МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

на правах рукопису

ДУЛЕБА
ВАСИЛЬ ПАВЛОВИЧ

УДК 66.047.45

ФІЛЬТРАЦІЙНЕ СУШІННЯ ОСАДЖЕНОГО ПОЛІАКРИЛАМІДУ

05.17.08 - процеси, машини та апарати хімічних і нафтопереробних виробництв

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів - 1997

Дисертаці

Робота виконана на кафедрі хімічної інженерії та промислової екології Державного університету "Львівська політехніка"

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор **ХАНИК Ярослав Миколайович**

Науковий консультант – кандидат хімічних наук, доцент **МОКРІВСЬКИЙ Теодор Михайлович**

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор **БІЛЕЙ Петро Васильович**
кандидат технічних наук, доцент **КУЦ Віктор Петрович**

Провідна установа – **Державний науково-дослідний інститут галургії, м. Калуш**

Захист відбудеться "04" липня 1997р. о 12^{00} на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.06.08 при Державному університеті "Львівська політехніка" за адресою: 290646, Львів–13, пл. Св.Юра 3/4, корпус 8, ауд. 339.

З дисертацією можна ознайомитись в науково–технічній бібліотеці Державного університету "Львівська політехніка" (вул. Професорська,1).

Автореферат розіслано "03" червня 1997р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 04.06.08
доктор хімічних наук, професор **В.М.Жизневський**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Полімери та співполімери акриламіду (АА) відносяться до доступних і відносно недорогих водорозчинних полімерів з унікальним комплексом прикладних властивостей. Вони є високоефективними флокулянтами при збагаченні руд, вугілля, мінеральних солей, при очистці питної та промислових стічних вод. Широке застосування знайшли ці реагенти як згущувачі бурових розчинів, дегідратантів, агентів, що знижують гідравлічний опір рідин у нафто– та газодобувній промисловості. Як плівкоутворювачі використовуються у виробництві мінеральних добрив і лікарських препаратів при створенні фоторезисторних композицій та мікросхем у радіоелектронній промисловості. Це тільки невеликий перелік галузей їх застосування.

На Україні виробляють низькоконцентровані (8–10%) водні розчини полімеру та співполімеру АА. Складування, транспортування і приготування робочих розчинів флокулянтів є трудомістким та енергоємним процесом.

Зручнішими у користуванні і транспортуванні є порошкуваті або гранульовані водорозчинні полімери. Ці полімери чистіші, не містять шкідливих домішок та незаполімеризованих мономерів, які є канцерогенними. Обезводнені полімери можуть використовуватися навіть у харчовій та медичній промисловості, що розширює їх межі застосування.

Кінцевою стадією одержання поліакриламіду (ПАА) та його похідних у сухому вигляді є процес сушіння. Застосування традиційних методів сушіння: конвективного, кондуктивного та інших для сушіння 8% водного розчину ПАА вітчизняного виробництва та його співполімерів приводить до зміни якісних показників та значних енергетичних втрат.

Усунути вищевказані недоліки сухого ПАА при сушінні традиційними методами із збереженням якісних показників кінцевого продукту дозволяють нові методи сушіння. Таким в даний час є фільтраційне сушіння попередньо осадженого полімеру, яке дозволяє різко скоротити енергетичні витрати, суттєво скоротити час сушіння, зберегти стабільність структури та властивостей полімеру, а також зменшити забруднення довкілля і покращити умови праці у виробничих приміщеннях.

Дисертаційна робота виконувалась згідно плану науково–дослідної роботи кафедри хімічної інженерії та промислової екології Державного університету "Львівська політехніка" з проблеми "Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології" у відповідності з науково–технічною програмою Міністерства освіти України (№ 0194U029586), та

держаної науково–технічної програми "Пошук та добування сировинних ресурсів та їх комплексна переробка" державного комітету України з питань науки і технології.

Мета роботи. Отримання високоякісного флокулянту сухого ПАА шляхом попереднього його осадження із гелеподібного водного розчину з подальшим сушінням енергозберігаючим фільтраційним методом та створенням високоефективних сушильних агрегатів.

Наукова новизна. Досліджено процес осадження ПАА низькомолекулярними спиртами та ацетоном, гідродинамічні характеристики сухого та вологого шару гранульованого матеріалу, кінетику процесу фільтраційного сушіння ПАА. Визначені кінетичні коефіцієнти та отримано математичну модель кінетики фільтраційного сушіння, яка дозволяє прогнозувати процес в широкому інтервалі зміни параметрів.

Практична цінність роботи. Вибрано оптимальний за економічністю осаджувач та визначено оптимальні параметри процесу осадження, подрібнення та сушіння ПАА. Розроблена методика розрахунку та запропонована конструкція сушильного агрегату. Розроблена технологічна схема одержання сухого зернистого ПАА.

Апробація роботи: Основні положення дисертації доповідалися і обговорювались на: IX Міжнародній конференції "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв" (Одеса, 1996), міжнародній науковій конференції "Львівські хімічні читання" (Львів, 1997), науковій конференції до 150–річчя " Львівської політехніки" "Стан і перспективи розвитку хемічної науки та промисловості в західному регіоні України" (Львів, 1994), науково–технічній конференції "Экология и здоровье человека, охрана воздушного и водного басейна" (Республіка Крим, 1995), 49–ій науково–технічній конференції викладачів, аспірантів та співробітників Українського Державного лісотехнічного університету (Львів, 1997) та науково–технічних конференціях Державного університету "Львівська політехніка" (1992 – 1996рр.).

