

РЕЦЕНЗИЯ

от

Проф. Христо Бояджиев, дтн

на Дисертационния труд на

инж. Константина Владимирова Стефанова

на тема

ИЗСЛЕДВАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ НА ХИДРОДИНАМИКАТА В КОЛОНИ СЪС СЪВРЕМЕННИ ВИСОКОЕФЕКТИВНИ НЕНАРЕДЕНИ ПЪЛНЕЖИ

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

„Процеси и апарати в химичната и биохимичната промишленост“

в професионално направление 4.2. Химически науки

Представеният Дисертационен труд е написан на 164 стр. и съдържа 12 стр. цитирани литературни източници (не номерирани). Авторефератът съответства на съдържанието на Дисертацията.

Дисертацията е посветена на проблемите на хидродинамиката в колони с пълнеж и нейното влияние върху скоростта на абсорбцията, които са били предмет на многогодишни изследвания на проф. Н. Колев и неговите сътрудници.

Проблемите на промишлената абсорбцията в колони с пълнеж са свързани с оптималното проектиране на нови колони и оптималното управление на абсорбционните процеси в тях. И в двата случая се налага създаването на методи и алгоритми за моделиране и симулиране на скоростта на абсорбционния процес, т.е. определянето на концентрацията на абсорбираното вещество в газовата и течната фаза на изходите от колоната (при зададени входни концентрации).

Хидродинамичните проблеми на абсорбционните колони с пълнеж произтичат от неравномерното разпределение на скоростите във фазите и разтичането на течната фаза към стената на колоната. В литературата е доказано експериментално и теоретично, че наличието във фазите на радиална неравномерност на аксиалната компонента на скоростта по напречното сечение на колоната води до намаляване на скоростта на абсорбция (на слабо разтворими газове при неравномерност в течната фаза и при силно разтворими газове при неравномерност в газовата фаза). Очевидно, радиалната неравномерност в течната фаза не влияе на скоростта на абсорбция на силно разтворими газове (и обратното). Проблемът за определяне на скоростта на абсорбция на слабо разтворими газове се усложнява допълнително от ефекта на разтичане на течната фаза, т.е. практически необратимото преминаване на част от течността от обема на пълнежа към повърхността на колоната.

Получаването на информация за разпределение на аксиалната компонента на скоростта по напречното сечение на колоната при различни пълнежи позволява качествен анализ на ефективността на пълнежите, т.е. пълнежите с по-малко отношение на максималната към средната скорост водят до по-голяма скорост на абсорбция, без да се дава възможност за нейното (на скоростта) определяне.

Изследванията в дисертацията са посветени на 3 проблема:

1. Експериментални изследвания на хидродинамични ефекти в колони със съвременни високоефективни ненаредени пълнежи на основата на разпределението на течната фаза;
2. Математично моделиране с дисперсионния модел на разпределението на течната фаза в колони с пълнеж и идентификация на моделните параметри;
3. Стартиране на математично симулиране със CFD програма.

Експерименталните изследвания на хидродинамични ефекти в колони със съвременни високоефективни ненаредени пълнежи обхващат един много широк обем от експериментални данни. Анализирани са модификациите на оросителните устройства за равномерно подаване на течната фаза посредством метални Raschig Super-Ring (RSRM).

Получена е база от експериментални данни за разпределението на течна фаза в пилотна инсталация за високоефективни ненаредени пълнежи с отворена към потока структура, за метални Raschig Super-Ring (RSRM) и за пластмасови Raschig Super-Ring (RSRP) при равномерно начално подаване на течната фаза по напречното сечение на колоната с различни начални плътности на оросяване. Получено е радиалното разпределение на течната фаза в изследваните пълнежи при пристенно оросяване. Получените данни, са обработени и анализирани за влиянието на началното натоварване на течната фаза, презарежданията на пълнежа, за влиянието на вида и размер на пълнежа върху радиалното разпределение на течната фаза в колоната. Оценена и анализирана е неравномерността на разпределение на течната фаза, в изследваните пълнежи посредством фактора на неравномерност.

От направените научни литературни анализи на моделирането на хидродинамиката на потоците в колони с пълнеж са изведени две аналитични зависимости за определяне на критерият за равновесно разпределение на поток между стената и пълнежа - параметъра C , от дисперсионният три-параметричен модел, с експериментални данни за различни начални натоварвания, при дадена височини на пълнежният слой. От наличните данни за коефициента на разтичане Dr и параметъра C определен от експериментални данни е определен критерий за обмен на течност m/y стената на колоната и пълнежа - моделният параметър B от дисперсионният три параметричен модел, за RSRM и метални Pall rings. Моделният параметър B от избран интервали, е идентифициран по минимума на остатъчната дисперсия и е проверена адекватността между моделните и експериментални данни по Fisher. Полученият модел е приложен, сравнен и оценен с експериментални резултати и CFD резултати за метални Pall rings. С дисперсионния модел могат да се дават точни и бързи прогнози за радиалното разпределение на течността в колони с високоефективните ненаредени пълнежи при дадена височини на слоя пълнеж. Това дава възможност за качествен (сравнителен) анализ на влиянието на вида на пълнежа върху скоростта на абсорбция на слабо разтворими газове.

Скоростта на абсорбция на слабо, средно и силно разтворими газове може да се определя от средно-концентрационните модели (Chr. Boyadjiev, M. Doichinova, B. Boyadjiev, P. Popova-Krumova, "Modeling of Column Apparatus Processes" (Second edition), Springer-

Verlag, Berlin Heidelberg, 2018, 456 pp.), където радиалното разпределение на течността в колоната се определя от експериментално определени параметри.

В Дисертацията се прави опит за по-добро вникване в процеса на разпределение на течната фаза в колони с пълнеж с методите на CFD като Fluent - ANSYS. Тук трябва да се има предвид, че използването на „хидродинамични пакети“ е невъзможно поради неизвестността на границите между трите фази, където трябва да се формулират граничните условия на хидродинамичните уравнения. По същата причина уравненията на масопренасянето във газовата и течната фаза остават без гранични условия. Опитите за отчитане на турбулентността едва ли са необходими, тъй като на практика в колоните с пълнеж няма условия за турбулизиране на фазите.

Заклучение

Представената Дисертация представлява едно обемно професионално експериментално и теоретично изследване на хидродинамиката в колони със съвременни високоефективни ненаредени пълнежи. Показано е, че скоростта на абсорбция на слабо разтворими газове зависи от радиалната неравномерност на разпределението на течността по напречното сечение на колоната и разтичането на течността от пълнежа към стената на колоната. Тези два ефекта намаляват скоростта на абсорбция и зависят от вида (формата) на пълнежа, т.е. определят ефективността на използваните пълнежи. Използваните методи и получените резултати позволяват качествен (сравнителен) анализ на ефективността на съвременни високоефективни ненаредени пълнежи. Те представляват солидна основа за моделиране и симулиране а кинетиката на абсорбцията в колони с пълнеж.

Получените резултати са публикувани в 3 научни списания у нас и в чужбина и са докладвани на 6 научни форума у нас и в чужбина. Забелязан е 1 цитат.

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

София, 18.11.2019 г.

Рецензент:



(Проф. Христо Бояджиев, дтн)