

Практична робота

ОБЛАДНАННЯ ТА СПОСОБИ РОЗДІЛЕННЯ ТВЕРДИХ ФАЗ МЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи: навчитися визначати основні експлуатаційні параметри центрифуги

2.1. Теоретична частина

Сучасні центрифуги використовуються в різних технологічних процесах для механічного поділу сумішей, що складаються з твердих і рідких речовин. До технологій механічного поділу відносяться також осадження і фільтрація. Крім механічних існують термічні методи розділення такі, як дистиляція, ректифікація і сушка. В багатьох технологічних процесах механічне розділення робить істотний вплив на якість кінцевого продукту, економічність та екологічну безпеку виробництва. Приклади використання технологій механічного поділу можна знайти практично у всіх галузях промисловості: в харчовій, хімічній, фармацевтичній, гірничодобувній та багатьох інших, а також в області охорони навколишнього середовища, для розділення осаду після промивки подрібнених відходів.

Застосування сучасних центрифуг в порівнянні з іншими технологіями поділу, такими як фільтрація і статичне осадження, має наступні переваги:

- менша площа для розташування обладнання;
- закрита конструкція запобігає потраплянню шкідливих випарів в атмосферу, а також перешкоджає контакту продукту з зовнішнім середовищем;
- мінімальні потреби в обслуговуючому персоналі завдяки автоматичному режиму роботи;
- відсутність додаткових витратних матеріалів таких як фільтрувальна тканина, фільтруючі присадки і т.і.

Горизонтальні осаджувальні шнекові центрифуги використовуються для:

- освітлення рідин;
- зневоднення шламів і суспензій;
- згущення осаду;
- розділення трифазних сумішей, наприклад, двох незмішуваних рідині одного твердої речовини
- класифікування твердих частинок в суспензії за розміром частинок (вологе класифікування)
- сортування твердих речовин за густиною.

Для досягнення максимальної продуктивності в кожній конкретній області застосування, центрифуга повинна бути спеціально розроблена і налаштована під рішення відповідного завдання.

Центрифуги використовують в техніці для проведення процесів відцентрового відстоювання та фільтрування. Центрифуги, що використовуються для осадження, називають відстійними, для фільтрування - фільтруючими. Крім того, центрифуги розрізняють

- за принципом дії:
 - 1) періодичної,
 - 2) безперервної,
 - 3) напівбезперервної (автоматичні).
- за способом розвантаження осаду:
 - з ручним і механізованим.
- за способом розміщення валу:
 - 1) вертикальні,
 - 2) горизонтальні,
- за числом обертів:
 - 1) нормальні (число обертів до 5000-6000 об/хв)
 - 2) суперцентрифуги (більше 10000 об/хв, використовують для розділення ізотопів).

На рис. 2.1 показана конструкція горизонтальної шнекової центрифуги. Шнек розміщений всередині ротора і обертається разом з ним в одному напрямку, але з різною швидкістю, що дозволяє вивантажувати з ротора утворюється на його стінці осад твердої фази. Центрифуги типу ОГШ використовують для розділення суспензій з концентрацією твердої фази від 1 до 40% (за об'ємом) з розміром частинок більше 5 мкм при різниці щільності фаз більше 0,2 г/см. Крім того, ці центрифуги застосовують для гідравлічної класифікації суспензій по крупності твердих частинок і для інших цілей. Відповідно до призначення центрифуги типу ОГШ поділяють на освітлюючі, що класифікують, збезводнювальні і універсальні.

