

Білет 2

1.Обл.для відцентрового фільтрування,періоди відцентрового фільтрування.Центрифуги з вертикальним підвісним ротором.Будова,принцип роботи.Розрахунок продуктивності.

Фільтрувальні центрифуги мають барабани з перфорованими стінками, покритими фільтрувальною сіткою або тканиною. Застосовуються для розділення крупнозернистих суспензій, коли необхідно отримати більш сухий продукт; для розділ. відносно грубодисперсних суспензій кристалічних і аморфних продуктів, промивання отриманого осаду і відділення вологи від штучних матеріалів. Взагалі фільтрувальні центрифуги викор. для розділу в'язких двохфазних систем, що містять 45-60% кристалів і 55-40% міжкристальної рідини, застосовуються **ф.ц.**, де центрифугування проходить за рахунок дії відцентрової сили на масу, що знаходиться в перфорованому барабані, який обертається з коловою шв. 50-60м/с. Для ефективного відділення міжкристального відтоку і затримання осаду з внутрішнього боку ротора центрифуги встановлюються підкладні і фільтрувальні сита. Процес відцентрового фільтрування ділиться на 3 періоди з несталими режимами роботи: утвор. осаду, ущільнення кристалів і мех.суш.осаду. 1-й період можна порівняти із звичайним фільтруванням у полі відцентрових сил, причому тиск фільтрування обумовлюється тут гідравлічним напором, що розвивається під дією відцентрових сил. У 2-у періоді центрифугова маса являє собою двохфазну систему, причому спочатку тверді частинки розміщені не компактно і мають мінімальну к-ть точок контактування (безнапірна фільтрація). У подальшому проходить зближення частинок зі зменшенням об'єму пор і витіснення рідкої фази. 3-й період хар-ся стіканням міжкристальної рідини по незаповнених порах з поверхні кристалів (видалення

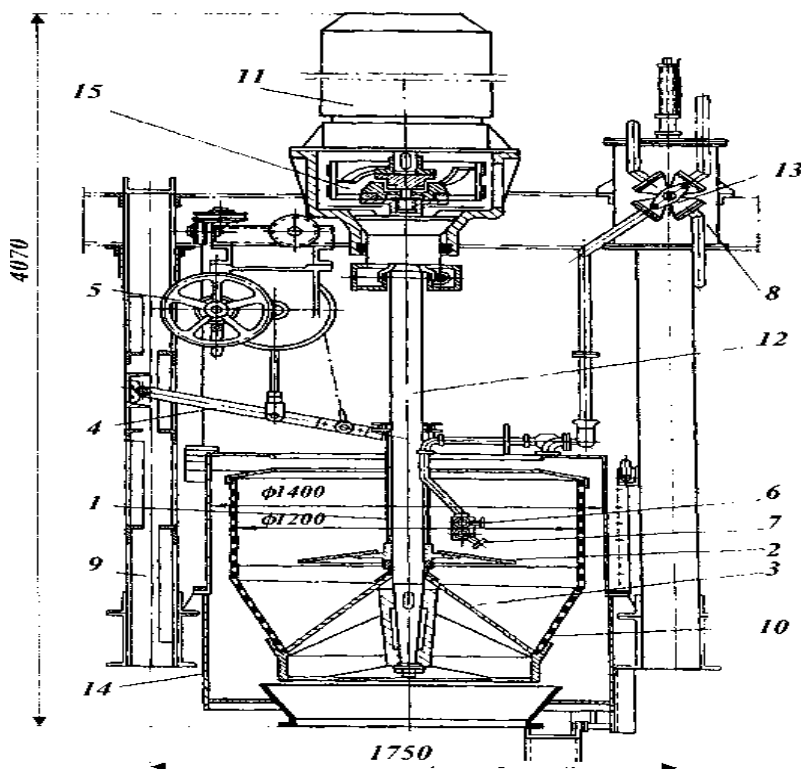


Рис. 4.41. Фільтрувальна саморозвантажувальна центрифуга: 1 - муфта; 2 - тарілка; 3 - конус; 4 - ричаг; 5 - ручна лебідка; 6,7 - патрубки для пробілювання і пропарювання продукту; 8 - дозатор води; 9 - опорна конструкція; 10 - ротор; 11 - електродвигун; 12 - вал ротора; 13 - чотириходовий кран; 14 - кожух; 15 - шарнірна муфта.

міжкристальної вологи). Після відділення максимальної к-сті міжкристальної рідини, плівка, що лишилася на поверхні кристалів, стає настільки тоненькою, що сили молекулярного зчеплення врівноважуються відцентровими силами і відділення рідини не відбувається. Для кінцевого видалення залишкового розчину кристали промивають водою і підсушують.

Цикл роботи центрифуги:
$$\tau_{р.ц.} = \tau_{р1} + \tau_{з} + \tau_{р2} + \tau_{в.ф.} + \tau_{г} + \tau_{в.}$$

При зменшенні числа обертів Ц. двигун працює як генератор.

Центрифуги з вертикальним підвісним ротором

Особл.конструкції: шарнірна підвіска вертикал.вала з ротором, яка допускає відхилення оберт.системи від вертикальної осі та самоцентрувальних оберткових

мас.Ц.малочутливі до нерівномірного завантаження ротору, мають велику динам.стійкість. Еластичне з'єднання для передачі крутного моменту від валу двигуна до обертової с-ми

“вал-ротор” призначене для компенсації часткового осьового зміщення вал-двигуна, вал-ротора та компенсації динамічних компенсацій на опори при наявності такого. При досягненні обертовим ротором числа обертів 180-230 об/хв. відбувається завантаження ротора центрифуги. Суспензія рівномірно подається на обертовий розподілюючий диск під дією відцентрової сили, рівномірно заповнює внутрішній об’єм ротора. Радіальні коливання с-ми “вал-ротор-продукт” компенсуються кулеподібною опорою та еластичною муфтою. Рівень осаду в роторі контролюється датчиком завантаження. В процесі відцентрового фільтрування можуть виконуватись операції пробілювання осаду, подача води на внутрішню поверхню та відцентрове видалення її або подача гострої пари у внутрішній об’єм ротора. Вивантаження осаду забезпечується механізмом зрізання його, який складається з ножа, розташованого у внутрішньому об’ємі ротора, пневмоциліндра для приведення ножа в рух в горизонтальній площині та гвинтового механізму для переміщення ножа вздовж твірної обертового ротора. Для забезпечення надійності роботи центрифуги, при вивантаженні осаду, ножовий пристрій з’єднується з внутрішньою поверхнею верхнього обмежувального кільця ротора за допомогою ролика. Умова саморозвантаження: $\operatorname{tg} \alpha \geq \operatorname{tg} \gamma = f$. Осад від спадання стримує сила тертя на ділянці конуса.

Продуктивність центрифуг.

$$P_{\text{цикл.д.д.}} = \frac{\pi(R^2 - r^2)\rho h}{\tau_{\Sigma}}, h - \text{внутрішня висота ротора}, R - \text{внутрішній радіус ротора}, r -$$

внутрішній радіус шару осаду в роторі центрифуги

$$P_{\text{безпер.д.д.}} = F \cdot q, F - \text{площа поверхні фільтрування конічного ротора}, m^2$$

q – питоме навантаження на одиницю площі поверхні, $[кг/м^2 \cdot с]$

2. Пружні РО. Устрій, принцип роботи, розрах продуктивності.

Грохоти застосовуються для транспортування та сортування сипких матеріалів з метою:

- а) переміщення їх по довжині;
- б) відділення з матеріалу, призначеного для подрібнення шматків, розміри яких більші допустимих для даної дробарки;
- в) розділення матеріалів за величиною кристалів на окремі фракції.

Плоский хитний грохот (рис.2.5) представляє собою прямокутний короб 1, закріплений на листових пружинах 2. В нижній частині короба розміщена решітка 3. Привід короба в коливальних рух відбувається від ексцентрикового вала 4.

При роботі грохота рух частинок вниз по поверхні похилої решітки можливий, якщо сила інерції її більше сили тертя. З цієї умови виводиться формула для визначення частоти обертання ексцентрикового вала:

$$n = (35 \div 40) \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)}{r}}, \text{ об/хв}$$

де φ - кут тертя частинки об поверхню решітки, град. ($\varphi = \arctg f$, де f - коефіцієнт тертя);

α - кут нахилу решітки, град;

r - ексцентриситет, або радіус кривошипа, м.

