

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЛАБО РОЗКЛАДЕНОГО ГНОЮ ПРИ РІЗНІЙ ВОЛОГОСТІ

Мельник В.І., д.т.н., проф., Романашенко О.А., доц., Пирогов В.О., студ.
*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

У роботі приведені результати реологічних та фізико-механічних властивостей соломистого слабо розкладеного гною, визначено теорію руху. Дана характеристика соломистого гною. Проведено аналіз існуючих досліджень та зроблені висновки стосовно проектування робочих органів валкувача органічних добрив. Побудована реологічна модель слабо розкладеного гною при вологості 65-85 % з відображенням властивостей середовища - пружність, пластичність та в'язкість. Визначено залежність насипної щільності від вологості та соломистості, що дало змогу зробити висновки стосовно коефіцієнту тертя ковзання. Побудовані графіки дають змогу стверджувати, що досліджуваний матеріал можна віднести до групи твердоподібних тіл, котрі мають граничні напруження здвигу. Виходячи з цього 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. Це підтверджує, що 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, в наслідок чого в матеріалі виникають площини здвигів, які сприяють зникненню склепоутворення перед робочими органами валкувача.

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 ексcrementів тварин, залишків корму і підстилкового матеріалу. Дисперсним середовищем є рідкі ексcrementи тварин і технологічна вода. Залишки корму та підстилковий матеріал зв'язані між собою молекулярними зв'язками колоїдних часток твердих та рідких ексcrementів, 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 для

внесення органічних добрив.

До сьогодні не існує моделі такого середовища, як підстилковий гній, яка б адекватно відображала 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.

В указаних межах вологості і солемистості 15-25% насипна щільність змінюється в межах 500-230кг/м³. Збільшення долі підстилки зменшує насипну щільність, інтенсивний ріст її починається на межі повної вологоємності матеріалу. Залежність насипної щільності ρ від вологості w та солемистості δ , $\rho = f(w, \delta)$ добре апроксимується рівнянням параболи. Для гною солемистістю 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 слабо розкладеного гною по стерні озимих при постійному нормальному тиску залежить в рівній мірі як від вологості, так і від кількості підстилки.

