

ЗАЯВА

Я, Реутов Роман Олександрович

(ПІБ повністю)

Студент групи ПМ2021

(шифр групи)

Освітньої програми Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання

(назва освітньої програми)

Освітнього ступеня підготовки магістр

(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Дослідження ефективності роботи бульдозерного неповоротного відвала з комбінованою ножовою системою

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомена з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата

10.12.21

Підпис



Керівник

17.12.21

Підпис



Главацький К. Ц.

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»

ДОВІДКА

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи здобувача
вищої освіти Резцова Роман Александрович
(ПІБ здобувача)

на тему: Дослідження ефективності роботи
бульдозерного неворотного відвала з
комбінованою конною системою

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР Шев / Казимир Гаврилюк

Виконавець ВКР Вед / Роман Резцов


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Прикладна механіка та матеріалознавство

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

 /Сергій РАКША/

«» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **13 Механічна інженерія**

Спеціальність **133 Галузеве машинобудування**

Освітньо-професійна програма **Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання**

Тема **Дослідження ефективності роботи бульдозерного неповоротного відвала з комбінованою ножовою сист)мою**

Theme **Research of efficiency of work of a bulldozer non-rotor dump with the combined knife system**

ДІТ.630000.303 МРПЗ

Керівник дипломної роботи доцент  р **Казимир ГЛАВАЦЬКИЙ**

Нормоконтролер ст. викладач **Олександр ПОСМІТЮХА**

Студент групи ПМ 2021  **Роман РЕУТОВ**

Student **Reutov Roman**


Дніпро - 2021

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Факультет транспортної інженерії кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»

Спеціальність «Галузеве машинобудування»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри


_____ (підпис)
" " _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»

студента групи ПМ2021 Реутова Романа Олександровича
(номер групи) (прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема магістерської роботи: «дослідження ефективності роботи бульдозерного неповоротного відвала з комбінованою ножовою системою»

Затверджена наказом по університету № 768 ст від "11" грудня 2020 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 20.12.2021 р.

3. Вихідні дані до магістерської роботи: тип моделі: математична, фізична; тип бульдозерного обладнання - неповоротне; тип ножової системи - об'ємна; масштаб моделі 1:10; категорії ґрунту: I, II, III, IV; кількість факторів - 4.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) Вступ; 1. Огляд і аналіз бульдозерного обладнання і ножових систем. 2. Обґрунтування і розробка схем КНС. 3. Розробка конструкції комбінованої ножової системи (КНС). 4. Методика формування технічних рішень КНС відвалів бульдозерів. 5. Лабораторне дослідження. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) 1) Огляд видів бульдозерного обладнання. 2) Огляд ножових систем. 3) Схеми КНС. 4) Фізичні моделі КНС. 5) Математичні моделі взаємодії бульдозерного обладнання оснащеного КНС з ґрунтом. 6) Лабораторне устаткування для дослідження КНС. 7) Технічне прогнозування робочого органу бульдозера з КНС.

РЕФЕРАТ

Кількість томів: _____ 1

В пояснювальній записці всього _____ 71 _____ сторінок

Найменування роботи: «Дослідження ефективності роботи бульдозерного неповоротного відвала з комбінованою ножовою системою»

Ілюстрації: схем _____ 12 _____, рисунків _____ 24 _____,
графіків _____ 6 _____, фотографій _____ 2 _____,
таблиць _____ 24 _____.

Ключові слова: ніж, система, відвал, бульдозер, різання, копання, питомий опір, коефіцієнт, продуктивність, ефективність.

Текст реферату:

Робота є актуальною з точки зору розробки нових комбінованих об'ємних ножових систем (КОНС), які направлені на зниження енергоємності копання ґрунту за рахунок поліпшення нагромадження і переміщення ґрунту по відвалу і зменшення втрат ґрунту в бокові валики.

Мета роботи - розробка високоефективної КОНС шляхом проведення досліджень процесу взаємодії робочих органів (РО) бульдозерів з ґрунтом, які повинні призвести до сільного результату - зниження енергоємності і підвищення продуктивності процесу копання ґрунту відвалом з КОНС за рахунок зменшення коефіцієнта питомого опору копанню і втрат ґрунту у бічні валики.

Завданням, що вирішує дана робота, є теоретичне і експериментальне визначення величини дотичної складової опору ґрунту різанню і копанню та коефіцієнта питомого опору різанню і копанню ґрунту КОНС із заданими геометричними розмірами та при відомих режимах. Розробка доповнень до відомої методики та отримання навичок ведення експериментальних досліджень по визначенню опору ґрунтів різанню вказаними КОНС. Співставлення результатів теоретичних і практичних досліджень для оцінки різниці у енергоємності процесу копання ґрунту. Також визначено умови експериментальних досліджень, на основі яких виготовлеш комплекти масштабних фізичних моделей для подальшого виконання експериментів.

ЗМІСТ

| | |
|--|-------------|
| ВСТУП | - 5 |
| 1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ І НОЖОВИХ СИСТЕМ | - 6 |
| 1.1 Загальна характеристика бульдозерів | - 6 |
| 1.2 Класифікація бульдозерів | - 11 |
| 1.3 Відвал бульдозера з трапецієподібним виступним ножем | - 16 |
| 1.4 Відвал бульдозера з штовхаючою рамою | - 18 |
| 2 ОБґРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА СХЕМ КОМБІНОВАНОЇ НОЖОВОЇ СИСТЕМИ (КНС) | - 21 |
| 2.1 Фізико-механічні властивості фунтів | - 21 |
| 2.2 Особливості розробки ґрунтів бульдозерами | - 29 |
| 3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ НОЖОВОЇ СИСТЕМИ (КНС) | - 35 |
| 3.1 Відомі ножові системи бульдозерів, варіанти НС комбінованого типу | - 35 |
| 4 МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ КНС ВІДВАШВ БУЛЬДОЗЕРІВ | - 42 |
| 4.1 Недоліки у роботі КНС бульдозера | - 42 |
| 4.2 Принципові технічні рішення для усунення недоліків у роботі КНС бульдозера | - 42 |
| 5 ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ | - 50 |
| 5.1 Результати експериментальних досліджень бульдозерного обладнання з КНС | - 52 |
| 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ | - 58 |
| 6.1 Вимоги охорони праці під час експлуатації бульдозерів | - 58 |
| 6.2 Робота бульдозера | - 63 |
| 6.3 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні і поточному ремонті машин | - 65 |
| 6.4 Дії працівників при аварійних ситуаціях | - 66 |
| ВИСНОВКИ | - 69 |
| БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК | - 71 |

| | | | | | |
|--------------------------|------|------------|-----------------|----------|---|
| ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |
| | | Реутов | <i>[Підпис]</i> | 17.12.21 | Дослідження ефективності роботи бульдозерного неповоротного віцвала з комбінованою ножовою системою |
| Розробив | | Главацький | <i>[Підпис]</i> | 17.12.21 | |
| Перевірив | | | | | Літера _____ Аркуш _____ Аркушів _____ УІМР _____ 4 _____ 71 |
| Н. Контр. | | Посмітюха | <i>[Підпис]</i> | 24.12.21 | ДНУЗТ, гр. ПМ2021 |
| Затв. | | Ракша | <i>[Підпис]</i> | | |

ВСТУП

Робота має на меті дослідження раціональної форми і технологічних схем роботи бульдозерного обладнання. Виконується з метою поліпшення групи землерійно-транспортних машин при роботі з ґрунтами.

Бульдозери призначені для пошарової розробки, планування, переміщення на короткі відстані ґрунтів та гірських порід великих обсягів, а також виконання інших допоміжних робіт на будівельних майданчиках, в меліорації і в кар'єрах.

Мета роботи - зниження енергоємності процесу розробки ґрунту бульдозером з неповоротним відвалом, підвищення продуктивності і розширення технологічних можливостей бульдозера, зменшення матеріалоємності обладнання.

Актуальність питання пояснюється розширенням експлуатаційних можливостей землерійно-транспортних машин і адаптації машини до технологічних умов, скорочення номенклатури. Бульдозер є однією з основних машин, що використовуються в промисловому, цивільному, дорожньому будівництві, оскільки його конструкція проста, універсальна і має низьку собівартість виконання роботи. Вдосконалення конструкції робочого органа бульдозера є одним з основних напрямків підвищення його продуктивності.

Загальна тенденція розвитку конструкції бульдозерів ведеться у двох напрямках. Перший - пов'язаний з удосконаленням конструкції базових тракторів або тягачів, а другий (менш матеріаломісткий, але так само ефективний) - пов'язаний з удосконаленням бульдозерного обладнання.