Робоча частота обертання ексцентрикового вала обмежується величиною:

$$n_p < \frac{30}{\sqrt{r \times \operatorname{tg} \alpha}}, \text{ об/хв}$$

Продуктивність грохота з решіткою, що має отвори прямокутної форми, визначається з формули: $G = hbv\rho\varphi$, кг/с

де h - висота шару матеріалу на початку просіюючої поверхні, м;

b - ширина просіюючої поверхні;

v - швидкість руху матеріалу по просіюючій поверхні, м/с

$\varphi = 0,3-0,6$ - коефіцієнт розпушення матеріалу;

ρ - густина матеріалу, кг/м³.

Потужність приводу плоского грохота визначається роботою A_1 , яка затрачується на придання кінетичної енергії масі, що рухається в грохоті, а також роботою A_2 , яка затрачується на тертя в ексцентрику і потужністю N_{mp} , що витрачається на подолання тертя матеріалу об грохот. Виходячи з цього можна записати:

$$N = \frac{(A_1 + A_2)n + N_{mp}}{10^3 \eta}, \text{ кВт}$$

Враховуючи, що кінетична енергія, затрачена в першій половині ходу, не повертається двигуну в другій половині ходу, коли швидкість грохота падає від максимальної до нуля, можна записати:

$$A_1 = \frac{m_c}{2} (v_1^2 - v_2^2), \text{ Дж},$$

де m_c - сумарна маса рухомих частин грохота разом з матеріалом, кг;

v_1 - максимальна швидкість грохота при ході його вправо, м/с;

v_2 - максимальна швидкість грохота при ході його вліво, м/с.

При передачі руху грохота від ексцентрика при $v_1 = v_2$:

$$A_1 = m_c v^2 = 4m_c \pi^2 n^2 r^2, \text{ Дж} \quad (2.26)$$

де n - частота обертання вала, об/с;

r - ексцентриситет вала, м.

Робота тертя в ексцентрику:

$$A_2 = P_{mp} \pi d_e = P_i f_e \pi d_e, \quad (2.27)$$

де f_e - коефіцієнт тертя в ексцентрику;

$P_i = m_c \omega^2 r$ - сила інерції мас, що коливається, Н;

d_e - діаметр ексцентрика, м;

$\omega = 2\pi n$ - кутова швидкість дебалансового вала, 1/с.

Потужність, що затрачується на подолання тертя матеріалу об грохот, враховуючи, що матеріал має деякий рух по грохоту, вираховується з формули:

$$N_{mp} = m_M g f_M v_M \cos \alpha, \text{ Вт} \quad (2.28)$$

де m_M - маса матеріалу, кг;

f_M - коефіцієнт тертя матеріалу;

v_M - швидкість руху матеріалу по грохоту;

α - кут нахилу сита.

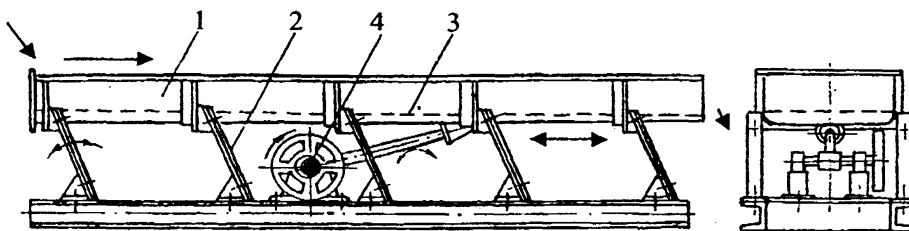


Рис.1 Плоский хитний грохот: 1 – прямокутний короб; 2 – листові пружини; 3 – решітка; 4 – ексцентрований вал

3. Варочні та бродильні апарати. Устрій, принцип роботи. Основи розрахунку.

ВАРОЧНІ АПАРАТИ. Варочна колона першої ступені представляє собою вертикальний циліндричний корпус 1 діаметром 1300 мм і висотою 7915 мм. Загальний об'єм колони 9,6 м³; робочий тиск - 0,5 МПа. Всередині колони закріплена труба 2, в верхній частині якої розміщена воронка 3, в яку по патрубку 4 подається підігрітий заміс. В нижню частину труби 2 підводиться пара по патрубку 5. В колоні розміщений поплавковий сигналізатор 6 рівня маси. Для обслуговування і ремонту колона споряджена люками 7. На колоні встановлені манометр 8, запобіжний клапан 9 і гільза для термометра 10. Варочна колона другої ступені представляє собою циліндричний корпус 1 діаметром 500 мм і висотою 5625 мм з конусним днищем 2 і кришкою 3. В колоні другої ступені пара не подається, а маса переміщується послідовно з колони першої ступені і по колонах другої ступені за рахунок різниці рівнів маси і витримується при температурі 138 - 140 °С на протязі 20 - 25 хв. Для вирівнювання тиску верхні частини всіх колон з'єднані між собою патрубками. Випробуваний тиск для колон встановлено 0,785 МПа.

