

## СТАНОВИЩЕ

за дисертационния труд на тема:

### „Компютърно моделиране на процеси в колонни апарати“ на Боян Христов Бояджиев

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по специалност

4.2. Химически науки, „Процеси и апарати в химичната и биомеханичната технология“  
от доц. д-р Славчо Георгиев Славчев, Асоцииран член на Института по механика

#### 1. Кратка характеристика на дейността на докторанта

Според представените документи и автобиография, докторант Боян Бояджиев е завършил Техническият университет – София, специалност „Компютърни технологии“. По време на своята докторантура той е положил успешно необходимите изпити от неговата индивидуална програма за обучение. През същото време той е участвал в две национални конференции, на които е представил резултати от своята дейност.

#### 2. Актуалност на разработваните в дисертацията проблеми

Изучаването на физико-химичните процеси в колонни апарати е несъмнено актуален проблем на химическата наука, който е свързан с приложения в химическата и биотехнологическата промишленности. Познаването на тези процеси позволява усъвършенстване и оптимално проектиране на подобни апарати, с цел повишаване на тяхната ефективност при почистване на газове, дестилация и други масообменни процеси.

Численото моделиране е ефективен инструмент за изследване на масообменни процеси, тъй като физико-химичните модели на масопреноса се описват със сложни системи от частни диференциални уравнения за концентрациите на участващите в процеса химични компоненти. Представената дисертация е един пример за решаване на подобни уравнения с методите на численото програмиране.

#### 3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Дисертационният труд е изложен на 97 стр. и се състои от уводна глава, наречена литературен обзор, и други пет глави. В уводната глава са формулирани физико-химичните модели на процеси в колонни апарати, които са обект на численото моделиране, а в следващите четири глави са представени методите за решаване на формулираните задачи и получените числени резултати. В последната пета глава са приведени два патента с участието на докторанта и други трима автори, като единият патент представлява метод и апарат за абсорбция на газове, а другият - метод и апарат за почистване на газове от серен диоксид (двуокис).

В дисертацията са формулирани два модела за описание на химичните процеси – т.нар. конвективно-дифузионен и средно-концентрационен модел. И в двата модела се използва методът на пертурбациите, с помощта на който дадено уравнение се свежда до система от по-прости уравнения, които се решават числено. С този подход са изследвани еднофазни процеси с химическа реакция от псевдо-първи ред, двуфазни процеси в случаите на физична и химична абсорбция и трифазни адсорбционни и каталитични процеси.

Ще се спра по-подробно на модела на средните концентрации, който е описан в глава Първа. След като частното диференциално уравнение за концентрацията (1.14) се осредни спрямо сечението на колоната, то се свежда до обикновено диференциално уравнение от втори ред (1.27). Прилагането на метода на пертурбациите води до система от три уравнения от първи ред, която се решава числено по два начина. В разглеждания случай обаче намереното числено решение не удовлетворява граничното условие за нулев масов поток в началото на колоната (вж. напр. Фиг. 1.3 и Фиг. 1.4). Следователно, то не представлява решение на формулираната задача, а само едно от т.нар. „външни“ решения, както ще стане ясно по-долу.

Наличието на малък параметър пред втората производна в уравнение (1.27) означава, че около началото на разглеждания интервал съществува тънък граничен слой, в който концентрацията се изменя по-рязко отколкото в останалата област. В подобни случаи се прилага методът на срстваните асимптотическите разложения, който изисква срстване на външното разложение с

т.нар. „вътрешно“ разложение, получено в разтегнатия с помощта на малкия параметър слой. За определяне на членовете на вътрешното разложение се получават линейни уравнения от втори ред, които удовлетворяват граничните условия за концентрацията и нейната нулева производна в началото на интервала. В много случаи тези уравнения имат аналитични решения. Приведените в дисертацията линейни уравнения от първи ред за намиране на външното приближение също се решават аналитично чрез неопределени интеграли. Решението на всяко уравнение на външната задача зависи от произволна константа, която се намира в процеса на срстване почленно с вътрешното асимптотично приближение.

С оглед на изложеното считам, че всички линейни уравнения, получени на базата на средно-концентрационния модел, не са решени правилно.

#### **4. Основни научни и научно-приложни приноси**

Основните научни приноси на дисертационния труд са следните:

1. Предложен е нов подход за числено решаване на елиптични уравнения, описващи еднофазни, двуфазни и трифазни масообменни процеси в колонни апарати, в случаите на малък параметър пред най-високата производна в уравненията.
2. Представени са алгоритми и програми за числена симулация на дифузно-конвективните модели на тези процеси и са намерени разпределенията на концентрациите на компонентите и на техните осреднени по сечението на колоната концентрации.

Научно-приложните приноси на дисертацията са отразени в двата патента на докторанта. Приемам научните приноси представени от докторанта, с изключение на тези отнасящи се до модела на средните концентрации, който не е изучен докрай. Получените верни научни резултати обогатяват съвременните знания за масообменните процеси в колонни апарати.

#### **3. Описание и оценка на представените материали**

Съгласно приложения списък, резултатите на дисертацията са публикувани в 9 научни публикации и една монография, излязла в две издания. Пет от статиите са с импакт-фактор. Очевидно е, че броят на трудовете надхвърля многократно цифрата на изискваните публикации за докторска дисертация, приета като минимум в Правилника на Института по инженерна химия. Тъй като всички статии и книги са съвместни работи с други автори, приемам, че участието на докторанта в тях е равностойно, като числената симулация на разглежданите модели е определено негово дело.

Авторефератът отговаря на основното съдържание на дисертацията. Не е представен списък от цитати на работите на докторанта в научната литература.

#### **4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на докторанта**

Освен посочената неточност в решението на задачата за средните концентрации нямам други съществени забележки към дисертационния труд.

#### **5. Лични впечатления за докторанта**

Нямам лични впечатления за докторанта, тъй като не съм имал възможност преди да познавам неговата дейност.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дисертационния труд представлява едно задълбочено изследване на широк спектър от физико-химични процеси в колонни апарати. Приложен е нов подход за числено решаване на формулираните задачи и са получени оригинални резултати за масообменните процеси в тях. Въпреки допуснатата неточност в изследването на модела за средните концентрации, считам, че докторантът е овладял нови знания и демонстрира умения при численото моделиране на процесите. Извършената от него работа отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав и Правилника за неговото приложение, както и на Правилника на Института по инженерна химия. Препоръчам на Уважаемото Научно жури да присъди на Боян Христов Бояджиев научната и образователна степен „доктор“ по специалност 4.2. Химически науки, „Процеси и апарати в химичната и биомеханичната технология“.

21.12.2018 г.

Подпис:

