндеп нашарлауына, кәсіби ауруға немесе өнімділіктің төмендеуіне әкелетін өндірістік фактор. [20]

МЕСТ 12.0.003-74 қауіпті және зиянды өндірістік факторларды шығу тегі бойынша төрт топқа бөледі [20]: а). Физикалық. б) химиялық. в) биологиялық. г) психофизиологиялық.

4.3 Кәсіби тәуекелдерді төмендету әдістері мен құралдары

Бұл бөлімде қауіпті және/немесе зиянды өндірістік факторды қорғаудың, ішінара төмендетудің немесе толық жоюдың пайдаланылатын ұйымдастырушылық-техникалық әдістері мен техникалық құралдары (тәсілдері, құрылғылары) іріктеліп, негізделген. Қорғау әдістері мен құралдары іске асырылатын технологиялық процестің түріне, өндірістік-технологиялық және инженерлік-техникалық жабдықтың пайдаланылатын құрамына, қауіпті және/немесе зиянды өндірістік факторды әлсіретудің немесе толық жоюдың пайдаланылатын техникалық құралдарына және қажет болған кезде қызметкердің жеке қорғану құралдарына байланысты қазіргі уақытта қолданылатын нормативтік құжаттар бойынша таңдалады.

4.4 Техникалық объектінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Осы бөлімде техникалық объектінің (өндірістік-технологиялық және инженерлік-техникалық жабдықтың, өндірілген өнімнің, пайдаланылатын шикізат материалдарының) өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету (жақсарту) жөніндегі техникалық құралдарды және/немесе ұйымдастыру әдістерін әзірлей отырып, өрт сыныбының әлеуетті туындауын және анықталған өрттің қауіпті факторларын сәйкестендіру жүргізіледі, сондай-ақ өрт қауіпсіздігі мен өрт қауіпсіздігі оларды пайдалану (сақтау) процестерінде өндірілген техникалық объектілердің іске асырылатын өрт қауіпсіз сипаттамалары, (өмірлік цикл аяқталғаннан кейін түпкілікті кәдеге жарату). [64] Өрттің қауіпті факторларын анықтау.

1. Өрттерді пайдаланылатын жанғыш материалдың түрі бойынша жіктеу,

өрт сөндіру құралдарын қолдану саласын белгілеу (нақтылау) үшін.

2. Өрттерді сөндіру үшін қажетті техникалық персонал күштері мен өрт күзеті бөлімшелері мен басқа да техникалық (қосалқы) қызметтердің пайдаланылатын техникалық құралдарының құрамын айқындау кезінде жүргізілетін өрттерді оларды сөндірудің күрделілігі бойынша жіктеу.

3. Өрт кезінде адамдар мен материалдық мүлікті тиімді қорғау үшін қажетті әзірленетін (қолданылатын) өрт қауіпсіздігі шараларын негіздеу кезінде пайдаланылатын өрттің қауіпті факторларын жіктеу.

Өрттер жанғыш материалдың түрі бойынша жіктеледі және келесі кластарға бөлінеді:

1) өрттер байланысты жануымен қатты жанғыш заттардың және конструкциялық материалдардың (А);

2) өрттер, байланысты тұтанатын поршеньді және жануымен сұйықтықтарды немесе балқымалы қатты заттар мен материалдар (В);

3) өрт, байланысты тұтанатын поршеньді және газдардың жануымен (С);

4) өрттер байланысты тұтанатын поршеньді және жануымен металдар (D);

5) өрттер, байланысты тұтанатын поршеньді және жануымен заттар мен материалдарды, электр қондырғыларының орналасқан электр кернеуі (Е);

6) материалдардың радиоактивті заттары мен радиоактивті қалдықтардың өрттері (F).

4.5 Техникалық объектінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша техникалық құралдар мен ұйымдастыру іс-шараларын әзірлеу

Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын алу жүйелері мен өрттен қорғау жүйелері, ұйымдастырушылық және ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралар есебінен қамтамасыз етіледі. Жанғыш материалдың түрі бойынша бұл қондырғы "А", "Е", "С", яғни өртке байланысты:

- жануымен қатты жанғыш заттар мен конструкциялық материалдар;

- электр кернеуі бар электр қондырғыларының заттары мен материалдарын тұтату және жағу арқылы жұмыс істеу Gorenje;

- газдардың тұтануы мен жануына байланысты өрттер.[65]

