

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ КОРМОВОЇ МАСИ

Мілько Д.О., к.т.н.

(Таврійський державний агротехнічний університет)

В статті розглянуто останні теоретичні досягнення в питаннях ущільнення кормових мас. Запропоновані напрями подальшого розвитку досліджень в даній галузі

Постановка проблеми. На сучасному етапі вже не вважається за секрет той факт, що при збереженні кормів слід насамперед уникнути контакту кормової маси з повітрям. Це досягається різноманітними способами, такими як заповнення інертними газами місткостей для зберігання, ущільнення кормової маси, трамбуванням поряд із укриттям сховищ або місткостей повітря-непроникними плівками або укладанням у полімерні рукави тощо. Але ж найбільшого розповсюдження набули саме процеси ущільнення кормової маси, де за рахунок безпосереднього стиснення вільно розміщених часток відбувається витіснення повітря з кормової маси. Цими питаннями вже займалися Л.І. Хворостянов, А.М. Семеніхін, А.А. Зубрілін, А.А. Кожухов та ін. Однак вирішити ці питання остаточно не вдалося. Були запропоновані теорії ущільнення кормової маси, теорії пористості, укладання та ін. Однак питання залишається гострим у зв'язку із надто великими втратами поживних речовин при зберіганні, близько 15 %. Тому ми вважаємо, що актуальність цієї тематики залишається і потребує подальшого розвитку.

Аналіз останніх досліджень. Процесами самоущільнення кормових мас у невеличких сховищах займався Л.І. Хворостянов, який найбільш системно розглянув фізико-механічні властивості силосованих кормів. Академік Р.А. Муллер висунув деякі емпіричні формули для ґрунтів нормальної вологості, які з деякими припущеннями ми можливо використати і для силосних монолітів. Згідно з ними нормальний вертикальний тиск p_z буде дорівнювати:

Для ємностей прямокутного перетину

$$p_z = 9,81\rho_{cp} \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi si}{2\Psi(i+1)}} \cos\left(\sqrt{\frac{1}{s}} \cdot \frac{2x}{a}\right) \cos\left(\sqrt{\frac{1}{s}} \cdot \frac{2y}{b}\right) \Phi\left[\frac{2z}{a} \sqrt{\frac{\Psi(i+1)}{si}}\right] \quad (1)$$

Для ємностей круглого перетину

$$p_z = 9,81\rho_{cp} \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi si}{2\Psi(i+1)}} \cos\left(\sqrt{\frac{2}{s}} \cdot \frac{r}{R}\right) \Phi\left[\frac{2}{R} \sqrt{\frac{2\Psi}{s}}\right] \quad (2)$$

де ρ_{cp} – середня щільність маси, кг/м³;

a, b – довжина та ширина прямокутної ємності, м;

i – відношення b/a ;

R – радіус круглої ємності, м;

S – коефіцієнт, що характеризує гладкість стінок ємності;

ψ – коефіцієнт бокового тиску;

$\Phi(a)$ – функція Лапласа;

$J_0(u)$ – функція Беселя першого роду, нульового аргументу $u = \frac{r}{R} \sqrt{\frac{2\Psi}{s}}$;

x, y, z, r – координати точки, для котрої визначається тиск.

Оптимальними із позицій забезпечення найбільшого нормального вертикального тиску p_z є ємності із круглим перетином, за якими вже йдуть ємності квадратного перетину тому як вони мають менший периметр при однаковій площі перетину. При чому у всіх випадках ємності з більшими площами перетину володіють перевагами перед ємностями з малими перетинами, а ємності із великою висотою мають переваги перед меншими [1, 2].

Також проводились дослідження впливу ударного навантаження на кормову масу та було отримано формулу корисної роботи деформації, в залежності від швидкості руху штемпелю \mathcal{G}_n у момент удару, швидкості відскоку штемпелю \mathcal{G}_k чи швидкості відновлення ущільнюючого матеріалу, а також від маси M останнього [Детистова]:

$$A_{\text{деф}}^n = \frac{m(\mathcal{G}_n^2 - \mathcal{G}_k^2)}{2} - \frac{M\mathcal{G}_k^2}{2} = \frac{M\mathcal{G}_n\mathcal{G}_k}{2}. \quad (3)$$

В дослідженнях ударних навантажень був також виявлений коефіцієнт корисної дії удару, який визначили як:

$$\eta_{\text{уд}} = \frac{A_{\text{деф}}^n}{A_n} = \frac{M\mathcal{G}_n\mathcal{G}_k}{m\mathcal{G}_n^2} = 1 - \frac{\mathcal{G}_k}{\mathcal{G}_n}. \quad (4)$$

Та було визначено максимальне напруження при ударі яке пропонують визначити за допомогою формули:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{2m\sqrt{2gH}}{St} \quad (5)$$

де t – тривалість удару (час, на протязі котрого відбувається передача кінетичної енергії штемпелю до матеріалу, що ущільнюється).

Забгато авторів при висуванні своїх гіпотез користуються положеннями закону Гука стосовно деформування пружно-пластичних матеріалів, а саме:

$$Hn \frac{d\varepsilon}{dt} + E\varepsilon - \sigma - n \frac{d\sigma}{dt} = 0 \quad (6)$$

де E, H – тривалий та миттєвий модулі пружності;

σ, ε – напруження та відносна деформація;

$n = k/E$ – час релаксації;

k – в'язкість.

