

ФІЗИКО - МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛОМИСТОГО СЛАБОРОЗКЛАДЕНОГО ГНОЮ

Мельник В.І. д.т.н., Романашенко О.А., доцент, Борхаленко Ю.А., інженер
(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)

У роботі визначені фізико – механічні та реологічні властивості соломистого слаборозкладеного гною. Для опису стаціонарних процесів деформації гною пропонується використати теорію в'язко-пластичної течії

Викладаються результати експериментальних досліджень фізико-механічних та реологічних властивостей слабо розкладеного гною в широких межах вологості. Пропонується модель стану середовища, яка дозволяє встановити залежність між напруженням і деформацією.

Підстилковий гній – складна полідисперсна багаторазова система, яка становить собою дисперсію рідини у твердому тілі. Дисперсна фаза гною складається із твердих екскрементів тварин, залишків корму і підстилкового матеріалу. Дисперсним середовищем є рідкі екскременти тварин і технологічна вода. Залишки корму та підстилковий матеріал зв'язані між собою молекулярними зв'язками колоїдних часток твердих та рідких екскрементів, утворюючи простірний каркас структури .

Аналізуючи результати досліджень фізико-механічних та реологічних властивостей підстилкового гною можна сказати, що знання в цьому напрямку ще не достатні щодо оптимального проектування робочих органів машин дня внесення органічних добрив.

До сьогодні не існує моделі такого середовища, як підстилковий гній, яка б адекватно відображувала в реальних умовах стан об'єкту, існуючі в ньому та ефекти.

Для таких багато компонентних систем фізико-механічні та реологічні властивості під час навантаження настільки ускладнюються, що складання рівнянь становить складну задачу. При побудові реологічної моделі слабо розкладеного гною в межах вологості 65 - 85% користуються найпростішими моделями, які відображають найбільш важливі властивості середовища-ружність, пластичність та в'язкість, а також реологічними кривими течії, побудованими за експериментальними даними.

В указаних межах вологості і соломистості 15- 25% насипна щільність змінюється в межах 500-230 $кг/м^3$. Збільшення долі підстилки зменшує насипну щільність, інтенсивний ріст її починається на межі повної вологоємності матеріалу. Залежність насипної щільності ρ від вологості w та соломистості δ , $\rho = fw\delta$ добре апроксимується рівнянням параболи. Для гною соломистістю 15% між насипною щільністю та вологістю 65-85% існує залежність:

$$\rho = 1,25w^2 - 160w + 5587.8 \quad (1)$$

де ρ - насипна щільність, w - вологість, %;

Коефіцієнт тертя ковзання слабзорозкладеного гною по стерні озимих при постійному нормальному тиску залежить в рівній мірі як від вологості, так і від кількості підстилки.

$$\rho = f w \delta$$

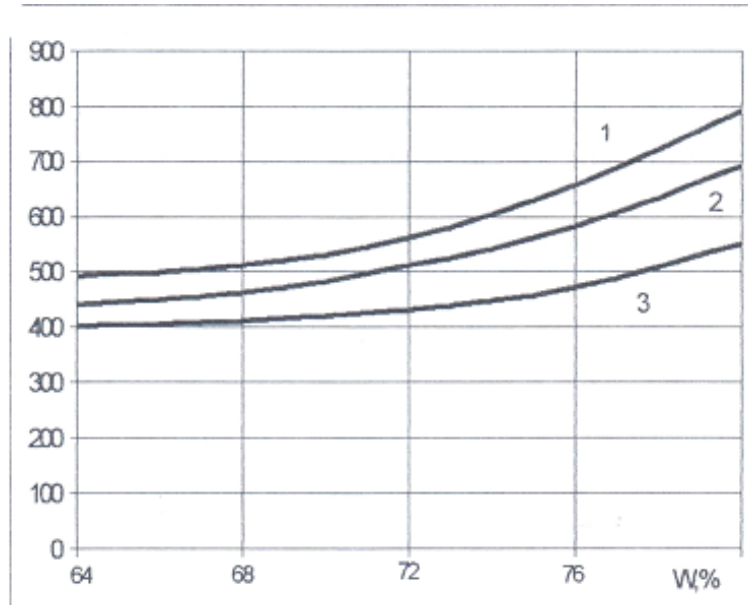


Рис. 1. Змінювання насипної щільності слабзорозкладеного гною в залежності від вологості, при соломистості: 1-5%; 2-10%; 3-15%

