

- Golovko D. A., Sharma V. K., Pavlova O. V., Belyanovskaya E. A., Golovko I. D., Suprunovich V. I., Zboril R. Determination of submillimolar concentration of ferrate(VI) in alkaline solutions by amperometric titration // Central European Journal of Chemistry – 2011. – Vol. 9, № 5. – P. 808 – 812.
- Якименко Л.М., Модылевская И.Д., Ткачек З.А. Электролиз воды. – М., Химия: 1970. – 264с.

УДК 532.137: 666.97

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МЕХАНІЧНИХ ДИСПЕРГАТОРІВ

**Корнієнко Я.М., д.т.н., проф., Мартинюк О.В., зав. лаб., Михальчук О.Д., асистент,
Мельник М.П., магістрант, Семененко Д.С., магістрант, Гайдай С.С., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ**

Проведено експериментальне дослідження процесу диспергування гетерогенної системи механічними диспергаторами конічного та дводискового типів. Встановлено залежності щільності масового розподілення від довжини різних типів диспергаторів.

Ключові слова: диспергування, гетерогенна система, концентрація, розподілення, суха речовина.

Experimental researches of process of dispergating of heterogeneous systems are carried out by mechanical dispergators of conical and twodisk type. Dependence of density of weight distribution from length of different types of dispergators was ascertained.

Ключові слова: диспергування, гетерогенна система, концентрація, розподілення, суха речовина.

Keywords: dispergation, a heterogeneous phase, concentration, distribution, model liquid.

Загальною науковою проблемою є створення умов для протидії глобальній продовольчій кризі, яка загострюється в третьому тисячолітті, що зумовлює необхідність впровадження принципів раціонального землекористання. В першу чергу це відноситься до збереження родючості ґрунтів. Традиційні способи внесення мінеральних добрив в сучасних умовах інтенсивної експлуатації ґрунтів є неефективними тому, що сприяють засоленню ґрунтів і не відновлюють балансу гумусу. Тому розроблення способу одержання орґано-мінеральних добрив, що містять мінеральні поживні речовини та стимулюючі домішки, співвідношення яких визначається клімато-екологічними умовами є актуальним, а їх застосування сприятиме збереженню родючості ґрунтів та збереження екологічної рівноваги.

Реалізація цих задач пов'язана із створенням твердих композитів з пошаровою структурою на нано рівні. Внаслідок цього досягається рівномірне розподілення по всьому об'єму мінеральних і особливо гумінових речовин (вміст яких не перевищує 2%) [1].

Постановка задачі та аналіз попередніх досліджень

Існують способи зневоднення гомогенних систем диспергуванням розчинів за допомогою різного типу форсунок [2]. У випадку утворення азотно-кальцієво-гумінових твердих композитів необхідно розпилювати гетерогенні системи з високим вмістом суспендованих твердих частинок для яких форсунки є непридатними.

Окрім того, в реальних процесах зневоднення і гранулоутворення при застосуванні техніки псевдозрідженого шару для запобігання локальних зон перезволоження необхідно збільшувати область розпилення рідкої фази [3]. Тому задача розроблення способу розпилення гетерогенної рідкої фази з розширеною зоною дії і конструкції механічного диспергатора є актуальною.

Метою дослідження є: експериментальне визначення впливу конструктивних особливостей диспергатора на рівень диспергування гетерогенних систем.

Виклад основного матеріалу

Попередніми дослідженнями встановлено, що найбільш прийнятною для диспергування композитних розчинів є конічна форма диспергатора, який забезпечував ефективне розпилення рідкої фази при, відносно, невеликих витратах рідкої фази тому, що розпилення проходить через крайку ротора. Це призводить до виникнення локального перезволоження в псевдозрідженому шарі і, в подальшому, до агломерації твердих частинок і згодом налипання утворених агломератів на внутрішніх стінках апарата. Внаслідок перезволоження знижується міцність гранул та збільшується пилоутворення. Для усунення цих недоліків запропоновано нові конструкції диспергаторів.