Өрттің алдын алу жүйесіне мыналар жатады: жанғыш ортаның пайда болуын және онда тұтану көздерінің пайда болуын (немесе оған қосылуды) болдырмау, технологиялық жабдықтың, электр қондырғыларының, жылыту және желдету жүйелерінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Өрттен қорғау жүйесіне: өрт сөндіру құралдарын, өрт дабылы мен өрт туралы хабарлау құралдарын қолдану, объектінің өрт күзетін ұйымдастыру жатады. [66]

4.6 Техникалық объектінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Осы бөлімде технологиялық процесті (дайындау, тасымалдау) іске асыру кезінде туындайтын және/немесе жобаланатын өндірістік - техникалық объектіні пайдалану кезінде туындайтын және/немесе өндірістік-технологиялық қалдықтар мен ақауды кәдеге жарату кезінде туындайтын және/немесе өзінің тіршілігін аяқтаған технологиялық объектіні кәдеге жарату кезінде туындайтын теріс (зиянды, қауіпті) экологиялық факторларды сәйкестендіру жүргізілетін цикл. Осы техникалық объект оны өндіру, техникалық пайдалану және оның өмірлік циклі аяқталғаннан кейін түпкілікті кәдеге жарату процесінде өндіретін қоршаған ортаға теріс антропогендік әсерді азайту жөніндегі нақты техникалық және ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралар әзірленеді. [67]

Іске асырылатын өндірістік-технологиялық процестің түріне және техникалық объектінің функционалдық пайдалануымен жүзеге асырылатын теріс экологиялық факторларды сәйкестендіруді жүргізу қажет.

Экологиялық факторларды сәйкестендіру кезінде қолданыстағы (бар болса – және болашақта енгізуге жоспарланған перспективалық нормативтік талаптар) нормативтік құжаттарды пайдалану. [68]

"Техникалық объектінің қауіпсіздігі және экологиялылығы" бөлімінде қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеудің технологиялық процесінің сипаттамасы келтірілген, технологиялық операциялар, қызметкерлердің лауазымдары, өндірістік-техникалық және инженерлік-техникалық жабдықтар, қолданылатын шикізаттық технологиялық және шығыс материалдары, жиынтықтаушы бұйымдар мен өндірілетін бұйымдар санамаланған.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеудің жүзеге асырылатын технологиялық процесі, орындалатын технологиялық операциялар, жүргізілетін жұмыстардың түрлері бойынша кәсіптік қатерлерді сәйкестендіру жүргізілді. Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар ретінде мынадай параметрлер сәйкестендірілген: жабдықтар, құбыржолдар беттерінің жоғары температурасы; жұмыс аймағы ауасының жоғары немесе төмен температурасы; жұмыс орнындағы шудың жоғары деңгейі; ауадағы зиянды заттардың болуы және жұмыс аймағының газдануы; дірілдің жоғары деңгейі; сәулелену; жұмысшылар еңбегінің монотондылығы; электрдің болуы; өндірістік жабдықтың жылжымалы бөліктері .

Кәсіби тәуекелдерді азайтудың техникалық құрылғыларын қамтитын ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралар әзірленді, атап айтқанда: оқшаулаудың бүтіндігін қадағалау; жабдықты пайдалану ережелерін сақтау; өндірістік үй-жайларда қалыпты температуралық режимді қамтамасыз ету үшін корпусстарда және жазғы кондиционерлеу жүйелерінде қысқы кезеңде жылу перделерін қолдану; қорғаныс қаптамаларын, кабина жабдықтарын пайдалану арқылы шулы жерлерді дыбыстан оқшаулауды жүргізу. Үй-жайларды дыбыс сіңіргіш материалдармен әрлеу; жабдықтардың, коммуникациялардың герметикалығын бақылау, Газдану көздерін анықтау және олқылықтарды жою

үшін дереу шаралар қабылдау. Жоғары дірілмен жабдықты жөндеуді ұйымдастыру. МЕМСТ12.1.030-81 электр қауіпсіздігі ережелерін сақтау. Жерге тұйықтау, нөлдендіру жүргізу; жабдықтың қозғалатын элементтеріне арналған қорғаныс қоршаулары мен құрылғыларын пайдалану; жабдықтың герметикалығын тексеру; газқағарларды уақтылы ауыстыру.

Қызметкерлерге арналған жеке қорғану құралдары іріктелді. Техникалық нысанның өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша іс-шаралар әзірленді. Өрт сыныбы мен өрттің қауіпті факторларын сәйкестендіру және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету құралдарын, әдістері мен шараларын әзірлеу жүргізілді. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету құралдары, әдістері мен шаралары әзірленді. Техникалық объектіде өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша іс-шаралар әзірленді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жобада жануар майларынан биодизель алудың технологиялық процесі қарастырылып, жобасы жасалына отырып оңтайландырылды.

