

### **Спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті**

Винахід відноситься до процесів масообміну в системі пара – рідина і може бути використаний в масообмінних апаратах спиртової, гідролізної, хімічної, нафтопереробної, фармацевтичної промисловості, у виробництві біоетанолу та інших галузях.

У колонних апаратах, що містять тарілки, масообмін між рідиною і парою відбувається на тарілках під час проходження пари крізь шар рідини. Необхідними умовами для проведення інтенсивного масообміну є створення розвинутої поверхні контакту фаз і таких гідродинамічних обставин, при яких коефіцієнт масопередачі буде найбільшим. У всіх випадках на тарілці необхідно тимчасово утримувати шар рідини, через який проходить пара, та забезпечити періодичний перелив рідини з верхньої на нижче розташовану тарілку.

Відомий спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті (Патент РФ № 205016 «Способ проведения процесса массообмена в циклическом режиме», Опубл. 20.12.1995, Бюл. №36), що передбачає періодичний (циклічний) рух рідини після її затримки на ступенях контакту (тарілках) зверху вниз при безперервній подачі гріючої пари в кубову частину апарата. Для забезпечення циклічного руху рідини потік пари по чергово відсікають на кожній тарілці знизу вгору за допомогою клапанів, розташованих на байпасних трубопроводах.

Відомий спосіб дозволяє забезпечити циклічний рух (пролив) рідини по тарілках в період відкриття відповідних клапанів і спрямування пари через відповідні байпасні трубопроводи та виключити її переміщення з порціями рідини, що знаходиться на нижніх суміжних тарілках.

Недоліком способу є зниження ефективності масообміну на тарілках через відсутність контакту пари та рідини в період байпасування пари і переливу рідини, збільшення питомої витрати пари, а також зменшення пропускної здатності колонного апарата по рідині за рахунок відсутності переливних пристроїв.

Найбільш близьким до запропонованого способу по технічній сутності та результату, що досягається, є спосіб переливу рідини по тарілках колонного

апарата в процесі масообміну між рідиною і парою (патент UA № 89874 «Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною» Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5), що включає періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку без її перемішування на суміжних тарілках при безперервній подачі гріючої пари. Перелив рідини відбувається завдяки примусовій роботі переливних пристроїв, що містять рухомі елементи, зв'язані з приводним механізмом.

Недоліками відомого способу є зменшення ефективності масообміну в колонному апараті та підвищені витрати гріючої пари через відсутність рідини на всіх парних тарілках під час її затримки на непарних тарілках та навпаки, а також зниження пропускної здатності колонного апарата по рідині: на першому етапі масообмін відбувається тільки на парних тарілках, а на другому – на непарних. Таким чином при повному переливі рідини без її перемішування на суміжних тарілках постійно працюють тільки половина тарілок, що містить колонний апарат. Крім того спосіб не дозволяє автономне регулювання часу затримки рідини на кожній окремій тарілці через те, що рухомі елементи переливних пристроїв парних і непарних тарілок приводяться у рух одним приводним механізмом.

В основу винаходу поставлена задача підвищити ефективність масообміну між рідиною і парою на тарілках колонного апарата, зменшити питому витрату гріючої пари і збільшити пропускну здатність апарата по рідині.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті передбачає безперервну подачу гріючої пари у нижню частину апарата, а рідини у верхню його частину та періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку переливними пристроями, основними складовими яких є рухомі елементи, що з'єднані з відповідними приводними механізмами. Згідно винаходу рідина переливається по тарілках послідовно, причому співвідношення площі перерізу отвору для переливу, що відкриває рухомий елемент, до площі перерізу тарілки становить  $(0,1-0,5):1$ , що забезпечує зменшення швидкості пари в отворах контактних елементів до 3,5-1 м/с, внаслідок чого рідина проливається через всі отвори.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом полягає в наступному.