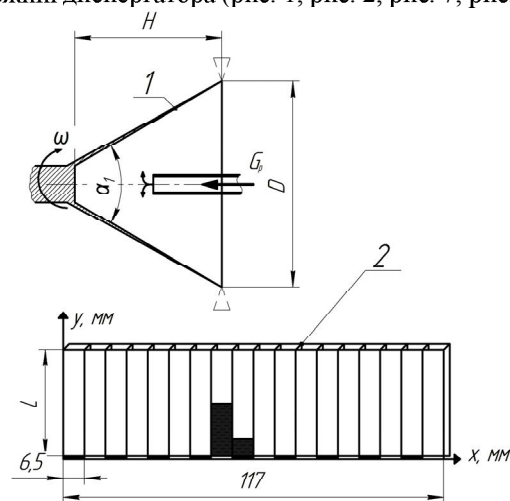
Сутність досліджень полягала в тому, що при різних витратах визначалося масове розподілення рідкої фази вздовж осі обертання, лінійна швидкість при цьому була $\omega_l=9,4$ м/с. Витрати рідкої фази вимірювалися об'ємним методом. Модельною рідиною служила суспензія крейди у воді з масовою концентрацією сухих речовин 25%. Кількість обертів контролювалася стробоскопом. Визначення розподілень у факелі розпилу проводилося вловлюванням крапель в робочу касету, яка встановлювалася на певній відстані від крайки диспергатора. Касета складається з вимірювальних комірок, які являють собою прозорі елементи розміром 6,5x6,5 мм. Щільність розподілу визначалася, як

$$g_i = l_i / \sum l_i / a,$$

де l_i – висота стовпа рідини в i – камері;

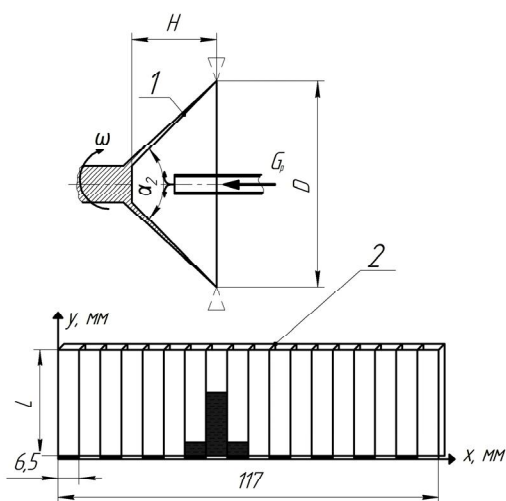
a – довжина камери.

Були проведені досліді з використанням чотирьох різних конструкцій диспергатора: конусної з кутами розкриття: 60°, 90°, 120° та двохдискової. Для встановлення залежності щільності масового розподілення від довжини диспергатора було побудовано схеми визначення розподілення рідини по довжині диспергатора (рис. 1, рис. 2, рис. 7, рис. 8) [4].



G_p – масова витрата рідини; 1 – диспергатор; 2 – касета.

Рис. 1 – Схема визначення розподілення рідини по довжині конічного диспергатора $\alpha_1=60^\circ$ (I тип)



G_p – масова витрата рідини; 1 – диспергатор 2 – касета.

Рис. 2 – Схема визначення розподілення рідини по довжині конічного диспергатора $\alpha_2=90^\circ$ (II тип)

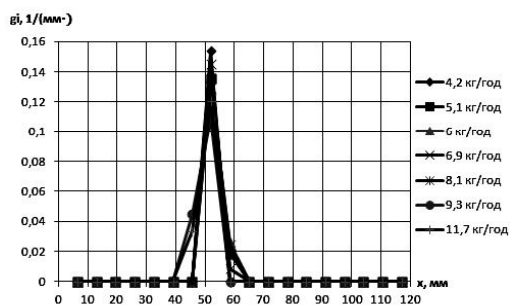


Рис. 3 – Залежність щільності масового розподілення від приведеної довжини диспергування для I типу диспергатора зони

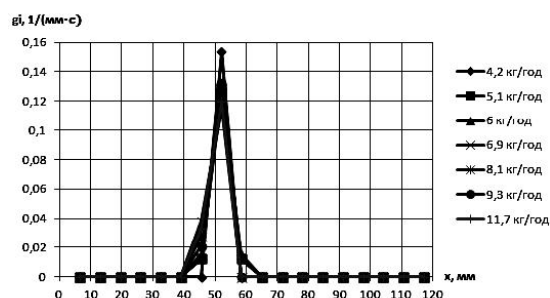


Рис. 4 – Залежність щільності масового розподілення від приведеної довжини зони диспергування для II типу диспергатора

Таким чином, при диспергуванні суспензії конічними диспергаторами I та II типу (рис.3 і рис.4) база зони зрошення по довжині фактично однакова – 25 мм (від 40 мм до 65 мм). Максимальна щільність масового розподілення рідини в обох випадках теж майже однакова: $g_i=0,155$. Якість диспергування су-

спензії крейди у воді при мінімальних ($G=4,2$ кг/год) і максимальних ($G=11,7$ кг/год) витратах можна оцінити за фотографіями, зображеними на рис. 5 і 6.

