

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОГО РОЗПУШУВАЧА

Мета роботи

Закріпити теоретичний матеріал який стосується особливостей підготовки порід до виймання шляхом механічного розпушування та навчитися визначати тягове зусилля і продуктивність механічного розпушувача.

Завдання

1. Ознайомитися із конструкцією механічних розпушувачів та основними технічними параметрами їх застосування.
2. Визначити силу тяги, що розвиває базовий трактор під час розпушування породи або ґрунту.
3. Визначити можливе заглиблення зуба та розрахувати експлуатаційну змінну продуктивність розпушувача.
4. Побудувати схеми роботи механічного розпушувача за результатами отриманими в ході виконання розрахунків.
5. Скласти звіт з детальним описом виконання вище наведених завдань та сформулювати висновки.
6. Надіслати виконаний і оформлений відповідно вимог звіт на перевірку.

Основні теоретичні положення

Механічні розпушувачі призначені для руйнування ґрунтів до III категорії, мерзлих ґрунтів з температурою до мінус 5 °С і тріщинуватих гірських порід. Робочим органом розпушувача є зуб, що складається із стійки з посадковим хвостовиком, наконечника, захисної накладки та елементів кріплення – стопорів (рис. 3.1).

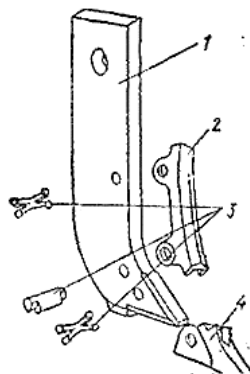


Рис. 3.1. Робочий орган механічного розпушувача: 1 – стійка; 2 – захисна накладка; 3 – елементи кріплення; 4 – наконечник.

За формою розрізняють зуби вигнуті, прямі та напіввигнуті. Вигнуті зуби (рис. 3.2, а) застосовують для розпушування ґрунтів на глибину до 0,8 м. Вони можуть використовуватися на скельних ґрунтах пластового залягання. При заглибленні зубів даного типу виникають сили, що сприяють відриву пласта від масиву.

Прямі зуби (рис. 3.2, б) успішно застосовують для розпушування різних ґрунтів. Напіввигнуті зубці (рис. 3.2, в) дозволяють зменшити зусилля заглиблення при великому куті різання. Також виокремлюють спеціальні конструкції зубів, приклад яких показаний на рисунку 3.2, г та д.

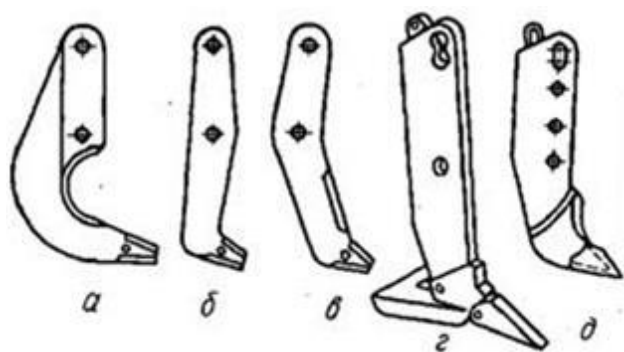


Рис. 3.2. Види зубів розпушувачів:
а – вигнуті; б – прямі;
в – напіввигнуті;
г – з підп'ятником;
д – зі вставним наконечником

Кут різання зубів найчастіше всього становить 30-45°, а при розробці ґрунтів з великорозмірними включеннями дещо більше.

Довжина зубів повинна бути більшою за максимальну глибину розпушування на 0,1-0,3 м, щоб рама розпушувача вільно проходила над поверхнею розпушеного ґрунту.

Висота підйому зубів легких розпушувачів над рівнем поверхні ґрунту повинна досягати 0,3-0,5 м, середніх – 0,6-0,7 м і потужних – більше 0,7 м. Необхідний задній кут в'їзду в транспортному положенні при цьому повинен бути не менше 20-30°.

