

Міністерство освіти і науки України

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**Інженерно-
технологічний
факультет**

Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів

**Методичні вказівки
щодо виконання самостійної роботи**

Суми – 2021

Міністерство освіти і науки України

Сумський національний аграрний університет

Кафедра "Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій"

Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів

Методичні вказівки

**щодо виконання самостійної роботи для студентів 2 курсу,
галузі знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»; Спеціальність:
208 «Агроінженерія» ступінь вищої освіти: «Молодший бакалавр»;
початкового (короткий цикл) рівня вищої освіти
кваліфікації: «Молодший бакалавр з агроінженерії»;
очної форми навчання**

ББК 40.72 я 73
М 55
УДК 620.16:63 (075.8)

Укладач: старший викладач *Калнагуз О. М.*

М 55 Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи для студентів 2 курсу, галузі знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»; спеціальність: 208 «Агроінженерія» ступінь вищої освіти: «Молодший бакалавр»; кваліфікації: «Молодший бакалавр з агроінженерії»; очної форми навчання – Суми: СНАУ, 2021. – 19 с., 2 рис.

Методичні вказівки призначені для самостійного вивчення студентами наступних тем: властивість ґрунту як об'єкта обробітку та механіко – технологічні властивості добрив як об'єкта механізованого внесення в ґрунт.

Рецензенти:

Соларьов Олександр Олексійович к.т.н., кафедри “Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій”.

Саржанов Олександр Анатолійович к.т.н., доцент, кафедри “Експлуатація техніки”.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри „Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій” **Зубко В. М.**

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою
Інженерно-технологічного факультету
(протокол № 3 від "29" листопада 2021 р.)

ВСТУП

Важливим моментом навчального процесу є закріплення студентами викладеного викладачем теоретичного матеріалу. Вправи, котрі наводяться нижче, не можуть в повній мірі вичерпати всіх тих питань, які можуть виникнути при вивченні механіко – технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів. Вони звертають увагу в основному на ті задачі, які потрібно розв'язувати інженеру-механіку сільськогосподарського виробництва в його наступній діяльності.

Вважаємо, що ці методичні вказівки допоможуть студентам при вивченні дисципліни.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ДИСЦИПЛІНИ

Методичні вказівки

Робота складається з чотирьох завдань.

В *першому завданні* приділяється увага вирішенню задач з властивостей ґрунтів (5 задач).

В *другому завданні* приділяється увага вирішенню задач з властивостей добрив (5 задач).

При виконанні завдань 1 та 2 студент вибирає свій варіант згідно з шифром по списку в журналі викладача (табл. 1, 2).

Робота виконується у звичайному (шкільному) зошиті. Схеми також виконують в зошиті. Схеми, креслення, оформлення тексту роботи (нумерація формул, розшифрування літерних символів і т. п.) виконуються у відповідності з вимогами ЄСКД.

В роботі повинно бути посилання на літературу, що використовується.

ЗАВДАННЯ 1

Властивості ґрунту як об'єкта обробітку

Таблиця 1. Вихідні дані для виконання завдання 1

№ питання	Параметр, одиниці виміру	Остання цифра шифру									
		1/11	2/12	3/13	4/14	5/15	6/16	7/17	8/18	9/19	10/20
1	W_a , %	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28
	Δm_B , Г	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/10	10/9
	m_C , Г	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
2	h_1 , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h_2 , мм	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2	6,0
	h_3 , мм	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7	7,7	8,4	9,1	9,8
	h_4 , мм	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10	11	12	13	14
	h_5 , мм	7,5	9,0	10,5	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21
	h_6 , мм	10,5	12,6	15	17	19,0	21	23	25	27,3	29,4
	h_7 , мм	14,0	17	19,6	22,4	25	28	30,8	33,6	36,4	39,2
	h_8 , мм	14,0	17	19,6	22,4	25	28	30,8	33,6	36,4	39,2
	h_9 , мм	14,0	17	19,6	22,4	25	28	30,8	33,6	36,4	39,2
3	h_1 , мм	125	130	135	140	145	150	160	170	180	190
		150	160	170	180	190	125	130	135	140	145
	h_2 , мм	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
	h_3 , мм	255	265	275	285	295	300	305	310	315	320
4	Стан ґрунту *	Гр.	Сил.	Сер.	Сл.	Розс.	Гр.	Сил.	Сер.	Сл.	Розс.
		Сил.	Сер.	Сл.	Розс.	Гр.	Сил.	Сер.	Сл.	Розс.	Гр.
5	Δm_B , Г	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		22	21	20	19	18	17	16	15	12	14

* Примітка: Гр. – граничнов'язкий; Сил. – сильнов'язкий; Сер. – середньов'язкий; Сл. – слабков'язкий; Розс. – розсипчастий.

