

УДК 631.333.92 : 631.22.018

ДО РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРУЮЧОЇ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ЗНЕВОДНЮВАННЯ РІДКОГО ГНОЮ

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

Таврійська державна агротехнічна академія

Тел. (0619)42-05-70

Анотація - роботу присвячено теоретичному визначенню конструктивних параметрів фільтруючої центрифуги.

Ключові слова - фільтруюча центрифуга, ротор, осад, поперечний розріз, диск.

Постановка проблеми. Метою функціонування фільтруючої центрифуги є одержання твердої фракції регламентованої вологості. Вона, у свою чергу, залежить від конструктивних і режимних параметрів.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз показує [1-4], що при однакових фізико-механічних властивостях суспензій і факторі розподілу, швидкість процесу в осаджувальній центрифугі залежить від різниці щільностей твердої й рідкої фракції, а у фільтруючій - від щільності рідкої фракції й концентрації суспензії. Зі зменшенням концентрації швидкість процесу підвищується.

Формулювання цілей статті. Виявлення основних залежностей для визначення конструктивних параметрів фільтруючої центрифуги рідкого гною.

Основна частина. З аналізу [1-4] витікає, що при розробці й створенні енергозберігаючих машинних технологій розподіл рідкого гною на фракції доцільно робити в безнапірному дуговому сепараторі, освітлення отриманого фільтрату - у тонкошаровому відстійнику, а зневоднювання осадів, що утворяться при проведенні зазначених процесів - у фільтрувальній центрифугі. При чому раціоналізація процесу зневоднювання осадів у фільтруючій центрифугі забезпечується, якщо її обладнано гвинтовим живильником.

Робота фільтруючої центрифуги стійка, якщо її продуктивність $Q_{ц}$ узгоджується із продуктивністю гвинтового живильника $Q_{п}$

$$Q_{ц} \geq Q_{п}, \quad (1)$$

Умова (1) виконується при

$$S_{\delta} \geq a_0; h_{\delta} \geq b_0; \operatorname{tg} \alpha_p > f_{\phi}, \quad (2)$$

де S_{δ} – осьова відстань між диском і торцем ротору, м;
 a_0 – ширина перетину валика осаду (див. рис. 1 а), м;
 h_{δ} – висота вікна розглянутого диска, м;
 b_0 – висота перетину валика осаду, м;
 α_p – кут конусності ротору, град.;
 f_{ϕ} – коефіцієнт тертя осаду об поверхню фільтруючої перегородки.

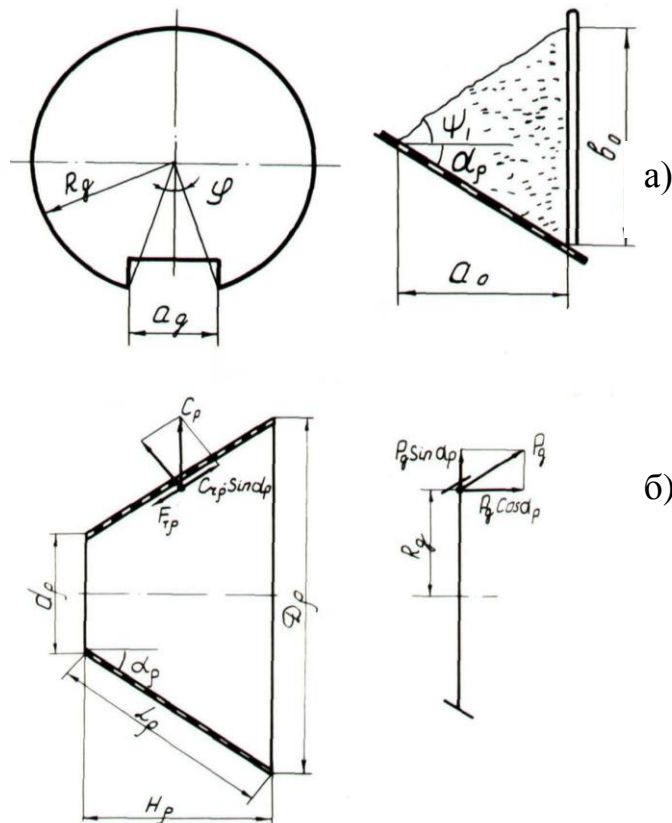


Рис.1. До розрахунку конструктивних параметрів фільтруючої центрифуги:

- а) розподіл осаду в стримуючого диска;
- б) схема сил, що діють на осад у роторі центрифуги із установленими стримуючими дисками.