Число зубів та їх крок залежать від призначення розпушувача, глибини розпушування, розміру шматків ґрунту, що допускається, та його фізико-механічних властивостей.

Основні аспекти застосування технології механічного розпушування

Перед початком розпушування ділянки масиву роблять інструментальне розбиття осей руху бульдозера. Розпушування здійснюють, в основному, у двох взаємно перпендикулярних напрямках – вздовж та поперек майданчика. Породу розпушують шарами з поступовим заглибленням зуба розпушувача. Схема роботи розпушувача наведено на рис. 3.3.

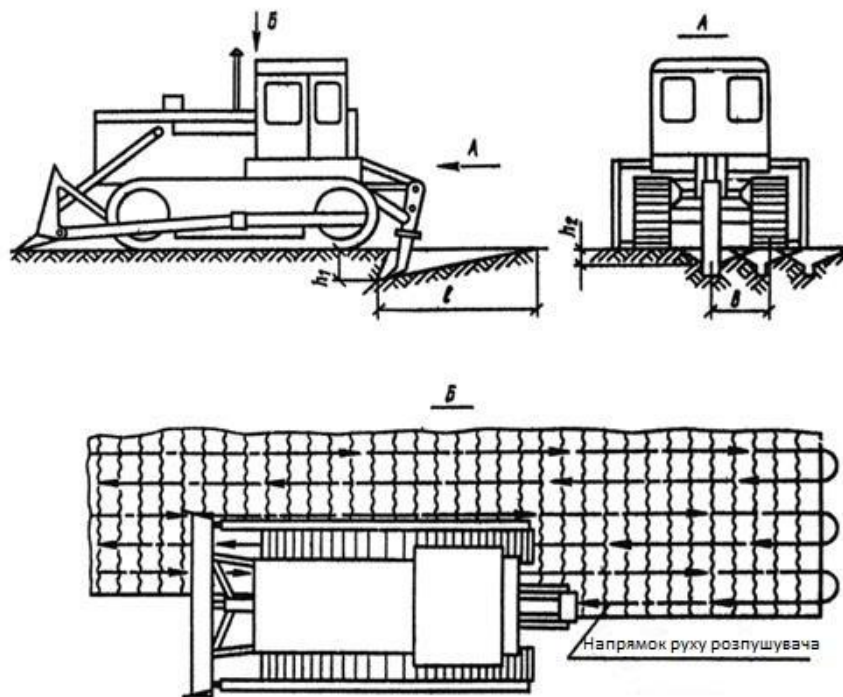


Рис.3.3. Схема роботи розпушувача

Після кожного проходу бульдозер розвертається для розпушування у зворотному напрямку так, щоб наступний прохід був зміщений по відношенню до попереднього на відстань b . Відразу після закінчення розпушування на заданому майданчику ґрунт прибирають бульдозером, щоб уникнути повторного змерзання.

На рис. 3.4 показано чотири найбільш застосовуваних схеми розпушування: поздовжньо-кільцева, спіральна, човникова зі зміщенням, поздовжньо-поперечна. Вибір схеми розпушування залежить від міцності і природи порід, що розробляються.

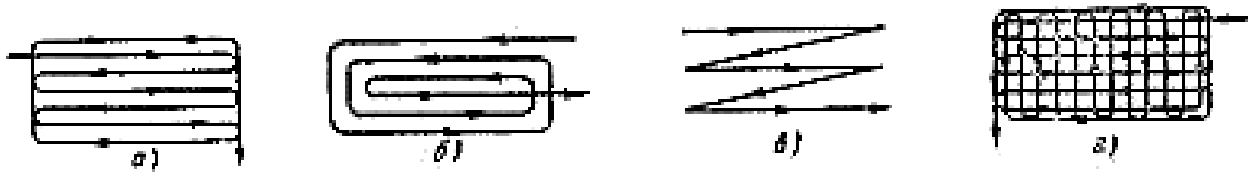


Рис.3.4. Основні схеми руху бульдозера при виконанні механічного розпушення:

а – поздовжньо-кільцева; б – спіральна; в – човникова зі зміщенням;