Публікації. По матеріалах роботи опубліковано сім статей, двоє тез доповідей на конференціях та одержано два авторських свідоцтва на винаходи.

Основні положення, що виносяться на захист:

- наукові основи одержання зневодненого полімеру, одержаного на основі АА;
- експериментально встановлені залежності властивостей ПАА від умов синтезу;

- результати досліджень з осадження ПАА–гелю з його низько–концентрованих водних розчинів за допомогою низькомолекулярних спиртів та ацетону;
- гідродинаміка шару гранульованого сухого зернистого ПАА;
- гідродинаміка шару вологого гранульованого ПАА при зміні вологості в часі;
- кінетика сушіння ПАА;
- методика розрахунку промислової установки;
- технологічна схема одержання сухого гранульованого ПАА.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку цитованої літератури та додатків.

Матеріали дисертаційної роботи викладені на 185 сторінках машинописного тексту, ілюстрації включають 46 рисунки та 16 таблиць. В бібліографії приведено 105 джерел. Додатки складають 23 сторінки.

Вклад автора у розробку наукових результатів, що виносяться на захист є основним.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність проблеми одержання сухого ПАА, доцільність застосування методу фільтраційного сушіння осадженого полімеру, мета роботи, наукова новизна та практична цінність. Наведено основну інформацію про апробацію роботи, публікації, структуру та основні положення, що виносяться на захист.

В першому розділі приведено огляд літератури з методів одержання ПАА, властивості та структуру його водних розчинів, описано хімічні процеси, які протікають в розчині з підвищенням температури та в результаті полімераналогічних перетворень. Проаналізовано властивості водних розчинів полімеру та вплив осаджуючих агентів на їх структуру.

Проведено огляд сушильних процесів в умовах фільтрування теплоносія через шар вологого матеріалу. Зроблений аналіз процесів фільтраційного сушіння. Сформульовані мета та завдання досліджень.

В другому розділі приведені основні закономірності синтезу та осадження ПАА із водних розчинів. Обгрунтована доцільність застосування процесу осадження. Описана методика досліджень та приведені результати експериментів з синтезу та осадження ПАА різними органічними

осаджувачами (низькомолекулярні аліфатичні спирти та ацетон). Наведені результати аналізу синтезованого в лабораторних умовах ПАА та зроблено порівняння його основних показників з ПАА промислового виробництва. Показано, що при різних співвідношеннях нітрил акрилової кислоти : вода : сірчана кислота та застосуванні різних інгібіторів отримуємо полімер, який за своїми якостями аналогічний промисловому.

При проведені досліджень з осадження ПАА вибрано оптимальний осаджувач – етанол та умови осадження. Досліджено вплив етанолу на процес осадження та гранулювання осадженого ПАА. Результати експериментальних досліджень з осадження ПАА етанолом показані на рис.1.

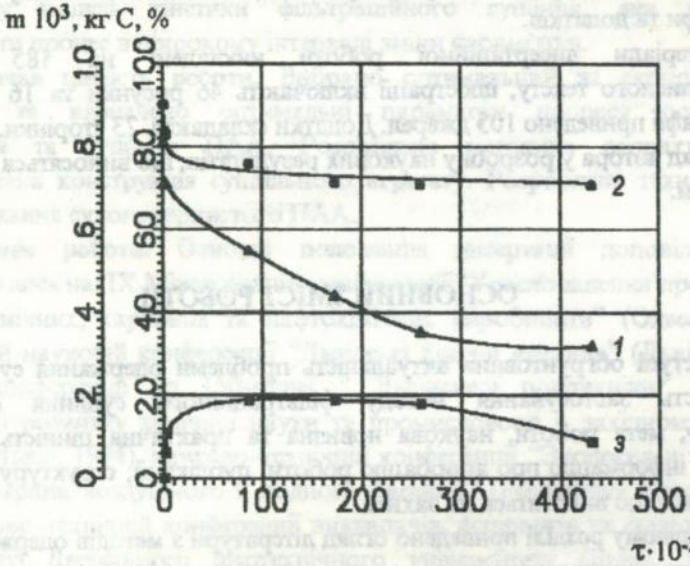

Рис.1. Зміна маси осаду ПАА **m** (1), концентрації етанолу **C** в рідкій фазі (2) та концентрації етанолу в рідкій фазі осаду (3) в часі.

Як видно з рис.1, склад рідкої фази у зливі та згущеному осаді при досягненні стану рівноваги є різним. Отже ПАА утримує значну кількість сольватованої води, яка і визначає фізико–хімічні властивості одержаного осаду. Основним недоліком є автоадгезія, і як результат – повне злипання осаду. Для інтенсифікації процесу сушіння необхідно гранулювати осаджений полімер, попередньо усунувши автоадгезію. Нами вибрано і обгрунтовано метод усунення автоадгезії шляхом підвищення концентрації етанолу. Оптимальні співвідношення ПАА–гель : осаджувач подано у таблиці 1. З

таблиці видно, що найбільш концентрований осад одержано при застосуванні етанолу, який і вибрано для технологічного процесу осадження та гранулювання.