Підвищення продуктивності та ефективності роботи бульдозера можливо за рахунок додання ножовій системі робочого органу таких геометричних параметрів, при яких зусилля різання ґрунту буде мінімальним, а траєкторія переміщення зрізаної стружки ґрунту і її компоновка сприятиме збільшенню призми волочіння. Таким чином потрібно витратити мінімальне зусилля на переміщення ґрунту по відвалу і зменшити втрату ґрунту в бічні валики.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|---------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 5 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДІТ.630000.303.МРПЗ | | | | |

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ БУДЬДОЗЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ І НОЖОВИХ СИСТЕМ

1.1. Загальна характеристика бульдозерів

Бульдозер є однією з основних машин, що використовуються в промисловому, цивільному, дорожньому будівництві, так як його конструкція проста, універсальна та має низьку собівартість виконання роботи.

Вдосконалення конструкції робочого органа бульдозера є одним із основних напрямів підвищення його продуктивності. Вдосконалення та підвищення ефективності робочих процесів землерийних машин засноване в значній мірі на теоретичній базі, що створена відомими вченими К.А. Артем'євим, В.Л. Баладинським, В.І. Баловнєвим, Б.А. Бондаровичем, Ю.А. Ветровим, Д.П. Волковим, М.Г. Домбровським, А.М. Зеленіним, І.А. Недорезовим, В.К. ,Л.А. Хмарою, А.М. Холодовим, Д.І. Федоровим та ін. [1].

Ведучими країнами по виробництву бульдозерів являються США, Японія та СНД.

Аналіз науково-технічної інформації України і зарубіжних країн в області бульдозеробудування дозволили зробити аналітичні висновки про розвиток конструкції бульдозера [2].

Загальні тенденції розвитку конструкції бульдозерів ведуться в двох напрямках. Перший пов'язаний з удосконаленням конструкції базових тракторів або тягачів, а другий менш матеріаломісткий, але такий же ефективний, пов'язаний з вдосконаленням бульдозерного устаткування. Найбільш важливими способами вдосконалення є:

- розширення типорозмірного ряду у напрямі створення малогабаритних і важких машин;
- підвищення питомої потужності при порівняно невеликому збільшенні маси;
- розділення на функціональні елементи і вузли відповідно до особливостей процесів взаємодії з ґрунтом;

| | | | | | | |
|-------|------|---------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ДІПТ. 63000000. 303. МРПЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Зміна | Арк. | №докум. | Підпис | Дата | | |

- застосування пристроїв, що інтенсифікують копання, транспортування і розвантаження ґрунту;
- застосування пристроїв, що забезпечують оптимізацію параметрів в процесі роботи залежно від виконуваних операцій;
- застосування нових фізичних методів руйнування ґрунтів;
- створення важких бульдозерів на базі спарених тракторів;
- розширення номенклатури бульдозерного устаткування;
- застосування міцюючих матеріалів, введення мастила, захисних пристроїв;
- гідрофікація всіх операцій (вживання гідрофікованого перекошу в'їзду, вживання для управління відвалом гідроприводу);
- використання автоматичних систем для управління в'їздом, систем дистанційного керування бульдозером;
- розширення сфери застосування бульдозера шляхом використання змінного робочого устаткування;
- зниження трудомісткості технічного обслуговування;
- поліпшення умов праці за рахунок зниження трудомісткості управління машиною, зменшення шуму, вібрацій, загазованості, запиленості;
- підвищення безпеки роботи оператора завдяки впровадженню захисту.

Мета даних напрямів: зниження енергоємності процесу розробки ґрунту; розширення експлуатаційних можливостей; розширення зони дії; керованість устаткування; підвищення надійності конструкції; підвищення продуктивності; спрощення конструкції; розширення технологічних можливостей.

На підставі аналізу авторських свідоцтв, а також праць, опублікованих в журналах «Будівельні і дорожні машини», «Механізація будівництва», були визначені тенденції розвитку робочого органа бульдозера, основною метою яких є зниження енергоємності при розробці ґрунту робочим органом. Можна виділити наступні напрями розвитку бульдозерного устаткування:

- розширення типорозмірного ряду у напрямі створення малогабаритних і важких машин;

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Зміна | Арк. | Нодокум. | Підпис | Дата | | |

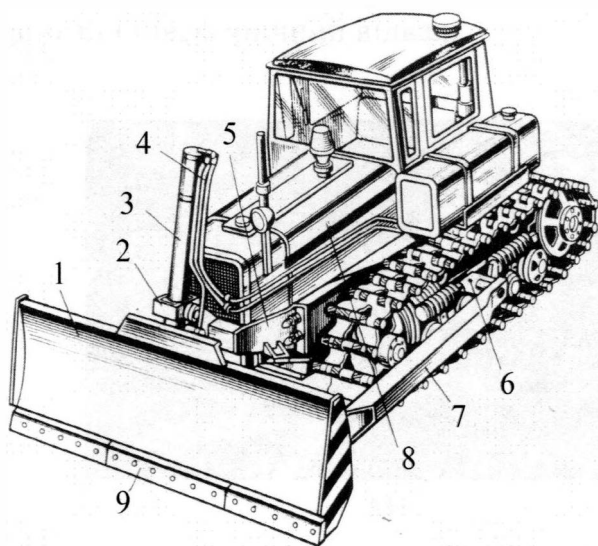
- розділення на функціональні елементи і вузли відповідно до особливостей процесів взаємодії з ґрунтом;
- застосування нових фізичних методів руйнування ґрунтів;
- розширення номенклатури бульдозерного устаткування;
- використання автоматичних систем для управління віщвалом, систем дистанційного керування бульдозером;
- розширення сфери застосування бульдозера шляхом використання змінного робочого устаткування.

Бульдозерним обладнанням іноді оснащують інші землерийно-транспортні машини (автогрейдери, екскаватори, навантажувачі), у яких це обладнання є допоміжним. Бульдозери можуть розробляти талі й мерзші попередньо розпушені ґрунти. Як базові машини для бульдозерів найчастіше використовують гусеничні трактори потужністю 55...650 кВт, рідше колісні трактори або тягачі потужністю 75...1200 кВт.

Для виконання підготовчих робіт на раму бульдозера навішують додаткові види робочого обладнання: кушорізи, корчувачі, збирачі та ін. Бульдозери нерідко випускають у комплекті з розпушувачами й канавокопачами, що навішуються позаду машини [3].

Бульдозер пошарово зрізає ґрунт та одночасно переміщує його волоком по поверхні землі до місця укладання. Бульдозери застосовують для зведення насипів із ґрунтів бічних резервів, розробки виїмок, грубого планування поверхонь земляних споруд, для засипання рвів, траншей, обвалування споруд, а також для підготовчих робіт-валки окремих дерев, зрізки чагарнику, корчування окремих пнів і каменів. Бульдозери використовують також для розподілу ґрунтових відвалів при роботі екскаваторів і землевозів, утворення штабелів сипучих матеріалів (піску, щебенів) і їхньої подачі до переробних агрегатів, для снігоочищення, формування терас на косогорах, виробництва розкривних робіт у кар'єрах. Будова бульдозера з неповоротним віщвалом показана на рис. 1.1 та його параметри табл. 1.1.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|-----|
| | | | | | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | Арк |
| | | | | | | 8 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



- 1 - відвал; 2 - несуча рамка;
 3 - гідроциліндр підйому - опускання відвала;
 4 - рукав; 5 - підрамник; 6 - поперечна балка;
 7 - штовхаючий брус; 8 - трактор;
 9 - ножова система (НС);

Рис. 1.1. Гусеничний бульдозер з неповоротним відвалом з жорсткими штовхаючими брусами

Бульдозери використовуються при виконанні наступних робіт:

- зачистка пологих укосіщ;
- спорудження насипів;
- зняття певного шару родючого ґрунту під час підготовки будівельних майданчиків;
- розробка ґрунту на крутих схилах;
- обслуговування та капітальний ремонт підземних доріг, а також виїздів з глибоких котлованів;
- •
- засипання фундаментів;
- розчищення великих поверхонь від снігу або сміття;
- підготовчі роботи для видалення каменів, корчування пнів і валки великих дерев.

Бульдозерний відвал в загальному вигляді являє собою жорстку сталеву конструкцію. До увігнутого сталевого листа з опуклого боку приварена коробка жорсткості. Це дозволяє витримувати значні пружні деформації і зберігати необхідну міцність конструкції. Основним завданням відвалу бульдозера є штовхання будь-яких елементів ґрунту: піску, бруду, будівельного і побутового

сміття і тощо. Виділяють три основних форми відвалів: прямий відвал, сферичний відвал і півсферичний відвал.



а)



б)

а) поворотний; б) неповоротний;
Рис. 1.2. Види відвалів

Таблиця 1.1.