г – поздовжньо-поперечна

Механічне розпушування порід здійснюється під час руху тягача із заглибленим зубом. При створенні значних зусиль на ріжучій кромці зуба відбувається відрив шматків породи від масиву та руйнування породи в межах трапецієподібного прорізу (рис. 3.5). Руйнування породи відбувається в результаті розвитку в ній складного напруженого стану. У різних частинах прорізу руйнування відбувається у різний спосіб. Порода руйнується переважно шляхом стиснення та зсуву перед лобовою гранню зуба, відриву та зсуву – у бічних розширеннях прорізу та зрізу – поблизу бічних ребер зуба біля ріжучої кромки. Крім того, затуплюною ріжучою кромкою або зношеним наконечником здійснюється зминання породи.

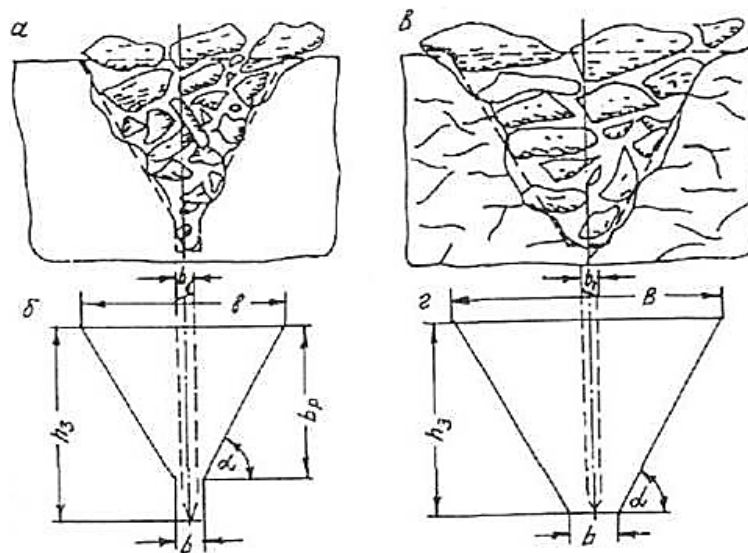


Рис. 3.5. Переріз одиночних борозен розпушення: а, б – фактичний та теоретичний для монолітного масиву; в, г – фактичний та теоретичний для тріщинуватого масиву.

Питомий опір породи руйнуванню при розпушуванні змінюється залежно від властивостей породи та форми наконечника. Його значення близьке межі опору порід розтягуванню, що свідчить про те, що даний спосіб руйнування найменш енергоємний.

При розпушуванні монолітного масиву в нижній частині утворюється щілина, ширина якої відповідає ширині застосовуваного наконечника, а глибина становить 15-20 % від заглиблення зуба. Кут нахилу бічних стінок борозни змінюється в залежності від стану пухкого масиву в межах 30-80°. При розпушуванні складно-тріщинуватого масиву руйнування відбувається за площинами ослаблення його тріщинами.

Розпушування масиву проводиться паралельними суміжними проходами розпушувача. Відстань між двома суміжними проходами вибирається з умови забезпечення необхідної кусковатості та глибини розпушування масиву. При паралельних проходах розпушувача між двома суміжними борознами в нижній частині останніх утворюються цілики, які ускладнюють виїмку породи на повну глибину застосування (рис. 3.6). Тому глибина ефективного розпушування масиву h_e менше заглиблення зуба h_z . Руйнування ціликів може здійснюватися перехресними проходами розпушувача, перпендикулярними (діагональними) до початкових (паралельних суміжних) проходів.