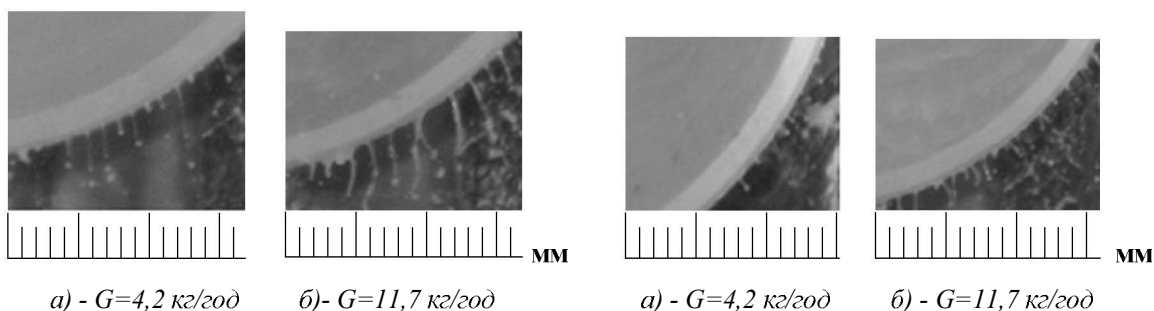
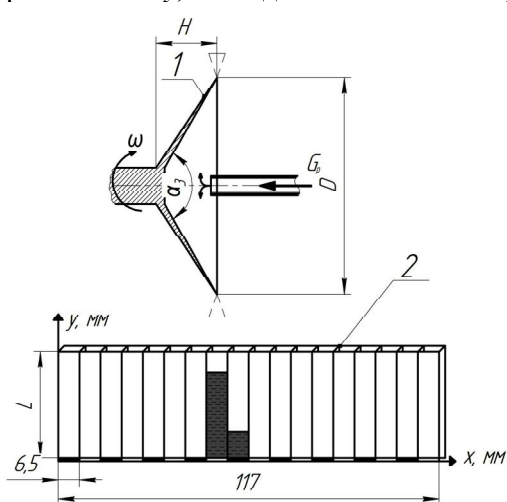


Рис. 5 – Фотознімки диспергування суспензії конічним диспергатором I типу (збільшення в 2 рази)

Рис. 6 – Фотознімки диспергування суспензії конічним диспергатором II типу збільшення в 2 рази)

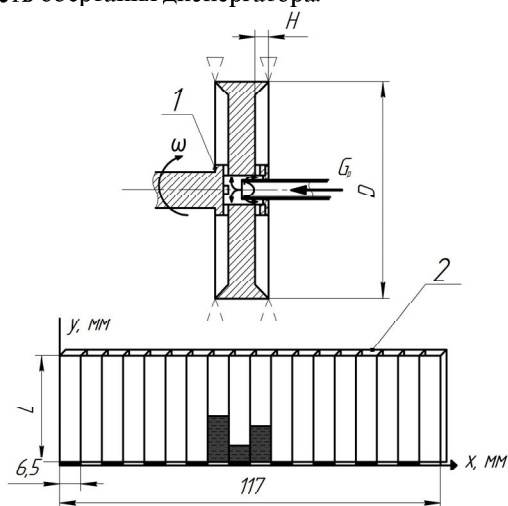
З рис. 5 випливає, що при диспергуванні модельної рідини з використанням конічного диспергатора I типу в зоні максимальних навантажень утворюються струмені, що є неприйнятним для реального процесу. На рис. 6 при диспергуванні конічним диспергатором II типу теж спостерігаються струмені, але значно менші, що пояснюється значно більшою величиною відцентрової сили, оскільки відношення дов-

жини диспергатора до його діаметра $\frac{H}{D}$ зменшується, а, відповідно, зменшується осьова сила і збільшується відцентрова. Для уникнення струменів, що спостерігаються при диспергуванні конічними диспергаторами I і II типу, необхідно збільшити лінійну швидкість обертання диспергатора.



G_p – масова витрата рідини; 1 – диспергатор; 2 – касета.

