

УДК 66.063

О.Д.Клименко, Е.Л.Селезньов, Д.Е.Селезньов
Луцький національний технічний університет**АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК АПАРАТІВ
З ПЕРЕМІШУЮЧИМИ ПРИСТРОЯМИ**

В роботі розглядається методика автоматизованого розрахунку апаратів з перемішуючими пристроями.

Ключові слова: *перемішуючі пристрої, рамна мішалка, блок-схема, автоматизований розрахунок.*

Постановка проблеми.

Перемішування в рідких середовищах застосовується в хімічній промисловості для приготування суспензій, емульсій і отримання гомогенних систем (розчинів), а також для інтенсифікації хімічних, теплових і дифузійних процесів. У останньому випадку перемішування здійснюють безпосередньо в призначених для проведення цих процесів апаратах, забезпечених перемішуючими пристроями [1].

При використанні перемішування для інтенсифікації хімічних, теплових і дифузійних процесів в гетерогенних системах створюються кращі умови для підведення речовини в зону реакції, до межі розділу фаз або до поверхні теплообміну.

Незалежно від того, яке середовище змішується з рідиною (газ, рідина або тверда сипка речовина) розрізняють два основні способи перемішування в рідких середовищах: механічний (за допомогою мішалок різних конструкцій) і пневматичний (стислим повітрям або інертним газом). Крім того, застосовують перемішування в трубопроводах і перемішування за допомогою сопел і насосів [2,3].

Найбільш важливими характеристиками перемішуючих пристроїв, які можуть бути покладені в основу їх порівняльної оцінки, є:

- 1) ефективність перемішуючих пристроїв;
- 2) інтенсивність їх дії.

Основна частина.

Для перемішування рідин в'язкістю не більше 10 Па·с, а також для перемішування в апаратах, що обігріваються за допомогою спеціальних зовнішніх пристроїв або внутрішніх змієвиков, в тих випадках, коли можливо випадання осаду або забруднення поверхні, застосовують якірні (рис. 1, а), рамні (рис. 1, б) або листові (рис. 1, в) мішалки.

Вони мають форму, відповідну формі апарату і діаметр, близький до внутрішнього діаметра апарату або змієвика. Під час обертання ці мішалки очищають стінки і дно апарату від забруднень.

Вибір апаратів з перемішуючими пристроями і конструктивні особливості апаратів визначаються характеристикою процесу, властивостями перемішуваних середовища, продуктивністю технологічної лінії, температурними параметрами процесу і тиском, при якому процес здійснюється. Таке різноманіття чинників, що впливають на вибір конструкції, затрудняє завдання оптимального проектування апаратів.

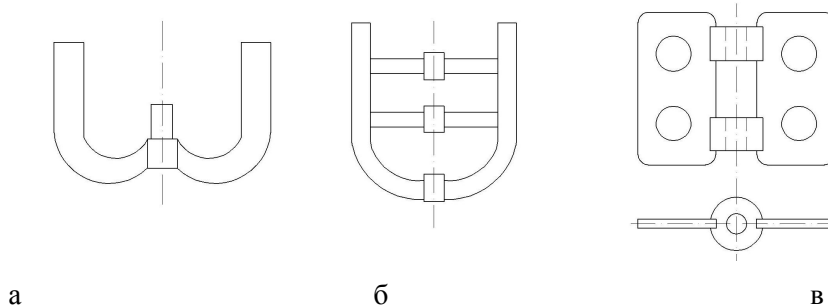


Рис. 1. Тихохідні мішалки: а) якірні; б) рамна; в) листові

Для розрахунку рамної мішалки (рис. 2) розіб'ємо її конструкцію на три незалежні елементи: горизонтальні лопаті (1), вертикальні лопатки (2) і якірну частину (3). При цьому потужність, що витрачається на перемішування рамною мішалкою в цілому, складатиметься з витрат потужностей окремими її елементами.

Початковими даними для розрахунку є:

Довжина лопатки b , м.

Діаметр кола, яке описує лопатка D , м.

Висота лопатки H , м.

Число пар лопаток мішалки z .

Густина матеріалу ρ , кг/м³.

Коефіцієнт корисної дії передавального механізму η , %.

Число обертів n , об/с.

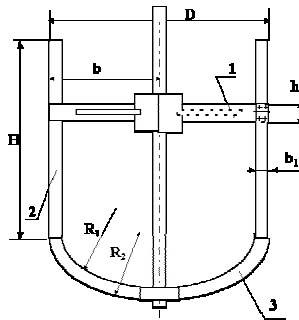


Рис. 2. Рамна мішалка

Послідовність розрахунку рамних і подібних мішалок можна представити таким чином.

