

УДК 66.067.4

О.Д.Клименко, Д.Е.Селезньов

Луцький національний технічний університет

АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК РАМНОГО ФІЛЬТРПРЕСУ

В роботі наведена методика автоматизованого розрахунку рамного фільтрпресу з визначенням основних технологічних і конструктивних параметрів процесу фільтрування. Ключові слова: фільтрпрес, фільтрування, методика розрахунку, блок-схема

Постановка проблеми. Фільтрування – процес поділу системи за допомогою пористої перегородки, здатної пропускати рідину чи газ, але затримувати зависаючі в середовищі тверді частки. Воно здійснюється під дією тиску чи відцентрових сил і застосовується для більш тонкого поділу суспензій і пилів, чим при осадженні.

У легкій промисловості фільтрування застосовують у багатьох виробництвах, у першу чергу при рекуперації дубильних і фарбувальних розчинів для багаторазового використання, а також при фільтруванні рідини після зоління, квашення і т.д. перед їх подальшим очищенням.

При виробництві взуттєвих картонів фільтрування є основним технологічним процесом, що формує при відливці структуру листів картону.

При розрахунку технологічних параметрів процесу фільтрування і конструктивних елементів різного виду фільтрів доводиться виконувати великий об'єм розрахунків. Автоматизація таких розрахунків є актуальною проблемою технологічного і конструкторського проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фільтрування базується на затримуванні твердих зважених частинок пористими перегородками, здатними пропускати рідину і затримувати частинки твердої фази. В результаті безпосереднього контакту суспензії з поверхнею пористої перегородки і різниці тисків до і після перегородки дисперсійне середовище проходить через пори і збирається у вигляді звільненого від твердих частинок фільтрату, а тверді частки затримуються на поверхні перегородки, утворюючи шар осаду, що потім видаляється.

При фільтрації рідке дисперсійне середовище повинне перебороти гідравлічний опір, створений фільтруючою перегородкою. Однак розмір пор фільтруючої перегородки і її опір мають значення тільки в початковий момент процесу, тому що надалі на поверхні фільтруючої перегородки поступово відкладається осад. Цей шар осаду відіграє роль фільтруючого середовища. У процесі фільтрування прагнуть зменшити гідравлічний опір перегородки шляхом періодичного чи безперервного видалення осаду, іноді з подальшим промиванням її поверхні розчинниками.

Фільтрування визначається швидкістю, що пропорційна рушійній силі і обернено пропорційна опору. Фільтрування при постійній різниці тисків і швидкості можливе, якщо рідина фільтрується крізь шар осаду незмінної товщини.

Основною характеристикою фільтрів є режим їхньої роботи (періодичний чи безперервний). Обов'язковою частиною фільтра є фільтрувальна перегородка. Для кожного технологічного процесу, що передбачає поділ суспензій шляхом фільтрування, необхідно підбирати найбільш придатну за властивостями фільтруючу перегородку, тобто таку, що характеризується як найбільшим ефектом вловлювання дисперсійної фази, так і найменшим гідравлічним опором. В даний час існує велика кількість різноманітних фільтруючих перегородок: керамічних, полімерних, з плівкових матеріалів, перфорованих аркушів, тканин, металевих сіток, нетканих матеріалів. Фільтруючі перегородки розміщуються у фільтрах різних конструкцій. До найбільш розповсюджених фільтрів періодичної дії відносяться: нутч-фільтри, фільтрпреси, листів, і патронні; до фільтрів безперервної дії – дискові, карусельні, стрічкові [1, 2].

Рамний фільтрпрес відноситься до періодично діючих фільтрів, що мають розвинену поверхню фільтрування. Він працює в режимі постійної швидкості, оскільки суспензію на фільтр подають насосом постійної робочої продуктивності.

Рамний фільтрпрес складається з ряду плит і рам, між якими встановлюють фільтруючу тканину. Суспензію подають по центральному каналу і вона поступає в порожнистий простір рам. Фільтрат проходить через фільтруючу тканину і по каналах в плитах виводиться з фільтра. Осад залишається у середині рам. У міру того як в рамках набирається осад і зростає опір фільтруванню, збільшується перепад тиску, який розвивається насосом, що подає суспензію.