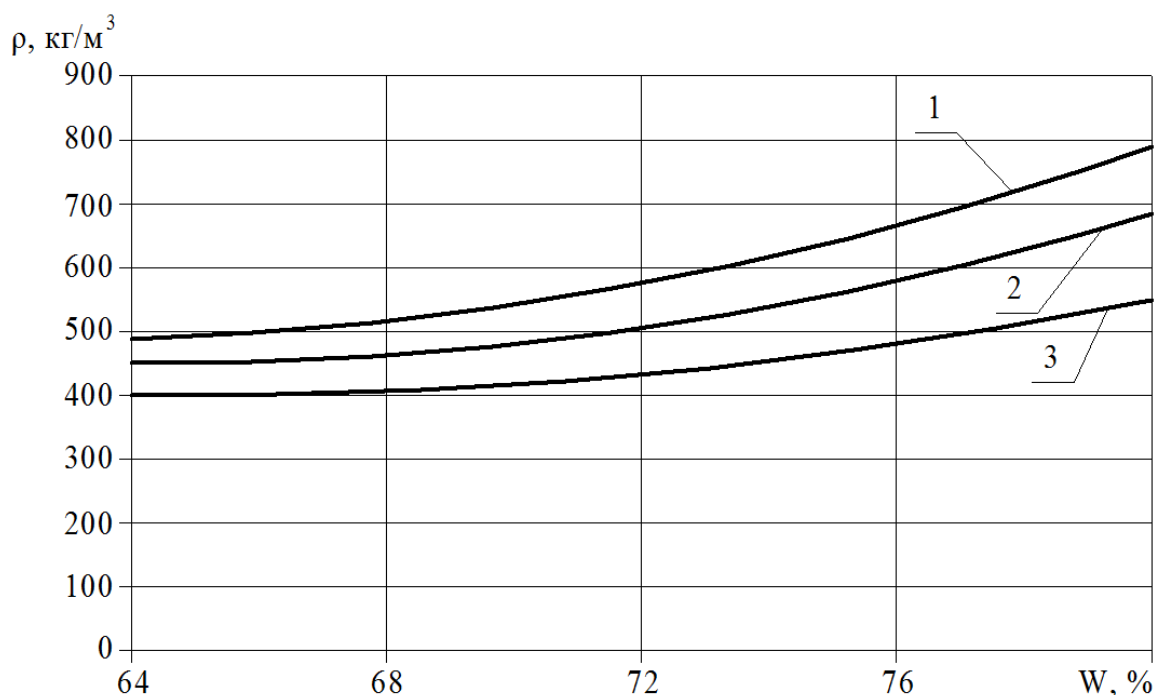


Рис. 1 – Змінювання насипної щільності слабо розкладеного гною в залежності від вологості, при солемистості: 1-5%; 2-10%; 3-15%

При збільшенні вологості він спочатку збільшується, а потім зменшується. Це пояснюється молекулярно-кінетичною теорією, згідно якої сила тертя пропорційна навантаженню та силі молекулярного притягіння 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 слабо розкладеного 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 $n = f(p)$ при течії в ротаційнім віскозиметрі, визначена природа матеріалу.

Крива консистентності не проходить початок координат, що означає, що досліджуваний матеріал можна віднести до групи твердоподібних тіл, котрі мають граничні напруження здвигу. Реологічні властивості такої твердоподібної структури характеризується залежності $\varepsilon = f(\tau)$.

Прямолінійна ділянка реологічної кривої $\varepsilon = f(\tau)$ відповідна встановленому режимові в межах вологості 65-85% і соломистості 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: η – коефіцієнт в'язкості, Па*с;
 τ_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 слабо розкладеного гною від вологості та соломистості легко помітити, що реологічні характеристики в більшій мірі залежать від вологості, ніж від соломистості (рис. 2).

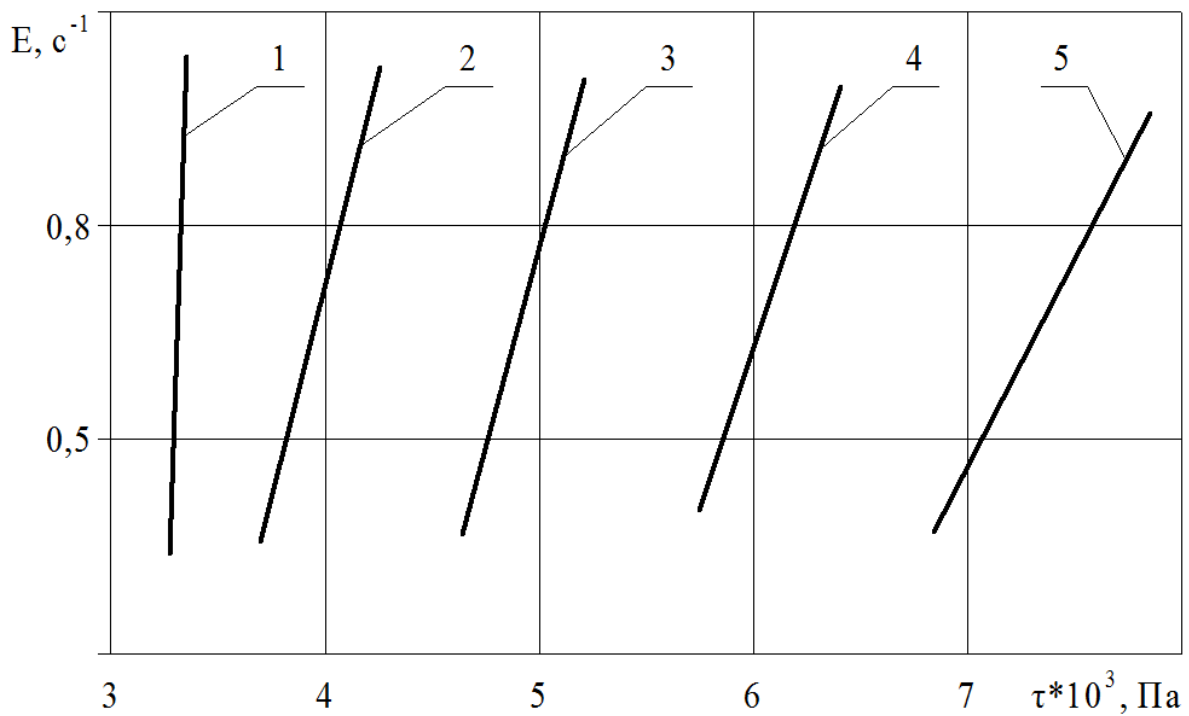


Рис. 2 – Залежність опору здвигу від швидкості течії і слабо розжиженого гною солонистістю 5% при вологості: 1-79,8%; 2- 76,3%; 3- 72%; 4- 68,5%; 5-64,4%