Таблиця 1.

Оптимальні співвідношення ПАА–гель:осаджувач для осадження полімеру

Осаджувач	Співвідношення ПАА-осаджувач	Концентрація осаджувача, в рідині мас.%	Концентрація ПАА в осаді, мас.%
Метанол 90%	1:2.1	60	28.86
Етанол 90%	1:1.4	56	40.70
Ізопропанол 90%	1:1.2	51	29.90
Ацетон 90%	1:0.9	47	29.89

В третьому розділі наведені результати експериментальних і теоретичних досліджень гідродинаміки шару сухого та вологого гранульованого ПАА. Подається опис методики досліджень гідродинаміки та наводиться схема дослідної установки, що зображена на рис.2.

Згідно методики, досліджуваний матеріал розміщували в контейнері 1, через який пропускали нагріте в калорифері 8 повітря. Перепад тиску створювали за допомогою вакуум–насосної установки 7 і фіксували його значення вакуумметром 13. Витрату повітря вимірювали ротаметром 3, його температуру – термопарами 10 та 11. Досліди проводились при різних перепадах тиску ΔP, товщині матеріалу H та розмірах частинок d_c.

Результати експериментальних досліджень гідродинаміки шару сухого гранульованого ПАА для $d_c=1.5\cdot10^{-3}$ показані на рис.3. При узагальненні експериментальних даних отримано залежність зміни гідравлічного опору шару ПАА від його товщини, фракційного складу та швидкості фільтрування теплоносія:

$$\frac{\Delta P}{H\cdot\omega_o}=\frac{9\cdot A'(1-\varepsilon)^2\cdot\mu}{8\cdot d_c^2\cdot\varepsilon^3}+\frac{3\cdot B'\rho\cdot(1-\varepsilon)}{4\cdot\varepsilon^3\cdot d_c}\omega_o\,. \qquad (1)$$

де ΔP – втрати напору теплоносія, Па; H – висота зернистого шару, м; ω_o – фіктивна швидкість теплоносія, м/с; d_c – середній діаметр частинок шару полімеру, м; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості теплоносія, Па·с; ρ – густина теплоносія, кг/м³.

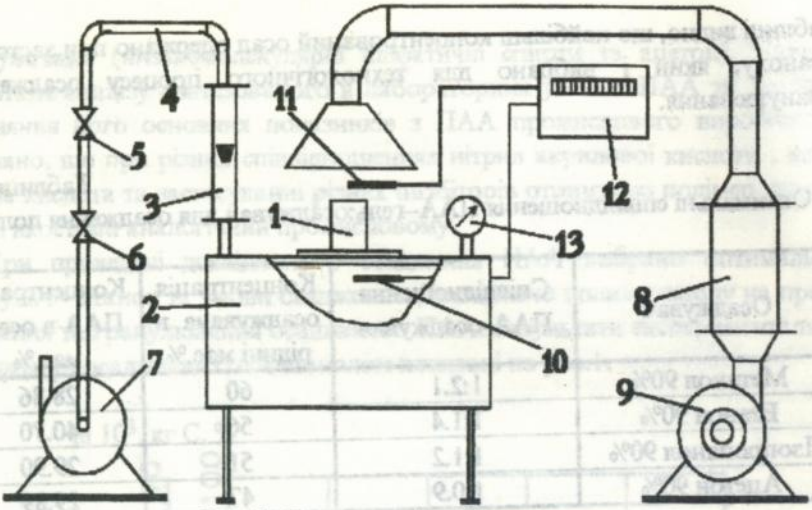

Рис. 2. Схема дослідної установки.

1 – контейнер, 2 – ресивер, 3 – ротаметр, 4 – система трубопроводів, 5, 6 – запірний та регулюючий вентилі, 7 – вакуум-насос, 8 – калорифер, 9 – вентилятор, 10, 11 – термопари, 12 – потенціометр, 13 – вакуумметр.

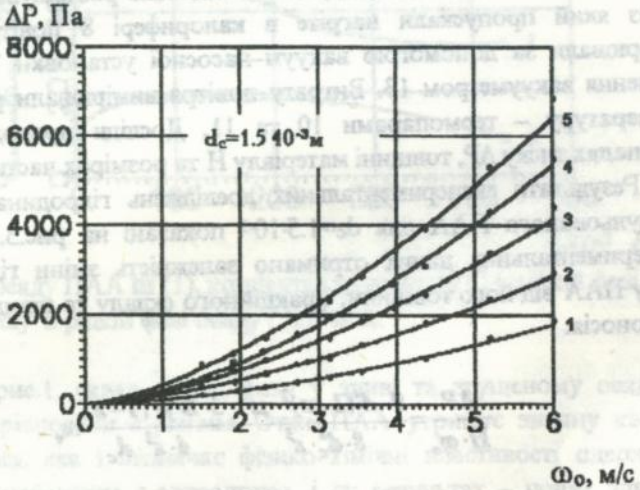

Рис 3. Залежність втрат напору від фіктивної швидкості руху теплоносія при різних висотах гранульованого шару ПАА.
1 – $H=10\cdot10^{-3}$ м; 2 – $H=20\cdot10^{-3}$ м; 3 – $H=30\cdot10^{-3}$ м;
4 – $H=40\cdot10^{-3}$ м; 5 – $H=50\cdot10^{-3}$ м.