Мета статті. Розробка блок-схеми і методики автоматизованого розрахунку параметрів фільтрування і конструктивних елементів фільтрпресів. Опис роботи рамного фільтрпреса і експериментальної установки.

Матеріали і результати досліджень. Схема установки для моделювання роботи рамного фільтрпреса представлена на рис. 1.1. Установка складається з ємності початкової суспензії *I* з мішалкою, насоса *II*, манометра *III* для вимірювання тиску, збирача фільтрату *IV* і рамного фільтрпреса *V*.

Рамний фільтрпрес складається з вертикально розташованих плит *1* і змонтованих між ними рам *2* (рис.1.1), що стискаються натискною плитою *3* (привод її може бути ручним, гідравлічним або електромеханічним).

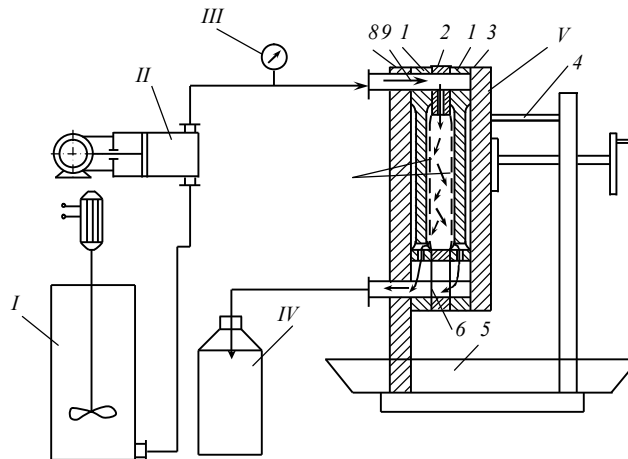


Рис. 1. Схема експериментальної установки для вивчення роботи рамного фільтрпреса

I – ємність початкової суспензії; *II* – насос; *III* – манометр; *IV* – збирання фільтрату; *V* – фільтрпрес: *1* – плита; *2* – рама; *3* – натискна плита; *4* – балки; *5* – ємність; *6* – канали для відведення фільтрату; *7* – фільтруюча тканина; *8* – опорна плита; *9* – канали для підведення суспензії

Плити, рами і натискна плита з двох боків спираються спеціальними різьками на балки *4*, жорсткість яких забезпечується стійками і тягою. На цих же балках закріплена опорна плита, до якої притискається вся система, що складається з плит, рам і натискної плити.

Фільтруючу тканину *7* затискають між рифленими площинами плит і рамами. В процесі формування фільтрувальних елементів необхідно звертати, увагу на те, щоб фільтруючий матеріал, затиснутий між рамами і плитами, не мав складок. У кожному з двох верхніх кутів плити *1* і рами *2* є отвори, які після збирання фільтру утворюють два канали, сполучені через штуцер опорної плити з трубопроводами. Канал *9* призначений для підведення початкової суспензії, канал *6* – для відведення фільтрату.

Отвори рам, в зібраному вигляді складають загальний канал *9* для підведення суспензії, сполучені з внутрішньою порожниною так, що суспензія поступає в простір між двома плитами. Проходячи через фільтруючу тканину *7*, рідина стікає по каналам плит до вихідного отвору. Осад затримується на поверхні фільтруючого матеріалу і поступово заповнює простір між двома плитами.

У разі потреби промивку і просушування осаду проводять по тій же схемі, що і подачу суспензії.

Після закінчення процесу фільтрування затискний пристрій ослаблюють, плити і рами розсовують, рами піднімають і вивантажують осад. З цією метою по всій довжині фільтрпреса встановлена ємність *5* для збору твердого осаду.

До переваг таких фільтрпресів відносять велику поверхню фільтрування на одиницю займаної ними площі приміщення, оперативний набір необхідної поверхні фільтрації. До недоліків таких апаратів слід віднести необхідність ручного обслуговування, недосконалу промивку осаду і швидке зношування фільтрувальної тканини.

Фільтрпреси даного типу застосовують, в першу чергу, для розділення систем з невеликою концентрацією твердих частинок, коли трудомісткі операції розбирання, розвантаження і складання проводять відносно рідко. Вони можуть застосовуватись також для розділення

суспензій при підвищеній температурі, охолодження яких неприпустимо, наприклад, унаслідок випадання кристалів з рідини.