Швидкість пари в отворах контактних елементів тарілок при сталому тиску в нижній і верхній частинах масообмінного колонного апарата залежить від конструкції тарілок та співвідношення сумарної площі перерізу отворів до площі перерізу тарілки. Після відкривання переливного отвору рухомим елементом (елементами) переливного пристрою співвідношення площі перерізу отворів для переливу рідини до площі тарілки збільшується на величину, що дорівнює площі перерізу переливного отвору; при цьому швидкість пари в отворах контактних елементів зменшується. Для різних типів тарілок існує нижня межа (критична швидкість пари в отворах контактних елементів), при якій рідина утримується на тарілці, і нижче якої рідина провалюється через ці отвори: наприклад, для сітчастих тарілок критична швидкість пари становить 4-5,5 м/с, для лускоподібних 6,5-7,5 м/с. Під час відкривання рухомим елементом переливного пристрою отвору для переливу рідини, площа перерізу якого становить 10 % від площі перерізу тарілки (співвідношенні його площі перерізу до площі перерізу тарілки 0,1:1), швидкість пари в отворах контактних елементів зменшується до 3,5 м/с, внаслідок чого рідина провалюється через всі отвори. Збільшення площі перерізу переливного отвору від 10 до 50 % від площі перерізу тарілки (співвідношення його площі перерізу до площі перерізу тарілки від 0,1:1 до 0,5:1), забезпечує зменшення швидкості пари в отворах контактних елементів від 3,5 до 1 м/с, що дозволяє зменшити опір пари і час переливу рідини. При цьому вся тарілка стає провальною: рідина одночасно переливається через переливний отвір (отвори), які утворилися після відкривання рухомого елемента (елементів), і провалюється через всі отвори контактних елементів. Після закривання рухомим елементом (елементами) переливного отвору (отворів) сумарна площа отворів для переливу рідини зменшується до значень, при яких швидкість пари в отворах контактних елементів миттєво зростає, стає більшою за критичну, і провал рідини через отвори контактних елементів припиняється. В цей період циклу тарілка стає непровальною і на її полотні відбувається задана у часі затримка рідини для її контакту з парою.

Для здійснення способу колонний апарат оснащується масообмінними провальними тарілками - ґратчастими, колосниковими, трубчастими, сітчастими (плоскими або хвилястими), лускоподібними та ін. Отвори для проходження пари в їх контактних елементах виконані в полотні тарілки. Відсутність зливних пристроїв спрощує конструкцію тарілок і дозволяє збільшити завдяки цьому їх робочу площу для контакту рідини і пари на 15-30 %.

На Фіг. 1 представлено фрагмент колонного апарата зі схематичним зображенням одного із варіантів здійснення запропонованого способу. Апарат містить провальні тарілки 1 із регульованим вільним перерізом, на полотні яких розміщені контактні елементи 4 з отворами для проходження пари, і рухомий елемент 2, що з'єднаний з приводним механізмом 3 (механічним, електромагнітним, пневматичним, тощо).

Запропонований спосіб здійснюється наступним чином. Рідина постійно надходить на тарілку живлення у верхню частину колонного апарата, а гріюча пара безперервно подається у нижню його частину. Після заданого часу затримки рідини на тарілці № 2 завдяки дії приводного механізму 3 рухомий елемент 2 відкриває отвір для переливу рідини. При співвідношенні площі перерізу переливного отвору до площі перерізу тарілки (0,1-0,5):1 швидкість пари в отворах контактних елементів 4 миттєво зменшується до 3,5-1 м/с відповідно, і тарілка стає провальною – рідина одночасно переливається через переливний отвір, що утворився, і провалюється через всі отвори контактних елементів 4. Після переливу рідини рухомий елемент 2 закриває переливний отвір тарілки № 1 на заданий проміжок часу для подовження контакту пари і рідини на полотні тарілки. При цьому швидкість пари в отворах елементів 4 миттєво стає більшою за критичну (4 м/с), завдяки чому провал рідини через всі отвори елементів 4 припиняється, рідина утримується на тарілці, і відбувається масообмін між рідиною і парою. Після закінчення заданого часу затримки рідини на тарілці № 1 завдяки дії приводного механізму 3 рухомий елемент 2 відкриває отвір для переливу рідини на тарілку, що розташована нижче. Внаслідок миттєвого зменшення швидкості пари в отворах контактних елементів 4 до вищевказаних значень тарілка стає провальною: рідина одночасно переливається через

переливний отвір, що утворився, і провалюється через всі отвори контактних елементів 4. Таким чином рідина послідовно переливається зверху вниз по тарілках масообмінного апарата через контрольовані проміжки часу в залежності від дії приводних механізмів і роботи рухомих елементів. Рідина із останньої тарілки виливається в нижню частину масообмінного колонного апарата. Далі цикли затримки і переливу рідини почергово повторюються у часі.

Технічний результат у використанні винаходу полягає у підвищенні ефективності масообміну між рідиною та паром на тарілках колонного апарата, зменшенні питомої витрати гріючої пари і збільшенні пропускної здатності апарата по рідині.

Автори:

Ю.В. Булій

А.П. Дмитрук

П.А. Дмитрук

## Формула винаходу

Спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті, який передбачає безперервну подачу гріючої пари у нижню частину апарата, а рідини у верхню його частину та періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку переливними пристроями, основними складовими яких є рухомі елементи, що з'єднані з відповідними приводними механізмами, **який відрізняється тим, що** рідина переливається по тарілках послідовно, причому співвідношення площі перерізу отвору для переливу, що відкриває рухомий елемент, до площі перерізу тарілки становить  $(0,1-0,5):1$ , що забезпечує зменшення швидкості пари в отворах контактних елементів до  $3,5-1$  м/с, внаслідок чого рідина проливається через всі отвори.