При збільшенні вологості він спочатку збільшується, а потім зменшується. Це пояснюється молекулярно-кінетичною теорією, згідно якої сила тертя пропорційна навантаженню та силі молекулярного притягання тіл, які труться, що забезпечує міцність їх зв'язків. Збільшення вологості зменшує міцність внутрішніх зв'язків самого гною, виникає здвиг в середині шару, що приводить до зниження коефіцієнта тертя ковзання. Зі збільшенням частки підстилки він збільшується.

Соломистий гній краще зберігає форму скелета, він менш пластичний, в нього значно вища напруга внутрішнього здвигу, крім того при переміщенні по стерні орієнтація стебел не сприяє легкому ковзанню. Залежність між коефіцієнтом тертя ковзання по стерні та вологістю слабзорозкладеного гною соломистістю 15% має вигляд:

$$f_c = -5,6 \cdot 10^{-4} w^2 + 8,98 \cdot 10^{-2} \cdot w - 2,74 \quad (2)$$

де f_c - коефіцієнт тертя ковзання; w - вологість, %.

При вивченні кривих консистентності гною $h = f(p)$ при течії в ротаційнім віскозиметрі, визначена природа матеріалу. Крива консистентності не проходить початок координат, що означає, що досліджуваний матеріал можна віднести до групи твердоутворюючих тіл, котрі мають граничні напруження здвигу, Реологічні властивості такої твердоутворюючої структури характеризується залежності: $\varepsilon = f(\tau)$.

Прямолінійна ділянка реологічної кривої $\varepsilon = f(\tau)$ відповідна встановленому режимові в межах вологості 65-85% і солемистості 15-25% гною, апроксимується з найменшою помилкою рівнянням виду:

$$Y = Ax + B \quad (3)$$

вільний член B має негативний знак. З цього зрозуміло, що напрям вектора деформації та сили, яка викликає деформацію в ротаційнім візкометрі, не зберігається.

Якщо значення реологічних коефіцієнтів прийняти $A = 1/2$, $B = -\tau_0/\eta$, то рівняння (3) прийме наступний вид:

$$\varepsilon = 1/\eta\tau - \tau/\eta \quad (4)$$

де η - коефіцієнт в'язкості, $\text{Па}\cdot\text{с}$; τ_0 граничне напруження здвигу. Па .

Така структура володіє еластичністю, пластичністю та в'язкістю, реологічна модель, якої підпорядковується закону Шведова-Бінгама

При вивченні залежності граничного напруження здвигу та в'язкості слабозрідженого гною від вологості та солемистості легко помітити, що реологічні характеристики в більшій мірі залежать від вологості, ніж від солемистості (рис. 2).

При зменшенні вологості граничне напруження здвигу та в'язкість різко збільшуються. Інтенсивність їх зростання із збільшенням частки підстилки знижується це можна пояснити в такий спосіб.

