

## СКЛАДОВІ СТРУКТУРИ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

**Мельник В.І., д.т.н., проф., Романащенко О.А., доц.**

*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 просторий 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.*

*Ключові слова - добрива, структура, дослідження, аналіз.*

**Постанова проблеми.** 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 - пружність, пластичність та в'язкість, а також реологічними кривими течії, побудованими за експериментальними даними.

**Метою досліджень** органічних добрив в наведених межах вологості і соломистості 15- 25% є визначення насипної щільності, яка змінюється в межах 500-230 кг/м<sup>3</sup>, вплив збільшення долі підстилки на насипну щільність.

**Основна частина.** Залежність насипної щільності  $\rho$  від вологості  $w$  та соломистості  $\delta$ ,  $\rho = fw\delta$  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  $\rho$  - 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 (рисунок 1).

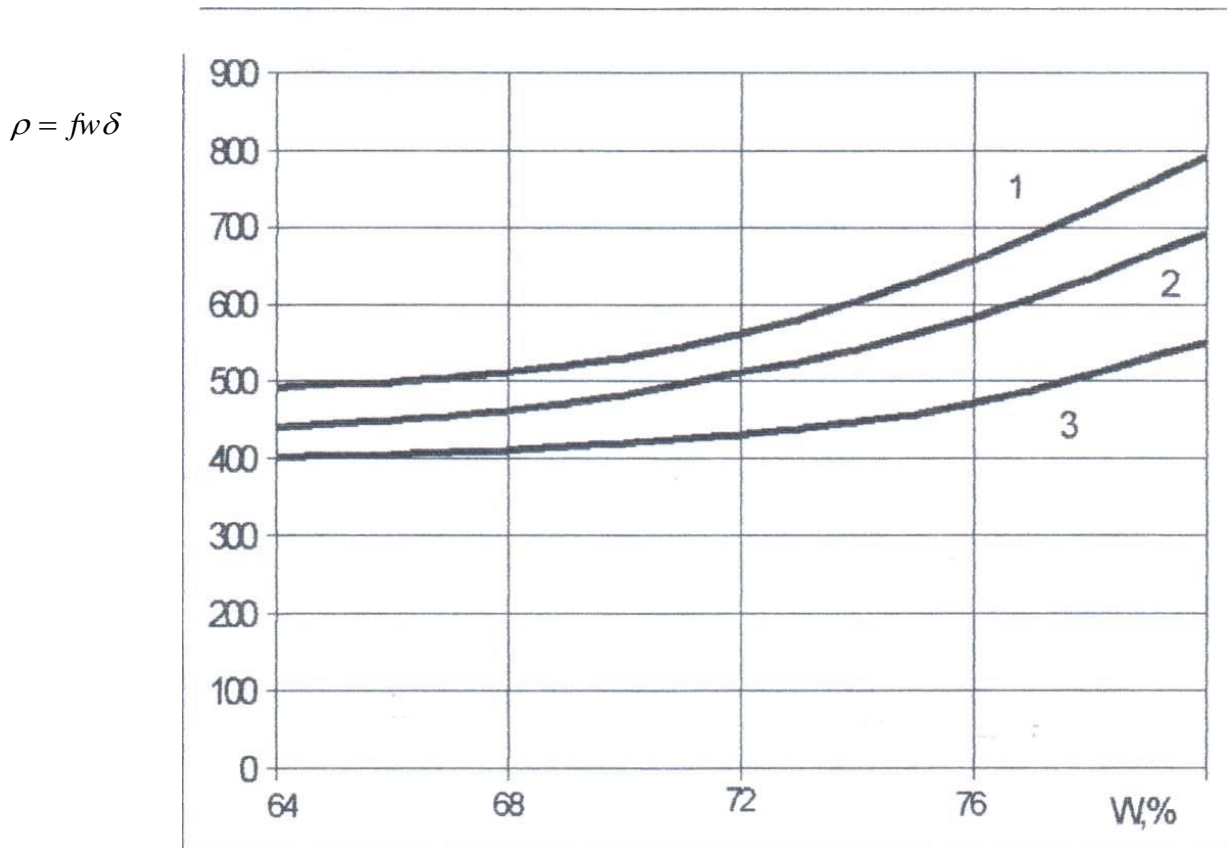


Рис. 1 – Змінювання насипної щільності слабзорозкладеного гною в залежності від вологості, при солоmistості: 1-5%; 2-10%; 3-15%

При збільшенні вологості він спочатку збільшується, а потім зменшується. Це пояснюється молекулярно-кінетичною теорією, згідно якої сила тертя пропорційна навантаженню та силі молекулярного тяжіння 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.

Солоmistий 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 солоmistістю 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 солонистості 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 віскозиметрі, не зберігається.

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

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

де  $\eta$  - коефіцієнт в'язкості,  $Па \cdot c$ ;  
 $\tau_0$  граничне напруження здвигу.  $Па$ .

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

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

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

При малій солонистості 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 повинен вважатися більш пластичним, якщо він легше деформується і обробляється за межею течії, тобто якщо у нього буде менша пластична в'язкість.