При співставленні розрахованого гідравлічного опору шару сухого гранульованого ПАА згідно формули 1 з експериментально отриманими результатами максимальна відносна похибка не перевищує ±10%.

Вивчення гідродинаміки при русі теплоносія через шар вологого матеріалу показало, що гідравлічний опір шару зменшується із зменшенням його вологості. Фіктивна швидкість фільтрування теплоносія при цьому зростає. Це пояснюється тим, що при зменшенні вологості зростає пористість матеріалу і дійсна швидкість збільшується, а втрати напору при цьому зменшуються.

В четвертому розділі приведені результати теоретичних і експериментальних досліджень кінетики фільтраційного сушіння осадженого гранульованого ПАА. Описана методика проведення досліджень. Кінетика фільтраційного сушіння ПАА вивчалась на установці, зображеній на рис. 2. Вологий матеріал завантажували у контейнер циліндричної форми, зважували і поміщали в установку, в якій реалізувався процес фільтраційного сушіння. При цьому фіксувалась зміна вологості матеріалу в часі, втрати напору та витрата теплоносія. Дослідження проводились для матеріалу різної висоти ($H=10\cdot10^{-3}\div50\cdot10^{-3}$ м) при температурах теплоносія 309 – 373К та різних перепадах тиску ($\Delta P_c=155\div1330$ Па), встановлених для сухого шару.

На рис.4 приведені результати досліджень при сушінні ПАА фільтраційним методом для різних перепадів тиску ΔP_c.

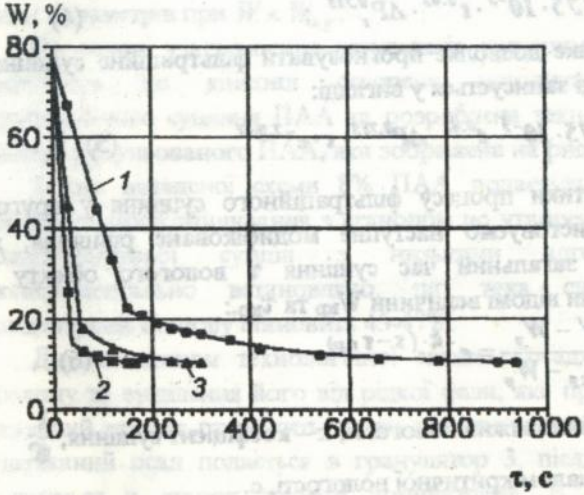

Рис. 4. Зміна вологості ПАА в часі в залежності від величини ΔP_c.

Як свідчать результати, процес сушіння протікає як в першому, так і в другому умовному періодах при різних умовах досліджень.Поняття "умовний" пов'язано з тим, що форма кінетичних кривих відповідає класичним кінетичним залежностям, однак фізичні основи процесу значно відрізняються від конвективного, зокрема динамікою.

Узагальнення результатів досліджень проведено відповідно до моделі кінетики процесу сушіння у першому і другому умовних періодах, що базується на диференціальних рівняннях матеріального балансу та кінетики процесу. Рішення системи рівнянь приводить до наступної залежності для опису кінетики сушіння в першому періоді:

$$\frac{W}{W_o} = 1 - \alpha \cdot \tau \cdot e^{a \cdot H} \qquad (2)$$

де W,Wo– біжуча та початкова вологість матеріалу, %; τ – час сушіння, с; z – товщина шару матеріалу, м; a та α – кінетичні коефіцієнти, які визначаються на основі експериментальних даних. Кінетичний коефіцієнт α залежить від перепаду тисків та температури:

$$\alpha = A \cdot t^{n} \cdot \Delta P_c^{m}, \qquad (3)$$

де A, n, m – коефіцієнти, які визначаються експериментально;
t – температура теплоносія, °C;
ΔPc – гідравлічний опір шару сухого матеріалу, Па.

Для ПАА коефіцієнт a=7.9 1/м, а коефіцієнт α, 1/с розраховується при допомозі залежності:

$$\alpha = 3.75 \cdot 10^{-5} \cdot t^{0.42} \cdot \Delta P_c^{0.713} \; ; \qquad (4)$$

Кінетичне рівняння, яке дозволяє прогнозувати фільтраційне сушіння в першому умовному періоді записується у вигляді:

$$\frac{W}{W_o} = 1 - 3.75 \cdot 10^{-3} \cdot t^{0.42} \cdot \Delta P^{0.713} \cdot \tau \cdot e^{-7.9 \cdot H} \qquad (5)$$

Для розрахунку кінетики процесу фільтраційного сушіння у другому умовному періоді використовуємо наступне модифіковане рівняння, яке дозволяє розраховувати загальний час сушіння τ вологого об'єкту до рівноважної вологості, коли відомі величини Wкр та τкр.:

$$\frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = e^{-k \cdot (\tau - \tau_{кр})} \qquad (6)$$

де Wкр, Wр –критична та рівноважна вологості; k – коефіцієнт сушіння, $\frac{1}{c}$;

τкр – час досягнення матеріалом критичної вологості, с.