РОЗРАХУНОК ВАРОЧНИХ АПАРАТІВ І ЗМІШУВАЧІВ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Кількість замісу, що розварюється на протязі години $G = \frac{\Pi m \rho}{24}, \text{кг} / \text{г}$

де Π - умовна продуктивність заводу, дал/за добу;

$m = 0,133 \text{ м}^3 / \text{дол}$ - кількість замісу;

$\rho = 1100 \text{ кн} / \text{м}^3$ - густина замісу.

Необхідний об'єм варочного апарата: $V = \frac{G \tau}{\rho \phi}, \text{м}^3$

де $\tau = 0,66 - 0,75 \text{ г}$ - термін розварювання для колонного апарата;

$\phi = 0,75 - 0,8$ - коефіцієнт заповнення для колонного апарата.

Діаметр колони визначається з рівняння: $V_M = Fv = \frac{\pi d^2}{4} v$

де V_M - витрата маси, м³/г;

$v = 0,13 \text{ м} / \text{г}$ - швидкість руху маси в трубчатому апараті;

d - діаметр колони, м.

Висота колони: $H = \frac{4V}{\pi d^2}, \text{м}$

Кількість теплоти, необхідної для розварювання маси: $Q = \frac{G c_m (t_2 - t_1)}{3600}, \text{Вм}$

де $c_m = 3,77 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ - питома теплоємність маси;

t_1 - початкова температура маси, що поступає на розварювання, °С;

$t_2 = 140^\circ \text{С}$ - температура розварювання в колонному апараті.

Витрати пари в контактній головці для підігрівання замісу до температури

розварювання: $D = \frac{Q}{i - i_k}, \text{кг} / \text{г}$

де i - питома ентальпія пари, кДж/кг;

i_k - питома ентальпія конденсату, приймається для колонного апарату при температурі 140 °С.

Об'ємна витрата пари на розварювання

$V_n = D \gamma, \text{м}^3 / \text{г}$

де γ - питомий об'єм пари, що поступає в контактну головку, м³/кг.

Швидкість витікання пари з отворів контактної головки

$$v_n = 44,7k_c\sqrt{i_1 - i_2}$$

де $k_c = 0,9$ - коефіцієнт швидкості;

i_1 - питома ентальпія пари при вході в отвір, кДж/кг;

i_2 - питома ентальпія пари при виході з отвору при температурі нагрівання маси, кДж/кг.

Сумарна площа отворів в контактній головці

$$\sum f = \frac{V_n}{3600v_n}, m^2$$

Кількість отворів при заданній площі одного отвору

$$z = \frac{\sum f}{f_0}$$

Площа вільного перерізу для проходу маси в головці

$$f_r = \frac{G}{v_M \rho}$$

де $v_M = 0,2 - 0,25$ м/с - швидкість руху маси в головці.

Термін знаходження маси в контактній головці $\tau_k = 1 - 1,5$ с, а в змішувачі $\tau_3 = 10 - 15$ хв при коефіцієнті заповнення $\phi = 0,75 - 0,8$.

Потужність для приводу мішалки при сталому режимі роботи:

$$N = K_N \rho_c n^3 d_M^5, кВт$$

де K_N - критерій потужності, що залежить від інтенсивності перемішування, характеризується критерієм Рейнольдса;

ρ_c - густина середовища, кг/м³;

n - частото обертання мішалки, об/хв;

d_M - діаметр мішалки, м.

$$\text{КРИТЕРІЙ РЕЙНОЛЬДСА: } Re = \frac{v d_e^2 \rho}{\mu}$$

де v - швидкість руху замісу, м/с;

d_2 - ефективний діаметр трубопроводу, м;

ρ - густина замісу, кг/м³;

μ - динамічна в'язкість замісу, Па · с.

