



## Рецензия

от проф. Христо Бояджиев, дтн

на Дисертационния труд

### ОПТИМАЛЕН СИНТЕЗ И УПРАВЛЕНИЕ НА РЕСУРСНО - ОСИГУРИТЕЛНИ ВЕРИГИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО И РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА БИОДИЗЕЛ

на ЕВГЕНИЙ ИВАНОВ ГАНЕВ

за придобиване на образователна и научна степен

“ДОКТОР”

Дисертационният труд съдържа 196 страници, 48 фигури и 58 таблици и съдържа въведение, четири глави, заключение, приноси, списък на авторските публикации по темата на дисертацията (6, от които една в списание с Импакт фактор) и списък на цитираната литература (226).

В Глава 1 е направен обзор на съвременното състояние на проблема за оптимален синтез и управление на ресурсно - осигурителни вериги за производство и разпределение на биодизел. Обърнато е особено внимание на моделите на ресурсно - осигурителни вериги за биодизел.

Направеният обзор е база за формулиране на целта на дисертационната работа, т.е. разработването на стратегия, методи и програмни средства за оптимално използване на ресурсите при производството на биодизел. За целта се предвижда анализиране на етапите на жизнения цикъл: отглеждане на суровината, транспортирането и до предприятието, производство на биодизел и транспорт до центровете за смесване.

При оптимизиране на ресурсно – осигурителната верига се отчитат два критерия: количество отделени парникови емисии и възможно най-ниска цена на произведения биодизел. Оптимизацията се извършва, като единият от критериите се поставя, като ограничение и се търсят оптималните стойности на втория критерий. Когато критерий е минимално отделено количество парникови емисии в атмосферата, тогава като ограничение се ползват разходите по-веригата за производство на биодизел. В този случай се търсят физически възможните стойности на емисионните показатели. И обратното, когато критерий е минимум на разходите за построяване и експлоатация на биорафинерията, то тогава като ограничение се поставят количеството парникови емисии. Търсят се стойностите на ценовите показатели.

Обектът на изследване представлява територията на република България.

В Глава 2 се прави анализ на производството на биодизел, предимствата и недостатъците на потенциалните суровини и базовите технологии. Получените резултати се използват при математичното моделиране в следващата глава.

В Глава 3 се предлага математичен модел на устойчива интегрирана ресурсно - осигурителна верига за биодизел. Специфичността на проблема налага използването на комбинацията от две теоретични техники – на химичното инженерство (Chemical Engineering) и на системотехниката (Process System Engineering).

Химичното инженерство разглежда сложни процеси в химичната промишленост, биотехнологиите и топлоенергетиката, съставени от простите процеси конвекция, дифузия, топлопроводност и химични реакции, където механизма на взаимодействие между тях не допуска външно въздействие и не е винаги известен.

Системотехниката разглежда системи от сложни процеси, където механизмът на взаимодействие между сложните процеси в системата е зададен външно и е винаги известен, а отделните сложни процеси са описани математично предварително (напр. с подхода на химичното инженерство).

Съчетаването на подходите на Chemical Engineering и на Process System Engineering позволява цялостното решаване на поставения проблем.

В Дисертацията първо се съставят моделите на сложните процеси с подхода на химичното инженерство, тъй като взаимодействието между простите процеси в тях (в повечето случаи) не е повлияно външно (напр. стойността на продукта зависи естествено от производението на количеството и цената), а след това се съставят моделите на системата от сложни процеси.

В Дисертацията се предлага интегрирана ресурсно-осигурителна верига за биодизел, която включва следните елементи:

1. Набор от райони за добив на биомаса, където различните видове биомаса се използват като суровина за биорафинериите.
2. Набор от кандидатстващи инициативи за реализация на предприятия за производство на биодизел.
3. Набор от зони за смесване и реализация, където крайните продукти се продават с определени максимални цени.
4. Набор от съществуващи рафинерии за петролно дизелово гориво.

Целта е да се определят броя, местоположението и мащаба на рафинериите за биодизел, както и биоресурсите, които да бъдат транспортирани между различните възли на проектираната мрежа, така че общата нетна настояща стойност да бъде сведена до минимум, като се спазват ограниченията, свързани с търсенето на продукти. Това означава, че рафинериите за биодизел, ще работят в предстоящия интервал от време, като същевременно ще има възможност за обновления, свързани с увеличаване капацитета на производството.

Предлаганият анализ в дисертацията е свързан с производството и дистрибуцията на биодизел (B100) и дизелово гориво и се извършва по три критерия - икономически, екологичен и социален, където оптималното решение се явява компромис между тези три критерия.

Икономическият критерий е свързан с годишните оперативни разходи, които включват разходите за придобиване на биомаса, местните разходи за крайния продукт, производствените разходи на крайните продукти и транспортните разходи за биомаса и крайните продукти. Частта от целевата функция, свързана с минимизирането на икономическите разходи, включва всички оперативни разходи - от закупуването на суровини от биомаса до транспортирането на крайния продукт, както и инвестиционните разходи на биорафинериите и съоръженията за утилизация на отпадните продукти.

Екологичният критерий е свързан със свеждането до минимум на общото годишно количество на емисиите на парникови газове при производството на биодизел и петролен дизел. Функцията за екологични цели съответства на минимизирането на цялостното въздействие върху околната среда, измерено чрез метода на Екологичния индикатор 99 (стандартен метод за оценка на глобалното въздействие на процес, продукт и/ или дейност).

Социалният критерий използва два основни социални индикатора - създаването на работни места и продоволствената сигурност.

