

РЕЦЕНЗИЯ

**Върху дисертационен труд за получаване на научна и образователна степен ” доктор “ от Иван Константинов Ангелов -
Институт по Инженерна Химия-БАН**

на тема „Получаване на биогаз от отпадъчен глицерол”

**рецензент: Проф. дбн Милка Кръстева
от ХТМУ - София**

Днес биогоривата представляват значителен интерес, заради тяхната екологична чистота и възможности за дълготрайното им използване, поради приложението на възстановяеми суровини. Към тях се причислява и биодизела, който се получава чрез трансестерификация на растителни масла с нискомолекулни алкохоли като етилов алкохол или метилов алкохол в присъствие на алкална основа, като катализатор. Наред с получаването на по-лесно летливите естери, като основни продукти се получава и глицерол, онечистен с алкална основа, както и други странични продукти.

Докторският труд на докторанта Иван Ангелов е посветен на изследвания за оползотворяване на отпадъчния глицерол получен при трансестерификацията чрез превръщането му в биогаз и получаването по такъв начин на нов енергиен източник. Това изследване е интересно,

съвременно и с определено практическо приложение, което прави труда дисертабилен.

Докторският труд е написан на 84 страници и съдържа 8 таблици и 33 фигури. Той е структуриран по обичайния начин включващ: литературен обзор, цел и задачи, материали и методи, резултати и обсъждане, изводи, използвана литература, публикации и доклади свързани с дисертацията

Литературният обзор е изложен на 35 страници. В него са разгледани особеностите при получаване на биодизел, при използване на хранителни и нехранителни масла като суровини, както и алкална основа, като катализатор в самия процес на трансестерификация. Представени са предимства на някои от използваните масла, както и сравнителни таблици за вредни емисии между дизела и биодизела. Те показват значително понижение на вредните емисии при биодизела. Наред с това са изложени и недостатъците на биодизела, включващи трудна стандартизация, влияеща се от вида на използваните масла, както и отделянето на глицерол, в количество еквивалентно на използвания метанол или етанол за трансестерификация, както и други отпадъчни странични продукти. В тази част от обзора би било добре да бъде представено химическото уравнение за трансестерификация на растително масло с метанол и получаването на съответните продукти.

В обзора докторантът е разгледал и различни възможни приложения на глицерола, като микробиологичното му превръщане в химични продукти напр. дихидрокси ацетон, 1,3-пропандиол, 2,3-бутандиол, от някои от които се получават полимери със ценни качества. Специално внимание е отделено на анаеробното микробно превръщане на глицерола в биогаз, както и различните полезни приложения на

последния. Обзорът съдържа 134 литературни източника, по-голямата част, от които са от последните 10-15 години. Докторантът е анализирал литературния преглед и е направил извод, че оползотворяването на отпадъчния глицерол може да се използва за получаване на ценни продукти и биогаз.

След изложението на литературния преглед докторантът представя **целта** на дисертационния труд, а именно-**Да се изследва възможността за оползотворяване на отпадъчния глицерол до получаване на биогаз в каскаден биореактор** с включени 3 основни задачи.

В раздела „ Материали и методи

като суровина за експериментите е използван отпадъчен глицерол, който съдържа около 80% глицерол, вода и калиева основа.

Използваният биореактор е снабден с осем секции (камери), в които се предполага, че се извършват различните микробни етапи от процеса на метанизация. Дисертантът е обяснил подробно, ролята на отделните секции, а газът се събира във воден газхолдер. Съдържанието и вида на микробната маса е следена във отделните секции. Докторантът приема една опростена метаболитна схема за превръщането на глицерола в биогаз, която той използва за математическото моделиране на процесите

В раздела Резултати и обсъждане, докторантът описва намерените от него резултати, които биха могли да се сумират така: 1. От проведените експерименти в осем камерния реактор, с корекция на рН се установява, че в първите 8 дни не се получава биогаз, а след корекцията му в граници между рН 6-7 в следващите дни (26, 27, 28 дни) вероятно

поради започването на метаболитните процеси се наблюдава и натрупване на биогаз, който се следи по неговото горене;

2. Направена е микробна идентификация в биореактора и е намерено, че наред с метанобактериите са открити и аеробни бактерии, които вероятно са отговорни за разграждането на модифицирания субстрат до киселини, които понижават рН в началните стадии на ферментацията;

3. Идентифицирани са профилите на междинните продукти. Намерено е, че в началната камера се образува пируват, а в четвъртата камера са идентифицирани оцетна и пропионова киселини, които са отговорни за понижаването на рН. В 7 и 8 камери условията са подобрени и вероятно протича главно метаногенеза. Намерено е, че получаването на 2,3 бутандиол се извършва в началните камери и могат да се намерят условия при които той да се извлича;

4. Сложността на протичането на процесите е наложило докторантът да извърши математическо моделиране и да изследва дали всички камери на използвания реактор са достатъчно ефективни за изследвания процес. В резултат на това чрез сравняване на определени параметри в 1 и 2 камери се доказва, че пируват се получава в първа камера, а неговата концентрация намалява във втората. Моделирането напр. е безмислено за някои от камерите, тъй като там липсват много от целевите вещества.