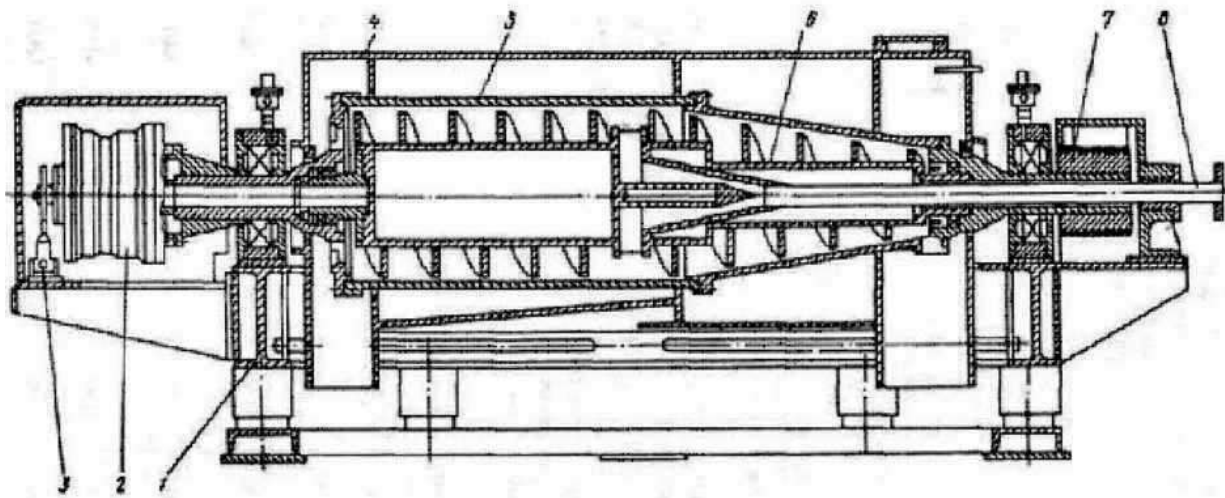


Рисунок 2.1 - Горизонтальна шнекова центрифуга ОГШ -501К-10
1 - станина; 2 - планетарний редуктор; 3 - механізм захисту редуктора; 4 - кожух;
5 - ротор; 7 - приводні ремені; 8 - труба живлення [1].

Методика розрахунок центрифуги

1. Продуктивність автоматизованої центрифуги циклічної дії, (кг/с):

$$\Pi = 0,95\pi(D^2 - d^2) \frac{h\rho\varepsilon\phi}{4T_{\text{ц}}} \quad (2.1)$$

де D - внутрішній діаметр ротора центрифуги, м;

d - діаметр верхнього обмежуючого кільця ротора, м;

h - висота ротора, м;

ρ - густина продукту, кг/м³;

ε - експлуатаційний коефіцієнт;

ϕ - коефіцієнт, який враховує частоту обертання ротора;

$T_{\text{ц}}$ - час циклу, с.

2. Продуктивність пульсуючої центрифуги безперервної дії, (кг/с):

$$\Pi = 0,5\pi(R_0^2 - r_0^2) L n \rho k \varepsilon \quad (2.2)$$

де R_0 - внутрішній радіус останнього ступеня ротора центрифуги, м;

r_0 - внутрішній радіус шару продукту на останньому ступені ротора, м;

L - хід штовхача, м;

n - частота пульсацій, с⁻¹;

ρ - густина продукту, кг/м³;

k - коефіцієнт заповнення останнього ступеня продуктом;

ε - експлуатаційний коефіцієнт.

3. Продуктивність конічної інерційної центрифуги безперервної дії (кг/с):

$$\Pi = Fq \quad (2.3)$$

де F - площа робочої поверхні ротора центрифуги, м² ;

q – навантаження продукту на одиницю робочої поверхні ротора за одиницю часу, кг/(м·с).

4. Продуктивність відстійної центрифуги безперервної дії (кг/с):

$$\Pi = 2\pi L V \rho \quad (2.4)$$

де r - середній радіус шару суспензії в роторі, м;

L - довжина зливної ділянки, м;

V – середня швидкість осадження частинок твердої фази, м/с;

ρ – густина продукту, кг/м³.

5. Потужність, яка споживається приводом центрифуги (кВт):

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (2.5)$$

де N_1 – потужність, яка необхідна на подолання інерції, кВт;

N_2 – потужність необхідна на подолання тертя в підшипниках, кВт;

N_3 – потужність, яка витрачається на подолання опору повітря, кВт.

6. Витрата енергії на подолання інерції барабану (кг м):

$$T_1 = \frac{G_6 \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \quad (2.6)$$

де G_6 – маса частин які обертаються в центрифугі, кг;

R - внутрішній радіус барабана, м;

ω – колова швидкість обертання барабану, рад/с :

$$\omega = \frac{\pi \cdot R \cdot n}{30} \quad (2.7)$$

7. Витрата енергії на подолання інерції завантаження (кг м):

$$T_2 = \frac{G_3 \omega^2}{2g} \left(1 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (2.8)$$

де G_3 – маса завантаження, кг;

ϕ - коефіцієнт заповнення барабану;

8. Витрата потужності на подолання інерції (кВт):

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau \cdot 60 \cdot 102} \quad (2.9)$$

τ – час розгону центрифуги, 101 хв.;

9. Витрата потужності на подолання тертя валу центрифуги в підшипниках (кВт):

$$N_2 = \frac{P_{тр} \cdot \omega_B}{102} = \frac{f \cdot (G_6 + G_3) \cdot \pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 102} \quad (2.10)$$

де f – коефіцієнт тертя ($f = 0,03$);

d – діаметр шийки вала, м;

n – частота обертання вала, с⁻¹.