При съставяне на оптимизационната задача се използват целевите функции, определящи икономическата устойчивост, екологичната устойчивост и социалната устойчивост. Това дава възможност за минимизиране на емисиите на парниковите газове, минимизиране на годишните общи разходи, намаляване на общите разходи за гориво, използвано от регионите, увеличаване на социалното въздействие.

Проблемът за оптималното разполагане на биорафинериите е решен с използване на метода на смесеното целочислено линейно програмиране за проектиране и планиране на интегрирана ресурсно-осигурителна верига за биодизел и петролен дизел по икономически и екологични критерии.

В Глава 4 се разглежда приложение на математическия модел, описан в Глава 3, на смесено, целочислено линейно програмиране за оптимално проектиране и планиране на веригата за доставки на биодизел в рамките на България. Математическият модел е решен с помощта на софтуер GAMS и представлява инструмент за вземане на цялостни решения.

Използван е широк кръг входни данни за проектиране на интегрирана ресурсно осигурителна верига за производство на биодизел в рамките на България:

1. Териториално разделение на България и данни за потреблението на петролен дизел от транспорта.
2. Потенциални суровини за производство на биодизел (B100) в България.
3. Данни за емисионния фактор за отглеждане на биомаса и добив.
4. Данни за производствените разходи за енергийни култури, произведени в България.
5. Потенциални местоположения на рафинерии за биодизел и нефтен дизел.
6. Технология за производство на биодизел (B100), за целите на проучването.
7. Конверсионен фактор на биомаса към биодизел (B100).
8. Разходи и капацитет на биорафинериите.
9. Производствени разходи за биодизел (B100).
10. Данни за петролни дизелови инсталации.
11. Данни за биодизел (B100) и нефтен дизел.
12. Данни за транспортни разходи и емисионни фактори за биомаса и биодизел.

Описани са резултатите от оптималното проектиране на ресурсно-осигурителната верига за биодизел в условията на България, както следва:

1. Производство на биомаса.
2. Разпределение на обработваемата земя.
3. Доставка на биомаса.
4. Доставка на биодизел и петролен дизел от заводите и складовете до крайните потребители.
5. Оптимален дизайн на системата.
6. Разпределение на емисиите на парникови газове за етапите на жизнения цикъл при производството на биодизел.
7. Структура на разходите на SC за биодизел.
8. Географско разположение на заводите за производството на биодизел и инсталациите за утилизация на твърдите отпадъци и логистика на потоците.
9. Обобщени изчислителни резултати.

Резултатите от анализа дават възможност да се направят заключения относно наличната земеделска земя, оптималната площ, необходима за отглеждане на слънчоглед и рапица, оптималната смес от биосуровини първо поколение, оптималността на железопътния транспорт, средната цена на биодизел (B100) за периода (2016-2020 г.), емисиите на парникови газове, прогнозната стойност на капиталовите инвестиции за целия период (2016-2020 г.).

Основните приноси, представени в дисертационния труд, могат да бъдат формулирани както следва.

#### **Научни приноси:**

1. Предложен е подход за изграждане и оптимално функциониране на интегрирана ресурсно-осигурителната верига при производството на биодизел, като са съобразени, както икономическата ефективност, така и общото въздействие върху околната среда за целия жизнен цикъл.
2. Предложен е метод за оптимален синтез на интегрирани ресурсно-осигурителни вериги при производството и разпространението, както на биосуровини от първо и второ поколение, така и на продукцията за биодизел.

#### **Научно-приложни приноси:**

1. Предложена е оптимизационна процедура, включваща използване на програмния пакет GAMS.
2. Разработен е алгоритъм за прилагане на математичния модел, целящ оптимално разпределение на всички ресурси при производството на биодизел, съобразен с критерий „Минимални годишни разходи“, отнасящ се до реализацията и експлоатация на ресурсно-осигурителната верига.
3. Разработен е алгоритъм за прилагане на математичния модел, целящ оптимално разпределение на всички ресурси при производството на биодизел, съобразен с критерий „Минимални емисии парникови газове“, отнасящ се до реализацията и експлоатация на ресурсно-осигурителната верига.
4. Използван е разработения програмен пакет в ИИХ, като е адаптиран за целите на оптималното проектиране като са определени оптималните транспортни потоци

във времето, оптималните места на разполагане на биорафинериите и техните размери, а също така и оптималното разпределение на наличната обработваема земя за суровинна обеспеченост на биорафинериите и за задоволяване продоволствените нужди на населението.

#### **Приложни приноси:**

Изградена е оптимална система за добив на суровини, производство на биодизел, центрове за смесване и утилизация, както и транспортните връзки по между им, за нуждите на Република България.

Резултатите от Дисертацията са публикувани в 6 научни, от които едно в списание с Импакт фактор и 2 са под печат. Докладвани са на международни (7) и национални (2) научни форуми.

Дисертационният труд на Евгений Ганев представлява едно значимо научно изследване, както по обема на използваната информация и получените резултати, така и по професионалното използване на редица теоретични техники. Получени са резултати, които могат да имат и реално приложение, независимо от многомерността на задачата. За в бъдеще може да се помисли за използване на йерархична оптимизация, като се създаде подходяща последователност на решаване на отделните оптимизационни задачи в пространството и времето.

*Направеният анализ на представената Дисертация показва, че тя отговаря на изискванията за придобиване на образователната и научната степен „Доктор“ по специалност „Процеси и апарати в химичната и биохимичната промишленост в професионално направление 4.2. Химически и препоръчвам нейното присъждане.*

София, 04.02.2020 г.

Рецензент:



/Проф. Христо Бояджиев, дтн/