УДК 622.331
О.П.Шимчук, В.С.Пуць, В.В.Грабовець
Луцький національний технічний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ УМОВИ ПЕРЕМІЩЕННЯ САПРОПЕЛЮ ГВИНТОВИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ВИДАЛЕННЯ ВІЛЬНОЇ ВОДИ

В статті проведено обґрунтування умови переміщення озерного сапропелю гвинтовим робочим органом із забезпеченням видалення вільної води.

Ключові слова: *сапропелю, гвинтовий робочий орган.*

Постановка проблеми. Серед відомих засобів добування і транспортування озерних сапропелів варто звернути увагу на робочий орган, виконаний у вигляді гвинтової лінії. При добуванні сапропелю забезпечення підняття сапропелевої маси природної вологості залежить від рівномірного виділення пласта від загальної маси. Конструктивні особливості установок зумовили створення цілого ряду робочих елементів, які взаємодіють із залягаючим пластом сапропелю під водою. Всі вони, в основному, виконані у вигляді гвинтових робочих органів, оскільки гвинт має хорошу здатність виконувати функцію свердла. Конструкція такого механізму дозволяє розширити функціональні можливості засобу при виконанні різних процесів та операцій.

Оскільки природна вологість озерного сапропелю становить 92…96%, то при його добуванні варто вирішити задачу переміщення та зменшення вологості до значення, при якому можливе його подальше ефективне застосування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням переміщення матеріалів у шнеках займалися багато вчених як в Україні так і за кордоном. Шнеки широко використовуються в різних галузях народного господарства, вони добре транспортують сипкі, кускові матеріали, але для переміщення сапропелю шнеком та збереження його природної вологості без руйнування його структури необхідно провести ряд досліджень і обґрунтувань.

Дослідженню взаємодії вологих матеріалів різної структури та складу з гвинтовими робочими органами присвячені роботи [1, 2] а озерного сапропелю роботи [3, 4]. Можливість використання тисків для зневоднення озерного сапропелю встановлено і досліджено в роботі [5]. Проте, впливу різного роду тисків на поведінку загального об’єму озерного сапропелю приділено недостатньо уваги.

Метою роботи є встановлення впливу осьового і колового тисків на процес переміщення озерного сапропелю гвинтовим робочим органом із забезпеченням видалення вільної води.

Результати досліджень. В пристроях з гвинтовим робочим органом, які можна використовувати для добування сапропелів, необхідний тиск для продавлювання сапропелю крізь отвір менший за розмірами за діаметр гвинта. При цьому руйнування структури сапропелю не відбувається, а для створення тиску достатньо застосувати гвинт з однаковим кроком по всій довжині.

Робочий орган міститься в товстостінній трубі, обмеженій фланцями, до яких кріпиться тіло обертання. В зоні забору розміщено завантажувальну горловину. На виході труби на одній вісі з фланцем передбачено отвір, менший за діаметр гвинтового робочого органу.

Аналіз навантажень, які діють на гвинт показує, що за умови, коли продуктивність такого пристрою є сталою, максимальний тиск продавлювання також буде сталим. Значення продуктивності визначається за відомою формулою [6]:

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot S \cdot \psi \cdot n \cdot V \cdot k, \qquad (1)$$

де D – діаметр шнека, м;S – крок, м;ψ – коефіцієнт заповнення жолоба;n – частота обертання шнека, об/хв.;V – об’ємна маса матеріалу, т/м^3; k – коефіцієнт, який залежить від нахилу шнека до горизонту і має значення:

$$0^\circ - 1; 10^\circ - 0,8; 20^\circ - 0,65; 30^\circ - 0,6; 40^\circ - 0,5; 50^\circ - 0,48; 60^\circ - 0,44.$$

© О.П.Шимчук, В.С.Пуць, В.В.Грабовець

Розподіл тиску за довжиною гвинта з певним допущенням можна приймати таким, що змінюється за законом рівномірного зростання від нуля

до робочого тиску (максимального), який визначається експериментально.