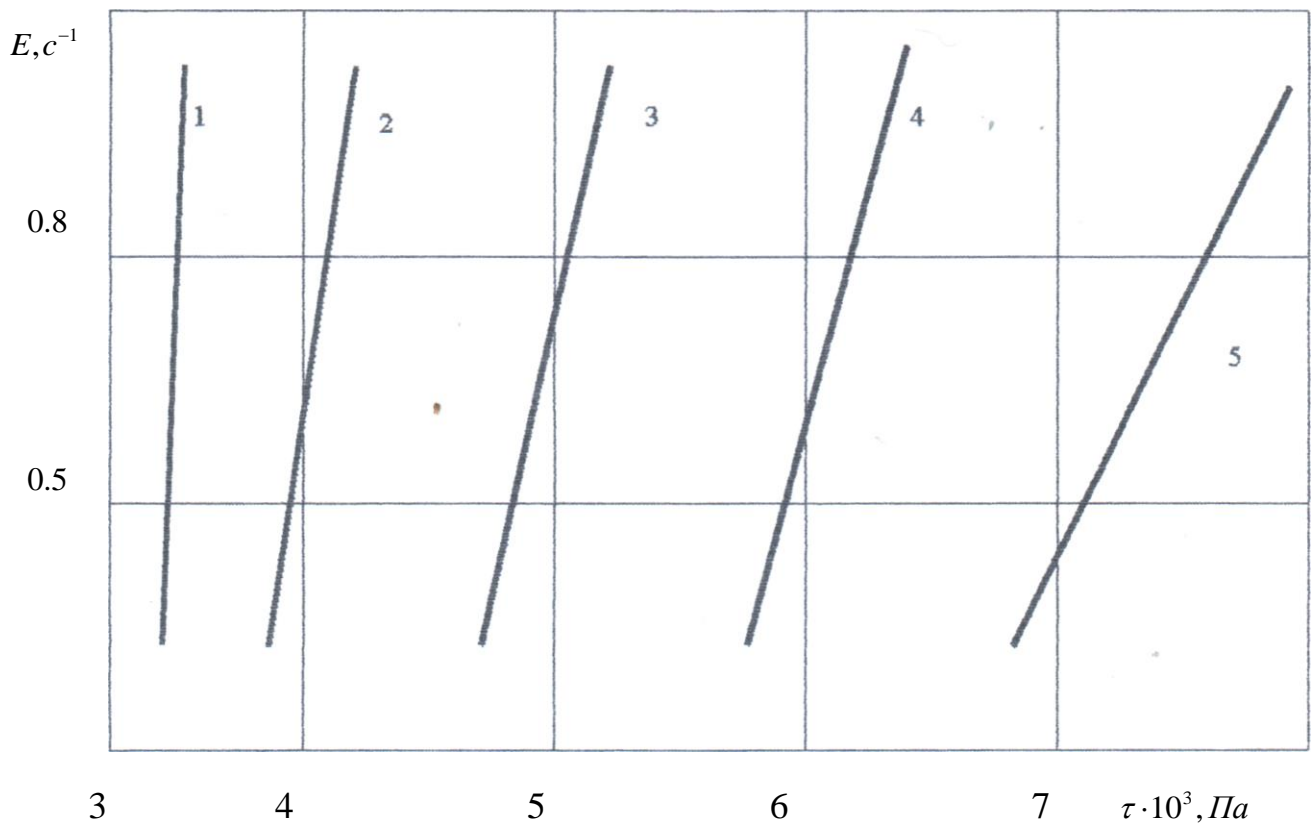


Рис. 2 – Залежність опору здвигу від швидкості течії і слаблорозжиженого гною соломистістю 5% при вологості: 1 - 79,8%; 2 - 76,3%; 3 - 72%; 4 - 68,5%; 5 - 64,4%

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 зневоднення.

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 здвигов. 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 для одномірного здвигу з достатньою точністю характеризує таку дисперсну систему як гній.
2. Властивість матеріалу характеризується при цьому двома величинами

граничним напруженням зсуву та 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

## СОСТАВНЫЕ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Мельник В.И., Романашенко А.А.

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

*Приводятся результаты экспериментальных исследований физико-механических и реологических свойств слабо-разложеного навоза в широких границах влажности. Предлагается модель состояния среды, которая позволит восстановить зависимость между напряжением и деформацией.*

*Подстилочный навоз – сложная полидисперсная многофазовая система, которая являет собой дисперсную жидкость в твердом теле. Дисперсная фаза навоза состоит из твердых экскрементов животных, остатков кормов и подстилочного материала. Дисперсной средой есть жидкие экскременты животных и технологическая вода. Остатки кормов и подстилочный материал связаны между собой молекулярными связями коллоидных частиц твердых и жидких экскрементов, которые образуют пространственный каркас структуры.*

*Анализируя результаты исследований физико-механических и реологических свойств подстилочного навоза можно сказать, что знания в этом направлении недостаточны, относительно оптимального проектирования рабочих органов машин для внесения твердых органических удобрений.*

*Ключевые слова – удобрения, структура, исследования, анализ*

### Abstract

## COMPOSITE STRUCTURES OF SOLID ORGANIC FERTILIZERS

V. Melnik, A. Romanashenko

*The physico-mechanical and rheological properties of straw of weakly*

*decomposed manure are determined in the work. To describe the stationary processes of manure deformation, it is proposed to use the theory of viscoplastic flow.*

*The results of experimental studies of physico-mechanical and rheological properties of weakly decomposed manure in wide moisture limits are presented. A model of the state of the medium is proposed, which will allow us to restore the relationship between stress and strain.*

*Litter manure is a complex polydisperse reusable system, which is a dispersed liquid in a solid. The dispersed phase of manure consists of solid animal excrement, remains of feed and litter material. Dispersive medium is liquid excrement of animals and process water. The remains of feed and litter are linked together by molecular bonds of colloid particles of solid and liquid excrement, which form the spatial framework of the structure.*

*Analyzing the results of studies of the physico-mechanical and rheological properties of litter manure, it can be said that knowledge in this direction is insufficient, with regard to the optimal design of the working organs of machines for applying solid organic fertilizers.*

*Key words - fertilizer, structure, research, analysis.*