Відомо, що $k = \aleph \cdot N$; $N = W_o \cdot \alpha \cdot e^{-7.9 \cdot H}$

$\aleph$ – відносний коефіцієнт сушіння, $\frac{1}{\%}$; N – швидкість сушіння у першому умовному періоді, $\frac{\%}{c}$. Нами встановлено, що для гранульованого ПАА $\aleph=1.89\cdot10^{-2}\frac{1}{\%}$.

Загальний час сушіння до заданої вологості визначаємо за формулою:

$$\tau=\frac{ln\left(\frac{W_{кр}-W_p}{W-W_p}\right)}{\chi\cdot N}+\tau_{кр} \qquad (7)$$

Узагальнення результатів дозволило отримати залежність $W_{кр}$ та $\tau_{кр}$ від параметрів процесу і геометричних розмірів шару.

$$W_{кр}=165.4\cdot\Delta P^{-0.11025}\cdot t^{-0.1857}\cdot H^{0.2288} \qquad (8)$$

$$\tau_{кр}=\frac{(W_o-W_{кр})\cdot e^{-\alpha\cdot H}}{\alpha\cdot W_o} \qquad (9)$$

Таким чином рівняння (6) з врахуванням (7), (8) і (9) дозволяють прогнозувати процес фільтраційного сушіння ПАА у широкому інтервалі зміни параметрів при $W<W_{кр}$.

На основі узагальнення результатів експериментальних та теоретичних досліджень по кінетиці створена методика розрахунку агрегатів фільтраційного сушіння ПАА та розроблена технологічна схема одержання сухого гранульованого ПАА, яка зображена на рис.5.

Згідно наведеної схеми 8% ПАА подається у змішувач 1, в якому проходить його змішування з етанолом до утворення малов'язкої однорідної водно–спиртової суміші з низькими адгезійними властивостями. Експериментально встановлено, що така суміш утворюється, коли концентрація етанолу становить 45-47%.

Другим етапом технологічної схеми є осадження ПАА з утвореного розчину та відділення його від рідкої фази, яке проводиться в осаджувачі 2. Вказаний процес проводиться при досягненні концентрації етанолу 55-57%. Одержаний осад подається в гранулятор 3, після якого одержані гранули подаються в етанол високої концентрації. В результаті цього процесу

проходить подальше зневоднення гранул полімеру, зростання їх механічної міцності та зниження адгезійних властивостей.

Отримані та відділені від рідкої фази гранули ПАА поступають в накопичувач 4 для забезпечення неперервності подальшого технологічного процесу фільтраційного сушіння. Після накопичувача вологі гранули ПАА направляються в апарат вакуум–фільтраційного сушіння 5 барабанного типу, в якому забезпечується різна швидкість фільтрування теплоносія по довжині сушильної зони, розрахованої згідно приведеної методики. Формування шару матеріалу проводиться у верхній частині барабану із забезпеченням оптимальної товщини шару та щільності. Сухий матеріал знімається з поверхні барабану з одночасним його розпушуванням і подається на пакування.

Відпрацьоване повітря, яке містить етанол в пароподібному стані, після сушильного агрегату подається в конденсатор 6, звідки етанол у рідкому стані повертається в технологічну схему.

В приведеній технологічній схемі співвідношення 8%–го ПАА–гелю і 90%–го етанолу становить 1:2.

Для обгрунтування ефективності і доцільності застосування фільтраційного процесу сушіння осадженого ПАА були проведені дослідження процесу сушіння 8%–го та осадженого ПАА конвективним та кондуктивним методами.

В таблиці 2 приведені питомі кінетичні, енергетичні, екологічні і технологічні показники фільтраційного, конвективного та кондуктивного процесів.

Як видно із приведених результатів інтенсивність фільтраційного процесу перевищує інтенсивність сушіння 8% ПАА конвективним і кондуктивним методом в 150 -190 раз, при одночасному зменшенні питомих енергетичних витрат в 346-960 раз (таблиця 2).

Встановлено, що причиною тривалості процесу, а відповідно і енергетичних витрат при сушінні 8%–го ПАА, є утворення щільної плівки на поверхні матеріалу, яка чинить великий дифузійний опір.

Для вивчення впливу методу сушіння на флокуляційну здатність ПАА і одержаного на його основі модифікованого полімеру (ПААМ) були проведені дослідження по осадженню твердої фази відходів вуглезбагачення Червоноградської збагачувальної фабрики. Також проводились випробування вказаних флокулянтів, приготовлених із 8%–их водних розчинів.