1. Як зміниться абсолютна вологість ґрунту, якщо до нього вологістю W_A' додати води масою Δm_B . Після висушування маса абсолютно сухого ґрунту складає m_C .

Дано: $W_A' = 15\%$; $\Delta m_B = 1\text{ г}$; $m_C = 25\text{ г}$.

РОЗВ'ЯЗОК:

Абсолютну вологість ґрунту W_A (%) обчислюють за формулою

$$W_A = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100,$$

де m_B – маса зразка ґрунту до висушування (вологий ґрунт), г;
 m_C – маса зразка ґрунту після висушування (сухий ґрунт), г.

$$15 = \frac{m_B' - 25}{25} \cdot 100.$$

$$25 \cdot 15 = (m_B' - 25) \cdot 100.$$

$$m_B' = 0,15 \cdot 25 + 25 = 28,75 \text{ грам.}$$

$$m_B = m_B' + \Delta m_B = 28,75 + 1 = 29,75 \text{ грам.}$$

$$W_A = \frac{29,75 - 25}{25} \cdot 100 = 0,19 \cdot 100 = 19\%.$$

Відповідь: Абсолютна вологість ґрунту збільшиться на $\Delta W = W_A - W_A' = 19\% - 15\% = 4\%$.

2. По наданих координатах накреслити фрагмент твердограми; для фрагмента твердограми визначити:

а) середню твердість ґрунту T , якщо діаметр наконечника твердоміра $D = 2$ см, жорсткість пружини $q_{\text{ПР}} = 200$ Н/см;

б) коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту q ;

в) роботу A , яка потрібна для заглиблення наконечника до межі пропорційності. Глибина занурення наконечника складає: $l_1 = 0$ мм; $l_2 = 5$ мм; $l_3 = 10$ мм; $l_4 = 15$ мм; $l_5 = 20$ мм; $l_6 = 30$ мм; $l_7 = 40$ мм; $l_8 = 50$ мм; $l_9 = 60$ мм.

Індекси глибин занурення наконечника відповідають індексам ординат твердограми.

Дано: $h_1 = 0$ мм; $h_2 = 2$ мм; $h_3 = 3,5$ мм; $h_4 = 5,0$ мм; $h_5 = 7,5$ мм; $h_6 = 10,5$ мм; $h_7 = 14,0$ мм; $h_8 = 14,0$ мм; $h_9 = 14,0$ мм.

РОЗВ'ЯЗОК:

1. Середню твердість ґрунту T (кПа) визначають за формулою

$$T = \frac{10 \cdot \bar{h} \cdot q_{\text{ПР}}}{S},$$

де $\bar{h}$ – середня ордината діаграми, мм;

$q_{\text{ПР}}$ – жорсткість пружини, Н/мм; (згідно умови дано $q_{\text{ПР}} = 200$ Н/см, підставляємо 20 Н/мм);

S – площа основи наконечника, см².

$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9}{9};$$

$$\bar{h} = \frac{0 + 2 + 3,5 + 5,0 + 7,5 + 10,5 + 14 + 14 + 14}{9} = 7,83 \text{ мм.}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

де D – діаметр наконечника твердоміра $D = 2$ см,

$$S = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ см}^2.$$

$$T = \frac{10 \cdot 7,83 \cdot 20}{3,14} = 498,73 \text{ кПа.}$$

2. Коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту q (Н/см³) визначають за формулою

$$q = \frac{F_A}{S \cdot l_A} = \frac{h_A \cdot q_{\text{ПР}}}{S \cdot l_A},$$

де F_A – сила вдавлювання наконечника до точки A діаграми, яка відповідає межі пропорційності між силою F і глибиною його занурення l_A , Н;

h_A – ордината, яка відповідає точці A діаграми, мм;

l_A – глибина занурення наконечника до точки A діаграми, см.

По заданих координатах (ординати h та глибині l) малюємо фрагмент твердограми (рис. 1).