Параметри відвалів

| Параметри | Відвал | |
|---|--------------|-------------------------------|
| | неповоротний | поворотний (універсальний) |
| Кут різання α , град. | 50...60 | 50...60 |
| Кут нахилу відвала ϵ , град. | 75 | 75 |
| Кут перекидання ψ_0 град. | 50...75 | 60...75 |
| Кутустановки козирка ψ_{κ} град. | 90...100 | 90...100 |
| Задній куту, град. | 10...15 | 10...15 |
| Радіус циліндричної поверхні відвала r , мм | — | 0,8...0,9 |

Бульдозери загального призначення виконують копання і розробку ґрунтів, порід і матеріалів в середніх ґрунтових (супісчані, суглинясті і глинясті ґрунти, тріщануваті сланці легкі випняки і т. п.) і помірних кліматичних умовах з температурою навколошнього повітря від -40 до $+40^{\circ}\text{C}$. Скоріше всього їх обладнують неповоротним в горизонтальній площині відвалом. Поворотним відвалом обладнують в основному легкі і малогабаритні трактори (рис. 1.2).

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |
| | | | | |

ДІПТ. 63000000. 303. МРПТЗ

11

Арк.

1.3) У прямого простого *відвала* (рис. 1.3, а) є пряма твірна, невеликі вигнуті бічні шитки й ножі для зменшення зношування шитків. Ножі відвала звичайно

У залежності від умов роботи застосовують різні відвали бульдозерів (рис. *призначенням* – загальним та спеціальним.

сторону;

– з одностороннім або двостороннім одночасним переміщенням породи в – двостороннього човникового;

– двостороннього зі розворотом у кінці робочих проходів;

– одностороннього руху з хлостими проходами;

характером руху при виконанні робочих операцій:

альне;

типом робочого обладнання – неповоротне, поворотне, універсальне і спеці-

від машини;

установкою робочого обладнання: робочою поверхнею відвала до машини і

типом переміщення при вивантаженні: штовхачоючим і тягнутич;

засобом управління – з канатним і гідравлічним управлінням;

типом ходового пристрою – гусеничне і пневмоколісне;

підведення;

способом підведення енергії – з автономним джерелом енергії і зовнішнього

– середньої потужності (120...190 кВт) і малої потужності (50...120 кВт);

– потужні (190...370 кВт);

– надпотужні (> 370 кВт);

потужністю базової машини:

– більше 400, 200...400; 135...200, 25...35 кН;

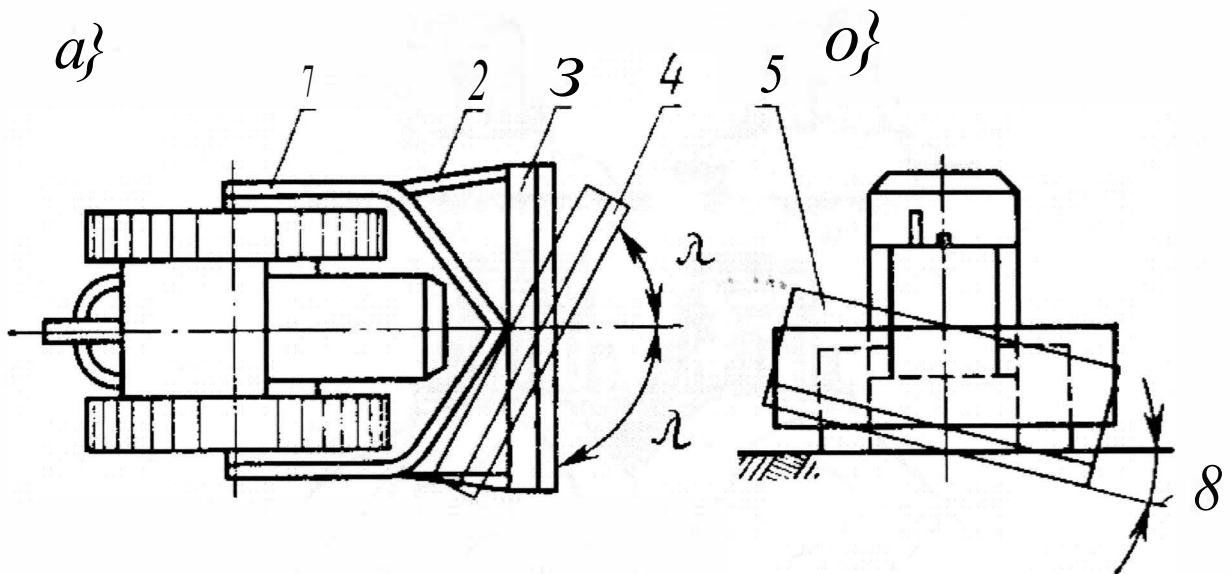
номінальним тяговим зусиллям базової машини (табл. 1.2):

Бульдозери класифікуються за ознаками:

1.2. Класифікація бульдозерів

За типом ходового обладнання бульдозери поділяють на гусеничні й пневмоколісні. У першому випадку базовими машинами є гусеничні трактори, а у другому- пневмоколісні тягачі й колісні трактори. Бульдозери на гусеничному ходу мають високу прохідність, при цьому типі ходу тягове зусилля при одній і тій самій потужності більше, ніж у пневмоколісних. Пневмоколісні більш маневрові й швидкохідні, їхня ходова частина в експлуатаційних умовах більш довговічна.

За способом установки відвала бульдозери поділяють на машини з неповоротними і поворотними відвалами та універсальні. До першого відносять бульдозери, в яких у процесі роботи змінюється тільки кут різання, решта встановлюваних кутів залишаються постійними. У бульдозерів з поворотними відвалами змінюються кути різання і захоплення, в універсальних - всі встановлювані кути.



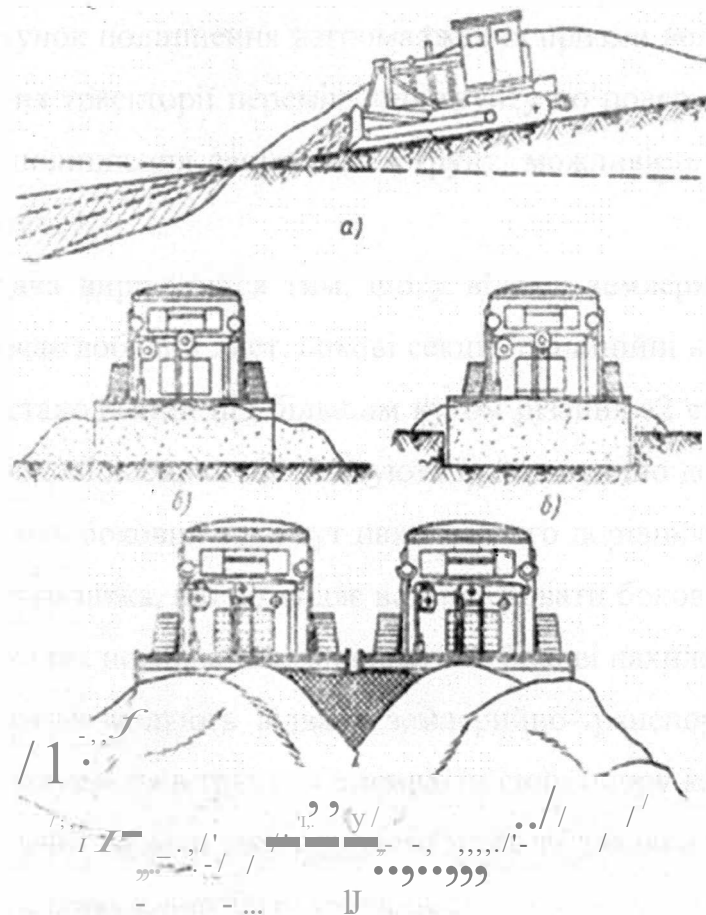
а - поворот відвала в плані; б - поворот відвала у вертикальній площині;
 1 - штовхаюча рама; 2 - бічний штовхач відвала; 3 - відвал;
 4 - відвал, повернений у плані; 5 - відвал, повернений у вертикальній площині;

Рис. 1.5. Схема установки відвала бульдозера

Робочий хід бульдозера доцільно здійснювати під ухил (рис. 1.6, а). При цьому полегшується робота трактора і зменшується витрата дизельного палива і дизель-

ної мастила, а продуктивність збільшується завдяки можливості руху на великих швидкостях.

Під час переміщення ґрунту по поверхні забою кішка ґрунту неминуче втрачається з боків відвалу, утворюючи так звані бічні валики (рис. 1.6 б). Втрати в бічні валики значно зменшуються, якщо ґрунт переміщати весь час по одному і тому ж сліду (рис. 1.6 в); для цього при першому проході необхідно прокопати відвалом бульдозера жолоб глибиною 250-400 мм і при наступних проходах переміщати ґрунт по цьому сліду. Продуктивність при цьому підвищується приблизно в 15 рази.



а - різання і переміщення ґрунту при русі під ухил; б - переміщення ґрунту по поверхні забою; в - переміщення ґрунту по одному сліду; г - спарена робота бульдозерів;

Рис. 1.6. Способи роботи бульдозером, що підвищують продуктивність

| | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--------------------------|------|
| | | | | | | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | Арк. |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 15 |

комплектується прямолінійним ножом, центральною та жорстко з'єднаними боковими секціями з криволінійними робочими поверхнями.