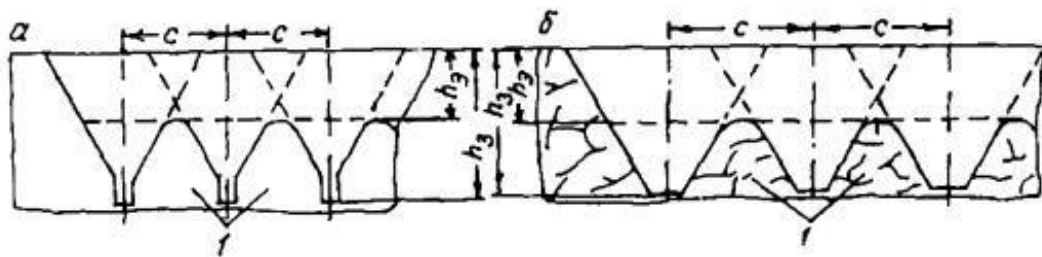


Рис.3.6. Переріз борозни розпушення при паралельних проходах механічного розпушувача: а – в монолітному масиві; б – в тріщинуватому масиві

Формування завдання та методика його виконання

У рамках даної лабораторної роботи необхідно виконати розрахунок основних параметрів розпушування масиву порід та визначити експлуатаційну продуктивність механічного розпушувача. За результатами виконаних розрахунків

потрібно скласти схему роботи розпушувача. Вихідні дані для виконання завдання наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до виконання роботи

Варіант	Модель розпушувача	Порода	Коефіцієнт міцності	Акустичні характеристики порід		Довжина паралельних ходів розпушувача L, м	Довжина перехресних ходів розпушувача M, м	Кут укосу стінок борозни α , град.	Тривалість матеєврів розпушувача при переїзді t_1 , с
				V_y	R				
1	Д-515С	Зцементований щебінь	1,5	800	0,7	123	48	37	94
2	Д-576С	М'який вапняк	3	1500	0,8	126	32	42	98
3	ДП-22С	Крейда	2	1000	0,6	137	43	33	100
4	Д-652АС	Гіпс	2	1800	0,7	136	40	74	98
5	ДС-671С	Тверда глина	1,5	1700	0,8	120	41	51	81
6	Д-672С	Дуже тріщинуватий вапняк	4	2000	0,3	120	40	39	85
7	Д-673С	Середньо тріщинуватий вапняк	5	3000	0,4	127	33	70	73
8	Д-515С	Доломіт	4	2500	0,4	133	31	66	93
9	Д-576С	Дрібноша овий дуже міцний вапняк	10	4000	0,3	133	30	39	98
10	ДП-22С	М'який вапняк	2,5	1300	0,7	133	37	40	94
11	Д-652АС	Тверда глина	1,7	1800	0,8	131	41	59	94
12	ДС-671С	Доломіт	4	2600	0,5	126	48	35	61
13	Д-672С	Зцементований щебінь	1,2	1000	0,6	128	47	80	88
14	Д-673С	Гіпс	2	1500	0,7	136	31	32	93
15	Д-673С	Доломіт	4,5	2700	0,5	127	48	58	79
16	Д-515С	Дуже тріщинуватий вапняк	6	3000	0,4	126	38	44	61
17	Д-576С	Дрібношаровий дуже міцний вапняк	12	5000	0,3	137	32	67	78
18	ДП-22С	Крейда	1,2	1200	0,7	129	48	44	84
19	Д-652АС	Середньо тріщинуватий вапняк	6	2700	0,5	126	32	68	87
20	ДС-671С	Доломіт	4	2000	0,5	128	38	48	74
21	Д-515С	Зцементований щебінь	1,5	800	0,7	136	36	54	84
22	Д-576С	М'який вапняк	3	1500	0,8	129	38	35	82
23	ДП-22С	Крейда	2	1000	0,6	139	45	79	63
24	Д-652АС	Гіпс	2	1800	0,7	138	45	62	77
25	ДС-671С	Тверда глина	1,5	1700	0,8	124	31	45	99
26	Д-672С	Дуже тріщинуватий вапняк	4	2000	0,3	138	31	54	75
27	Д-673С	Середньо тріщинуватий вапняк	5	3000	0,4	122	40	43	60