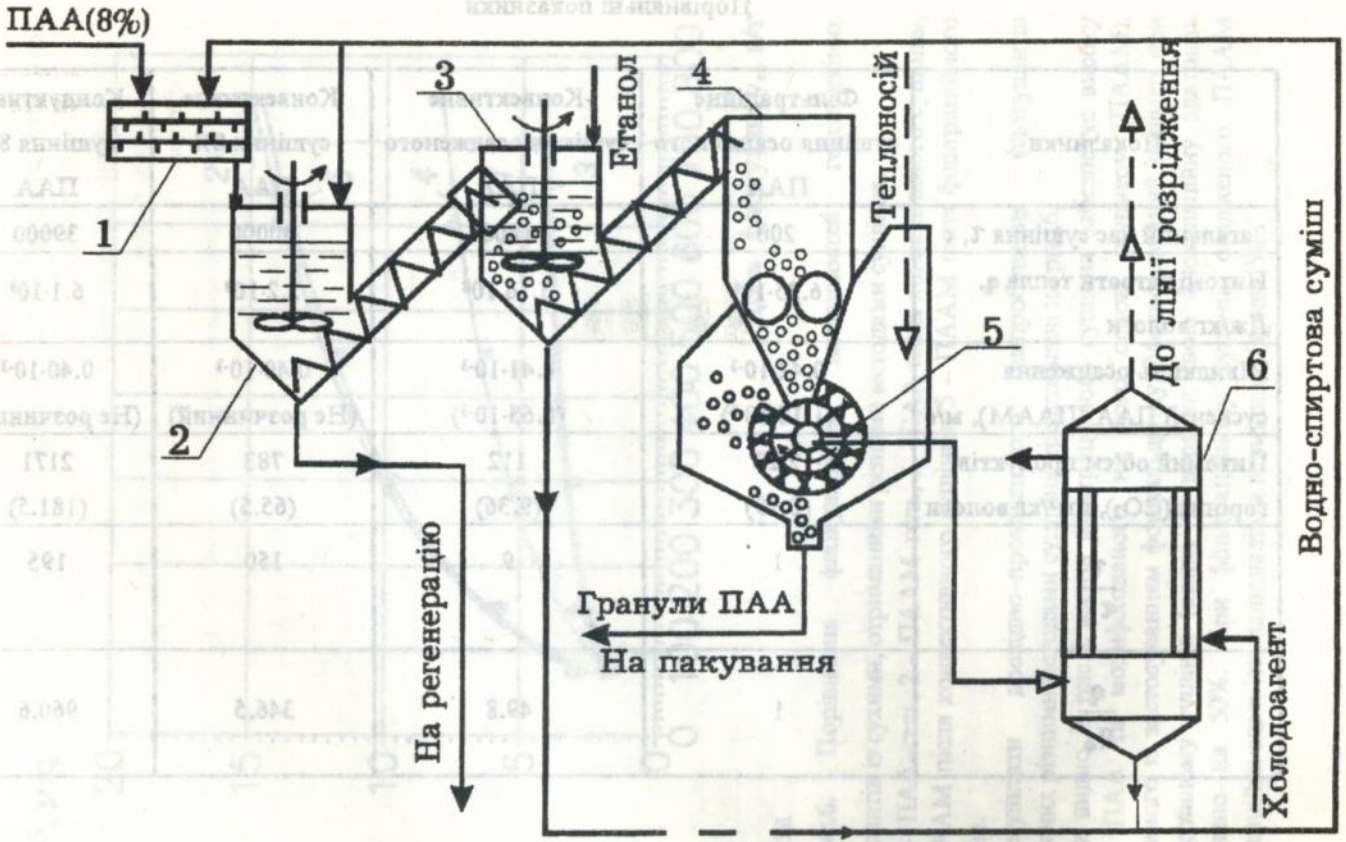

Рис.5. Технологічна схема одержання сухого гранульованого ПАА
1 – змішувач, 2 – осаджувач, 3 – гранулятор, 4 – накопичувач, 5 – сушильний агрегат, 6 – конденсатор

Таблиця 2

Порівняльні показники

Показники	Фільтраційне сушіння осадженого ПАА	Конвективне сушіння осадженого ПАА	Конвективне сушіння 8% ПАА	Кондуктивне сушіння 8% ПАА
Загальний час сушіння τ, с	200	1800	30000	39000
Питомі затрати тепла q, Дж/кг вологи	$6.35 \cdot 10^6$	$3.16 \cdot 10^8$	$2.2 \cdot 10^9$	$6.1 \cdot 10^9$
Швидкість осадження суспензії ПАА (ПААМ), м/с	$0.42 \cdot 10^{-3}$ ($1.18 \cdot 10^{-3}$)	$0.41 \cdot 10^{-3}$ ($0.63 \cdot 10^{-3}$)	$0.40 \cdot 10^{-3}$ (Не розчинний)	$0.40 \cdot 10^{-3}$ (Не розчинний)
Питомий об'єм продуктів горіння (CO_2), нм^3/кг вологи	2.27 (0.19)	112 (9.36)	783 (65.5)	2171 (181.5)
$\frac{\tau}{\tau_\phi}$	1	9	150	195
$\frac{q}{q_\phi}$	1	49.8	346.5	960.6