Недоліком даного відвала землерийно-транспортної машини є втрати ґрунту при формуванні призми волочіння, а також за рахунок кута встановлення (нахилу) бокових косинок, що взаємодіють з ґрунтом - збільшення сили опору копання, а також низька здатність швидкого занурення віщвала в ґрунт, а також неспроможність використання на міцних ґрунтах.

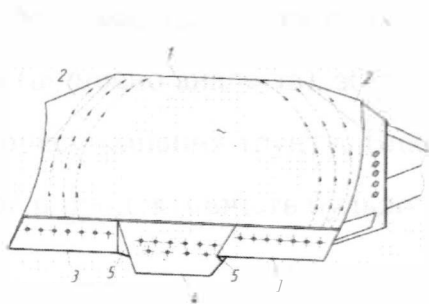


Рис 1.7. Відвал з трапецієподібним ножом (аксонометрія)

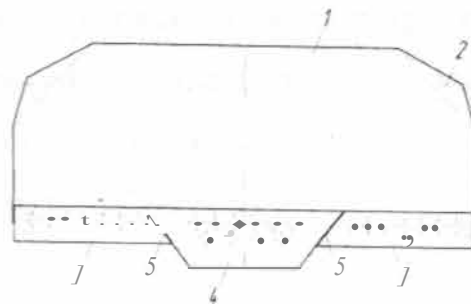


Рис. 1.8. Відвал з трапецієподібним ножом (вигляд спереду)

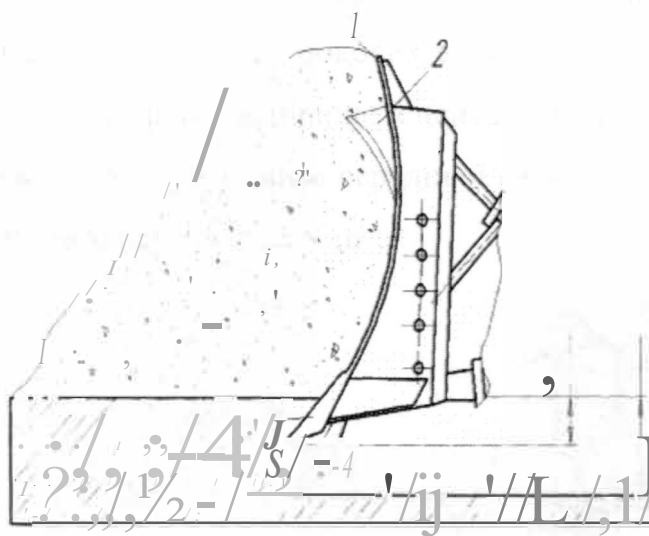


Рис. 1.9. Копання ґрунту відвалом з трапецієподібним ножом

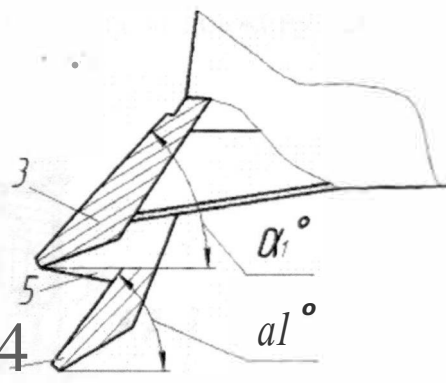


Рис. 1.10. Параметрична схема відвала з трапецієподібним ножом

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями, де на рис. 7 - віщвал землерийно-транспортної машини, аксонометричний вид; на рис.8 - відвал землерийно-транспортної машини, вид спереду; на рис. 9 - відвал землерийно-транс-

Корисна модель належить до землерийно-транспортної техніки, а точніше - до робочого обладнання бульдозера.

Існує конструкція відвала бульдозера з боковими відкрilками. Недоліком такого робочого обладнання є недостатньо широкі технологічні можливості.

Найбільш близьким технічним рішенням є робоче обладнання бульдозера, що містить 5 штовхаючу раму, відвал, виконаний із середньої і бокових секцій, з'єднаних шарнірами, гідроциліндрів зміни нахилу відвала і гідроциліндрів повороту бокових секцій відносно середньої. Осі шарнірів з'єднання бокових секцій відвала з середньою встановлені перпендикулярно до нижньої поверхні забою і винесені перед лобовими поверхнями секцій.

Недоліком такого робочого обладнання є вузькі технологічні можливості.

Основою корисної моделі є задача вдосконалення відвала бульдозера, в якому наявність нових конструктивних елементів розширяє технологічні можливості бульдозера, що дозволяє проводити більш ефективну розробку ґрунту.

Задача вирішується тим, що у відвалі бульдозера, що містить штовхаючу раму, відвал, виконаний із з'єднаних шарнірами середньої і бокових секцій гідроциліндрів зміни нахилу 15 відвала і гідроциліндрів повороту бокових секцій відносно середньої, відповідно до корисної моделі, кожна з бокових секцій з'єднана шарнірно з центральною секцією під кутом, меншим за 90° , а довжина ножа середньої секції відвала більша за довжину верхньої частини його середньої секції.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на рис. 1.7. - загальний вид бульдозера з відвалом (вид спереду); на рис. 1.8. - середня і бокові секції в традиційному режимі роботи бульдозерного обладнання (вид зверху).

Робота обладнання здійснюється таким чином. В традиційному режимі роботи відвала бульдозера з гідроциліндрами шляхом зміни довжини їхніх штоків 8, бокові секції 3 виставляються по прямій лінії з середньою секцією 2.

Зміною довжини штоків 7 гідроциліндрів 5 встановлюється необхідний кут нахилу відвала і 40 при рухові вперед здійснюється копання, а при рухові назад - планування ґрунту.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 19 |
| Зміна | Арк. | Нодокум. | Підпис | Дата | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

При копанні і транспортуванні ґрунту на великі відстані в накопичувальному режимі за рахунок висування штоків 8 гідроциліндрів 6 бокові секції 3 повертаються вперед відносно середньої секції 2. За рахунок цього досягається збільшення накопичувальної можливості відвала.

При висуванні штока 8 лівого гідроциліндра 6 в напрямку руху бульдозера, бокова секція 3 повертається вперед відносно середньої секції 2 (рис. 1.12.), а при втягуванні штока 8 правого гідроциліндра 6 бокова секція 3 повертається назад відносно середньої секції 2 і, таким чином, бульдозер працює в грейдерному режимі.

При втягуванні штоків 8 гідроциліндрів 6 бокові секції повертаються назад від середньої 50 секції 2 (рис. 1.11.) при рухові вперед здійснюється робота обладнання бульдозера в режимі шляхоукладача.

Запропонована конструкція відвала бульдозера дозволяє зменшити втрати ґрунту в зазорах між ножами бокових секцій і нижньою поверхнею забою та значно розширити технологічні можливості бульдозера.

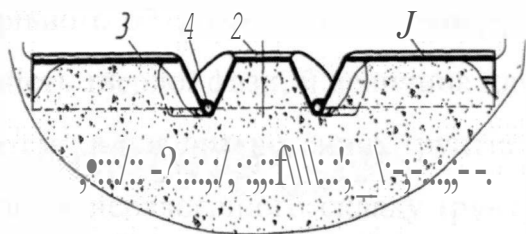


Рис. 1.12. Секційний відвал (вигляд зверху)

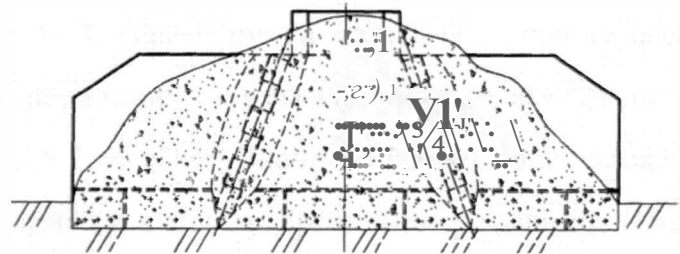


Рис 1.13. Секційний відвал, вигляд спереду

Висновки по розділу. В цьому розділі магістерської роботи розглянуті різні форми відвалів бульдозера і різні технічні рішення стосовно НС; зроблено аналіз недоліків та переваг відвалів і НС; порівняні різні схеми устаткування бульдозера.

Зроблено пошук аналогів відвалів бульдозерів і тягачів, знайдено аналог відвалу, котрий має базові дані для подальших розрахунків. Взято кращі технічні по використанню НС на інших відвалах та поєднані у створенні новою КНС.

Нова КНС поєднує в собі велику ефекти від роботи інших відомих НС.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 20 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

2. ОБґРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СХЕМ КОМБІНОВАНОЇ НОЖОВОЇ СИСТЕМИ (КНС)

2.1. Фізико-механічні властивості ґрунтів

Технологічні властивості ґрунту істотно впливають на якісь його розробки, оскільки вони визначають ступінь перевертання, кришіння, розпушування, перемішування та ущільнення ґрунту. Основні показники фізичних властивостей ґрунтів визначаються дослідним шляхом.