З врахуванням збільшення споживчої потужності при пуску і наявності в апараті допоміжних пристроїв робоча потужність на валу мішалки вираховується з рівняння

$$N_p = K_1 + K_2(K + 1)N, кВт$$

де $K_1 = \frac{H}{D_3}$ - коефіцієнт, що враховує заповнення змішувача;

H - висота шару рідини в змішувачі;

D_3 - діаметр змішувача;

K_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення потужності при пуску;

К - коефіцієнт, що враховує збільшення потужності із - за наявності в апараті допоміжних пристроїв.

Встановлена потужність електродвигуна з врахуванням коефіцієнта запасу потужності 1,2 і к.к.д. приводу

$$N_{\text{вст.}} = \frac{1,2N_p}{\eta}, \text{кВт}$$

де η - к.к.д. приводу мішалки.

БРОДИЛЬНІ ЧАНИ

Зцукрена і охолоджена маса поступає в бродильні чани для зброджування.

Процес бродіння проводиться двома способами: періодичним або безперервно - поточковим. При періодичному способі процес бродіння проходить в кожному чані самостійно, чани працюють незалежно один від одного. При безперервно - поточковому способі бродильні чани встановлюються в батарею по 8 - 10 шт. Перші 2 чани є головними, в які подається охолоджена маса. В процесі бродіння маса перетікає з головного чана в послідовуючі, а з останнього виходить готова бражка. Рух маси по батареї проходить за рахунок різниці рівнів в головному чані і в кожному послідовуючому. Бродильний чан представляє собою циліндричний корпус, всередині якого змонтований змієвик для відводу теплоти, що виділяється при бродінні маси. Маса подається через штуцер, а дріжджі - через штуцер. Вуглекислота, що виділяється при бродінні, відводиться через патрубок. За процесом бродіння спостерігають через оглядове вікно б за допомогою світильник. Для контролю температури в гільзу вставляється термометр, а для огляду і ремонту чан споряджений люками.

РОЗРАХУНОК БРОДИЛЬНОГО АПАРАТА

При періодичному способі бродіння об'єм апарата визначається з умови заповнення його масою на протязі 7 - 8 годин. Конструктивно розміри апарата визначаються з залежностей

$$H = (1,2 - 1,5) d; \quad h_1 = (0,15 - 0,3) d; \quad h_2 = (0,1 - 0,125) d,$$

де H - висота циліндричної частини апарата, м;

h_1 і h_2 - висота днища і кришки апарата, м;

d - діаметр апарата.

Коефіцієнт заповнення приймається рівним $\phi = 0,85$. Переточні труби в апаратах, починаючи з третього, закріплюються на різних рівнях по висоті таким чином, що відстань між місцями закріплення труб двох сусідніх апаратів складає 100 мм. Апарат встановлюється на висоті від полу до днища 0,8 - 1,2 м. Теплове навантаження на один апарат в період основного бродіння вираховується з рівняння $Q = Q_1 - (Q_2 + Q_3)$

де Q_1 - загальна кількість теплоти, що виділяється на протязі 1 г в період інтенсивного бродіння, Вт (при зброджуванні 1 кг мальтози виділяється 171 Вт);

Q_2 - втрати теплоти в навколишнє середовище, Вт;

$Q_3 = 0,06 Q_1$ - втрати теплоти за рахунок випаровування і відбору вуглекислоти.

Коефіцієнт тепловіддачі від зброджуючої маси до стінки змієвика приймається рівним $\alpha = 699 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а коефіцієнт тепловіддачі від стінки змієвика до води при турбулентному русі її вираховується з рівняння

$$\alpha_2 = 0,23 \frac{\lambda}{d_3} \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{0,4} (1 + 1,77 \frac{d_3}{R}), \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності води, Вт/(м·К);

d_3 - внутрішній діаметр труби зміювика, м;

$R - 0,8R_6$ - радіус кривизни зміювика, м;

R_6 - радіус бродильного апарата, м.

Загальна довжина труб зміювика

$$L = \frac{F}{\pi d_{cp}}$$

де d_{cp} - середній діаметр труби зміювика, м.

Довжина одного витка зміювика діаметром d_3

$$l = \sqrt{(\pi d_3)^2 + t}, \text{ м}$$

де $t = 0,175$ - крок витка зміювика, м.

$$\text{Загальна кількість витків } z = \frac{L}{l}$$