Рис. 7 – Схема визначення розподілення рідини по довжині конічного диспергатора $\alpha_3=120^\circ$ (III тип)



G_p – масова витрата рідини; 1 – диспергатор; 2 – касета.

Рис. 8 – Схема визначення розподілення рідини по довжині двохдискового диспергатора (IV тип)

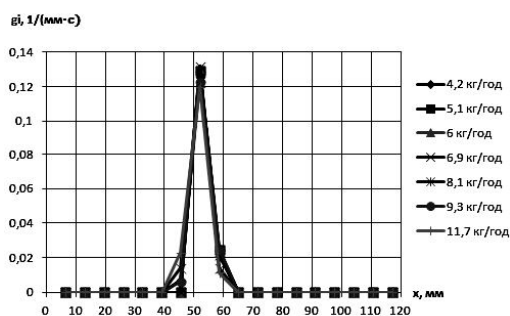


Рис. 9 – Залежність щільності масового розподілення від приведеної довжини зони диспергування для III типу диспергатора

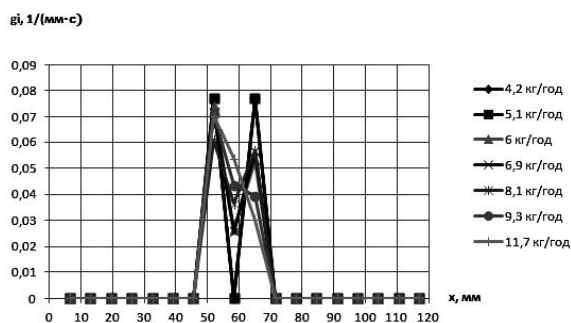


Рис. 10 – Залежність щільності масового розподілення від приведеної довжини зони диспергування для IV типу диспергатора

Таким чином, як бачимо з рисунків, при диспергуванні суспензії конічним диспергатором III типу і диспергатором IV типу база зони зрошення теж фактично однакова – 25 мм (від 40 мм до 65 мм – у конічного; і від 45 мм до 70 – у двохдискового), але у двохдискового максимальна щільність масового розподілення рідини майже у 1,7 разів менша, ніж у інших диспергаторів, що зумовить зменшення крапель. Якість диспергування суспензії крейди у воді при мінімальних ($G=4,2$ кг/год) і максимальних ($G=11,7$ кг/год) витратах можна оцінити за фотографіями, зображеними на рис. 11 і 12.

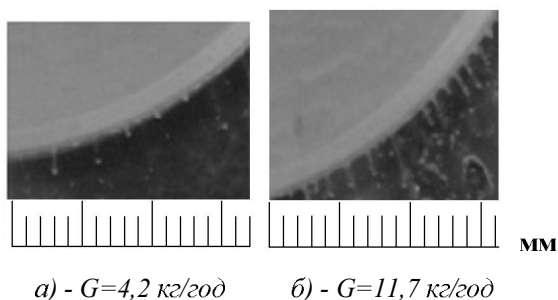


Рис. 11 – Фотознімки диспергування суспензії конічним диспергатором III типу (збільшення в 2 рази)

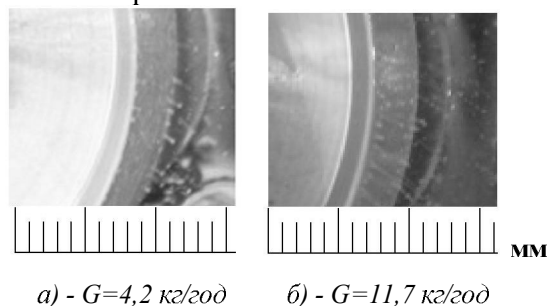


Рис. 12 – Фотознімки диспергування суспензії диспергатором IV типу (збільшення в 2 рази)

З рис. 11 видно, що при диспергуванні суспензії з використанням конічного диспергатора III в зоні максимальних навантажень спостерігається диспергований розрив струменя рідини. На рис. 12 бачимо, що при диспергуванні диспергатором IV типу теж спостерігається диспергований розрив струменя рідини, що пояснюється найбільшою серед усіх розглянутих диспергаторів величиною відцентрової сили, оскільки відношення довжини конічної частини диспергатора до його діаметра $\frac{H}{D}$ найменше, а, отже, й осьова сила значно менша за відцентрову.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Експериментально підтверджена робоча гіпотеза щодо зменшення максимальної щільності масового розподілення рідини по довжині двохдискового диспергатора. Дослідним шляхом визначено, що кут розкриття конічного диспергатора суттєво не впливає на розміри зони диспергування, але досить суттєво впливає на те, як поводить себе модельна рідина в зоні максимальних навантажень. Виходячи з цього, серед усіх розглянутих диспергаторів найбільш перспективними себе показали диспергатор III типу і IV типу. В подальшому планується формування зеркального розташування поверхні диспергатора III типу і більш детальне дослідження двохдискового диспергатора.