Биодизель алу технологиясының экологиялық аспектілері қарастырылып, қондырғыларға материалдық балансы жасалынды және өндірістің техникалық-экономикалық көрсеткіштері есептелінді.

Биодизель қондырғысының негізгі және қосалқы жабдықтарының тандалып олардың құрлымдық есептері көрсетілді.

Бұл жұмыста экономикалық есептеулер көрсеткендей биодизель қондырғысын жобалау және оны енгізу тиімді екені анықталынды. Жобаның өтелу мерзімі 4-5 жыл. Өндірістегі қондырғыларының жұмыс істеу қауіпсіздігі бойынша биодизельді өндіру негізінде қауіпсіздік техникасы ережелері қарастырылып, анықталынды.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Варехов, А.Г. Использование возобновляемого энергетического сырья и развитие биотопливных технологий / Варехов А.Г. // Журнал «Технико – технологические проблемы сервиса». – 2014. – 47 с.
2. Дьяков, А. Ф. Малая энергетика России. Проблемы и перспективы. / Дьяков А. Ф. – М.: НТФ «Энергопресс», 2009. – 128 с.
3. Кузнецова, Г.В. Производство биотоплива в развивающихся странах: проблемы и перспективы / Кузнецова Г.В. // Журнал «Национальные интересы: приоритеты и безопасность». – 2012. – 53-63с.
4. GlobalBioenergyPartnership. GBEP. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.globalenergy.com>. (дата обращения 17.03.2019).
5. Dufey A., Stange D. regional study on the biofuel economy in 2010: CL avethemes for Latin American and Caribbean countries: ECLAC NU, Santiago, Junio 2011. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/45358/Seminarioy Conferencias_No._68_Final.PDF file. (дата обращения 20.03.2019).
6. Марков, В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах / Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов А.И., Иващенко Н.А. – М.: «Легион-автодата», 2008. – 464 с.
7. Assessing biofuels: towards sustainable production and use of resources. UNEP, 2009. [Электронный ресурс]. – URL: www.unctad.org. http://www.unep.fr/scp/rpanel/pdf/assessing_biofuels_full_report.pdf. (дата обращения 5.04.2019)
8. Кольниченко, Г.И. Жидкое биотопливо: проблемы и перспективы создания и использования / Кольниченко Г.И., Сиротов А.В., Тарлаков Я.В. // Журнал «Лесной вестник». – 2012. – 105 с.
9. Година, Е.Д. Изменение жирнокислотного состава растительных масел при добавке к ним минерального дизельного топлива и при 49 воздействии ультразвука / Година Е.Д., Шеменев Д.С., Уханов А.П. – М.: «Нива Поволжья», 2012. – 38 – 42 с.
10. Мифтахова, Л.Х. Промышленные методы производства биодизельного топлива / Мифтахова Л.Х. // Журнал «Вестник Казанского технического университета». – 2013. – 80-83 с.
- 11.11. Способ повышения стабильности дизельного биотоплива при хранении // Патент РФ № 2475520.2013. Бюл №1. / ЛангсессДойчландГмбХ (DE)
- 12.12. Антиокислительная присадка для биодизельного топлива // Патент РФ № 2434934. 2011. Бюл № 20. / Фокс Е. Б., Деблейз Ф., Мигдал С.Э.
- 13.13. Стабильная при низких температурах биоцидная композиция // Патент РФ № 2534577. 2014. Бюл № 33. / Полман Д.Л.
14. Bagby, M. O., B. Freedman, and A. W. Schwab, "Seed Oils for Diesel Fuels Sources and Properties," ASAE Paper 87-1583, 1987.