1. Потужність, що витрачається на обертання вертикальних лопатей, Вт:

Площа лобової поверхні лопаті

$$F_l = b \cdot h, \quad h = b. \quad (1)$$

Тоді потужність можна визначити як

$$N_z = \frac{2 \cdot z \cdot T_1}{\eta}, \quad (2)$$

де z - число пар лопаток мішалки.

Робота, що витрачається, Дж

$$T_1 = \frac{\varphi \cdot F_l \cdot H \cdot \omega_0^3 \cdot \rho}{2}, \quad (3)$$

де $\varphi = 1,1$ – від форми лопатки, визначається залежно від співвідношення геометричних розмірів мішалки b/h (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність коефіцієнта φ від конструктивних особливостей перемішуючого пристрою

b/h	1	2	4	10	18	>18
φ	1,1	1,15	1,19	1,29	1,4	2,0

Окружна швидкість в рад/с центру тяжіння лопаті

$$\omega_0 = 2\pi r_0 n, \quad (4)$$

де r_0 – відстань від центру тяжіння лопаті до осі обертання, м;

n – частота обертання мішалки, об/хв.

2. Потужність, що витрачається на обертання вертикальних лопатей, Вт. Лопаті не примикають безпосередньо до валу і є вертикальними, тому

$$N_B = 18 \cdot 10^{-8} \frac{\varphi \cdot z \cdot H}{\eta} (D_2^4 - D_1^4) \cdot n^3 \rho, \quad (5)$$

де $D_1 = D_2 - 2b_1$, $b = b_1$ – діаметр кола, що описується внутрішньої стороною мішалки, м;

$D_2 = D$ – діаметр кола, що описується зовнішньої стороною мішалки, м;

3. Потужність, що витрачається на обертання сферичної (якірної) частини мішалки, Вт:

$$N_{я} = 15,39 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{\varphi \cdot z}{\eta} (R_2^5 - R_1^5) \cdot n^3 \rho \quad (6)$$

де $R_1 = R_2 \cdot b_1$ – радіус кривизни внутрішньої частини якоря, м;

$R_2 = 1/2D$ – радіус кривизни зовнішньої частини якоря, м;

4. Потужність, необхідна для обертання всієї мішалки, Вт:

$$N = N_z + N_B + N_{я} \quad (7)$$

Блок-схема автоматизованого розрахунку параметрів рамної мішалки наведена на рис. 3.

При виборі того чи іншого типу перемішувачого пристрою необхідно враховувати наступне:

– ефективність перемішувачого пристрою характеризує якість проведення процесу перемішування і може бути виражена по-різному, залежно від мети перемішування. Наприклад, в процесах отримання суспензій ефективність перемішування характеризується ступенем рівномірності розподілу твердої фази в об'ємі апарату; під час інтенсифікації теплових і дифузійних процесів – відношенням коефіцієнтів тепло – і масовіддачі під час перемішування і без нього; ефективність перемішування залежить не тільки від конструкції перемішувачого пристрою і апарату, але і від величини енергії, що вводиться в перемішувачу рідину;

– інтенсивність перемішування визначається часом досягнення заданого технологічного результату або числом оборотів мішалки при фіксованому тривалості процесу (для механічних мішалок). Чим вище інтенсивність перемішування, тим менше часу потрібно для досягнення заданого ефекту перемішування. Інтенсифікація процесів перемішування приводить до зменшення розмірів проектованої апаратури і збільшення продуктивності.

Для економічного проведення процесу перемішування бажано, щоб необхідний ефект перемішування досягався за найбільш короткий час. Під час оцінки витрати енергії перемішувачим пристроєм слід враховувати загальну витрату енергії за час, необхідний для забезпечення заданого результату перемішування.

Для проведення порівняльних досліджень, за допомогою розробленої блок-схеми визначимо залежність потужності мішалки від кількості обертів і густини матеріалу.

Залежність потужності мішалки N від кількості обертів n наведена на рис. 4. Залежність потужності мішалки N від густини матеріалу наведена на рис. 5.