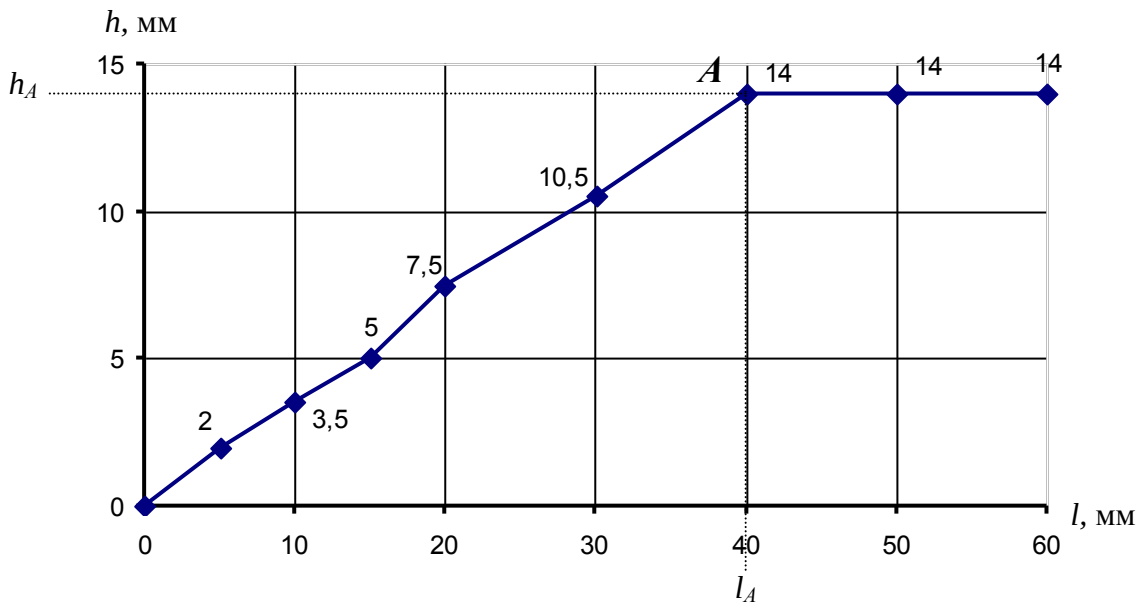


Рис. 1. Фрагмент твердограми

Вибираємо з графіку дані т. А ($h_A = 14$ мм = 1,4 см; $l_A = 40$ мм = 4 см)

$$q = \frac{1,4 \cdot 200}{3,14 \cdot 4} = \frac{280}{12,56} = 22,29 \frac{\text{Н}}{\text{см}^3}.$$

3. Роботу A (Дж), яка потрібна для заглиблення наконечника до межі пропорційності, обчислюють за формулою

$$A = \frac{F_A \cdot l_A}{200}.$$

$$A = \frac{1,4 \cdot 200 \cdot 4}{200} = 5,6 \text{ Дж.}$$

Відповідь: Середня твердість ґрунту становить 498,73 кПа. Коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту $q = 22,29 \text{ Н/см}^3$. Робота, яка потрібна для заглиблення наконечника до межі пропорційності, $A = 5,6 \text{ Дж}$.

3. На пластину приладу (рис. 2) по визначенню статичного коефіцієнта тертя кладуть зразки ґрунту різної вологості. Визначити коефіцієнт тертя трьох зразків, якщо вони починають сповзати по пластині при підніманні її незакріпленого кінця відповідно на висоти h_1 , h_2 та h_3 . Довжина похилої площини 3 $l = 400$ мм.

Дано: $h_1 = 125$ мм; $h_2 = 200$ мм; $h_3 = 255$ мм.

РОЗВ'ЯЗОК:

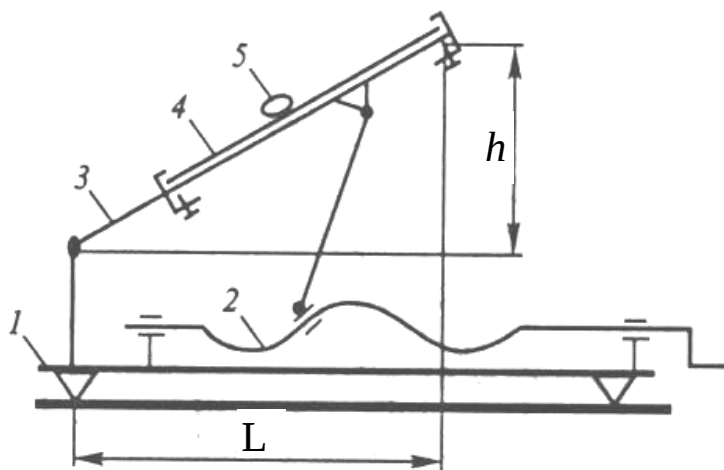


Рис. 2. Схема приладу для визначення статичного коефіцієнта тертя:

- 1 – плита;
- 2 – гвинт;
- 3 – похила площина;
- 4 – досліджувана поверхня;
- 5 – досліджуваний матеріал

Статичний коефіцієнт тертя f_{CT} визначають за формулою

$$f_{CT} = \operatorname{tg} \varphi,$$

де φ – кут нахилу поверхні, з якої починає сповзати зразок матеріалу, до горизонту, град.