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 гам самим забезпечують міцність їх зчеплення.

З підвищенням частки підстилки на одиницю об'єму становиться недостатньо екскрементів, щоб зв'язати її, що приводить до зниженім 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.

Із цього слідує, що пластичність гною визначається не властивостями часток, утворюючи структуру, а характером коагуляційних зв'язків, утворюючих просторовий каркас. В твердо подібній 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 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'язко пластичної течії для одноірного здвигу з достатньою точністю характеризує таку дисперсну систему як гній.

2. Властивість матеріалу характеризується при цьому двома величинами граничним напруженням здвигу 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., Филишов Н.В. Справочник по органическим удобрениям [Текст] / – М.: Россельхозиздат. 1984, - 254 с.
2. Марченко Н.М., Личман Г.И. Основные вопросы теории расчета движения жидкого навоза. [Текст] // Научные вопросы механизации внесения органических удобрений. – М.: Колос, 1974. - 49 с.

Аннотация

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛАБО РАЗЛОЖЕННОГО НАВОЗА ПРИ РАЗНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Мельник В.И., Романащенко А.А., Пирогов В.А.

В работе приведены результаты реологических и физико-механических свойств соломистого слабо разложеного перегноя, определена теория движения. Дана характеристика соломистого перегноя. Проведен анализ существующих исследований и сделаны выводы для проектирования рабочих органов валкователя органических удобрений. Построена реологическая модель слабо разложившегося перегноя с влажностью 65-85% с отображением свойств среды – упругости, пластичности и вязкости. Определена зависимость насыпной плотности от влажности и соломости, что позволило сделать выводы по отношению к коэффициенту трения скольжения. Построенные графики дают основание сказать, что экспериментальный материал можно отнести к группе твердообразных тел, которые имеют граничные напряжения сдвига. С этого пластичность будет тем больше, чем лучше материал сохраняет свою форму. С другой стороны, материал должен считаться более пластичным, если он легче деформируется и обрабатывается за пределами течения, то есть, если у него будет меньше пластическая вязкость. Это подтверждает, что уплотнённая масса перегноя проходит за счет уменьшения пористости, выдавливания воды, при более плотной укладке частиц. При этом

взаимные сдвиги отсутствуют, перестроение структуры осуществляется без разрыва связей при возникновении в материале плоскостей сдвига, которые способствуют исчезновению сводообразования перед рабочими органами валкователя.

Abstract

THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WEAKLY DECOMPOSED MANURE AT DIFFERENT MOISTURE

V. Melnik, A. Romanashenko, V. Pirogov

The results of the rheological and physico-mechanical properties of poorly decomposed humus solomistogo, defined the theory of motion. The characteristic solomistogo humus. The analysis of existing research and draw conclusions for the design of the working bodies of the swather organic fertilizers. Rheological model is constructed poorly decomposed humus with a moisture content of 65-85% of the display properties of the medium - elasticity, ductility and toughness. The dependence of the bulk density and moisture solomistosti, allowing to draw conclusions with respect to the coefficient of sliding friction. Plotting give grounds to say that the experimental material can be attributed to the group tverdoobraznyh bodies that have boundary shear stress. Since this will be the greater the ductility, the better a material retains its shape. On the other hand, the material should be considered more ductile if it is easier to deform and processed outside of the flow, that is, if it is less the plastic viscosity. This confirms that the compacted mass of humus passes by reducing porosity, squeezing the water, with a denser packing of particles. This reciprocal changes are absent, rebuild the structure is carried out without breaking the bonds in the event of a shift in the material plane, which contribute to the disappearance of bridging the workers rake authorities.