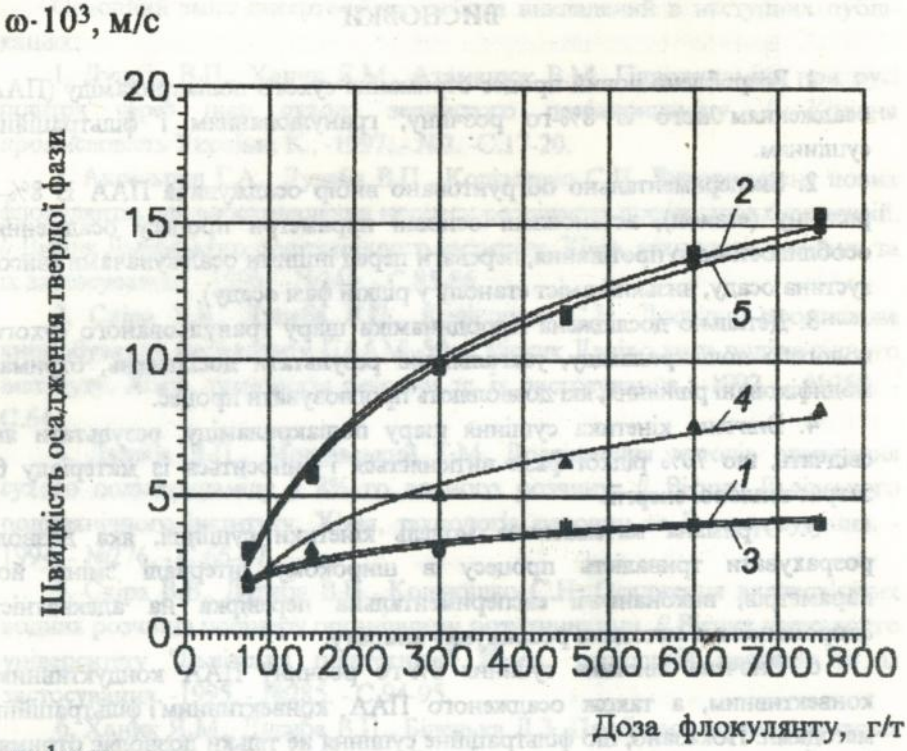

Рис.6. Порівняння флокуляційних властивостей гелеподібних флокулянтів із сухими, отриманими різними методами сушіння.

1 – ПАА–гель, 2 – ПААМ–гель, 3 – ПАА після конвективного сушіння, 4 – ПААМ після конвективного сушіння, 5 – ПААМ після фільтраційного сушіння.

Результати дослідно–промислового випробування флокулянтів одержаних різними методами сушіння представлені на рис.6.

Як видно із рис.6, метод фільтраційного сушіння забезпечує високу якість ПАА та модифікованого на його основі полімеру (ПААМ), одержаного із застосуванням формальдегіду. Модифікований полімер при конвективному сушінні (крива 4) втрачає свою флокуляційну здатність практично на 50%. При фільтраційному сушінні осадженого ПААМ флокуляційна здатність залишається незмінною (крива 5).

ВИСНОВКИ

1. Розроблено новий процес отримання сухого поліакриламіду (ПАА), осадженням його із 8%-го розчину, гранулюванням і фільтраційним сушінням.

2. Експериментально обгрунтовано вибір осаджувача ПАА із 8%–го розчину (етанол), встановлені основні параметри процесу осадження і особливості його протікання, переваги перед іншими осаджувачами (висока густина осаду, низький вміст етанолу у рідкій фазі осаду).

3. Детально досліджена гідродинаміка шару гранульованого сухого і вологого поліакриламіду, узагальненні результати досліджень, отримано модифіковані рівняння, які дозволяють прогнозувати процес.

4. Вивчена кінетика сушіння шару поліакриламіду, результати якої свідчать, що 70% рідкої фази витісняється і виноситься із матеріалу без затрат теплової енергії.

5. Отримана математична модель кінетики сушіння, яка дозволяє розрахувати тривалість процесу в широкому інтервалі зміни його параметрів, виконана її експериментальна перевірка на адекватність. Запропонована методика розрахунку апарату.

6. Вивчена кінетика сушіння 8%-го розчину ПАА кондуктивним і конвективним, а також осадженого ПАА, конвективним і фільтраційним методами. Показано, що фільтраційне сушіння не тільки дозволяє отримати ПАА високої якості, але і інтенсифікує процес в порівнянні:

- із конвективним методом сушіння 8%-го розчину в 150 раз при одночасному зменшенні енергетичних затрат в 346 раз;
- з кондуктивним методом в 195 раз при зменшенні енергозатрат в 960 раз;
- із конвективним сушінням осадженого поліакриламіду в 9 раз при зменшенні енергетичних затрат в 49.8 раз.

7. Запропонована технологічна схема отримання сухого ПАА і схема конструкції сушильного агрегату, який реалізує фільтраційний процес. Матеріали результатів роботи передані для впровадження у виробництво на концерн "Оріана".

8. Проведено порівняння властивостей ПАА та ПААМ як флокулянтів, приготованих із 8%-х водних розчинів та сухих полімерів, отриманих різними методами сушіння, що підтвердило високу якість отриманого методом фільтраційного сушіння осадженого полімеру.

Основний зміст дисертаційної роботи викладений в наступних публікаціях:

1. Дулеба В.П., Ханик Я.М., Атаманюк В.М. Гідродинаміка при русі повітря через шар сухого зернистого поліакриламіду. // Хімічна промисловість України, К., -1997. - №2. -С.17-20.