15. Goering, C. E., A. W. Schwab, M. J. Dangherty, E. H. Pryde, and A. J. Heakin, "Fuel Properties of Eleven Vegetable Oils," Transactions of the ASAE, Vol. 25(6), pp. 1472- 1477, 1982.
16. Anon., "The Biological Liquid Fuels Alternative — Technology Status and Engineering Considerations," A Technical Report Developed through America Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, Oct. 20, 1981.
17. Korus, R. A., T. L. Moussetis, and L. Lloyd, "Polymerization of Vegetable Oils," Vegetable Oils Fuels Proceedings of the Int. Conf. on Plant and Vegetable
18. Oils as Fuels, pp. 218, ASAE Publication 4-82, Fargo, ND, 1982. Perkins, L. A., and C. L. Peterson, "Durability Testing of Transesterified Winter Rape Oil (*Brassica Napus* L.) as Fuel in Small Bore, Multi-Cylinder, DI, CI Engines," SAE Paper 911764, 1991.
19. Pestes, M. N., and J. Stanislaw, "Piston Ring Deposits When Using Vegetable Oil as a Fuel," Journal of Testing and Evaluation, Vol. 12, No. 2, pp. 61, March 1984.
20. Clark, S. J., L. Wagner, M. D. Schrock, and P. G. Piennaar, "Methyl and Ethyl Soybean Esters as Renewable Fuels for Diesel Engines," J AOCS, Vol. 61, No. 10, pp. 1632, 1984.
21. Vellguth, G., "Performance of Vegetable Oils and their Monoesters as Fuels for Diesel Engines," SAE Paper 831358, 1983.
22. Zhang, Q., M. Feldman, and C. Peterson, "Diesel Engine Durability when Fueled with Methyl Ester of Winter Rapeseed Oil," ASAE Paper 88-1562, 1988.
23. Kusy, P. F., "Transesterification of Vegetable Oils for Fuels," Vegetable Oil Fuels - Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, pp. 127, ASAE Publication 4-82, Fargo, ND, 1982. 225
24. Van Gerpen, J. H., E. G. Hammond, L. Yu, and A. Monyem, "Determining the Influence of Contaminants on Biodiesel Properties," SAE Paper 971685, 1997.
25. Linstromberg, W. W., Organic Chemistry, a Brief Course, 2nd Edition, D. C. Heath and Company, Lexington, MA, 1970.
26. Chang, D. Y. Z. and J. H. Van Gerpen, "Fuel Properties and Engine Performance for Biodiesel Prepared from Modified Feedstocks," SAE Paper 971684, 1997.
27. Schumacher, L. G. and J. H. Van Gerpen, "Research Needs Resulting from Experiences of Fueling of Diesel Engines with Biodiesel," Liquid Fuels and Industrial Products from Renewable Sources, Proceedings of the 3rd Liquid Fuel Conference, pp. 207, American Society of Agricultural Engineers, Nashville, TN, Sept. 15-17, 1996.
28. Schmidt, K. and J. H. Van Gerpen, "The Effect of Biodiesel Fuel Composition on Diesel Combustion and Emissions," SAE Paper 961086, 1996.
29. Zhang, Y. and J. H. Van Gerpen, "Combustion Analysis of Esters of Soybean Oil in a Diesel Engine," SAE Paper 960765, 1996.
30. Chang, D. Y. Z., J. H. Van Gerpen, I. Lee, L. A. Johnson, E. G. Hammond, and S. J. Marley, "Fuel Properties and Emissions of Soybean Oil Esters as Diesel Fuel," JAOCS, Vol. 73, No. 11, pp. 1549, 1996.