28	Д-515С	Доломіт	4	2500	0,4	140	47	78	77
29	Д-576С	Дрібноша овий дуже міцний вапняк	10	4000	0,3	135	50	37	72
30	ДП-22С	М'який вапняк	2,5	1300	0,7	127	46	69	70
31	Д-652АС	Тверда глина	1,7	1800	0,8	129	36	31	95
32	ДС-671С	Доломіт	4	2600	0,5	130	39	46	95
33	Д-672С	Зцементований щебінь	1,2	1000	0,6	120	47	62	81
34	Д-673С	Гіпс	2	1500	0,7	140	42	68	91
35	Д-673С	Доломіт	4,5	2700	0,5	132	33	37	83
36	Д-515С	Дуже тріщинуватий вапняк	6	3000	0,4	130	43	41	83
37	Д-576С	Дрібношаровий дуже міцний вапняк	12	5000	0,3	120	46	52	95
38	ДП-22С	Крейда	1,2	1200	0,7	138	48	69	72
39	Д-652АС	Середньо тріщинуватий вапняк	6	2700	0,5	134	35	67	69
40	ДС-671С	Доломіт	4	2000	0,5	139	43	48	82
41	Д-515С	Зцементований щебінь	1,5	800	0,7	126	42	34	95
42	Д-576С	М'який вапняк	3	1500	0,8	124	45	64	88
43	ДП-22С	Крейда	2	1000	0,6	126	39	56	86
44	Д-652АС	Гіпс	2	1800	0,7	124	43	39	69
45	ДС-671С	Тверда глина	1,5	1700	0,8	135	43	39	87

Порядок виконання роботи

Згідно з потужністю двигуна базового трактора (табл. 3.2), потрібно визначити тягове зусилля F і можливе заглиблення h_z зуба розпушувача за номограмою (рис. 3.7).

Таблиця 3.2

Характеристики розпушувачів

Модель розпушувача	Д-515С	Д-576С	ДП-22С	Д-652АС	ДС-671С	Д-672С	Д-673С
Потужність N двигуна, кВт/к.с.	79,4 / 108	132,4 / 180	132,4 / 180	220,6 / 300	161,8 / 220	242,7 / 330	397,2 / 540
Максимальне тягове зусилля, кН	93	147	164	252	188	265	343
Швидкість пересування, км/год							
передня	2,36	2,86	2,6-12,0	2,3	2,7-17,9	3,1-2,02	3,2-18
задня	2,8	3,21	7,5	2,3	1,8-14,2	2,0-16,3	2,1-14

