

Так, у період падаючої швидкості концентрація вологи у матеріалі незначна. Внаслідок збільшення термічного опору сухої поверхні матеріалу, коефіцієнт теплопровідності її зменшується, оскільки поверхня частин матеріалу є сухою, і підведення тепла за рахунок конвективного теплообміну є незначним. Внаслідок цього рушійна сила передачі тепла від теплоносія до поверхні матеріалу зменшується, оскільки температура поверхні частин у другому періоді зростає, на відміну від температури теплоносія, яка є постійною.

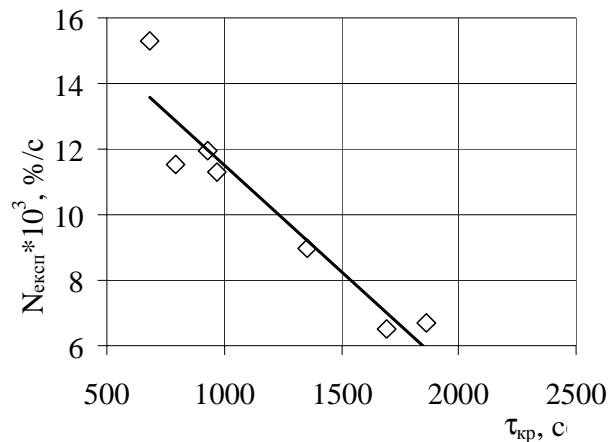


Рис. 7. Залежність  $\tau_{кр}$  від швидкості сушіння  $N$

На основі отриманих результатів проведено узагальнення з кінетики процесу сушіння. Залежність  $\tau_{кр}$  від швидкості сушіння  $N_{експ}$  наведено на рис. 7 і описується рівнянням:

$$\tau_{кр} = 2770 - 153,85 \cdot N, \quad (3)$$

похибка результату при цьому становить  $\sim 10\%$ .

**Висновок.** Визначені нами залежності дають можливість спрогнозувати кінетику сушіння і розрахувати загальний час процесу залежно від параметрів теплоносія та геометрії шару матеріалу.

1. Левченко П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности. – М.: Высшая школа, 1968. – 365 с.
2. Касаткин А.Г. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973.
3. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 66.047

В.П. Дулеба, Л.З. Білецька, П.Б. Дуда  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра хімічної інженерії

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОСАДЖЕННЯ ПОЛІАКРИЛАМІДУ 8 %-ГО ВОДНОГО РОЗЧИНУ

© Дулеба В.П., Білецька Л.З., Дуда П.Б., 2005

Проведено дослідження процесу осадження поліакриламід у за допомогою різних органічних речовин, з метою одержання його у сухому вигляді.

Research of process of besieging of poliacrilamidou is conducted by means different organic matters, with the purpose of receipt of him in a dry kind.

**Постановка проблеми.** Полімери та співполімери акриламід (АА) належать до доступних і порівняно недорогих водорозчинних полімерів з унікальним комплексом прикладних властивостей.

Вони є високоефективними флокулянтами при збагаченні руд, вугілля та мінеральних солей під час очищення питної та стічних вод і т. д.

Промисловість України виробляє низькоконцентровані (8–10 %) водні розчини полімеру та співполімеру (АА). Складування, транспортування і приготування робочих розчинів флокулянтів є трудомістким та енергоємним процесом. Зручнішим у використанні і транспортуванні є порошкоподібні або гранульовані полімери. Вони є чистішими і не містять шкідливих домішок та недополімеризованих мономерів, які є канцерогенами та негативно впливають на довкілля.

**Аналіз останніх джерел та публікацій.** Застосування традиційних методів сушіння: конвективного, кондуктивного та інших для сушіння 8 %-го водного розчину поліакриламід у вітчизняного виробництва та його співполімерів приводить до зміни якісних показників та значних енергетичних затрат [1–3].

**Мета роботи.** Безпосереднє застосування методу фільтраційного сушіння 8%-го водного розчину ПАА вітчизняного промислового виробництва неможливе з тих міркувань, що вихідний матеріал у такому вигляді є гелеподібним і підвищення температур проводить до деструкційних процесів, які зумовлюють зниження флокуляційних властивостей. До таких процесів належить кислотний та лужний гідроліз, інідіація та “зшивання” полімеру, які пов’язані з різними факторами.

