

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **Ведя Валерія Євгеновича**

на дисертаційну роботу Данилюка Олега Михайловича

“Масообмін у процесах розчинення у шарі дисперсного матеріалу”,

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за

спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

Актуальність теми. Розчинення твердих дисперсних матеріалів є одним з найбільш поширених процесів хімічної технології, який здійснюється з метою отримання насиченого розчину тієї чи іншої речовини. Для реалізації цього процесу застосовується технологічне обладнання різного типу, що відрізняється як за принципом дії, так і за конструктивним оформленням. Як правило, технологічне обладнання характеризується низькою продуктивністю, значними габаритами і має ряд інших недоліків.

Інтенсифікації процесів розчинення можливо досягнути завдяки розвиненню поверхні розділу фаз та застосуванням принципово нових видів спеціалізованого обладнання. Зазвичай, для забезпечення прийнятних швидкостей розчинення твердий дисперсний матеріал додатково подрібнюють. Екранування реакційної поверхні може ускладнювати процес розчинення; при тому максимальна поверхня контакту фаз досягається роз'єднанням частинок твердої фази на відстань, що перевищує товщину пограничного гідродинамічного шару.

Одним із найперспективніших методів інтенсифікації процесів розчинення полідисперсної фази є використання стиснутого повітря в якості перемішуючого агенту. Переміщення бульбашок по об'єму апарату приводить до їх руйнування та постійного омивання твердих частинок рідиною. При цьому розчинник із низькою концентрацією компоненту безперервно підводиться до поверхні твердої частинки. Використання стисненого повітря для перемішування розчину приводить до усунення багатьох недоліків процесу розчинення твердих дисперсних матеріалів, які характерні при застосуванні механічних мішалок.

виробництв”, а також відображено в методичних вказівках для виконання курсових проектів і магістерських робіт.

Повнота публікації та апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи Данилюка О.М. опубліковано у 13 наукових працях, з яких 7 – у фахових виданнях України, зокрема 2 статті у виданнях, які входять до міжнародних науково-метричних баз даних, 6 – тези доповідей на Всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях. Аналіз праць, що опубліковано, дає всі підстави вважати про достатність опублікувань матеріалів дисертації.

У авторефераті відображено найбільш суттєві наукові результати, що отримані автором, та не міститься інформації, яка є відсутня в дисертації.

Відповідність змісту автореферату положенням дисертації. Автореферат дисертаційної роботи Данилюка О.М. відає до вимогам ДАК України. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи та висвітлює її основні положення. Автореферат не містить інформації, яка є відсутньою в дисертації.

Аналіз та оцінка змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку літератури та 5 додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи 161 сторінка. Робота містить 40 рисунків, текст містить 16 таблиць, у бібліографії наведено 170 літературних джерел.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мета та основні завдання, наукову новизну та практичну цінність. Наведено інформація про особистий внесок здобувача і апробацію отриманих результатів.

У першому розділі дисертаційної роботи надано порівняльний аналіз літературних джерел стосовно основних методів розчинення твердих частинок, гідродинаміки киплячого шару полідисперсного матеріалу. Проаналізовано кінетику процесів розчинення твердих полідисперсних матеріалів та апаратурне оформлення цього процесу.

У другому розділі дисертант навів фізико-хімічні властивості об'єктів досліджень, а саме бензойної кислоти, неорганічних солей – калію сульфату та калію хлориду. Представлено методики проведення експериментів та наведено схеми експериментальних установок та схему експериментальної установки та апарат, у якому проводили розчинення і дослідження закономірностей руху бульбашок стисненого повітря у рідині.

У третьому розділі автором представлені результати експериментальних досліджень процесу розчинення полідисперсних матеріалів у рідині, яка переміщується стисненим повітрям.

Автором встановлено, що частота утворення бульбашок закономірно зростає при збільшенні витрати стиснутого повітря, проте, об'єм їх у момент відриву залишається сталим.

На основі експериментальних досліджень автором встановлено відривний розмір бульбашок повітря за невеликих швидкостей руху та емпірично розраховано їх швидкість руху в апараті. Базуючись на результатах дослідження автором визначені початкові умови для чисельного моделювання процесу, які підтверджують справедливність прийнятих припущень при теоретичних розрахунках пневматичного перемішування розчину та наочно показують рух фаз що взаємодіють у апараті.

У четвертому розділі досліджено кінетику розчинення бензойної кислоти при пневматичному перемішуванні; на основі цих досліджень запропоновано розрахункову залежність, яка дозволяє прогнозувати зміну концентрації в часі.