10. Витрата потужності на подолання барабану опору повітря:

$$N_3 = 6,8 \cdot 10^{-6} \rho_{п} \cdot R_{308}^2 \cdot \omega_{308}^2 \quad (2.11)$$

де $\rho_{п}$ - густина повітря, кг/м³;

$R_{\text{зов}}$ - зовнішній радіус барабану $R_{\text{зов}} = R + \delta$ (δ - товщина стінки барабану, м);

$\omega_{\text{зов}}$ - пускова потужність поверхні барабану (м/с), рівна

$$\omega_{\text{зов}} = \frac{\pi \cdot R_{\text{зов}} \cdot \pi}{30},$$

11. Потужність електродвигуна центрифуги визначається за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{1,15 \cdot N}{\eta} \quad (2.12)$$

де η – ККД двигуна.

2.2. Розрахункові завдання

Розрахувати витрату енергії на центрифугуванні, якщо вага барабану $G_6=320\text{кг}$, вага завантаження $G_3=243\text{кг}$, тривалість розгону $\tau=3\text{хв}$, радіус барабану центрифуги $R=0,5\text{м}$, частота обертання $n=1000\text{об/хв.}$, коефіцієнт тертя $f = 0,03$, діаметр валу $d = 0,08 \text{ м}$, густина повітря $\rho=1,2 \text{ кг/м}^3$, зовнішній радіус барабану $R_{\text{зов}}=0,512\text{м}$, ККД двигуна $\eta=0,85$.

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого застосовуються центрифуги?
2. За якими ознаками класифікуються центрифуги?

Практична робота №3

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Мета роботи: ознайомитись із законом України «Про відходи»; навчитися розраховувати кількість контейнерів для збирання відходів у населеному пункті.

3.1. Теоретична частина

На цей час значних зусиль в Україні докладено до створення системи керування у сфері поводження з відходами та нормативно-правового й економічного

забезпечення цієї сфери. Особливістю формування і становлення системи є непослідовність вказаних процесів. Окремі підсистеми та елементи мають різні ступені розвиненості та практичної реалізації. Чимало економічних інструментів існують лише на рівні законодавчих положень, залишаються нереалізованими та невпровадженими в практику господарювання.

Характерною рисою сформованої системи керування у сфері поводження з відходами є переважання адміністративних методів над економічними.

Поводження з відходами в Україні регулюють ряд нормативно-правових документів, серед яких більше десяти законів, сотні нормативних актів на рівні Кабінету міністрів і регулятивних документів інших відомств. Основним нормативно-правовим актом є Закон України «Про відходи», який в основному забезпечує базовий рівень правового регулювання проблем поводження з відходами. Закон постійно удосконалюють, зокрема, останні зміни були внесені у 2018 р. [1].

Від 1 січня 2018 року в Україні встановлюється заборона на захоронення неперероблених (необроблених) побутових відходів та зобов'язання українців сортувати сміття. Згідно з документом, великогабаритні, ремонтні та небезпечні відходи, що входять до складу побутових, мають збиратися окремо від інших видів. Штраф за порушення такої норми для населення становитиме від 340 до 1360 грн., для юридичних осіб – від 850 до 1700 грн.

Крім того, згідно з документом:

- небезпечні відходи мають відокремлювати на етапі збирання чи сортування та передавати спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами;
- сміття збирають у спеціально обладнані автівки. Виконавця таких послуг визначатимуть місцеві органи на конкурсних засадах;
- спалювання сміття дозволене лише на спеціально призначених для цього підприємствах чи об'єктах і тільки з метою одержання теплоти та/або електричної енергії;
- забороняється проектування, будівництво та експлуатацію полігонів побутових відходів без оснащення системами захисту ґрунтових вод, вилучення та знешкодження біогазу та фільтрату [2].

У населених пунктах збирання твердих, ремонтних і великогабаритних відходів рекомендується здійснювати за контейнерною та безконтейнерною схемами. За контейнерною схемою тверді, великогабаритні і ремонтні відходи збирають окремо у контейнери різної місткості, розміщені на контейнерному майданчику. Безконтейнерна схема рекомендується для застосування у районах індивідуального житлового будівництва, де обмежена можливість проїзду спеціально обладнаних транспортних засобів, їх маневрування

Для збирання та тимчасового зберігання малих об'ємів побутових відходів застосовують урни, встановлення та очищення яких відбувається відповідно до санітарних правил та норм.