Конструктивним розвитком апаратів даного типу є автоматичні камерні фільтрпреси (ФПАКМ), які знайшли широке застосування в хімічній промисловості. Їх особливістю є нескінченна стрічка фільтруючого матеріалу, яка періодично затискається між розташованими одна над іншою горизонтальними фільтруючими плитами і звільняється при подальшому розсовуванні плит. Затиск стрічки співпадає з циклом фільтрації суспензії, промивки і просушування осаду. При розсунених плитах стрічку фільтруючого матеріалу приводять в рух, в процесі якого з неї спеціальними ножами знімають осад за межами фільтруючих плит.

Методика розрахунку рамного фільтрпресу.

Початкові дані для розрахунку: кількість рам n розміром $b \times l$ (м); опір фільтруючої перегородки $R_\phi \left(\frac{H \cdot x\epsilon}{\text{м}^3} \right)$; товщина шару осаду l_{oc} (м); питомий опір осаду $r \left(\frac{H \cdot x\epsilon}{\text{м}^3} \right)$; граничний тиск, що розвивається насосом ΔP (Па); концентрація (масова) твердих частинок $x = \left(\frac{V_{oc}}{V_\phi} \right)$.

В результаті розрахунку визначають об'єм фільтрату V_ϕ , що отримується за один цикл і час циклу τ_ψ .

Порядок розрахунку:

1. Визначення об'єму осаду за цикл V_{oc} (м³):

$$V_{oc} = n \cdot F_\phi \cdot l_{oc},$$

де F_ϕ – площа фільтрування, м²;

$$F_\phi = b \cdot l.$$

2. Визначення об'єму фільтрату за цикл V_ϕ (м³):

$$V_\phi = \frac{V_{oc}}{x};$$

3. Товщину рами приймаємо: $h = l_{oc}$.

4. Визначення часу фільтрування τ_ϕ (хв):

$$\tau_\phi = \frac{r \cdot l^2}{\Delta P \cdot x} + \frac{R_\phi \cdot l}{\Delta P \cdot x}.$$

де l рівна половині товщини рами, оскільки фільтрування здійснюється з двох боків: $l = \frac{h}{2}$.

5. Визначення часу циклу τ_ψ (хв):

$$\tau_\psi = \tau_\phi + \tau_{до},$$

де $\tau_{до}$ – час допоміжних операцій, приймаємо $\tau_{до} = \tau_\phi$.

Блок–схема автоматизованого розрахунку наведена на рис. 1.2.

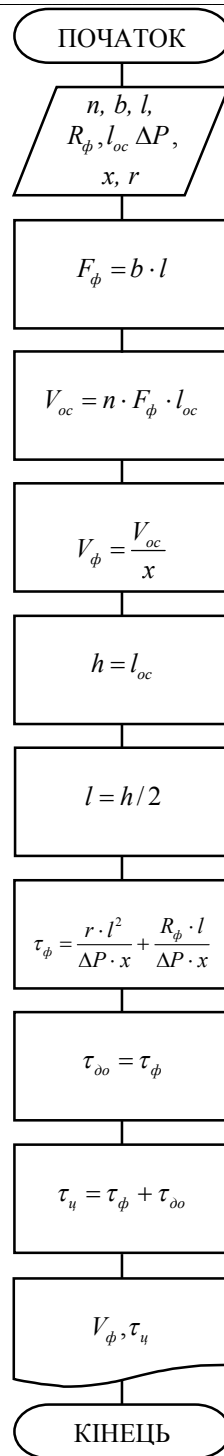


Рис. 2. Блок–схема автоматизованого розрахунку

Розрахунок виконаний в середовищі Matcad.

В результаті проведених розрахунків визначені залежності об'єму осаду та фільтрату від довжини і ширини рам (рис. 1.3), часу циклу від граничного тиску, що розвивається насосом при різних масових концентраціях твердих частинок (рис. 1.4) та часу циклу від масової концентрації твердих частинок при різних значеннях граничного тиску, що розвивається насосом (рис. 1.5).

Висновки. В результаті розробки методики автоматизованого розрахунку фільтрпресу значно скоротилась кількість непродуктивних розрахункових операцій, при цьому одержані коректні результати.