Научната значимост на резултатите получени в докторския труд, виждам във възможността за микробно превръщане на отпадъчен глицерол предимно в биогаз, както и в някои интересни продукти, като напр. 2,3-бутандиол при определени условия; математическо моделиране на отделни ферментационни процеси в различните камери

чрез проследяване на тяхната кинетика, по предложена метаболитна схема за превръщане на глицерола в биогаз; намиране на нови факти, че този нискомолекулен субстрат в първите 1-2 камери се превръща в пируват, а по-нататък отделяне на нискомолекулни киселини и чрез корекция на рН започват процеси на метанизация; Тези факти показват, че камерите в използвания реактор могат да се редуцират; Тези факти се потвърждават от определянето на съдържанието на микробната маса в проследените различни метаболитни процеси;

Тези научни резултати мога да отнеса към изследване на микробното превръщането на ниско-молекулни субстрати (глицерол) в биогаз и условия при които се получават и странични продукти, както и избор на подходящ реактор.

Научните резултати в докторския труд са изложени в 5 научни списания както следва; 1- Biotechnology and Biotechnological Equipment; 1-Current topics in Biotechnology; 1-Proc.Linnaeus Eco-Tech.10 in Kalmar Sweden; 1-Научни трудове на УХТ-Пловдив; Научни трудове на Русенски Университет; В 4 от тях докторантът Иван Ангелов е на второ място и в 1 на 3-то място. Докторантът е участвал и в 4 научни конференции- 3 международни и 1-национална.

Иван Константинов Ангелов е роден през 1986г в София. Висшето си образование завършва в ХТМУ- София със степен Бакалавър по Биотехнология и степен магистър по Биогорива. През 2010-2011г работи като химик в Института по Инженерна Химия-БАН, а през 2011г е зачислен на редовна докторантура в същия Институт с научен ръководител Проф.д-н Венко Бешков. Отчислен е през 2014г с право на защита. Положил е успешно изпитите от докторантския минимум.

Владее добре английски език и има компютърни умения на добро ниво.

Към докторанта имам следните въпроси и забележки

1. На основата на Вашите изследвания можете ли да прецените колко камери трябва да има един реактор, който ще се използва за метанизация на нискомолекулни субстрати, какъвто е и глицерола?
2. Считаю, че в обзора беше необходимо да се представят и съвременните тенденции за използване на липази-свободни и имобилизирани, като катализатори в процеса на трансестерификацията на масла и съответно биодизел, където реакциите протичат строго специфично при умерено рН и температура и много важно обстоятелство-липса на голям брой странични реакции
3. В текста на много места е използвано старото наименование глицерин, вместо глицерол.

Авторефератът отговаря на съдържанието на дисертационния труд.

Заклучение

Предложеният дисертационен труд претежава качества на научно изследване за микробното превръщане на глицерол, получен като отпадък при получаване на биодизел, в биогаз, както и в някои интересни продукти като напр. 2,3-бутандиол. Изследвана е приложимостта на 8 камерен реактор за това превръщане. Математическото моделиране на отделните процеси по предложена опростена метаболитна схема за превръщане на глицерола в биогаз, чрез изследване на кинетиката на отделни ферментационни процеси в различните камери, установява, че тяхния брой може да се редуцира.

Научните резултати са публикувани в специализирани научни списания и са докладвани на международни и български конференции. Забелязани са и 3 цитата.

Чрез усвояване на нови методи и използване на модерни техники, докторантът Иван Ангелов е повишил квалификацията си и е изградил много умения, необходими за един добър изследовател. Смятам, че докторският труд отговаря напълно на изискванията на закона за придобиване на докторска степен, както по отношение на научната и приложната му значимост, така и на излагането и онагледяването на резултатите.

Предлагам на Почитаемото Жури да присъди на Иван Константинов Ангелов научната и образователна степен **доктор**.

01.09. 2016г.

Рецензент:

Проф. дбн Милка Кръстева