Великогабаритні та ремонтні відходи за контейнерною схемою рекомендується збирати у контейнери місткості вище 2 м³. Для збирання рідких відходів застосовують, як правило, вигрібні ями з періодичним видаленням накопичених рідких відходів, та локальні очисні споруди, де рідкі відходи знешкоджують шляхом відстоювання та біологічного очищення [3].

3.2. Розрахунок кількості контейнерів для збирання відходів у населеному пункті

Кількість контейнерів для зберігання побутових відходів визначається чисельністю населення, що ними користується, та нормами надання послуг з вивезення побутових відходів. Сумарний об'єм контейнерів для зберігання побутових відходів повинен перевищувати фактичний об'єм їх утворення на 25 відсотків. Розрахунок кількості контейнерів проводиться згідно з Методичними рекомендаціями з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів [4].

Кількість контейнерів, N_b , визначається за формулою:

$$N_b = \frac{Q_{max} t K_1 K_2}{C K_3}, \text{ од}$$

Q_{max} – максимальний добовий об'єм утворення кожного виду ПВ (побутових відходів) у частині населеного пункту, для якої проводиться розрахунок, м³/добу,

t – періодичність перевезення кожного виду ПВ, діб,

K_1 – добовий коефіцієнт нерівномірності утворення кожного виду ПВ;

K_2 – коефіцієнт, який враховує кількість контейнерів, що перебувають у ремонті та в резерві,

C – місткість одного контейнера, м³,

K_3 – коефіцієнт заповнення контейнера.

Максимальний добовий об'єм утворення кожного виду ПВ Q_{max} рекомендується визначати за формулою:

$$Q_{max} = \frac{q m 365}{365 - T_{кр}} K_1, \text{ м}^3/\text{добу}$$

де q – добовий об'єм утворення кожного виду ПВ на одного мешканця, м³/добу

m – чисельність населення,

K_1 – добовий коефіцієнт нерівномірності утворення кожного виду ПВ,

$T_{кр}$ – кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів, що здійснюють збирання та перевезення кожного виду ПВ.

Рекомендується використовувати такі значення коефіцієнтів: $K_1=1,4$; $K_2=1,05$; $K_3=0,9$.

3.3. Розрахункові завдання

Завдання 1. Розрахувати кількість контейнерів для збирання ТПВ (твердих полімерних відходів) у одноквартирній житловій забудові міста при контейнерній системі видалення ТПВ. Добовий об'єм утворення відходів складає 8 л/добу на 1 мешканця. Кількість мешканців для даної категорії забудови становить 5870 осіб. Періодичність вивезення відходів - щоденно. Місткість контейнера – 4 м³. Передбачити, що кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів становить 7 днів.

Завдання 2. Розрахувати кількість контейнерів для роздільного збирання полімерів. Добовий об'єм утворення ТПВ на території міста складає 8 л/добу на 1 жителя. Кількість жителів становить 14830 осіб. Вміст полімерів у складі ТПВ становить 30 % за обсягом. Періодичність вивезення відходів – 1 раз на тиждень. Місткість контейнера – 1,1 м³. Передбачити, що кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів становить 7 днів.

Контрольні запитання та завдання

1. Сформулюйте основні положення закону України «Про відходи».
2. Які заходи створення для покарання за порушення норм збирання великогабаритних, ремонтних та небезпечних відходів у складі побутових?
3. Де рекомендується застосовувати контейнерні та безконтейнерні способи збору сміття?
4. В які контейнери рекомендовано збирати великогабаритні та ремонтні відходи?
5. Як збираються рідкі відходи?
6. Які параметри впливають на максимальний добовий об'єм утворення ПВ?

Література

1. Нормативно-правові та економічні аспекти поводження з відходами в Україні
Режим доступу: <https://waste.ua/eco/2012/waste-management/legislation/> (дата звернення: 12.05.2024). – Назва з екрана.
2. Українців зобов'язали сортувати сміття
Режим доступу: <https://www.5.ua/suspilstvo/z-1-sichnia-ukraintsiv-zoboviazaly-sortuvaty-smittia-iaakym-bude-shtraf-162420.html> (дата звернення: 19.05.2024). – Назва з екрана.
3. К.О.Абашина. Методичні вказівки для практичних робіт із навчальної дисципліни «Утилізація побутових відходів» / К.О.Абашина, О.В. Хандогіна.- ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. -15с.
4. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів, затверджені наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 176 від 07.06.2010.