Семеніхін А.М. досліджував процеси ущільнення кормового матеріалу тракторами, а саме яким чином відбувається ущільнення кормової маси у

міжколінійній або міжмостовій частині трактору. Та отримав наступну залежність, яка вказує на величину відносної деформації в горизонтальній площині:

$$\varepsilon_n = \frac{2l_0}{(L - 2l_0)} \quad (7)$$

де L – колія або база енергетичного засобу;

l_0 – параметр тіла укладки.

В роботі Семеніхіна Олександра Валентиновича [3] було запропоновано продовження наведеної вище теорії через використання ешелонного навантаження кормової маси при укладанні у сховища. В результаті вони пропонують оптимальні умови для реалізації запропонованого способу ущільнення за яким необхідно підтримувати необхідний рівень поверхні моноліту, та виставити необхідний геометричний розмір деформації. Для підтримки нульового балансу вакансій та розріджень поперек ходу трамбувальника та утримання моноліту в положенні, відповідним до проходу опорного елемента, розміщеного по його ходу необхідно реалізувати комбіновану схему із розміщеними геодезичними рівнями, розміщеними по ходу руху [3].

Відомі роботи в яких були розглянуті і періодичні навантаження. Наприклад у своїй роботі Гуриненко Л.О. [4] окрім впливу важких мобільних заходів торкається проблеми розміщення самих часток кормової маси в моноліті при закладанні та наводить три схеми.

Процес розподілення силосної маси по об'єму сховища супроводжується періодичними навантаженнями гусеницями або колесами поступово нарощуваного шару, який складається з часток кінцевих розмірів, геометричної форми та різноманітної орієнтації.

В точках навантаження, по сліду трамбувальника, частки утворюють розрізнені сукупності, які по різному реагують на деформацію трамбувальника – це релаксуючі, та не релаксуючі, не пов'язані між собою центри формування. В такому стані кормова маса, що знаходиться у граничних умовах не володіє єдиною структурою, а її міцність буде проявлятися на рівні фрикційних зв'язків, пропорційних до висоти та розмірів часток.

По мірі нарощування висоти шару кількість елементарних сукупностей зростає, відстані між ними зменшуються у меншому ступеню наслідують дефекти вихідних дискретних складових та інтегруючи властивості розрізнених сукупностей кормова маса переходить до наступного граничного рівня, що пов'язує між собою елементарні структури. У цієї структури вже переважають горизонтально розміщені частки. При досягненні висоти шару у 0,8 м та більш 1м його поверхня набуває несучої здібності, яка має міцність τ та σ перехресної щільної укладки, зберігаючи пружно – в'язку природу складових, що її складають.

Таким чином можна сказати, що кормова маса до її ущільнення уявляє собою пружно – в'язке тіло, що складається з багатьох сукупностей, які певним чином розміщені по його об'єму. Частинки мають розмірні характеристики та здатні мігрувати у зони меншої щільності та між шарами.

Тоді як під дією періодичних навантажень кормова маса змінює свої фізико-механічні та реологічні властивості наближаючись до верхньої межі щільності при мінімальній пористості кінцевого моноліту.

В основі роботи було положено зміну параметрів багатокомпонентних середовищ та їх демпфіруючими властивостями, і здібностями поглинати енергію навантажень. Механіка пружно – в'язких середовищ рослинного походження характеризує ці властивості релаксацією напружень, в'язкістю, повзучістю зміна яких функціонально не пов'язана з їх пористістю та щільністю. Тому і була сформульована актуальність цієї роботи.

Висновки. Враховуючи все вище наведене можна прийти висновку, що достатньо багато зроблено у напрямку зменшення пористості, що призведе до зменшення контакту кормової маси із повітрям, однак до тепер ще не було запропоновано достатньо технологічних засобів задля забезпечення ефективного видалення або уникнення пустих прошарків з кормової маси. Тому ми вважаємо за потрібне вдосконалити теоретичні передумови процесу ущільнення кормової маси, і саме у цьому напрямку продовжувати свої дослідження.

Список використаних джерел

1 Муллер Р. А. Некоторые задачи статической механики грунтов //Математические методы в горном деле. Тр.конф. 4.2. - Новосибирск: Изд.-во АН СССР, 1963.

2 Детистова О. И. Разработка технологии и обоснование средств механизации приготовления силосованных кормов в малообъемных хранилищах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / О.И. Детистова; СтГАУ. - Ставрополь – 2003.

3 Семенихин О.В. Обоснование параметров и режима работы мобильного уплотнителя силосной массы: автореф. дис. ... канд. техн. наук / О.В. Семенихин; Азово-черноморская государственная агроинженерная академия. – зерноград – 2006.

4 Гуриченко Л.А. Совершенствование процесса уплотнения силосной массы в горизонтальных хранилищах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л.А. Гуриченко; Азово-черноморская государственная агроинженерная академия. – зерноград – 2007.

Аннотация

Анализ теоретических исследований процесса уплотнения кормовой массы

Милько Д. О.

В статье рассмотрены последние теоретические достижения по вопросам уплотнения кормовых масс. Предложены направления дальнейшего развития исследований в данной области

Abstract

Analysis of theoretical studies of seals feed plants mass

D. Milko

Recent theoretical achievements related to feed masses compaction are considered in the article. Directions of further research development in this area are proposed