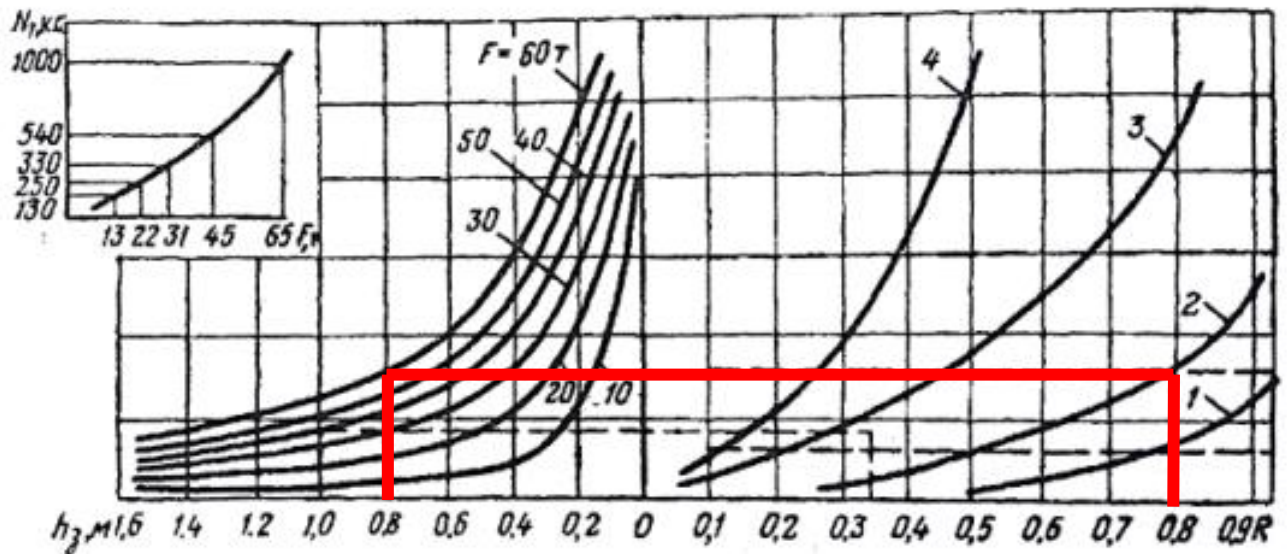


Рис. 3.7. Номограма для визначення можливого заглиблення h_z зуба розпушувача залежно від акустичних характеристик масиву V_y і R , потужності тягача N і сили тяги F розпушувача: 1, 2, 3, 4 – при значеннях V_y відповідно 1000, 2000, 3000 і 4000 м/с

Отримане можливе заглиблення зуба розпушувача за номограмою потрібно перевірити на відповідність табличним даним (табл. 3.3). У разі відповідності отриманих результатів отримане можливе заглиблення приймається за остаточне.

Таблиця 3.3

Класифікація порід за ступенем розпушуваності

№ з/п	Порода	Показники породи			
		Коефіцієнт міцності	Акустичні характеристики		Можливе заглиблення зуба розпушувача, м
			V _y	R	
I	Основні породи з вмістом крупних валунів, кам'яне вугілля, зцементований щебінь, зруйновані сланці	1-1,5	600-1200	0,6-0,9	1,2-0,8
II	М'які вапняки, сланці, мергелі, гіпс, крейда, тверда глина, мерзлі породи	2-3	2000-100	0,6-0,9	0,8-0,6
III	Дуже тріщинуваті вапняки, піщаники і сланці	4-8	2000-4000	<0,4	0,8-0,5
IV	Середньо тріщинуваті вапняки, доломіти, піщаники, мармури, міцні глинисті сланці	4-8	2000-3500	0,4-0,6	0,5-0,3
V	Дрібно шарові дуже міцні вапняки, піщаники, залізні руди потужністю до 0,2–0,3 м	10–16	4000–6000	<0,4	0,3–0,2
VI	Слабо тріщинуваті міцні та дуже міцні вапняки, піщаники, граніти, кварцити, гнейси	8–20	>3500	>0,4	<0,2

Ширина одиночної борозни по верху:

$$B_{0,6} = \frac{2k_1 h_3}{tg\alpha} + b_{п}, м$$

де k_1 – питомий опір породи руйнуванню при розпушуванні (табл. 3.4);

h_3 – глибина занурення ножа;

α – кут укосу стінки борозни;

$b_{п}$ – ширина меншої основи трапецієподібного перерізу борозни (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Питомий опір породи руйнуванню і ширина меншої основи борозни

Породи	k_1	k_2	$b_{п}$
Слабо тріщинуваті ($R = 0,6 \dots 0,9$)	0,75...0,9	0,95...1,0	(1,0...1,5) $b_{п,р}$
Середньо тріщинуваті ($R = 0,6 \dots 0,4$)	0,9...1,0	0,9...0,95	(1,5...2,5) $b_{п,р}$
Дуже тріщинуваті ($R < 0,4$)	1,0	0,8...0,9	(2,5...4) $b_{п,р}$
Примітка: $b_{п,р}$ – ширина наконечника розпушувача, $b_{п,р} = 0,1$ м			

Оптимальна відстань між двома суміжними проходами розпушувача:

$$C_{\text{опт}} = \frac{k_1 h_3}{\text{tg}\alpha} + 0,5b_{\text{п}}, \text{ м}$$

Глибина ефективного розпушування при оптимальній відстані між суміжними борознами:

$$h_{\text{е.опт}} = \frac{0,5C_{\text{опт}}\text{tg}\alpha}{k_2}$$

де k_2 – коефіцієнт, що враховує вплив тріщинуватих порід на розмір незруйнованих гребнів при паралельних проходах (табл. 3.4).