Провести розрахунок біжучого тиску за довжиною гвинта можна, використавши схему, рис. 1.

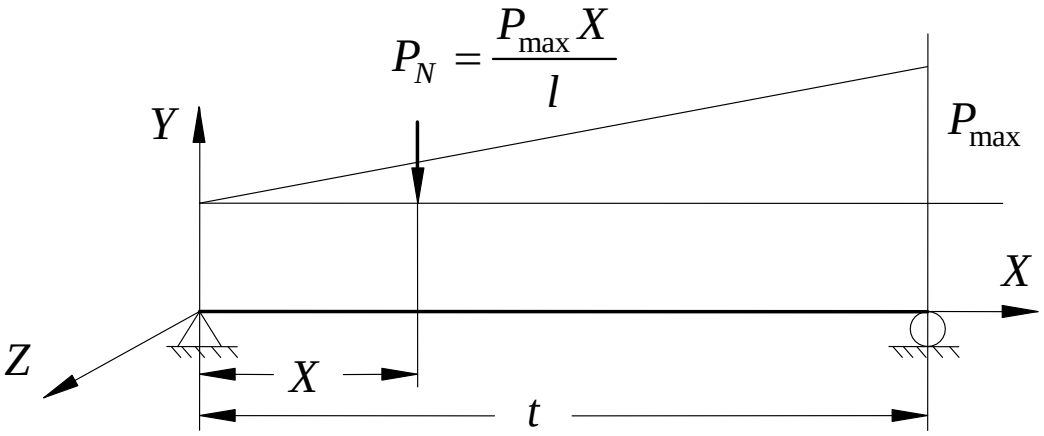

Рис. 1. Схема зміни тиску по довжині шнека

На якій показано зміну нормального тиску за довжиною гвинта за умови, що він змінюється за лінійним законом за довжиною гвинта.

Розглянемо розподіл нормального тиску P_N, який діє на площадці dF гвинта, утвореного радіусом dr і кутом $d\alpha$ (рис. 2). Оскільки осьовий тиск P_O є позитивним для переміщення сапропелю і створення умов видалення вільної води без руйнування структури сапропелю, то його значення залежатиме від кута нахилу вісі гвинта α. Але кут α впливатиме і на значення колового тиску P_K. У випадку значного відхилення від умови (4) у зоні контакту гвинтової поверхні із сапропелем виникатимуть дотичні напруження відповідно до значення тиску P_Z.