Література

1. Технічні способи гранулювання / Я.М. Корнієнко. - К.: ІЗМН, 1997. - 128 с.
2. Основы техники распыления жидкостей / Пажи Д.Г. Галустов В.С. - М. Химия, 1984. - 256 с.
3. Исследование условий получения равномерных капель 1-0,5 мм / Вивденко М.И., Шабалин К.Н. - Изв. вузов. Химия и хим. технол. 1985. - т.8 №4. - 720 с.

4. Корнієнко Я.М., Сачок Р.В. Процеси переносу в дисперсних системах: Навчальний посібник. – Київ, 2011 – 132с.

УДК 66.081.63

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ РУЛОНОВАНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ

Корнієнко Я.М., д.т.н., проф., Гуліско С.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Представлено опис фізичної моделі регенерації рулонованих мембранних модулів знесолею водою та доступними та екологічно безпечними розчинниками. Обґрунтовані процеси, що протікають на кожній стадії регенерації. Модель пояснює отримані раніше експериментальні результати.

The description of physical model of spiral wound membrane modules regeneration using desalinated water and available and environmentally acceptable solvents is represented. The processes which carried in each stage of regeneration are described. The model explains the experimental results which obtained early.

Ключові слова: мембрана, рулонований модуль, концентраційна поляризація, регенерація, кек.

Вступ

За останні десятиріччя масштаби використання мембранних процесів, в першу чергу зворотній осмос та нанофільтрація, в системах підготовки питної води, а при підготовці води для технічних потреб, зросли в декілька разів. Але ефективність роботи та економічні показники мембранних процесів знижують поляризаційні явища та утворення осадів забруднень [1, 2]. При роботі зворотньоосмотичних та нанофільтраційних модулів мембранних модулів крізь мембрану проникає переважно розчинник, тому розчинена речовина, яка не пройшла крізь мембрану накопичується в пограничному шарі біля мембрани – відбувається утворення шару концентраційної поляризації. Це явище не лише погіршує інтенсивність перенесення речовини крізь мембрану, а також, у випадку досягнення в пограничному шарі концентрації насичення, може стати причиною утворення осадів розчиненої речовини на поверхні мембрани [3]. Утворення осадів викликає передчасний вихід мембранного модуля з ладу, що особливо небезпечно для рулонованих модулів, які завдяки високим значенням питомої поверхні мембран (300-800 м²/м³ [4]) на разі є найбільш поширеними в промисловості. Через конструктивні особливості таких модулів, усунути шар осаду з поверхні мембрани механічним способом неможливо [3, 4]. В той же час, швидкий вихід з ладу і часта заміна мембранних елементів не лише підвищує вартість отриманого продукту, а й призводить до значних екологічних проблем, пов'язаних з накопиченням твердих полімерних відходів, утилізація яких ускладнена [2].

Отже, питання регенерації рулонованих мембранних модулів є актуальним, оскільки дозволяє підвищити ефективність роботи мембранних установок і знизити техногенний тиск на довкілля.

Постановка задачі

В попередній роботі [5] були представлені результати експериментальних досліджень регенерації рулонованих мембранних модулів з використанням промивання під розрідженням, які показали, що таким методом можливе підвищення продуктивності відпрацьованого модуля зі збереженням селективності мембрани. Однак, тоді отримані результати пояснювалися явищем гідродинамічної кавітації, яка виникає в потоці промивної рідини. Така гіпотеза описує процеси, які протікають в модулі, не достатньо точно.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування фізичної моделі регенерації рулонованих мембранних модулів з урахуванням процесів, які протікають в шарі осаду.

Модель перенесення речовини через мембрану

Потік речовини крізь мембрану можна описати рівнянням, м³/(м²·с) [6]:

$$J = \frac{\Delta p - \Delta \pi}{\mu R_{OT}} \quad (1)$$

де Δp - робочий перепад тиску, МПа, $\Delta \pi$ - різниця осмотичних до і після мембрани, μ - коефіцієнт динамічної в'язкості, Па·с, R_{OT} - сумарний опір перенесенню, м³/м².