2. Аксельруд Г.А., Дулеба В.П., Колівошко С.Н. Використання нових флокулянтів для вдосконалення процесу розділення промислових суспензій. // Вісник Львівського політехнічного інституту. Хімія, технологія речовин та їх застосування. - 1990. - №241. - С.85-86.

3. Скіра В.В., Дулеба В.П., Колівошко С.Н. Дослідно-промислове випробування флокулянту ПААМ–50. // Вісник Львівського політехнічного інституту. Хімія, технологія речовин та їх застосування. -1992. - №260. - С.64.

4. Дулеба В.П., Мокрівський Т.М. Дослідження методів одержання сухого поліакриламіду з 8%–го водного розчину. // Вісник Львівського політехнічного інституту. Хімія, технологія речовин та їх застосування. - 1994. - №276. - С.66-67.

5. Скіра В.В., Дулеба В.П., Колівошко С.Н. Осадження високов'язких водних розчинів полімеру органічними розчинниками. // Вісник державного університету "Львівська політехніка" Хемія, технологія речовин та їх застосування. -1995. - №285. - С.94-95.

6. Ханик Я.М., Дулеба В.П., Білецька Л.З. Проблеми отримання сухих флокулянтів. // Науковий вісник. Збірник науково-технічних праць. Вип. 6. - Львів. УкрДЛТУ. -1997. -С.189-191.

7. А.с. 1699947 (СССР). Состав для приготовления флокулянта для осветления суспензий. // Дулеба В.П. и другие - Опубл. в Б.И. -1991. - №47.

8. А.с. 1725957 (СССР). Способ осветления суспензий. // Дулеба В.П. и другие - Опубл. в Б.И. -1992. - №14.

9. Гумницький Я.М., Дулеба В.П., Скира В.В. Использование тонкослойного разделения промышленных суспензий с целью улучшения качества воды. // Тезисы докладов конференции "Экология и здоровье человека, охрана воздушного и водного бассейна". Республика Крым, п. Песчаное, Общество "Знание", г. Киев, 1995, С.27-28.

10. Ханик Я.М., Дулеба В.П., Мокрівський Т.М. Одержання сухого поліакриламіду. // Тези доповідей IX міжнародної конференції.// Вдосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв. Одеса, ОГАХТ. -1996. -С.25.

11. Дулеба В.П., Гумницький Я.М., Михайлишин І.О., Мокрівський Т.М. Одержання сухих поліакриламідних полімерів з водних розчинів. // Деп. в ДНТБ України -1994. - №1047-УК-94.

SUMMARY

Duleba V.P. The filtration drying of precipitationed polyacrylamide.

The thesis for Cand. Tech. Sci. degree by specialisation 05.17.08 – Processes, machines and apparatus of chemical and oil–processing productions, State university "Lviv polytechnic", Lviv, 1997.

We presented eleven articles where the theoretical and experimental investigation questions of getting dry polyacrylamide, precipitationed from water solution by means of filtration drying with organical precipitationer. The results of investigations of polyacrylamide precipitation, hydrodynamic of dry and wet layer of polyacrylamide, kinetics of filtration drying are presented. The analytical dependencies on regime filtration of heater for calculation of loss in pressure are determined. The results of filtration drying kinetics of polyacrylamide layer are presented. The advantages of filtration drying method using of before precipitationed polyacrylamide, in compare of traditional drying method, are noted. The technological scheme of getting of dry grain polyacrylamide is worked out.

Key words: polyacrylamide, flocculant, precipitationer, hydrodynamic, filtration drying, drying kinetics.

АННОТАЦИЯ

Дулеба В.П. Фильтрационная сушка осажденного полиакрыламида. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08. - Процессы, машины и аппараты химических и нефтеперерабатывающих производств. Государственный университет "Львовская политехника". Львов, 1997г.

Защищается одинадцать работ, в которых рассмотрены вопросы получения сухого полиакриламида, предварительно осажденного из его водного раствора, при помощи органических осадителей, методом фильтрационнй сушки. Представлены результаты исследования процесса осаждения полиакриламида, гидродинамики сухого и влажного слоя полиакриламида, кинетики процесса фильтрационной сушки. Установлены аналитические зависимости для расчета потерь напора при изменении

режима фильтрации теплоносителя. Представлены результаты исследования кинетики фильтрационной сушки слоя полиакриламида. Указаны преимущества использования метода фильтрационной сушки предварительно осажденного полиакриламида в сравнении с традиционными методами сушки.

Разработана технологическая схема получения сухого гранулированного полиакриламида.

Ключові слова: поліакриламід, флокулянт, осаджувач, гідродинаміка, фільтраційне сушіння, кінетика сушіння.

Підп. до друку 2.06.97 . Формат 60x84 I/16
Папір друк. № 2. Офс.друк. Умовн.друк.арк. 1.25
Умовн.фарб.-відб. 1.25 Умовн.видав.арк. 1.17
Тираж 100 прим. Зам. 507 . Безплатно

ДУЛП 290646 Львів-13, Ст.Бандери, 12

Дільниця оперативного друку ДУЛП
Львів, вул. Городоцька, 286