ґрунт являє собою дисперсну субстанцію з твердою (мінеральні частки), рідкою (вода) і газоподібною (зазвичай пари) складовими. При від'ємних температурах до складу ґрунту додатково входить лід. Фізичні та механічні властивості ґрунту залежать від гранулометричного складу, вологості та щільності.

Загальними фізичними властивостями ґрунту і породи є щільність твердої фази, щільність непорушеного ґрунту і його пористість. Щільність твердої фази, або питома маса ґрунту - це відношення маси його твердої фази до маси рівного об'єму води при температурі +4° С. Різні ґрунти мають неоднакову щільність твердої фази, її величина для мінеральних ґрунтів коливається від 2,4 до 2,8 г/см³, а для органогенних ґрунтів - 1,25-1,80 г/см³. Значною мірою вона залежить від мінералогічного складу ґрунту і вмісту в ньому органічної речовини. Щільність твердої фази ґрунту визначається пікнометричним методом і обчислюється за формулами:

$$\text{ЩТФ} = \frac{МГ}{ОБ}, \quad (2.1)$$

$$ОБ = (МВ + МГ) - МГВ, \quad (2.2)$$

де: ЩТФ - щільність твердої фази, г/см³;

МГ - маса абсолютно сухого ґрунту, г;

ОБ - маса, води, що займає тверда фаза ґрунту, г;

МЕ - маса пікнометра з чистою водою, г;

МГВ - маса пікнометра з ґрунтом і водою, г.

Більшість мінеральних ґрунтів має щільність твердої фази у межах 2,40 ... 2,70 г/см³ і вона практично не змінюється.

Щільність складення (об'ємна маса) ґрунту - це маса одиниці об'єму (переважно 1 см³) сухого ґрунту в його природному стані. Вона змінюється в широких межах: у мінеральних ґрунтах - від 0,9 до 1,8 г/см³, у болотних і торфових - від 0,15 до 0,40 г/см³.

На величину щільності складення ґрунту впливають його мінералогічний і гранулометричний склад, вміст у ньому гумусу, структурність та ін. Істотно впливає на щільність складення розробленого ґрунту. Найбільш розм'якшений ґрунт буває зразу ж після розробки, а потім починається його ущільнення. Після певного часу ґрунт досягає щільності, яка майже не змінюється. Така щільність складення ґрунту називається рівноважною.

Деякі типи ґрунтів і їх генетичні горизонти мають різну щільність складення. Наприклад, верхні горизонти мало-гумусних дерново-підзолистих ґрунтів мають щільність складення 1,2 ... 1,4 г/см³, а нижні - 1,6 ... 1,8 г/см³.

У верхніх горизонтах чорноземів щільність складення дорівнює 1,0 ... 1,2 г/см³, а в нижніх - 1,3 ... 1,6 г/см³.

Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна величина щільності складення ґрунту в орному шарі становить 1,1 ... 1,3 г/см³.

Щільність складення ґрунту обчислюють за формулою:

$$\rho_c = \frac{M}{O}, \quad (2.3)$$

де: ρ_c - щільність складення ґрунту, г/см³;

M - маса відповідного об'єму абсолютно сухого ґрунту, г;

O - об'єм ґрунту, см³.

Показники щільності складення використовують у розрахунку запасу вологи, вмісту поживних речовин у ґрунті та у розрахунках доз добрив і меліорантів.

Пористість (шпаруватість) ґрунту - це сумарний об'єм усіх пор (шпар) між частинками твердої фази ґрунту.

Вона виражається у відсотках загального об'єму ґрунту. В різних горизонтах мінеральних ґрунтів пористість змінюється від 25 до 80%, у гумусових горизонтах звичайно становить 50...60%, а у болотних ґрунтах - 80...90%. Відповідно до розміру пор розрізняють пористість капілярну і некапілярну. Сума цих двох видів пористості представляє загальну, або сумарну, пористість, її можна обчислити за показниками щільності складення ґрунту і щільності його твердої фази за формулою:

$$PЗ = \left(1 - \frac{\omega e}{\rho_{\text{ТФ}}}\right) \times 100, \quad (2.4)$$

де: *PЗ*- пористість-загальна, %;

ЩС-щільність складення ґрунту, г/см³;

ЩТФ- щільність твердої фази ґрунту, г/см³.

Знаючи загальну пористість ґрунту (*PЗ*) і його вологість для даного моменту (*ВГ*), можна обчислити пористість аерації, або повітрязабезпеченість, ґрунту за формулою:

$$PА = (PЗ - ВГ) \times \omega e, \quad (2.5)$$

де: *PА*- пористість аерації ґрунту, %;

PЗ- пористість загальна, %;

ВГ- вологість ґрунту, %;

ЩС-щільність складення ґрунту, г/см³.

До фізико-механічних, або технологічних, властивостей ґрунту належать: пластичність, липкість, набування, осідання, зв'язність, твердість і питомий опір [5].

Пластичність - це здатність ґрунту змінювати свою форму під впливом будь-яких зовнішніх сил без розпадання на окремі частини. Вона проявляється тільки у випадку вологого стану ґрунту. Залежно від ступеня зволоження ґрунту розрізняють верхню і нижню межі пластичності. Верхня межа пластичності відповідає такій кількості вологи у ґрунті, за якої ґрунт набуває рідкої консистенції. Нижня межа пластичності відповідає такому стану ґрунту, коли вологоємність його ста-

| | | | | | | | |
|-------|------|---------|--------|------|--|--------------------------|------|
| | | | | | | ДІТ. 63000000. 303. МРПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 23 |
| Зміна | Арк. | №докум. | Підпис | Дата | | | |

новить 50% найменшої вологоємності. У випадку нижньої межі пластичності ґрунт добре обробляється.

Числом пластичності W_{II} називають різницю між цими показниками:

$$W_{II} = W_m - W_p. \quad (2.6)$$

Число пластичності супіску складає 1... 7, суглинку 7... 17, глини більше 17.

Консистенція зв'язних ґрунтів визначається в кількісному відношенні за показником B , залежному від природної вологості w_e , межі пластичності w_{pl} та числа пластичності W_{II} :

$$B = (w_e - w_p) / w_{pl} \quad (2.7)$$

Пластичність тісно пов'язана з гранулометричним складом ґрунту. Істотно впливають на пластичність склад колоїдної фракції, а також склад увібраних катіонів та вміст гумусу.

Найбільшою пластичністю характеризуються солонцеві глинисті ґрунти, які містять 25 ... 30% і більше обмінного натрію та ємкості вбирання, найменшою - ґрунти, насичені кальцієм і магнієм. У випадку високого вмісту гумусу пластичність ґрунту зменшується.

Липкість - здатність вологого ґрунту прилипати до інших тіл, переважно робочих деталей ґрунтообробних знарядь.

Величина липкості визначається силою, яка необхідна для відривання металічної пластинки від вологого ґрунту і виражається у грамах на 1 см^2 (г/см^2). Найчастіше вона проявляється за умови вологості ґрунту, яка наближається до верхньої межі пластичності. З липкістю пов'язана фізична готовність ґрунту, за якої ґрунт під час розробки не прилипає до робочих деталей ґрунтообробних знарядь і добре кришиться.

Водопроникність - це здатність ґрунту пропускати (дренувати) воду, залежна від гранулометричного складу, вологості, об'єму пустот.

Розпушуванням називають здатність ґрунту, порід і матеріалів збільшувати-

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 24 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

ся в об'ємі при розробці. Розпушування характеризується коефіцієнтами k_y та k_p .

Коефіцієнт зменшення об'ємної маси k_y визначають відношенням об'ємної маси ґрунту чи матеріалі в розпушеному стані (після розробки чи навантаження) P_p до об'ємної маси в природному заляганні P_0 :

$$k_y = P_p / P_0 \quad (2.8)$$

Коефіцієнт розпушування k_p дорівнює відношення об'ємних мас матеріалу в природному та розпушеному стаю:

$$k_p = P_0 / P_p \quad (2.9)$$

При розрахунку ущільнення перевезеного матеріалу після його вивантаження та розподілення враховують коефіцієнт ущільнення k_{yn} , який дорівнюється відношенню об'ємних мас матеріалу в природному заляганні та після ущільнення P_y :

$$k_{yn} = P_0 / P_y \quad (2.10)$$

Для більшості ґрунтів $k_y = 0,65 \dots 0,90$, $k_p = 1,12 \dots 1,40$. Для мерзлих ґрунтів та легких скельних порід $k_p = 1,5 \dots 1,7$. Коефіцієнт k_{yn} для ґрунтів складає звичайно $0,75 \dots 0,88$ (для чистого піску чи гравію: сухого $0,88$, вологого $0,86$; для суглинків $0,83$; поверхневих шарів звичайних ґрунтів $0,80$; щільної глини $0,75$) (табл. 2.2).