$$\text{Кут } \varphi = \arcsin \frac{h}{l},$$

де h – проекція похилої площини 3 на вертикаль, мм;

l – довжина похилої площини 3 (пластини), мм.

$$\varphi_1 = \arcsin \frac{125}{400} = 18,21^\circ.$$

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{200}{400} = 30^\circ.$$

$$\varphi_3 = \arcsin \frac{255}{400} = 39,61^\circ.$$

Знайдемо статичний коефіцієнт тертя

$$f_{CT1} = \operatorname{tg} 18,21^\circ = 0,33.$$

$$f_{CT2} = \operatorname{tg} 30^\circ = 0,58.$$

$$f_{CT3} = \operatorname{tg} 39,61^\circ = 0,83.$$

Відповідь: Для заданих умов статичні коефіцієнти тертя будуть складати 0,33; 0,58; 0,83.

4. Визначити, яку масу повинна складати чашка з піском приладу для визначення липкості ґрунту, щоб відірвати диск діаметром $D = 56$ мм від відповідного ґрунту.

Дано: Стан ґрунту * Гр. (граничнов'язкий),
липкість ґрунту $\sigma_{\text{л}}$ більше $1,5 \text{ кПа} = 1600 \text{ Па}$.

Класифікація ґрунтів за зусиллям прилипання

Стан ґрунту	Липкість ґрунту $\sigma_{\text{л}}$, кПа
Граничнов'язкий	$> 1,5$
Сильнов'язкий	$0,5 - 1,5$
Середньов'язкий	$0,2 - 0,5$
Слабков'язкий	$0,05 - 0,2$
Розсипчастий	$0,01 - 0,05$

РОЗВ'ЯЗОК:

Липкість ґрунту $\sigma_{\text{л}}$ (Па) визначають за формулою

$$\sigma_{\text{л}} = \frac{10^6 \cdot F}{S},$$

де F – сила відривання диска приладу від поверхні ґрунту, Н;
 S – площа поверхні диска, мм^2 .

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \quad S = \frac{3,14 \cdot 56^2}{4} = 2461,76 \text{ мм}^2.$$

Сила F (Н)

$$F = m \cdot g,$$

де m – маса чашки з піском, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

$$\sigma_{\text{л}} = \frac{10^6 \cdot m \cdot g}{S}.$$

Звідси знаходимо m .

$$m = \frac{\sigma_{\text{л}} \cdot S}{10^6 \cdot g}.$$

$$m = \frac{1600 \cdot 2461,76}{10^6 \cdot 9,81} = \frac{3938816}{9810000} = 0,402 \text{ кг} = 402 \text{ грам}.$$

Відповідь: Щоб відірвати диск діаметром 56 мм від граничнов'язкого ґрунту, маса чашки з піском повинна становити 402 грами.

5. При додаванні до абсолютно сухого ґрунту масою $m_C = 30$ г води масою Δm_B і ретельного перемішування він досяг верхньої межі пластичності. При розкочуванні на склі зразка ґрунту в шнурок діаметром 3 мм він почав кришитися на шматочки, коли в ньому стало води $\Delta m''_B = 12$ г. Визначити, до якого стану належить ґрунт.

Дано: $\Delta m_B = 12$ г. $m_C = 30$ г. $\Delta m''_B = 12$ г. (згідно умови) .

РОЗВ'ЯЗОК:

Число пластичності ґрунту $W_{\text{пл}}$ визначають за формулою

$$W_{\text{пл}} = W_B - W_H,$$

де W_B – верхня межа пластичності, тобто вологість, за якої ґрунт починає текти, %;
 W_H – нижня межа пластичності, тобто вологість, за якої ґрунт при розкочуванні в шнурок завтовшки 3 мм починає кришитися, %.

Верхню межу пластичності обчислюємо за формулою:

$$W_B = \frac{m'_B - m_C}{m_C} \cdot 100. \quad m'_B = m_C + \Delta m_B; \quad m'_B = 30 + 12 = 42 \text{ г.}$$

$$W_B = \frac{42 - 30}{30} \cdot 100 = 40\%.$$

Нижню межу пластичності обчислюємо наступним чином:

$$m''_B = m_C + \Delta m''_B; \quad m''_B = 30 + 12 = 42 \text{ г.} \quad W_H = \frac{42 - 30}{30} \cdot 100 = 40\%.$$

Число пластичності

$$W_{\text{пл}} = 40 - 40 = 0\%.$$

З нижче наведеної класифікації ґрунтів за числом пластичності визначимо ґрунт.