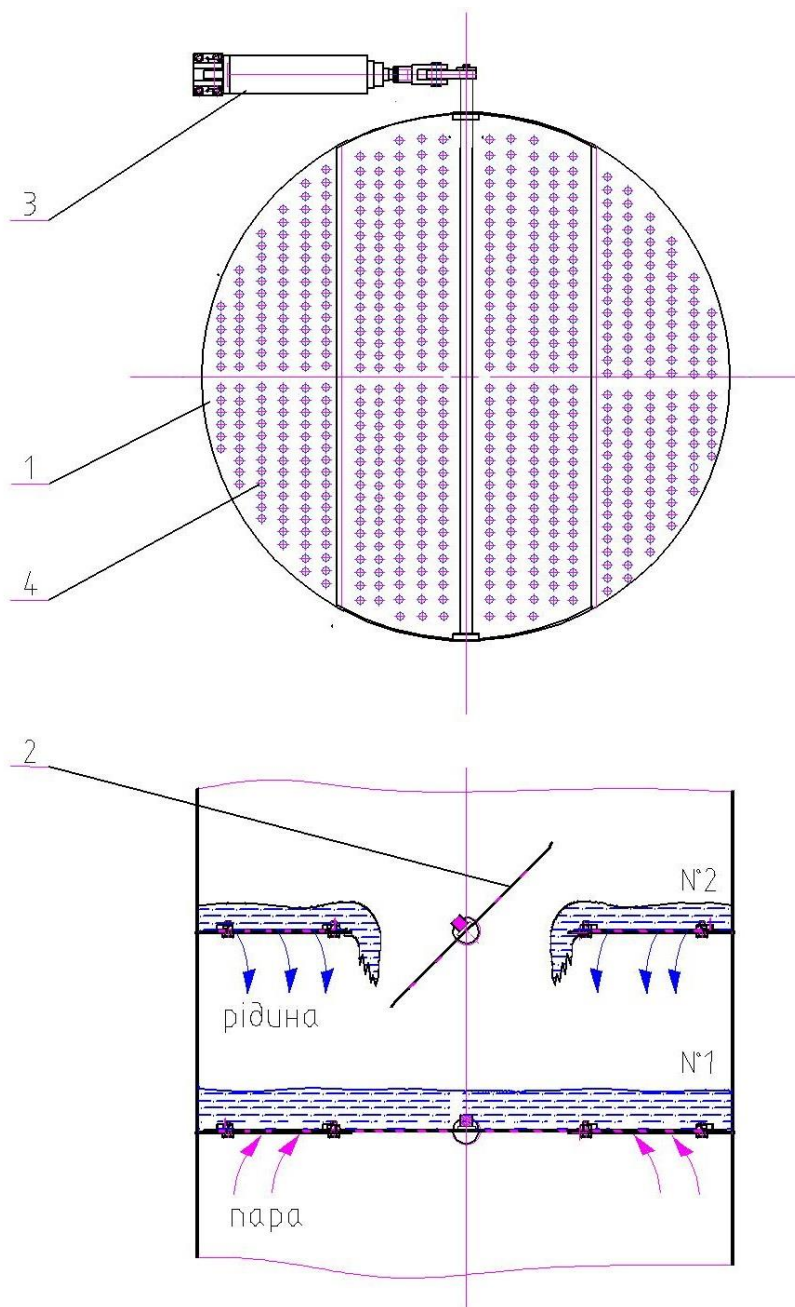
Автори:

Ю.В. Булій

А.П. Дмитрук

П.А. Дмитрук

# Спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті



Фіг. 1

*Автори:*

Булій Ю.В.

Дмитрук А.П.

Дмитрук П.А.

## РЕФЕРАТ

### Спосіб масообміну між рідиною і парою

Винахід відноситься до процесів масообміну в системі пара – рідина і може бути використаний в масообмінних апаратах спиртової, гідролізної, хімічної, нафтопереробної, фармацевтичної промисловості, у виробництві біоетанолу та інших галузях.

Спосіб масообміну між рідиною і парою в колонному апараті передбачає безперервну подачу гріючої пари у нижню частину апарата, а рідини у верхню його частину та періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку переливними пристроями, основними складовими яких є рухомі елементи, що з'єднані з відповідними приводними механізмами. Згідно винаходу рідина переливається по тарілках послідовно, причому співвідношення площі перерізу отвору для переливу, що відкриває рухомий елемент, до площі перерізу тарілки становить  $(0,1-0,5):1$ , що забезпечує зменшення швидкості пари в отворах контактних елементів до  $3,5-1$  м/с, внаслідок чого рідина проливається через всі отвори.

Технічний результат у використанні винаходу полягає у підвищенні ефективності масообміну між рідиною та парою на тарілках колонного апарата, зменшенні питомої витрати гріючої пари і збільшенні пропускної здатності апарата по рідині.