Набухання - збільшення об'єму ґрунту під час зволоження та замерзання. Воно властиве для дрібнозернистих ґрунтів, які містять велику кількість колоїдів. Набухання виражають в об'ємних відсотках та обчислюють за формулою:

$$НГ = \frac{ОВГ - ОСГ}{ОСГ} \times 100, \quad (2.11)$$

де: $НГ$ - набухання ґрунту, %;

$ОВГ$ - об'єм вологого ґрунту, $см^3$ або $м^3$;

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 25 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

ОСГ- об'єм c_{yx} ого ґрунту, $см^3$ або $м^3$.

Величина наб_{yx} ання залежить від кількості та складу колоїдів, а також складу глинистих мінералів ґрунту. Особливо велике набування (до 120-150%) спостерігається у випадку насичення ґрунту натрієм, що властиве солонцюватим ґрунтам.

Осідання - зменшення об'єму ґрунту під час висихання. Величина його обумовлена тими ж чинниками, що й наб_{yx} ання. Чим більше наб_{yx} ання, тим сильніше осідання ґрунту. Осідання ґрунту можна вимірювати в об'ємних відсотках за формулою:

$$ОГ = \frac{(ОВГ - ОСГ) \times 100}{ОВГ} \quad (2.12)$$

де: *ОГ*- осідання ґрунту, %;

ОВГ- об'єм вологого ґрунту, $см^3$ або $м^3$;

ОСГ- об'єм c_{yx} ого ґрунту, $см^3$ або $м^3$.

Під час сильного осідання ґрунту утворюються тріщини, відбувається розривання кореневої системи, посилюється фізичне випаровування вологи з ґрунту.

Зв'язність - це здатність ґрунту чинити опір зовнішнім силам, які намагаються роз'єднати ґрунтову масу. Викликається зв'язність силами зчеплення між частками (агрегатами) ґрунту та виражається у $кг/см^2$. Сила зчеплення обумовлена гранулометричним і мінералогічним складом, структурним станом ґрунту, вологістю та характером його використання. Найбільшою зв'язністю характеризуються глинисті ґрунти, найменшою - піщані.

Твердість - властивість ґрунту у природному заляганні чинити опір стискуванню. Вона обумовлена тими ж характеристиками, що й зв'язність: мінералогічним і гранулометричним складом, структурністю, вологістю, вмістом гумусу і виражається у $кг/см^2$ [6].

Висока твердість - це ознака незадовільних фізико-хімічних та агрофізичних властивостей ґрунтів. У цих умовах потрібні великі затрати енергії на розроб-

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|--|-----------|
| | | | | | | | | | Арк. 1 |
| | | | | | | | | | 26 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДІТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

Таблиця 2.1

Рекомендована вологість ґрунту при його ущільненні

| ґрунт | Вологість при коефіцієнті ущільнення | | |
|---|--------------------------------------|---------------|---------------|
| | 1...0,98 | 0,95 | 0,90 |
| Піски пилюваті, супіщані легію, крупію | не більше 1,35 | не більше 1,6 | не нормується |
| Супіщані легкі та пилюваті | 0,8 ... 1,25 | 0,7 ... 1,35 | 0,7 ... 1,6 |
| Супіщані важкі пилюваті та суглинисті легію та пилюваті | 0,85 ... 1,15 | 0,8 ... 1,2 | 0,75 ... 1,4 |
| Суглинисті важкі та важкі пилюваті глини | 0,95 ... 1,05 | 0,9 ... 1,1 | 0,85 ... 1,2 |

Ґрунти з доброю структурою за інших р_івних умов проявляють менший опір під час розробки, ніж безструктурні. Опір ґрунту у процесі розробки викликає неоднакове зношення робочих деталей ґрунтообробних знарядь. Виявлена пряма залежність ступеня зволоження із гранулометричним складом ґрунтів і вмістом у них мінералів [7].

Гранулометричний склад характеризується відсотковим відношенням частинок різного розміру, за яким звичайно класифікують ґрунти (табл. 2.3).

Таблиця 2.2

Розрахунковий опір пилювата-глинистих (непросадочних) ґрунтів

| Пилювата-глинисті ґрунти | Коефіцієнт пористості | Значення R_0 , кПа, при показнику текучості ґрунту | |
|--------------------------|-----------------------|--|-------|
| | | $B=0$ | $B=1$ |
| Супіски | 0,5 | 300 | 300 |
| | 0,7 | 250 | 200 |
| Суглинки | 0,5 | 300 | 250 |
| | 0,7 | 250 | 180 |
| | 1,0 | 200 | 100 |
| Глини | 0,5 | 600 | 400 |
| | 0,6 | 500 | 300 |
| | 0,8 | 300 | 200 |
| | 1,1 | 250 | 100 |

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-------|------|----------|--------|------|

ДІТ. 63000000. 303. МРПЗ

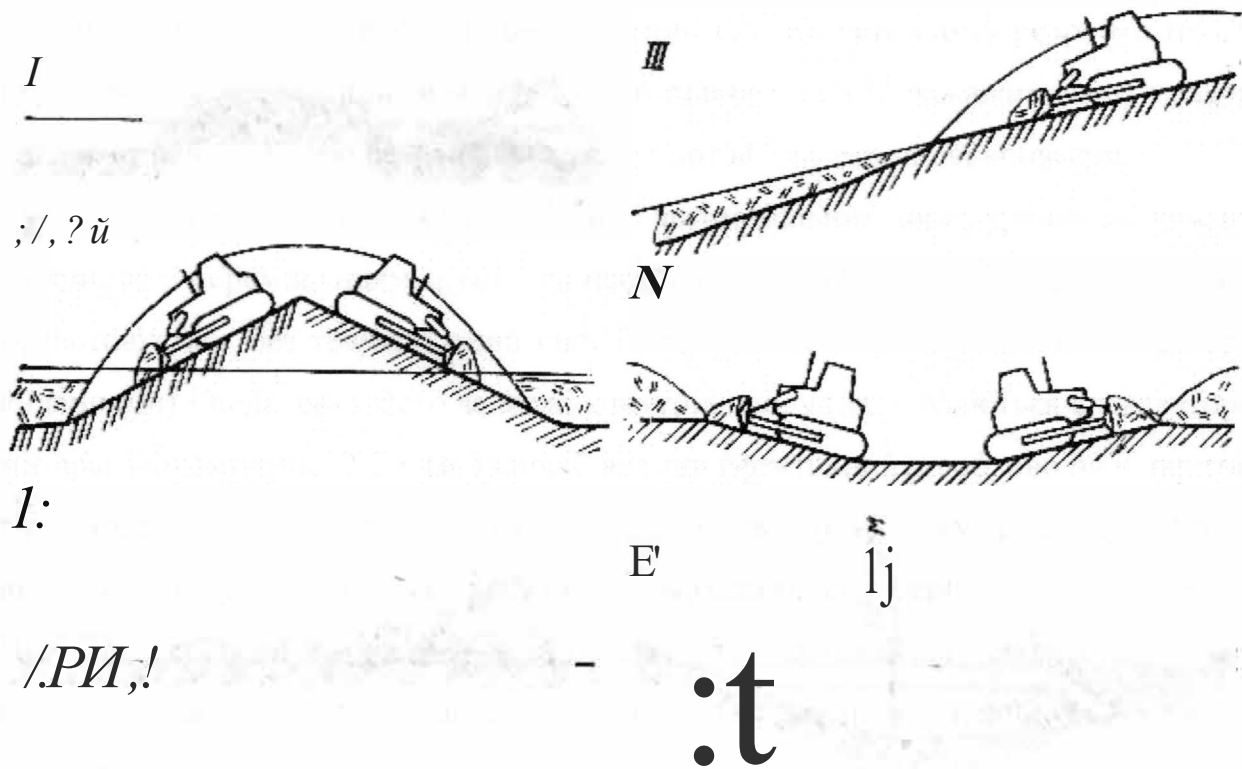
Арк.
28

Класифікація ґрунтів

| ґрунти | Вміст частинок | | |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Піщаних, розміром 2,0 ... 0,05 мм | Пилуватих, розміром 0,05 ... 0,005 мм | Глинистих, розміром менш ніж 0,005 мм |
| Піщаний | - | менш ніж 15% | менш ніж 3% |
| Піщаний пилуватий | - | 15 ... 20% | менш ніж 3% |
| Супіщаний | більш ніж 50% | менш ніж піщаних | 3 ... 12% |
| Супіщаний дрібний | менш ніж 50% | менш ніж піщаних | 3 ... 12% |
| Пилуватий | - | більш ніж піщаних | більш ніж 12% |
| Суглинистий | більш ніж пилуватих | - | 12 ... 18% |
| Важкий суглинистий | більш ніж пилуватих | - | 18 ... 25% |
| Суглинистий пилуватий | - | більш ніж піщаних | 12 ... 25% |
| Глинистий | - | - | більш ніж 25% |

2.2. Особливості розробки ґрунтів бульдозерами

Земляні роботи - комплекс будівельних робіт, що включає виїмку (розробку) ґрунту, переміщення його і укладання в певне, ісце (процес укладання у ряді випадків супроводжується розрівнюванням і ущільненням ґрунту). Земляні роботи є одним з найважливіших елементів промислового, гідротехнічного, транспортного, житлово-цивільного будівництва. Мета цих робіт - створення інженерних споруд з ґрунту (гребель, залізних і автомобільних доріг каналів, траншей і т. ін.), пристрій підстав будівель і споруд, що споруджуються з ін. матеріалів, планування територій під забудову, а також видалення земляних мас для розтину родовищ корисних копалини. Земляні роботи, пов'язані з видобутком корисних копалин відкритим способом, відносяться до гірських робіт. Земляні споруди створюються шляхом виїмок в ґрунті або зведенням з нього насипів. Виїмка, що відривається лише для видобутку ґрунту, називається резервом, а насип, утворений при відсіпанні зайвого ґрунту - відвалом (рис. 2.1).