31. Haumann, B.F. "Renderers Give New Life to Waste Restaurant Fats," *Inform*, Vol. 1, No.8, pp. 722, 1990.
32. Aksoy, H. A., I. Kahraman, F. Karaosmanoglu, and H. Civelekoglu, "Evaluation of Turkish Sulphur Olive Oil as an Alternative Diesel Fuel," *JAOCS*, Vol. 65, No. 6, pp. 936, 1988.
33. Freedman, B., and E. H. Pryde, "Fatty Esters from Vegetable Oils for Use as a Diesel Fuel," *Vegetable Oil Fuels - Proceeding of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels*, pp.117, ASAE Publication 4-82, Fargo, ND, 1982.
34. Liu, K., "Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Gas-Chromatographic Analysis of Lipids in Biological Materials," *JAOCS*, Vol. 71, No. 11, pp. 1179, 1994.
35. Mittelbach, M., B. Pokits, and A. Silberholz, "Production and Fuel Properties of Fatty Acid Methyl Esters from Used Frying Oil," *Liquid Fuels from Renewable Resources, Proceedings of an Alternative Energy Conference*, pp. 74, ASAE Publication, Nashville, TN, 14-15 December 1992. 226
36. Peterson, C. L., D. L. Reece, R. Cruz, and J. Thompson, "A Comparison of Ethyl and Methyl Esters of Vegetable Oil as Diesel Fuel Substitutes," *Liquid Fuels from Renewable Resources, Proceedings of an Alternative Energy Conference*, pp. 99, ASAE Publication, Nashville, TN, 14-15 December 1992.
37. Peterson, C. L., D. L. Reece, B.J. Hammond, J. Thompson, and S. M. Beck, "Processing, Characterization and Performance of Eight Fuels from Lipids," ASAE Paper 94-6531, 1994.
38. Howell, S., "U.S. Biodiesel Standards - An Update of Current Activities," SAE Paper 971687, 1997.
39. Plank, C., and E. Lorbeer, "Quality Control of Vegetable Oil Methyl Esters used as Diesel Fuel Substitutes: Quantitative Determination of Mono-, Di-, and Triglycerides by Capillary GC," *Journal of High Resolution Chromatography*, Vol. 15, pp. 609, September 1992.
40. Shay, E.G., "Diesel Fuel from Vegetable oils: Status and Opportunities," *Biomass and Bioenergy*, Vol. 4, No. 4, pp. 227, 1993
41. Al-Zuhair, S. 2007: Production of biodiesel: possibilities and challenges. *Biofuels Bioproduct Biorefining* 1:57–66.
42. Al-Zuhair, S., Jayaraman, K.V., Krishnan, S. and Chan, W. 2006: A new method for preparing raw material for biodiesel production. *Biochemical Engineering Journal* 30:212– 217.
43. Amigun, B., Müller-Langer, F., Weber, M. and von Blottnitz, H. 2008a: Predicting the costs of biodiesel production in Africa: Learning from Germany. *Energy for Sustainable Development* 12 (1): 31– 47.
44. Amigun, B., Sigamoney, R. and von Blottnitz, H. 2008b: Commercialisation of biofuel industry in Africa: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12: 690 – 711.

45. Amigun, B., Musango, J. and Stafford, W. 2011: Biofuels and Sustainability in Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 1360 – 1372.
46. Ana, B.R., Moreira, V.H., Perez, Gisella M. Zanin, and Heizir F. de Castro. 2007: biodiesel synthesis by enzymatic transesterification of palm oil with ethanol using lipases from several sources immobilized on silica–pva composite. *Energy Fuels* 21 (6): 3689 – 3694.
47. Anderson, J.R., Foger, K., Mole, T., Rajadhyaksha, R.A. and Sanders, J.V. 1979: Reactions of ZSM-5 Type Zeolite Catalysts. *J. Catal.* 58: 114–130.
48. Anton, A.K., Dimian, A.C. and Gadi, R. 2008: Biodiesel by catalytic reactive distillation powered by metal oxide. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 22: 598 – 604.

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

- ААС - Атомдық – абсорбциялық спектроскопиясы
- АҰК - Арнот ұшатын күл
- ҚМ - Қышқылының мәні
- АСҚ - Ауа / отынның стехиометриялық қатынасы
- АМХҚ - Американдық мұнай химиясы қоғамы
- АМСӨ - Американдық стандарттар мен өлшемдер
- ӘЖШК - Әлсіреген жалпы шағылысу коэффициенті
- B5 / 20 / 100 - биодизель отынының көлемдік %.
- БЭТ- Брунауэр Эммет Теллер
- ККҚ – Конрадсонның көміртегі қалдығы
- КМ / NaX, - коммерциялық NaX катализаторы
- ЦС - Цетан саны
- ССБН - Суық сүзгісінің бітелу нүктесі
- СО - Көміртегі тотығы
- СО₂ - Көміртегінің қос тотығы
- ДГ - Диглицерид
- ЭДС - Энергия дисперсиялық спектроскопия
- ЭРС - Энергодисперсиялық рентген спектроскопиясы
- ЕҰС - Еуропалық ұлттық стандарт
- ЕО - Еуропалық Одақ
- МЭМҚ - Метилді эфир майлы қышқылы
- БМҚ - Бос май қышқылы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба

Ерсайын Ардақ Аксұнкарқызы

5B070100 – «Биотехнология»

Тақырыбы: «Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау»

ЕСКЕРТУ

Ерсайын Ардақ өзінің дипломдық жобасы бойынша жануарлардың майларынан биодизель отынын алу технологиясын жасай отырып, қажетті эксплуатациялық жағдайлармен жақсартылған сапада, техникалық және экономикалық көрсеткіштермен негізделген биодизель қондырғысын ұсынды. Бұл жоба негізінде диплом жазу қағидаларымен стандарттарға сай өзара белсенді жұмыс жасалынды.