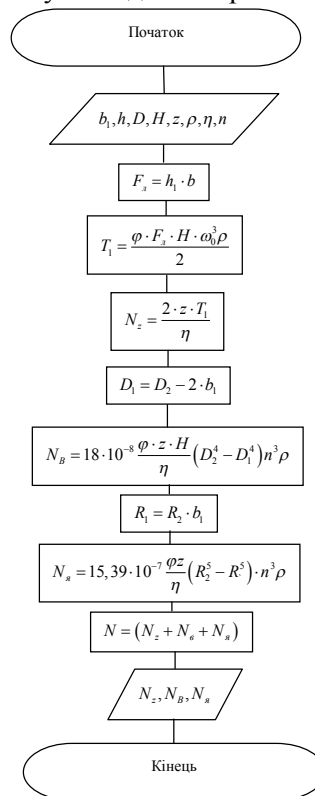
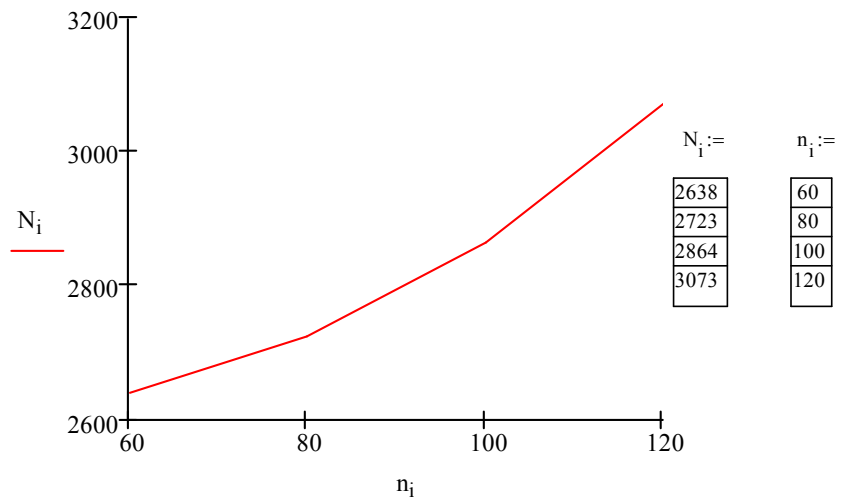
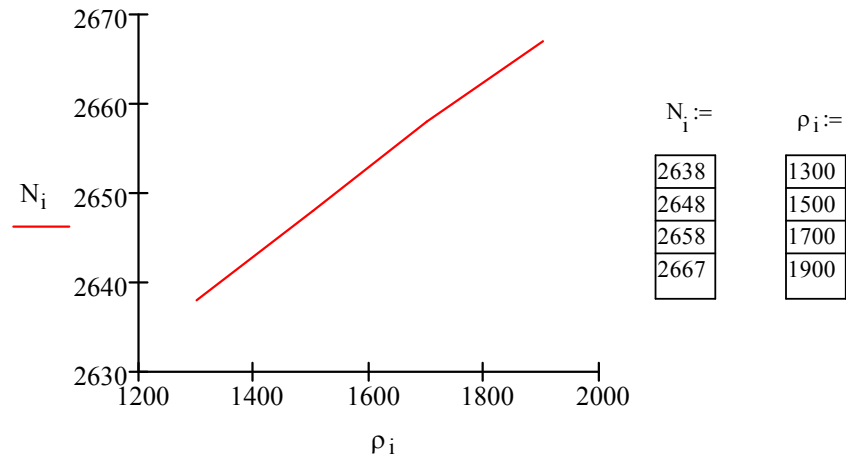


Рис. 3. Блок-схема автоматизованого розрахунку параметрів рамної мішалки

Рис. 4. Залежність потужності мішалки N від кількості обертів n

Залежність потужності N від густини матеріалу ρ

Рис. 5. Залежність потужності мішалки N від густини матеріалу ρ

Висновки. Отже, при збільшенні кількості обертів потужність мішалки збільшується як видно із залежності $N = f(n)$, зображеної на рис. 4. При збільшенні густини матеріалу потужність мішалки збільшується як видно із залежності $N = f(\rho)$, зображеної на рис. 5.

1. Бакланов н.А. Перемешивание жидкостей. Л. - Химия, 1979. 63с.
2. Богданов В. У. Христофоров Е.И. Кдоцунг Б. А. Эффективные массовые перемешиватели. Л. -. Химия, 1989. 224с.
3. Брагинський Л.Н. Вегачев В.И. Варабаш В.М. Перемешивание в жидких средах: Физ. основы и инж. методы расчета – Л. Химия, 1984. 336с.