

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРУБЧАСТОГО РЕАКТОРА ДЛЯ СУЛЬФАТУВАННЯ СУМІШЕЙ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Дзевочко А І

*Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут  
м Харків*

Процес сульфатування органічних речовин є основною стадією виробництва поверхнево-активних речовин. На цій стадії відбувається взаємодія органічної речовини з низькоконцентрованим газоподібним триоксидом сірки. В Україні процес сульфатування проводився найчастіше в об'ємних реакторах зі ступенем перетворення органічної речовини не більше 90%. Це призводило до втрат сировини та значній кількості шкідливих викидів до атмосфери.

Проведений аналіз літературних даних [1] показав, що в теперішній час процес сульфатування проводиться в трубчастих плівкових реакторах зі спадним рухом фаз, ступінь перетворення органічної речовини в яких сягає 97%. В такому реакторі плівка рідини суміші органічних речовин стікає під дією сили ваги, повністю змочуючи стінки трубки та контактує з низькоконцентрованим газоподібним  $SO_3$  розведеним, в більшості випадків, повітрям, до концентрації 3 - 6% об. Зовнішня поверхня реакційної трубки охолоджується водою. Значне співвідношення площі поверхні до обсягу органічного реагенту в трубці сприяє ефективному відводу тепла, чим створюються м'які умови проходження реакції, адже в міру проходження реакції виділяється близько 167 кДж/моль тепла.

Таким чином, для проведення розрахунку процесу сульфатування й подальшій розробці конструкції реактора необхідно мати його математичну модель, що буде базою для створення сучасних алгоритмів і комп'ютерних програм розрахунку плівкових реакторів сульфатування.

Для розробки математичної моделі процесу сульфатування були складені балансові рівняння масо- і теплообміну по довжині реакційної трубки [2]. Математична модель складена при наступних допущеннях: втрати тепла в навколишнє середовище відсутні; рідка плівка симетрична щодо осі реактора; рідина не випаровується, газ не конденсується; вхідні й вихідні кінцеві ефекти не враховуються; не відбувається краплинного віднесення рідини.

Модель процесу сульфатування в плівковому трубчастому реакторі включає фізико-хімічні характеристики рідкої фази по довжині ректора, зокрема, щільність і в'язкість. Ці параметри нами були визначені на основі

експериментальних досліджень і наведені в [1].

Була розроблена програма розрахунку процесу сульфатування сумішей органічних речовин у плівковому трубчастому реакторі з використанням пакета прикладних програм MATLAB.

На рисунку 1 надані графіки результату моделювання процесу для таких параметрів: мольне співвідношення  $\text{SO}_3$  до органічної сировини 1,06:1; концентрація  $\text{SO}_3$  5% від газового об'єму; діаметр реакційної трубки 0,037 м; початкова температура рідини 312 К; початкова температура хладагенту 293 К; початкова температура газового потоку 303 К.

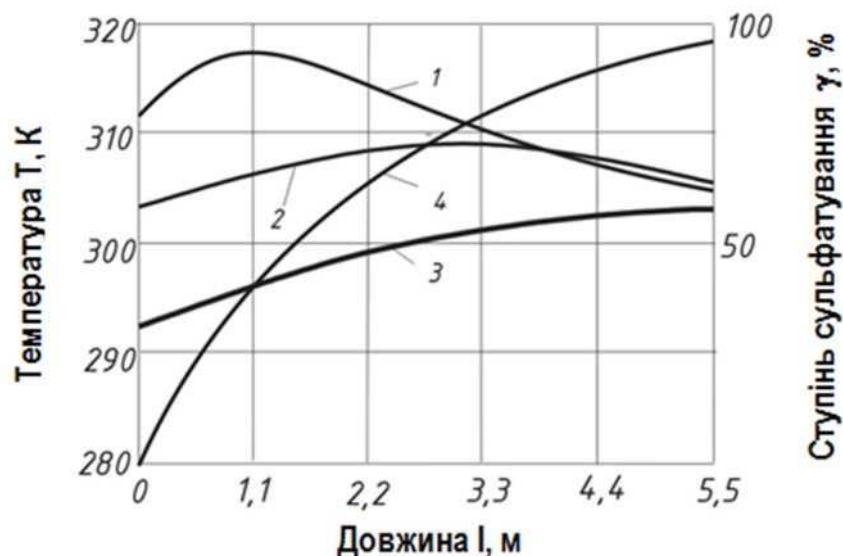


Рис. 1. - Результати математичного моделювання реактора сульфатування: 1 - температура рідкої фази, 2 - температура газової фази, 3 - температура хладагента, 4 - ступінь сульфатування

Математичне моделювання показало наявність температурного піку рідкої фази, при цьому температура газу та охолоджувальної рідини на цій ділянці трубки різко не підвищується. Значна кількість тепла від органічної суміші переходить до газового потоку, а на кінці трубки - температура газової фази вище за температуру рідини і частина тепла передається до рідкої фази.

В подальшому планується проведення розрахунків з впливу факторів на хід процесу, з метою зменшення температурного піку та підвищення температури реакції в нижній частині трубки.

## ДЖЕРЕЛА

1. Dzevochko A., Podustov M. / (2016). Regularities of the process sulfateand mixtures organic substances. - European Journal of Enterprise Technologies, No 5/6 (83), pp. 37-43.

2. Дзевочко А.І. Розробка математичної моделі процесу сульфатування в плівковому реакторі / А.І. Дзевочко, М.О. Подустов, В.О. Панасенко // Інтегровані технології та енергозбереження. - Харків: НТУ «ХПІ». - 2017. - № 1. - С. 25-33.