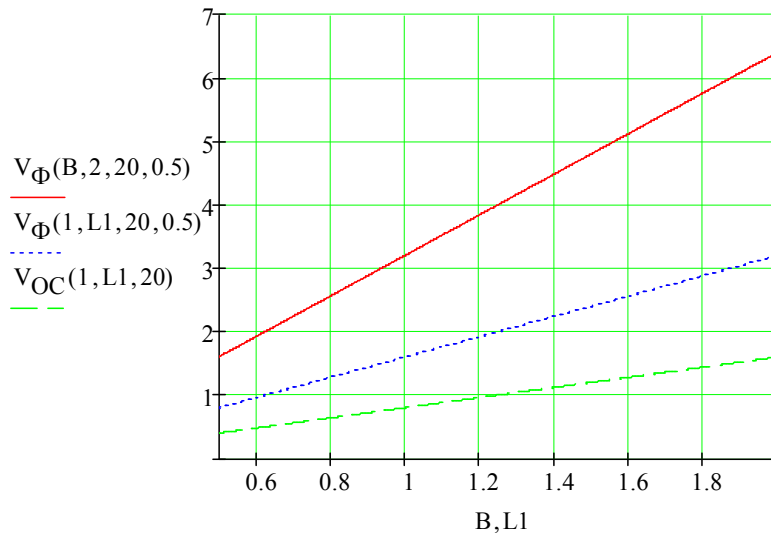


Рис. 3. Залежність об'єму осаду та фільтрату від довжини і ширини рам

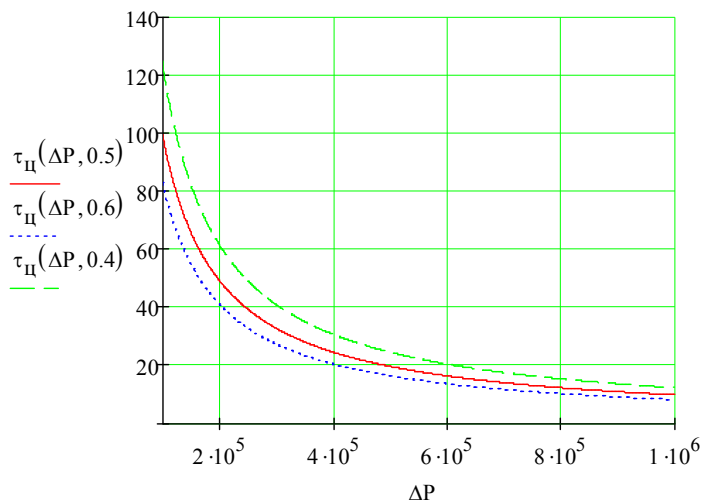


Рис. 4. Залежність часу циклу від граничного тиску, що розвивається насосом при різних масових концентраціях твердих частинок

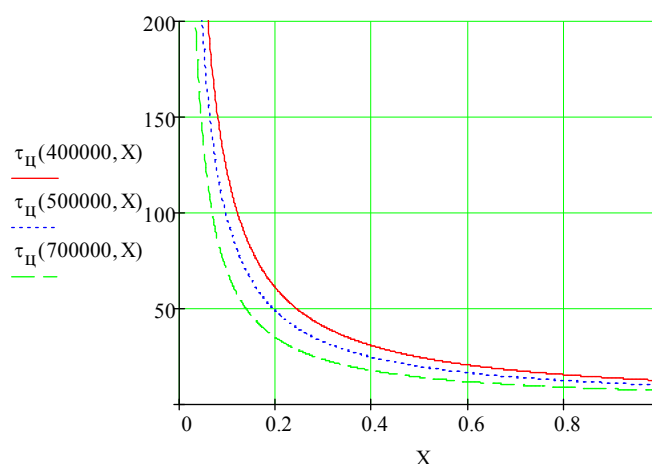


Рис. 5. Залежність часу циклу від масової концентрації твердих частинок при різних значеннях граничного тиску, що розвивається насосом

1. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической нефтехимической технологии. – М.: Химия, 1987. – 496с..

2. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической Технологии. – Л.: Химия, 1982. – 288с.