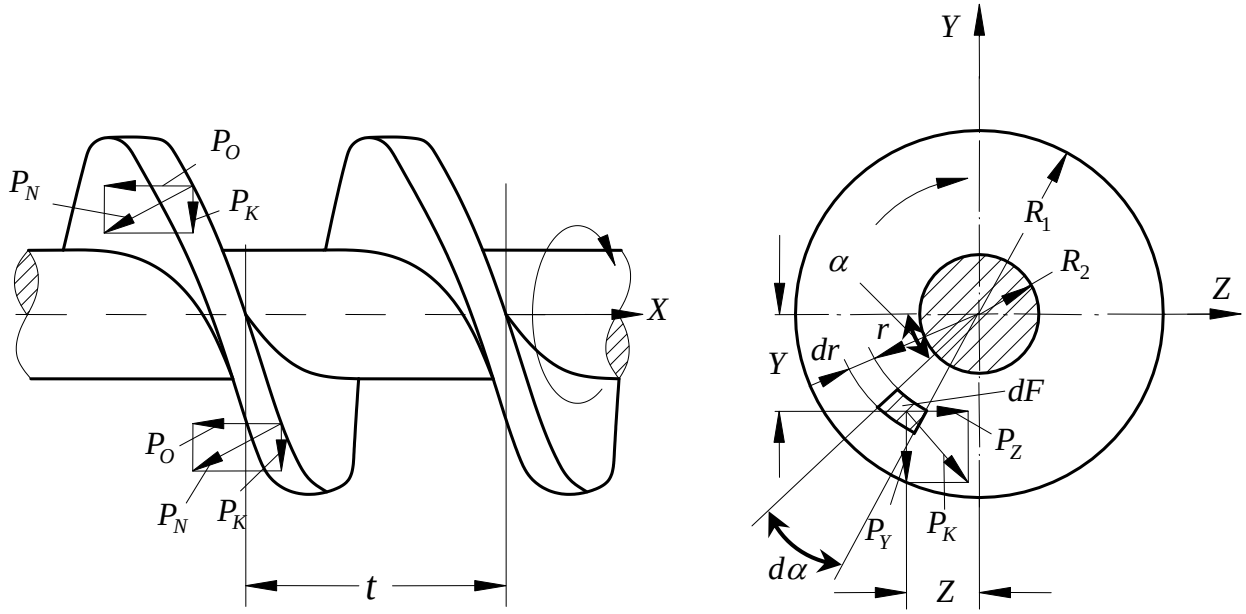

Рис. 2. Розподіл нормального тиску на поверхні гвинта

Умова розподілу нормальних і дотичних напружень матиме вигляд:

© *О.П.Шимчук, В.С.Пуць, В.В.Грабовець*

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \sigma_r}{\partial z} + \dfrac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} = 0; \\ \dfrac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \dfrac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} = 0. \end{cases}, \quad (2)$$

Зв'язок значень радіальних напружень σ_e і напружень в напрямку дії тиску P_z визначається з врахуванням коефіцієнта Пуассона ν.

$$\sigma_r = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_Z \cdot, \quad (3)$$

У випадку, якщо $\nu \approx 0$, зсувними напругами на поверхні гвинта можна знехтувати, і тому гвинт працюватиме як поршень, створюючи умови видалення вільної води при переміщенні сапропелю в осьовому напрямі.

Тиск P_N, який діє перпендикулярно поверхні гвинта, можна розкласти на складові осьовий тиск та коловий, які відповідно визначаються з залежності:

$$\begin{cases} P_o = P_N \cos\beta \\ P_k = P_N \sin\beta \end{cases},$$

де P_o − осьовий тиск, направлений по осі гвинта, Па; P_k − коловий тиск, перпендикулярний радіусу, направлений проти обертання, Па; β – середній кут нахилу гвинта, град.

Умова переміщення сапропелю шнеком і відділення з нього води:

$$P_o = P_k. \quad (4)$$

Висновки

Пристрій з гвинтовим робочим органом можна використовувати як ефективний засіб для переміщення озерних сапропелів. Для переміщення сапропелю таким робочим органом з відділенням вільної води варто враховувати значення осьового і колового тиску.

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / Григорьев А.М. - М.: Машиностроение, 1972. – 184с.
2. Груздев И.Э. Теория шнековых устройств / Груздев И.Э., Мирзоев Р.Г., Янков В.И. – Л.: Из-во Ленингр. ун-та, 1978. 144с.
3. Шимчук О.П. Визначення доцільності використання шнека у якості засобу добування сапропелю / О.П. Шимчук, В.А. Матвійчук // Зб. наук. ст., Луцьк: Ред.-вид. Відділ ЛДТУ, 2007. – Вип. 15. – С. 345-348.
4. Бодак В. І. Розробка і дослідження механізмів для добування сапропелів: дис. … кандидата техн. наук: 05.20.01 / Бодак Володимир Іванович. – Луцьк, 1996. – 209 с.
5. Дідух В.Ф. Експериментальні дослідження процесу виділення води із сапропелю / Дідух В.Ф., Шимчук О.П. // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Ред.-вид. відділ ЛДТУ: Луцьк, 2006. – Вип. 14. – С. 90-93.
6. Павлова І.О. Обґрунтування параметрів шарнірного робочого органу гвинтового конвеєра: дис. … кандидата. техн. наук: 05.05.05 / Павлова Ірина Олексіївна. – Луцьк, 2006. – 174 с.

© О.П.Шимчук, В.С.Пуць, В.В.Грабовець