- I, II-зведення насипів відповідно поперечним проходам з резервів, поздовжніми проходами з виїмки; III, IV-розробка виїмок відповідно проходам в дві сторони, поперечним проходам в дві сторони;
- V -планування зі зрізанням горбів і засипанням западин паралельними проходами;
- VI -спорудження каналу траншейним способом;

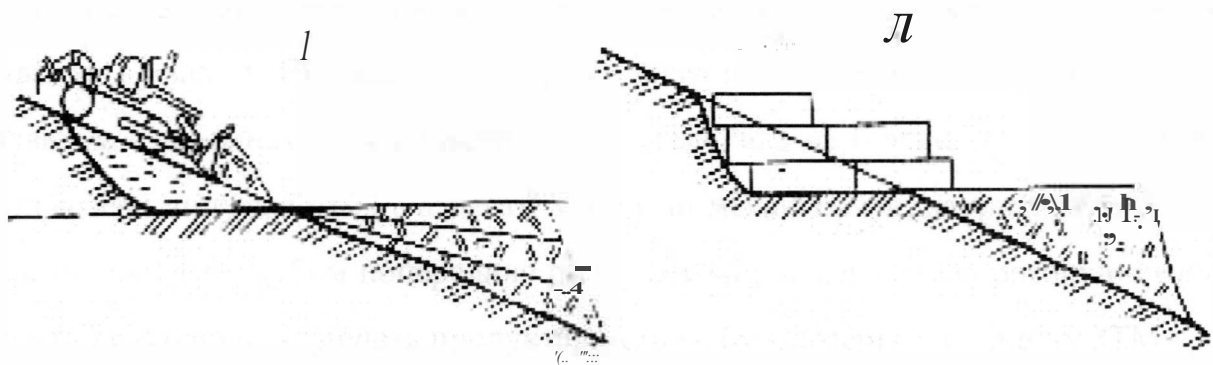
Рис. 2.1. Схеми основних земляних робіт, виконуваних бульдозерами

Розрізняють земляні роботи відкриті (на поверхні землі), підземні і підводні. Земляні роботи в сучасному будівництві майже повністю механізовані і виконуються високопродуктивними машинами. До підготовчих і допоміжних робіт відносяться: очищення території, розбиття земляних споруд відведення поверхневих вод, пристрій дренажу споруджень, кріплення стінок виїмки, закріплення ґрунтів і ін. Основні способи земляних робіт: механічний, вибуховий, гідромеханічний.

При механічному способі земляних робіт(найбільш поширеному) розробка ґрунту здійснюється землерийними і землерийно-транспортними машинами (екскаватори, скрепери, бульдозери, грейдери, грейдер-елеватори, навантажувачі, канавокопачі і ін.). Для транспортування ґрунту (з виїмок до місця укладання) на

значні відстані застосовується транспортний спосіб, при якому розробка ґрунту виробляється землерийними машинами (головним чином екскаваторами) з вантаженням в рейковий або безрейковий транспорт або на стрічкові конвеєри.

При спорудженні каналів, залізних і автомобільних доріг, уривку котлованів і траншей з переміщенням ґрунту на невеликі відстані (150...200 м) зазвичай використовується без транспортний спосіб, коли виїмка ґрунту(з декількома перекиданнями) і видалення його за межі контурів споруд виробляються екскаваторами-драглайнами (рис. 2.2.). Цей спосіб вельми ефективний, особливо на відкритих гірських розробках. При земляних роботах з транспортуванням ґрунту в насипі на відстань до 3000м доцільне вживання самохідних скреперів і навантажувачів. Причипні скрепери з ковшами ємкістю 10... 15 м³ за наявності тягачів, що мають обмежену швидкість, зазвичай використовуються для переміщення ґрунту на відстань до 100 м. Здійснюючи пошарову розробку ґрунту, скрепери дають можливість відбирати для укладання в насип високоякісні ґрунти. Поряд з цим скрепери розрівнюють і частково ущільнюють ґрунт, що істотно полегшує подальші роботи по ущільненню ґрунтів. Важкі ґрунти при розробці скреперами рекомендується задалегіть спусувати.



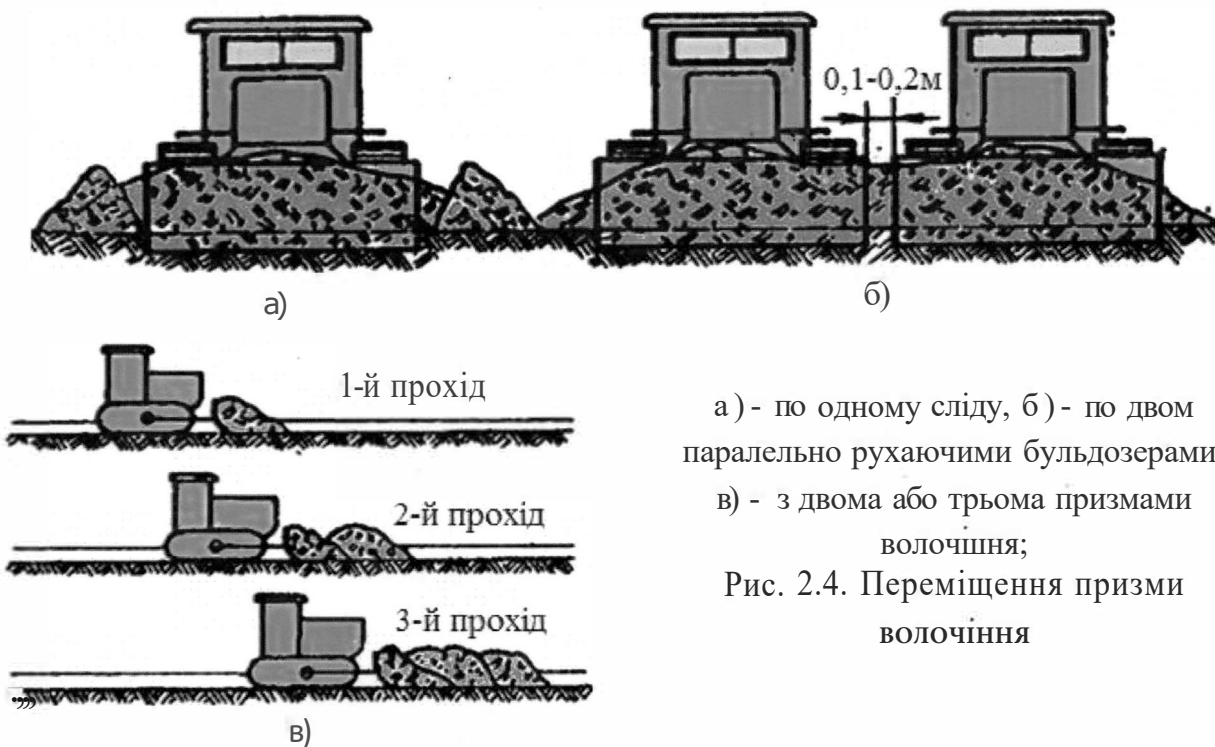
I - поперечні проходи; II - поздовжні проходи;
Рис.2.2. Схема розробки бульдозером терас на косогорах

Розробка неглибоких виїмок, планувальні роботи, напіввиїмки-напівнасипи (на узгір'ях), розрівнювання, зворотні засипки з переміщенням ґрунту на 100... 150мкоду виробляються бульдозерами. Особливо ефективно застосування

Головним параметром бульдозерів є тяговий клас, тобто тягове зусилля базового трактора. У будівництві бульдозери поділяють на три групи: легкі, середні і важкі з тяговим зусиллям відповідно до 60 кН; 100... 150 кН; 250 кН і вище.

Залежно від потужності і конструкції бульдозери працюють на різних ґрунтах: від болотистих і піщаних до розбірних, зірваних або розпушених порід і руд. При можливості перекосу відвала і достатньому тяговому зусиллі бульдозерами з неповоротним відвалом можна розробляти до 70% всіх видів ґрунту. Бульдозери з поворотним відвалом мають обмежену область застосування. Їх використовують при засипці траншей поперечними проходами і для прокладки доріг.