Аналізуючи існуючі методи одержання сухого ПАА, можна зробити висновок, що доцільно попередньо обробити 8 %-й розчин ПАА певними речовинами з метою його осадження у вигляді твердої фази. Методика проведення дослідів дозволила вивчати осадження ПАА без перемішування та з перемішуванням з осаджувачем. Суть методики полягає у вивченні змін процентного складу компонентів в осаді та рідкій фазі упродовж певного часу при різних співвідношеннях ПАА-гелю – осаджувач. Рідку фазу аналізували на вміст осаджувача і води за допомогою газової хроматографії. На основі одержаних результатів склали матеріальний баланс процесу і будували графіки залежності зміни маси осаду і склад рідкої фази від часу взаємодії фаз.

Для вивчення процесу осадження ПАА і вибору осаджувача досліди проводили із застосуванням етанолу, метанолу, ацетону та ізопропілену, які найкраще зарекомендували себе в цьому процесі. Як показали результати експериментальних досліджень, концентрація різних осаджувачів у різних фазах є різною, що засвідчує той факт, що відбувається процесу утримання осадом ПАА певної кількості води як ближньої, так і дальньої сольватації, яку не відбирає розчинник за певної концентрації його у рідкій фазі.

Метою проведення дослідів було вивчення зміни процентного складу осаду під час осадження. Показано, що при співвідношенні ПАА-гелю і осаджувача 1:2 найбільший вміст твердої фази при осадженні ацетоном складає – 26,9 %, ізо-пропанолом – 25 %, етанолом – 19,7 %, метанолом – 12,9 %.

Аналізуючи процентний склад рідкої фази в зливі та згущеному осаді, можна зробити висновок, що осаджувач у рідкій фазі, що залишилась в осаді розподілений нерівномірно (за винятком метанолу). При осадженні полімеру з ПАА-гелю рідка фаза при настанні рівноваги має інший процентний вміст осаджувача, ніж вміст осаджувача в рідкій фазі, який міститься в осаді, що підтверджується результатами досліджень.

У разі застосування етанолу та ізопропанолу для осадження, концентрації осаджувачів у рідкій фазі осаду та рідкій фазі зливу є різними під час досягнення рівноважних концентрацій. Одержані результати дають змогу зробити висновок про те, що ПАА утримує велику кількість води як ближньої, так і дальньої сольватації при цьому співвідношенні ПАА-осаджувача, яка надалі і визначає фізико-хімічні властивості одержаного осаду. Отримані таким чином результати досліджень дають можливість вибрати найоптимальніший осаджувач та розробити технологічний процес осадження ПАА з 8 %-го водного розчину.

На сушіння поліакриламід впливає щільність осаду, яка зумовлена певною структурою макромолекул в осадженому полімері. Низька щільність сприяє кращому використуванню рідини, полімер менше злипається під час зберігання, швидко розчиняється у воді під час приготування робочого розчину для флокуляції суспензій. Проте більше ущільнення осаду вигідніше тому, що

при його сушінні необхідно випаровувати меншу кількість рідини. Аналізуючи одержані результати, можна зробити висновок, що найменшу щільність має осад поліакриламиду, одержаний осадженням метанолом та етанолом. Низька щільність осаду ПАА зумовлює також такі негативні явища, як підвищення адгезійних властивостей полімеру, які ускладнюють подальшу технологічну переробку та сушіння. Тому для розробки технологічного процесу осадження ПАА дуже важливим є момент вибору оптимальної кінцевої концентрації осаджувача, що дозволяє підготувати осад з оптимальними параметрами до подальшого технологічного процесу.

**Висновок.** Враховуючи одержані результати і можливість широкого застосування ПАА в різних галузях промисловості, найкращі результати спостерігались у разі застосування етанолу. Етанол є доступним продуктом, не створює небезпеки токсичності сухого ПАА, який можна, крім загально-технічного застосування, також використовувати у харчовій промисловості. Крім цього, осаджувач можна практично повністю регенерувати.

1. Николаев А.Ф., Шибанович В.Г. Получение полиакриламида в виде гранул. – Черкассы, 1987. – 13 с. – Деп. В ОНИГЭХИМ, № 1352. 2. Савицкая М.П., Холлодова Ю.Д., Полиакриламид. – К., 1969. – 186 с. 3. Вейцер Ю.И., Минин Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 201 с.