При русі по фільтруючій поверхні ротору осад зменшується в обсязі внаслідок зневоднювання [4]. Оскільки при цьому рідка фракція звільняє в основному пори осаду й обсяг його змінюється незначно (лише внаслідок ущільнення кістяка), з метою спрощення залежностей приймаємо, що обсяг осаду, що переміщається уздовж кожного диска в одиницю часу, відповідає об'ємній продуктивності гвинтового живильника $Q_{\phi} = Q_n$.

Тоді площа поперечного перерізу валика осаду на стримуючому диску буде дорівнювати

$$F_{oc} = \frac{Q_n}{\omega_{om} R_\delta}, \quad (3)$$

де F_{oc} – площа поперечного перерізу валику осаду на розглянутому диску, m^2 ;

$\omega_{від}$ – відносна кутова швидкість диску, c^{-1} ;

R_δ – радіус розглянутого диску, м.

Разом з тим, площа поперечного перерізу валика осаду (рис.1 а) становить

$$F_{oc} = \frac{\alpha_0^2 (tg \varphi_{oc} + tg \alpha_\rho)}{2}, \quad (4)$$

або

$$F_{oc} = \frac{b_0^2}{2(tg \varphi_{oc} + tg \alpha_\rho)} \quad (5)$$

де φ_{oc} – кут природного укусу вільної поверхні валика осаду на фільтруючій поверхні ротору.

Дорівнюючи праві частини виражень (4) і (5), визначаємо [7] ширину перетину валика на розглянутому стримуючому диску

$$a_0 = \sqrt{\frac{2Q_n}{\omega_{om} R_\delta (tg \varphi_{oc} + tg \alpha_\rho)}}, \quad (6)$$

Тоді осьова відстань, на якій повинен відстояти розглянутий диск від попереднього або від торця меншої підстави ротора, визначиться наступною залежністю, що визначає одне з умов працездатності центрифуги

$$S_\delta \geq \sqrt{\frac{2Q_n}{\omega_{om} R_\delta (tg \varphi_{oc} + tg \alpha_\rho)}}, \quad (7)$$

Виконавши аналогічні перетворення з урахуванням виражень (3) і (5), одержали другу умову працездатності центрифуги, що встановлює висоту вікна розглянутого стримуючого диска, а також ширину робочої поверхні

$$h_\delta \geq \sqrt{\frac{2Q_n (tg \varphi_{oc} + tg \alpha_\rho)}{\omega_{om} R_\delta}}, \quad (8)$$

Для забезпечення нормального сходу осаду з одного стримуючого диска на інший ширина вікна диска a_{∂} повинна бути більше ширини перетину валика осаду

$$a_{\partial} \geq \sqrt{\frac{2Q_n}{\omega_{om} R_{\partial} (tg \varphi_{oc} + tg \alpha_{\rho})}}, \quad (9)$$

Умови (7)-(9) є визначальними при розрахунку відстані між дисками, висоти вікна кожного диска й ширини їхньої робочої поверхні.

Час перебування осаду в роторі центрифуги залежить також від кількості стримуючих дисків. При цьому необхідно забезпечити схід осаду з одного диска на інший, вибравши кут їхнього зсуву. Кут зсуву наступного диска щодо попереднього, починаючи з першого по ходу руху осаду, може бути визначений виходячи з наступного. При обертанні диска тертя осаду об його поверхню здійснюється на довжині, рівної (рис. 1 а)

$$l_{\partial} = 2\pi R_{\partial} - l_0, \quad (10)$$

де l_{∂} – довжина робочої поверхні диску, м;

l_0 – довжина дуги вікна диску, м.

Довжина дуги вікна визначається (рис.1 а) залежністю

$$l_0 = \frac{2\pi R_{\partial} \varphi_{\psi}}{360}, \quad (11)$$

де φ_{ψ} – центральний кут, що відповідає дузі l_0

$$\varphi_{\psi} = 2 \arctg \frac{a_{\partial}}{2R_{\partial}}, \quad (12)$$

Тоді кут зсуву складе

$$\alpha_{\partial n} = 2 \arctg \frac{a_{\partial(n-1)}}{2R_{\partial n}}, \quad (13)$$

де $\alpha_{\partial n}$, $R_{\partial n}$ – відповідно, кут зсуву осі вікна й радіус розглянутого диска;

$a_{\partial(n-1)}$ – ширина вікна попереднього по ходу руху осаду диска.