Класифікація ґрунтів за числом пластичності

Ґрунт	Число пластичності за Аттербергом
Глина	36
Суглинок	
важкий / середній / легкий	24 – 36 / 18 – 24 / 12 – 18
Супісок	
важкий / середній / легкий	6 – 12 / 0 – 6 / 0
Пісок	0

Відповідь: Ґрунт належить до супіску легкого або до піску.

ЗАВДАННЯ 2

Механіко – технологічні властивості добрив як об'єкта механізованого внесення в ґрунт

Таблиця 2. Вихідні дані для виконання завдання 2

№ питання	Параметр, одиниці виміру	Остання цифра шифру									
		1/ 11	2/ 12	3/ 13	4/ 14	5/ 15	6/ 16	7/ 17	8/ 18	9/ 19	10/ 20
1	F_1 , Н	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300
		60	70	80	90	100	150	200	250	300	50
	F_2 , Н	850	900	950	1050	1100	400	500	600	700	800
	F_3 , Н	1200	1250	1300	1350	1400	1500	1600	1700	1800	1900
2	D_1 , мм	361	346	333	320	308	377	296	286	275	266
	D_2 , мм	296	286	275	266	256	308	247	238	230	222
		377	296	286	275	266	361	346	333	320	308
	D_3 , мм	215	207	200	194	187	222	180	174	168	163
	l_1 , мм	277	283	290	294	298	357	351	339	307	333
		357	351	339	307	333	277	283	290	294	298
	l_2 , мм	253	257	261	265	269	332	273	325	333	339
	l_3 , мм	204	205	206	207	208	213	209	212	210	209
3	γ_1 , т/м ³	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,7	0,5
	γ_2 , т/м ³	1,1	0,9	0,8	1,0	0,8	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9
	Добриво *	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.
		С. к.	З. к.	Гн.	С. в.	З. к.	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.	С. к.
4	γ_1 , т/м ³	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7
	γ_2 , т/м ³	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9
	h , мм	40	40	50	50	60	40	60	70	70	80
	Добриво *	Гн.	З. к.	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.	С. к.	З. к.	Гн.	С. к.
5	m_B , Г	30	35	40	45	48	50	52	54	55	60
	Δm_B , Г	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,2	7,5
		4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,2	7,5	3,0	3,5
	ΔW_A , %	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15

* Примітка: Гн. – гній; С. к. – свіжий компост; З. к. – зрілий компост.

1. Визначити, яку ступінь і категорію злеглості мають зразки мінеральних добрив діаметром $d = 50$ мм, якщо на їх руйнування необхідно прикласти відповідно зусилля F_1 , F_2 та F_3 .

Дано: $F_1 = 60$ Н; $F_2 = 850$ Н; $F_3 = 1200$ Н.

РОЗВ'ЯЗОК:

Опір мінеральних добрив руйнуванню під час стискання $\sigma_{\text{СТ}}$ (кПа) визначають за формулою

$$\sigma_{\text{СТ}} = \frac{10^3 \cdot 4 \cdot F}{\pi \cdot d^2},$$

де F – зусилля руйнування, Н;
 d – діаметр перерізу зразка, мм.

Після проведених розрахунків з нижче наведеної таблиці вибираємо *ступені і категорії злеглості мінеральних добрив*.

Категорії і ступінь злеглості мінеральних добрив

Категорія злеглості	Ступінь злеглості	Опір руйнуванню, кПа
1	Незлеглі	≤ 100
2	Трохи злеглі	100 – 200
3	Злеглі	200 – 700
4	Сильно злеглі	700 – 1500
5	Дуже сильно злеглі	> 1500

Зусилля F_1 $\sigma_{\text{СТ.1}} = \frac{10^3 \cdot 4 \cdot 60}{3,14 \cdot 50^2} = \frac{240000}{7850} = 30,57$ кПа.

Відповідь: *Ступінь злеглості мінеральних добрив – НЕЗЛЕГЛІ.*
Категорія злеглості – 1.

Зусилля F_2 $\sigma_{\text{СТ.2}} = \frac{10^3 \cdot 4 \cdot 850}{3,14 \cdot 50^2} = \frac{3400000}{7850} = 433,12$ кПа.

Відповідь: *Ступінь злеглості мінеральних добрив – ЗЛЕГЛІ.*
Категорія злеглості – 3.

Зусилля F_3 $\sigma_{\text{СТ.3}} = \frac{10^3 \cdot 4 \cdot 1200}{3,14 \cdot 50^2} = \frac{4800000}{7850} = 611,46$ кПа.

Відповідь: *Ступінь злеглості мінеральних добрив – ЗЛЕГЛІ.*
Категорія злеглості – 3.