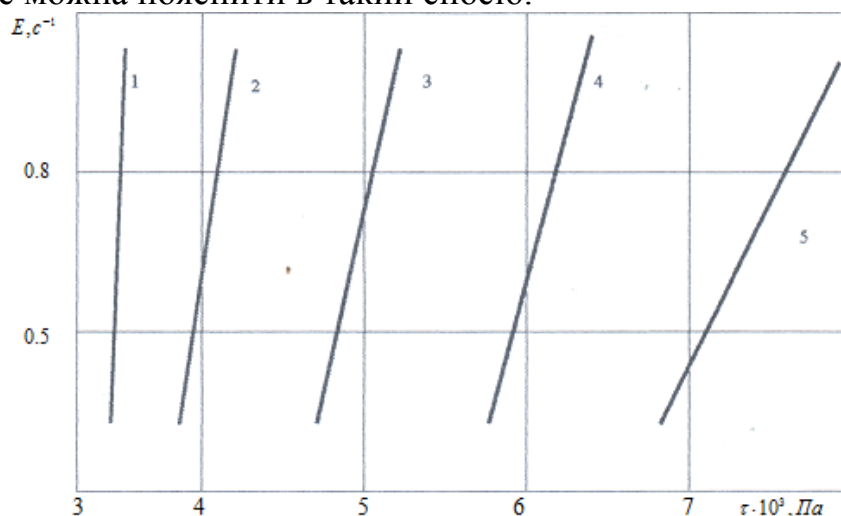


Рис. 2. Залежність опору здвигу від швидкості течії і слабозрідженого гною солемистістю 5% при вологості: 1-79,8%; 2- 76,3%; 3- 72%;4- 68,5%;5-64,4%

При малій солемистості гною в одиниці об'єму більше часток екскрементів тварин, котрі повністю обволікають солому і тим самим забезпечують міцність їх зчеплення. З підвищенням частки підстилки на одиницю об'єму становиться недостатньо екскрементів, щоб зв'язати її, що приводить до зниження міцності зчеплення.

Пластичність буде тим більша, чим краще матеріал зберігає свою форму, тобто, чим більше граничне напруження здвигу. З іншого боку, матеріал пови-

нен вважатися більш пластичним, якщо він легше деформується і обробляється за межою течії, тобто якщо у нього буде менша пластична в'язкість.

Із цього слідує, що пластичність гною визначається не властивостями часток, утворюючи структуру, а характером коагуляційних зв'язків, утворюючих просторовий каркас. В твердоутворюючій структурі частки зв'язані між собою вандервальсовими силами через тонкі прошарки рідкої фази. Наявність рідкої фази полегшує процес ущільнення структури способом обезвоження.

Поступове виведення води забезпечується зближенням часток і викликає значне підвищення міцності.

Ущільнення маси гною проходить за рахунок зменшення пористості, видавлювання води, відбувається наче б то більш щільніша укладка часток.

При цьому взаємні здвиги відсутні, а перебудова структури супроводжується «без розриву зв'язків. Із зростанням навантажування характер деформації змінюється. В результаті зменшення об'єму щілин значно збільшуються сили взаємодії між частками. Ці сили у подальшому починають перешкоджати зближенню часток і в матеріалі виникають площини здвигів. Весь масив, який деформується, охоплюється здвигами і переміщенням окремих часток без помітної зміни об'єму.

Весь масив, втягнений в деформацію охоплюється здвигами, проходить пластична течія гною.

Висновки. 1. Рівняння в'язкопластичної течії дня одномірного здвигу з достатньою точністю характеризує таку дисперсну систему як гній.

2. Властивість матеріалу характеризується при цьому двома величинами граничним напруженням здвигата пластичною в'язкістю.

3. Отримані рівняння мали змогу об'єктивно визначити характеристики матеріалу та спроектувати нові органи машин для внесення органічних добрив.

Список використаних джерел

1. Васильєв В. А., Филиппов Н.В. справочник по органическим удобрениям. -М.: Россельхозиздат, 1984. - 254 с.

2. Марченко Н.М., Личман Г.И. Основные вопросы теории расчета движения жидкого навоза. // Научные вопросы механизации внесения органических удобрений. - М.: Колос, 1974. - 49с.

Аннотация

Физико-механические свойства соломистого слаборозложившегося навоза

Мельник В.И., Романашенко А.А., Борхаленко Ю.А.

В работе определены физико-механические и реологические свойства соломистого слаборазложившегося навоза. Для описания стационарных процессов деформации навоза, предлагается использовать теорию вязкопластического течения

Abstract

Physical — mechanical properties of straw faintly decompose manure

V. Melnik, A. Romanashenko, U. Byrhalenko

Determination a physics-mechanical and reological characteristics straw little degraded manure for stationary process description of deformation of a manure is recommended to use theory " viscous liquefied current"