Для першого диску

$$a_{\partial(n-1)} = a_{\partial 1}.$$

При переміщенні осаду з попереднього диска на наступний уздовж утворюючого ротора необхідно, щоб

$$tg \alpha_{\rho} > f_{\phi}, \quad (14)$$

Разом з тим інтенсивність просушки осідання росте, якщо при обертанні диска щодо ротора, він залишається нерухомим на фільтруючій поверхні. Для цього сила тертя осаду об ротор повинна бути більше сили тертя осаду об стримуючий диск

$$F_{\rho} > F_{\delta}, \quad (15)$$

Для того, щоб визначити умови виконання нерівності (15), розглянемо взаємодію осаду, що нерухомо лежить на фільтруючій поверхні ротора, просування якого уздовж його утворюючої стримується диском (рис. 1 б). На одиницю маси осідання діє відцентрова сила c_{ρ} . При переміщенні осаду уздовж утворюючого ротора виникає сила тертя об поверхню фільтруючої перегородки, рівна

$$F_{mp} = c_{\rho} \cos \alpha_1 f_{\phi}, \quad (16)$$

де F_{mp} – сила тертя осаду об поверхню фільтруючої перегородки ротора, Н.

Тоді сила, що діє від одиниці маси осідання на стримуючий диск, визначиться [9] як різниця між тангенціальної складової відцентрової сили й силою тертя об поверхню фільтруючої перегородки ротору

$$P_{\delta} = c_{\tau\rho} - F_{mp} = c_{\rho} (\sin \alpha_1 - \cos \alpha_1 f_{\phi}), \quad (17)$$

де P_{δ} – сила, що діє на стримуючий диск, Н.

Підставляючи в ліву й праву частини нерівності значення його складових, обумовлених вираженнями (16) і (17), після перетворення одержали

$$f_{\phi} > \frac{f_{\delta} \sin \alpha_1}{1 + \cos \alpha_1 f_{\delta}}, \quad (18)$$

де f_{δ} – коефіцієнт тертя осаду об стримуючий диск.

Висновки:

1. Робота фільтруючої центрифуги буде стійка, якщо її продуктивність узгодити із продуктивністю гвинтового живильника.

2. При русі по фільтруючій поверхні ротора осад зменшується в обсязі внаслідок зневоднювання.

3. Для забезпечення працездатності фільтруючої центрифуги на зневоднюванні осадів рідкого гною, відстань між стримуючими дисками, висота вікна кожного диска й ширина їхніх робочих поверхонь повинні визначатися залежностями (7)-(9). Кут зсуву між стримуючими дисками варто визначати по вираженню (11), а кут конусності ротору, - використовуючи нерівність (18).

Література.

1. Скляр Р.В., Жакот В.Г., Скляр О.Г. Аналіз процесу переробки та використання рідкого гною// Праці Таврійської державної

агротехнічної академії – Вип.1, Т. 20. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – с.117-121.

2. *Омаров А.К.* Обоснование технологического процесса разделения жидкого навоза КРС с использованием фильтрующей центрифуги: Автореф. дис... канд. техн. наук / МИИСП, 1982. – 17 с.

3. *Нагорский И.С.* Вязкость жидких кормовых смесей // Труды ЦНИИМЭСХ. – Т. 1. – Минск, 1963. – С. 53-55.

4. *Леонтьев П.И., Маремуков А.А.* Вибрационная центрифуга для разделения навоза // Достижения науки и техники АПК. – 1989. - № 6.

5. *Ожигов В.П., Булаев Е.А.* Совершенствование устройств для разделения навоза на фракции // Техника в с. х. – 1996. - № 4.

6. *Антонченко В.Я.* Физика воды. – К.: Наукова думка, 1986. – 128 с.

7. *Шпанов Н.В.* Фильтры непрерывного действия. – М.: Машгиз, 1949. – 182 с.

8. *Новиков П.А., Любин Л.Я.* Гидродинамика щелевых систем. – Минск: Наука и техника, 1988. – 344 с.

9. *Жужиков В.А.* Фильтрование. – М.: Химия, 1980. – 400 с.

TO ACCOUNT OF DESIGN DATA OF A FILTERING CENTRIFUGE FOR WITHOUTWATER LIQUID MANURE

A. Skljар, R. Skljар

Summary

The work is devoted to theoretical definition of design data of a filtering centrifuge.