2. Визначити кути природного укосу, коефіцієнти внутрішнього тертя і кути обвалу мінеральних добрив, якщо при висипанні їх вони набули форму конуса з наступними параметрами: діаметр D_1 та висота конуса $H = 100$ мм. Висота добрива в місткості після висипання $h = 200$ мм, а довжини похилої складають l_1 , l_2 та l_3 .

Дано: $D_1 = 377$ мм; $D_2 = 296$ мм; $D_3 = 215$ мм; $l_1 = 357$ мм; $l_2 = 253$ мм; $l_3 = 204$ мм.

РОЗВ'ЯЗОК:

1. Кут природного укосу α (град.) і кут внутрішнього тертя φ' (град.) визначається за формулою

$$\alpha = \varphi' = \arctg \frac{2 \cdot H}{D},$$

де H – висота конуса, мм;

D – діаметр основи конуса, мм.

$$\varphi'_1 = \arctg \frac{2 \cdot 100}{377} = 28^\circ. \quad \varphi'_2 = \arctg \frac{2 \cdot 100}{296} = 34^\circ. \quad \varphi'_3 = \arctg \frac{2 \cdot 100}{215} = 43^\circ.$$

2. Коефіцієнт внутрішнього тертя f' мінеральних добрив обчислюється за формулою

$$f' = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi'.$$

$$1. f' = \operatorname{tg} 28^\circ = 0,53.$$

$$2. f' = \operatorname{tg} 34^\circ = 0,67.$$

$$3. f' = \operatorname{tg} 43^\circ = 0,93.$$

3. Кут обвалу $\alpha_{\text{об}}$ (град.) мінеральних добрив визначають за формулою

$$\alpha_{\text{об}} = \arcsin \frac{h}{l},$$

де h – висота добрива в місткості після висипання, мм;

l – довжина похилої добрива в місткості після висипання, мм.

$$\alpha_{\text{об.1.}} = \arcsin \frac{200}{357} = \arcsin 0,56 = 34^\circ.$$

$$\alpha_{\text{об.2.}} = \arcsin \frac{200}{253} = \arcsin 0,79 = 52^\circ.$$

$$\alpha_{\text{об.3.}} = \arcsin \frac{200}{204} = \arcsin 0,98 = 79^\circ.$$

Відповідь: Для заданих умов кути природного укосу мінеральних добрив складають 28° , 34° та 43° ; коефіцієнти внутрішнього тертя 0,53, 0,67 та 0,9; кути обвалу 34° , 52° та 79° .

3. Як зміниться нормальне напруження розриванню органічних добрив, якщо об'ємна маса змінюється з γ_1 до γ_2 .

Дано: $\gamma_1 = 0,4 \text{ т/м}^3$; $\gamma_2 = 1,1 \text{ т/м}^3$; Добри́во* – свіжий компост.

РОЗВ'ЯЗОК:

Нормальне напруження розриванню σ_p (кПа) органічних добрив складає

$$\sigma_p = 100 \cdot k \cdot \gamma^n,$$

де γ – об'ємна маса, т/м^3 ;

k і n – постійні коефіцієнти (вибираємо згідно зі своїм варіантом):

для гною $k = 0,16$, $n = 1,9$;

для свіжого компосту $k = 0,065$, $n = 4,0$;

для зрілого компосту $k = 0,025$, $n = 4,5$.

$$\sigma_{p1} = 100 \cdot 0,065 \cdot 0,4^4 = 0,1664 \text{ кПа} = 166 \text{ Па.}$$

$$\sigma_{p2} = 100 \cdot 0,065 \cdot 1,1^4 = 9,5166 \text{ кПа} = 9516,6 \text{ Па.}$$

$$\sigma_p = \sigma_{p2} - \sigma_{p1}.$$

$$\sigma_p = 9,5166 - 0,1664 = 9,3502 \text{ кПа.}$$

Відповідь: Нормальне напруження збільшиться на 9,3502 кПа.

4. Як зміниться міцність при стисканні органічного добрива в умовах обмеженого бічного розширення, якщо об'ємна маса змінюється з γ_1 до γ_2 . Величина деформації складає h .

Дано: $\gamma_1 = 0,6 \text{ т/м}^3$; $\gamma_2 = 1,0 \text{ т/м}^3$; $h = 40 \text{ мм}$; Добриво * - Гн. – гній.