Експлуатаційна продуктивність розпушувача, м³/год:

– при паралельних проходах:

$$P = \frac{3600C_{\text{опт}}h_{\text{е.опт}}k_{\text{в}}}{\frac{1}{V} + \frac{t}{L}}$$

– при паралельно-перехресних проходах:

$$P' = \frac{3600h_3k_{\text{в}}}{\frac{1}{V}\left(\frac{1}{C_{\text{опт}}} + \frac{1}{C_{\text{п.п}}}\right) + t\left(\frac{1}{C_{\text{опт}}L} + \frac{1}{C_{\text{п.п}}M}\right)}$$

де V – середня робоча швидкість руху розпушувача (у розрахунках швидкість потрібно приймати такою, що дорівнює 70...80 % від швидкості розпушувача на першій передачі), м/с;

$C_{\text{п.п}}$ – відстань між суміжними перехресними проходами, ($C_{\text{п.п}} = 1,2 \dots 1,5C_{\text{опт}}$), м;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання розпушувача впродовж зміни (0,8-0,9);

t – сумарний час на переїзд розпушувача на наступну борозну, с:

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \text{ с}$$

де t_1 – час маневрів розпушувача при переїзді, с;

t_2 – час заглиблення розпушувача (6...14 с);

t_3 – час виводу розпушувача з борозни (4...6 с).

Індивідуальні завдання за темою лабораторної роботи

Завдання 1. Проаналізувати вихідні дані та результати розрахунків і запропонувати найбільш ефективний для заданих умов розробки вид робочого органу та обґрунтувати свій вибір. Також, користуючись результатами розрахунків накреслити схему роботи розпушувача (приклад показано на рис. 3.3) та переріз борозни розпушення (приклад показано на рис. 3.6).

Завдання 2. Дослідити залежність ширини борозни по верху $V_{0,6}$ від величини питомого опору породи руйнуванню k_1 і побудувати графік цієї залежності.

Завдання 3. Дослідити залежність оптимальної відстані між двома суміжними проходами розпушувача C_{opt} від кута укосу стінки борозни і побудувати графік цієї залежності.

Завдання 4. Дослідити залежність експлуатаційної продуктивності розпушувача при паралельних проходах Р та паралельно-перехресних проходах Р' від довжини паралельних ходів і побудувати графік цієї залежності (обидві залежності відобразити на одному графіку).

Вимоги до структури звіту:

Звіт по виконанню лабораторної роботи має розпочинатись з титульного аркуша, на якому мають бути вказані: назва навчального закладу; назва кафедри на яку подається звіт; назва дисципліни; порядковий номер лабораторної роботи; назва лабораторної роботи; прізвище та ініціали виконавця лабораторної роботи; прізвище та ініціали викладача.

Пояснювальна записка звіту повинна містити назву, мету і завдання наведені в описі лабораторної роботи. Студент самостійно має знайти і навести короткі теоретичні відомості за темою лабораторної роботи (теоретичні відомості рекомендується ілюструвати схематичними зображеннями, графіками, схемами, тощо). По завершенню теоретичної частини студент повинен вказати свій варіант

та навести перелік вихідних даних до виконання роботи. Наступним кроком є власне виконання завдання з детальним описом виконання розрахунків. Після виконання розрахункової частини лабораторної роботи необхідно розписати порядок виконання індивідуального завдання (включно з необхідними графічними додатками) і базуючись на отриманих результати сформулювати висновок до лабораторної роботи.

Загальні вимоги до оформлення звіту:

Формат – вертикальний, А4;

Розмір літер – 14;

Шрифт – Times New Roman;

Міжрядковий інтервал – 1,5;

Об'єм звіту – не обмежений;

Відступ абзацу – 1,0 см;

Вирівнювання – по ширині;

Поля зліва – 2,5 або 3 см;

Поля праворуч – 1 см;

Поля внизу і вгорі – 2 см.