Автором також досліджено вплив хімічно інертних перемішуючих додатків (кульок поліметилметакрилату) на кінетику розчинення і встановлено, що їх додавання позитивно впливає на кінетику процесу розчинення.

Данилюк О.М. привів результати експериментальних досліджень розчинення калій хлориду в апараті при механічному перемішуванні пропелерною мішалкою. На основі цих досліджень їм доведено доцільність врахування зміни густини при зміні концентрації розчину.

Створено математичну модель процесу теплообміну із поверхневим джерелом теплоти за умови нестационарності. Ця модель дозволяє встановити взаємозв'язок між кінетичними коефіцієнтами масовіддачі β та тепловіддачі α у вигляді розрахункової залежності. Узагальнення отриманих Данилюком О.М. результатів експериментів дозволило отримати розрахункову залежність числа Шервуда від числа Шмідта та Рейнольдса, що з достатньою для практичних розрахунків точністю визначити коефіцієнт масовіддачі в межах зміни числа Рейнольдса $100 \leq Re \leq 300$.

У п'ятому розділі здобувачем представлено принципову технологічну схему процесу, а також схеми реакторів для періодичного і безперервного розчинення твердих полідисперсних речовин. Автором розроблено методичні рекомендації щодо розрахунку обладнання для розчинення твердих полідисперсних матеріалів при пневматичному перемішуванні розчину. Наведено порівняльний аналіз енергетичних затрат у експериментальній установці при розчинення бензойної кислоти за пневматичного і механічного перемішування розчину, чим показано перевагу запропонованого автором способу перед традиційним.

Висновки до розділів та загальні за результатами роботи сформульовані достатньо чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації та автореферату. Матеріали досліджень подано логічно, послідовно та доказово. Оформлення автореферату та дисертації повністю відповідає вимогам, рекомендованим Міністерством освіти і науки України. Текст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи, а дисертація – паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Разом із цим до дисертаційної роботи Данилюка Олега Михайловича є наступні **зауваження**.

1. Доцільно було б навести графічне порівняння визначеної експериментальної і розрахункової теоретичної концентрації під час розчинення полідисперсної твердої фази згідно рівняння (3.17).

2. З тексту дисертації не можна визначити: чи враховувався відбір проб під час розчинення бензойної кислоти (розділ 4.1.1), який приводив до відповідного зменшення об'єму середовища і зміни концентрації.

3. У табл. 4.1 не розшифровано параметри досліджуваного розчинення. На рис. 4.2 не має значення достовірності апроксимації залежності густини від концентрації R^2 .

4. Хотілося б, щоб автор пояснив фізичний зміст впливу інертної твердої фази на розчинення бензойної кислоти (розділ 4.1.2).

5. Хімічна взаємодія твердого тіла з рідким реагентом супроводжується зменшенням розміру твердої частинки (розділ 4.2). Однак, математична модель не враховує цього фактору: рівняння (4.16), (4.17), (4.18).

6. На рис. 4.11 наведено експериментально визначені температури у центрі кулі з магнію при взаємодії його з розчинами нітратної кислоти. Процес взаємодії в такій гетерогенній системі протікає на поверхні кулі. Тобто, найбільш інформативною є температура її поверхні. У роботі ця температура не визначається експериментально.

7. У розділі 4.3 подано залежності коефіцієнта масовіддачі від багатьох факторів. При узагальненні сукупності результатів критеріальною залежністю не враховано зміну концентрації кислоти (рис. 4.14).

8. В роботі іноді мають місце занадто об'ємні речення, які досить складно усвідомлювати.

Вказані зауваження не мають принципового характеру та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, цінності і достовірності отриманих результатів та переконливості зроблених висновків.

Висновок. На основі розглянутих матеріалів вважаю, що дисертаційна робота Данилюка О.М. за об'ємом, рівнем виконання та науковою новизною є закінченим науковим дослідженням, в якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне і практичне значення для процесів розчинення твердих полідисперсних матеріалів. Робота вирішує науково-прикладну задачу в галузі процесів розчинення і відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів Міністерства освіти і науки України, які

ставляться до робіт, що подаються на захист для здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, пп. 9, 11, 12, 13 положення про «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №576 від 24 липня 2013р. і чинним вимогам МОН України, а її автор – **Данилюк Олег Михайлович** – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент
завідувач кафедри інтегрованих
технологій, процесів та апаратів
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор



В.Є. Ведя

Підпис професора Ведя В.Є. засвідчую:
Вчений секретар
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор



О.Ю. Заковоротний