РОЗВ'ЯЗОК:

Початкове внутрішнє напруження (кПа)

$$\sigma_0 = 100 \cdot (a \cdot \gamma - e),$$

де γ – об'ємна маса добрива, т/м^3 ;

a і e – постійні коефіцієнти (вибираємо згідно свого варіанту)

для гною $a = 0,25$, $e = 0,13$; для свіжого компосту $a = 0,35$, $e = 0,19$;

для зрілого компосту $a = 0,45$, $e = 0,27$.

$$\sigma_{0.1} = 100 \cdot (0,25 \cdot 0,6 - 0,13) = 2 \text{ кПа.}$$

$$\sigma_{0.2} = 100 \cdot (0,25 \cdot 1,0 - 0,13) = 12 \text{ кПа.}$$

Опір органічного добрива під час стискання $\sigma_{\text{СТ.ОБМ}}$ (кПа) в умовах обмеженого бічного розширення характеризується показовою функцією вигляду

$$\sigma_{\text{СТ.ОБМ}} = \sigma_0 \cdot e^{\alpha \cdot h},$$

де σ_0 – початкове внутрішнє напруження, кПа;

e – основа натуральних логарифмів, $e = 2,7183$;

α – постійна величина (коефіцієнт) для даного виду добрива;

h – величина деформації, см.

В табл. наведено значення величини α в залежності від виду добрив і об'ємної маси.

Значення коефіцієнта α

Об'ємна маса γ , т/м^3	Гній	Свіжий компост	Зрілий компост
0,60 $\Rightarrow$	0,33	0,40	0,55
0,70	0,33	0,42	0,58
0,80	0,36	0,45	0,62
0,90	0,35	0,48	0,65
1,00 $\Rightarrow$	0,32	0,52	0,68

Вибираємо $\alpha_1 = 0,33$ та $\alpha_2 = 0,32$ відповідно для $\gamma_1 = 0,6 \text{ т/м}^3$ та $\gamma_2 = 1,0 \text{ т/м}^3$.

$$1. \quad \sigma_{\text{СТ.ОБМ}} = 2 \cdot 2,7183^{0,33 \cdot 4} = 7,5 \text{ кПа.} \quad 2. \quad \sigma_{\text{СТ.ОБМ}} = 12 \cdot 2,7183^{0,32 \cdot 4} = 43 \text{ кПа.}$$

Відповідь: Опір органічного добрива під час стискання збільшиться з 7,5 кПа до 43 кПа.

5. Визначити масу сухої речовини добрива, якщо після висушування в сушильній шафі зразок масою m_B зміниться на Δm_B . Абсолютна вологість змінилася на ΔW_A .

Дано: $m_B = 45$ г; $\Delta m_B = 4,5$ г; $\Delta W_A = 8$ %.

РОЗВ'ЯЗОК:

Абсолютну вологість добрива W_A (%) обчислюють за формулою

$$W_A = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100.$$

де m_B – маса зразка добрива до висушування, г;

m_C – маса зразка добрива після висушування, г.

1. Знайдемо масу зразка матеріалу після проміжного висушування:

$$m'_C = m''_B = m'_B - \Delta m_B.$$

$$m'_C = m''_B = 45 - 4,5 = 40,5 \text{ грам.}$$

2. Знайдемо проміжну абсолютну вологість матеріалу:

$$W_A^1 = \frac{45 - 40,5}{40,5} \cdot 100 = 11\%.$$

3. Знайдемо абсолютну вологість матеріалу:

$$W_A = W_A^1 + \Delta W_A.$$

$$W_A = 11 + 8 = 19\%.$$

Маса сухого матеріалу:

$$W_A = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100.$$

$$\frac{W_A}{100} \cdot m_C + m_C = m_B.$$

$$m_C \cdot \left(\frac{W_A}{100} + 1 \right) = m_B.$$

$$m_C = \frac{m_B}{\left(\frac{W_A}{100} + 1 \right)}.$$

$$m_C = \frac{45}{\left(\frac{19}{100} + 1 \right)} = 37,8 \text{ грам.}$$

Відповідь: Отже, маса сухої речовини добрива становить $m_C = 37,8$ грам.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навч. посібник О.М. Царенко, С. С. Яцун, М. Я. Довжик, Г. М. Олійник; За редакцією С. С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2000. – 243 с.
2. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум: Навч. посібник Д. Г. Войтюк, О.М. Царенко, С. С. Яцун, М. Я. Довжик, Г. М. Олійник; За редакцією С. С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2000. – 93 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник: О.М. Царенко, Д. Г. Войтюк та ін.; За редакцією С. С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум: Навч. посібник С.С. Яцун, М.Я. Довжик, Г.С. Головченко, О.М.Калнагуз, Ю.В. Сіренко; За редакцією С. С. Яцуна. – Суми.: СНАУ, 2011. – 143 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : Курс лекцій. / К. М. Думекно, І. С. Павлюченко. – Миколаїв : МНАУ, 2014. – 39с.
6. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Гербовий, З.О. Гошко, М.М. Ковальов, О.О. Налобіна, С.Ф. Юхимчик. - Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. - 268с
7. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Конспект лекцій (частина 3) для студентів 1 с.т. та 3 курсів, денної форми навчання галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство», напряму підготовки: 208 «Агроінженерія». – Суми: СНАУ, 2021. – 71 с., 40 рис., (укладач: ст.. викладач Калнагуз О.М.) Протокол НМР ІТФ № 5 від 30.04.21.
8. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Конспект лекцій (частина 2) для студентів 1 с.т. та 3 курсів, денної форми навчання галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство», напряму підготовки: 208 «Агроінженерія». – Суми: СНАУ, 2020. – 47 с., 40 рис., (укладач: ст.. викладач Калнагуз О.М.) Протокол НМР ІТФ № 5 від 30.03.20.
9. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи для студентів 1 с.т. та 3 курсів, денної форми навчання галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство», напряму підготовки: 208 «Агроінженерія». – Суми: СНАУ, 2020. – 58 с., 14 рис. Укладач: ст. викладач Калнагуз О. М., Протокол НМР ІТФ № 5 від 30.03.20.
10. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи з дисципліни «Механіко-технологічні властивості с.г. матеріалів» на тему: «Фізико-механічні властивості луб'яних культур» для студентів 3 курсу ІТФ з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ», денної форми навчання ОКР «БАКАЛАВР» Автори: старші викладачі Головченко Г.С., Калнагуз О.М.; асистент Сіренко Ю.В. Протокол № 9. Вчена рада ННІТІ від « 22 » _травня_ 2012 року.
11. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи на тему: «Фізико-механічні властивості луб'яних культур» для студентів 1 курсу (скороченого терміну навчання) інженерно-технологічного факультету з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ», денної форми навчання ОКР «БАКАЛАВР». Автори старші викладачі: Головченко Г.С., Калнагуз О.М.; асистент Сіренко Ю.В. Протокол № 7. Вчена рада ННІТІ від « 18 » _березня_ 2013 року.
12. Конспект лекцій з дисципліни механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів для студентів 4 курсу заочної форми навчання з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ», ОКР «БАКАЛАВР». Автори старші викладачі: Головченко Г.С., Калнагуз О.М.; асистент Сіренко Ю. В. Протокол № 7. Вчена рада ННІТІ від « 18 » _березня_ 2013 року.
13. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи на тему: «Фізико-механічні властивості кормових трав» для студентів 3 курсу інженерно-технологічного факультету з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та АПВ», денної форми навчання ОКР «БАКАЛАВР». Автори старші викладачі: Головченко Г.С., Калнагуз О.М.; асистент Сіренко Ю. В. Протокол № 7. Вчена рада ННІТІ від « 18 » _березня_ 2013 року.
14. Механіко-технологічні властивості с.г. матеріалів. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт для студентів 4 курсу заочної форми навчання з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ», освітньо-кваліфікаційного рівня «БАКАЛАВР». Автори старші викладачі: Головченко Г.С., Калнагуз О.М.; асистент Сіренко Ю.В. Протокол № 7. Вчена рада ННІТІ від «18» _березня_ 2013 року..
15. Конспект лекцій (частина 1) з дисципліни «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів» для студентів 3 курсу інженерно-технологічного факультету з напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ», денної форми навчання ОКР «БАКАЛАВР». Автори: старші викладачі Головченко Г.С., Калнагуз О. М.; асистент Сіренко Ю. В. Протокол № 9. Вчена рада ННІТІ від « 22 » _травня_ 2012 року.
16. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Механіко-технологічні властивості с.г. матеріалів" для студентів аграрних вузів зі спеціальності 6.091902- "Механізація с.г." / Національний аграрний університет (К.); Уклад. А. Г. Куценко. - К. : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2007.- 52 с.
17. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Курс лекцій. / К. М. Думекно, І. С. Павлюченко. – Миколаїв: МНАУ, 2014. – 39с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.	
<i>Методичні вказівки.....</i>	3
ЗАВДАННЯ 1. Властивості ґрунту як об'єкта обробітку.....	4
ЗАВДАННЯ 2. Механіко–технологічні властивості добрив як об'єкта механізованого внесення в ґрунт.....	11
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	17

Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів

Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи для студентів 2 курсів,
галузі знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»; спеціальність: 208
«Агроінженерія»; початкового (короткий цикл) рівня вищої освіти кваліфікації:
«Молодший бакалавр з агроінженерії»;
очної форми навчання

.

Суми, Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва, 160

Підписано до друку „ ____ “ _____ 2021 рік. Тираж 30 прим.

Гарнітура ***Times New Roman***. Умовн. друк. арк. 2,0. Формат А5. Замовл. 30.