Дипломдық жоба негізінде барлық инженерлік есептеулер (материалдық баланс, механикалық есептеулер, экономикалық есептеулер) жүргізіліп, соның негізінде негізгі аппарат таңдалынып алынды. Ардақтың тақырыбына сәйкес биодизельді өндіру негізінде қауіпсіздік техникасы ережелері қарастырылды, өндірістің қауіптілік класы анықталынды. Биодизель өндірісінің экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді екені анықталды.

БАҒАСЫ

Ерсайын Ардақтың «Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау» тақырыбына орындалған дипломдық жобасын барлық талаптарға сай деп бағалаймын. Дипломдық жобаны орындау барысында барлық берілген тапсырмаларды толықтай орындағанын растай отырып, Ардақтың жұмысын жоғары (95%) деп бағалаймын.

Ғылыми жетекші:

 Хабиев А.Т.

« 20 » мамыр 2022 ж.

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жоба

Ерсайын Ардақ Ақсұңқарқызы

5B070100 – «Биотехнология»

Тақырыбы: «Жануарлардың майларынан биодизель алу технологиясын жасау»
Аяқталды:

А) графикалық бөлімі 19 кесте, 6 суреттен ;

В) түсініктеме қағаз 50 парақтан тұрады.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жоба негізгі технологиялық сызбанұсқаны құру арқылы жануарлар майынан биодизель алу технологиясы жасалған. Дипломдық жобада процесс экономикасын бағалау, талдау, ресурстарды үнемдеу, кірістілікті арттыру арқылы процесті оңтайландыру мақсаттары жүргізіле отырып биодизель кондырғысы ұсынылған.

Дипломдық жобада әдебиеттік шолу бөліміндегі грамматикалық, орфографиялық қателер кездеседі. МемСТ сәйкес рәсімделмегендігі байқалады. Бірақ бұл ескертулер жұмыстың құндылығын төмендетпейді. Қателер дұрысталынып, мәліметтер қайта толықтыруды ұсынамын. Жобада қажетті аппараттар, суреттер, кестелер, сызбалар толыққанды қамтылған. Биодизель алудың негізгі технологиялық схемасы келтірілген. Әдеби деректер негізінде технологиялық сызбалар қарастырыла отырып, инженерлік және экономикалық есептеулер жүргізілген. Дипломдық жобаның қорытындысы міндетке сай мақсатына жеткен.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

Ерсайын Ардақтың дипломдық жобасы мақсатына сай үлкен жауапкершілікпен жазылған. Жоғарыдағы ескертулерді реттеген жағдайда толық әрі барлық талаптар мен стандарттарға сай деп қабылдауға болады және жобаны оң бағамен бағалаймын. Жобаны жақсы қорғау нәтижесінде, Ерсайын Ардақ 5B070100 - Биотехнология мамандығы бойынша бакалавр дәрежесін алуға және жоғары бағалауға лайықты деп есептеймін.

Рецензент

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ аналитикалық,
металлургиялық химия және сирек элементтер технологиясы
кафедрасының аға оқытушысы,
химия ғылымдарының кандидаты
Керімқұлова М.Ж.

мамыр 2022 ж.



КазНТУ 704-24. Рецензия



Метаданные

Название

2022_БАК_Ерсайын Ардак.docx

Автор

Ерсайын Ардак

Научный руководитель



Алибек Хабиев

Подразделение

ИГИНГД

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще всего характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

| | | |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
| Замена букв |  | 5 |
| Интервалы |  | 1 |
| Микропробелы |  | 0 |
| Белые знаки |  | 0 |
| Парафразы (SmartMarks) |  | 4 |

Объем найденных подобиий

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2

**7352**

Количество слов

**52231**

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающе сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ) | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) | ЦВЕТ ТЕКСТА |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
| 1 | Physical and Chemical Properties of Biodiesel Obtained from Amazon Sailfin Catfish (Pterygoplichthys pardalis) Biomass Oil O. May Tzuc, L. C. San Pedro, A. Bassam, M. Abatal, S. E. Diaz-Mendez, A. T. Wakida-Kusunoki, F. Anguebes-Franeschi, C. Aguilar-Ucán; | 20 | 0.27 % |
| 2 | http://kocpolayer.pl/1901735-Wielonienasycone-kwasyci-luszczone-czynnikami-poprawy-stanu-zdrowia-czlowieka.html | 9 | 0.12 % |
| 3 | http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/wmeta1.element/baztech-38d93d88-23e3-42c1-b8c7-b8b34c7cab7c/c/Guzjalowska_Tjg_Czarakterystyka_PL.pdf | 6 | 0.08 % |