При цьому повернутий відвал дає деякі переваги. Положення центру тиску базових тракторів не дозволяє використовувати відвал, повернутий на кут не менший 60° від подовжньої осі. У зв'язку з цим безперервний схід ґрунту в сторону не забезпечується і тому робота безперервними подовжніми проходами практично не дає ефекту. До 90...95% часу такі бульдозери працюють з прямою установкою відвала (рис. 2.4).



а) - по одному сліду, б) - по двом паралельно рухаючими бульдозерами, в) - з двома або трьома призмами волочіння;
Рис. 2.4. Переміщення призми волочіння

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ НОЖОВОЇ СИСТЕМИ (КНС)

3.1 Відомі ножові системи бульдозерів, варіанти НС комбінованого типу

Головна практична мета вивчення процесу різання ґрунтів - відшукати способи найменш енергоємного і найбільш продуктивного відділення ґрунтів від масиву. Під час різання ґрунтів з істотною анізотропією, особливо шаруватих по напрямку різання, при малих величинах кута різання інструменту, стружка відділяється звичайно шляхом відриву. Разом з тим, в звичайних для землерийних машин умовах процесу рвання ґрунтів, в більшості випадків утворюється елементна стружка. Елементи стружки приймають в перетині закономірну форму, включаючи чітко виражену площадку зминання передньою гранню ножа і гострокутними сполучення поверхні відділення з їх верхньою поверхнею [8].

Переважає у ґрунтів стружковідділення свідчить про те, що деформації і напруження, які йому відповідають, найбільш характерні. Але поряд з переважанням у ґрунтів елементного стружкоутворення зафіксовані також ступінчасті і зливні стружки.

Стружка надлому або відриву (друга назва найближча до умов різання ґрунтів) утворюється у вигляді незв'язних між собою шматків матеріалу неправильної форми. Різець відокремлює ці шматки, головним чином, відривом, залишаючи після себе нерівну поверхню.

Елементна стружка також складається з окремих шматків матеріалу. Але їх форма більш закономірна. З боку різця вони обмежені площиною, що утворилася від зминання матеріалу. Ступінчасту стружку можна розглядати як видозмінену елементну. Відмінність полягає лише в тому, що послідовні елементи стружки після відділення від масиву з'єднуються знову. У результаті цього стружка отримує гладеньку поверхню з боку різця і ступінчасту зовні. Зливна стружка відрізняється формою суцільної стрічки, гладкою з боку різця і шорсткою, але майже без істотних нерівностей на зовнішній поверхні (рис. 3.2).

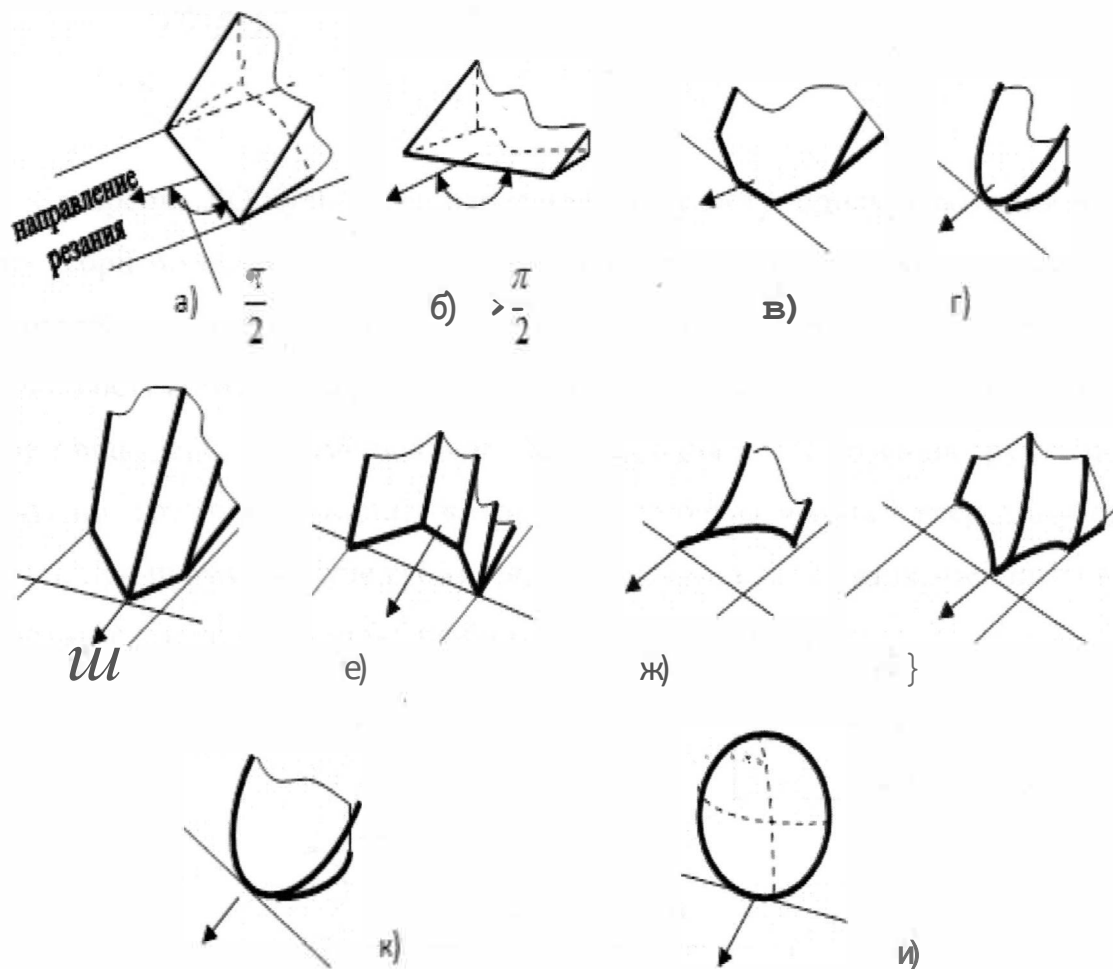
| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДІПТ. 63000000. 303. МРПЗ

Арк.

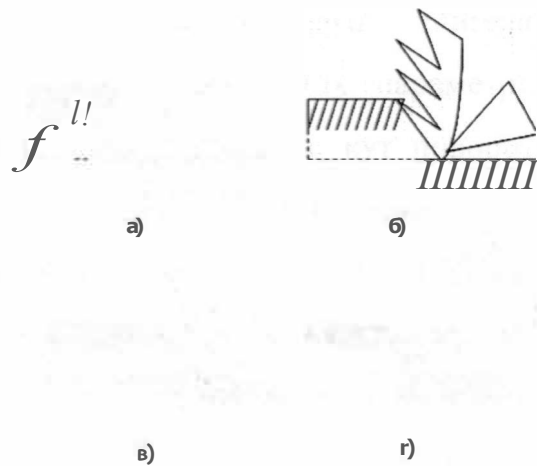
35

Підвищення продуктивності та ефективності роботи бульдозера можливо за рахунок додання ножовій системі робочого органу (РО) таких геометричних параметрів, при яких зусилля різання ґрунту буде мінімальним, а траєкторія переміщення зрізаної стружки ґрунту і її компоновка сприятиме збільшенню призми волочіння. Таким чином потрібно витратити мінімальне зусилля на переміщення ґрунту по відвалу і зменшити втрату ґрунту в бічні валики.



- а) - прямокутне плоским ножом, б) - косокутне плоским ножом;
 в) - прямокутне плоским клином з ріжучим краєм, окресленим по ламаній лінії;
 г) - те ж по опуклій кривій; д), е) - двограним і триграним ножами;
 ж), з), к) - косе криволінійним ножом, и) - прямокутне кривокутним ножом;

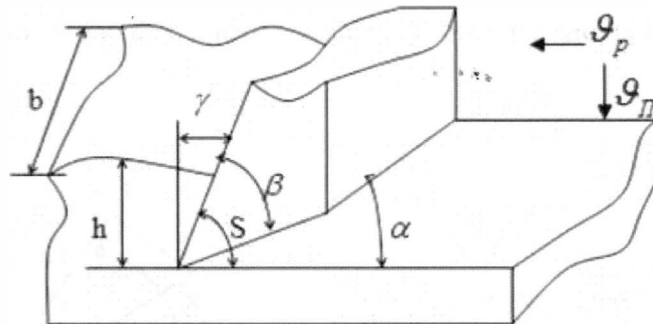
Рис. 3.1. Основні види різання



- а) - зливна стружка,
- б) - ступінчаста;
- в) - елементарна;
- г) - стружка відриву;

Рис. 3.2. Види стружкоутворення

Створення РО бульдозера переслідує дану мету, однак необхідно провести аналіз теорії різання та поведінки ґрунту в процесі його розробки, враховуючи при цьому характеристики та властивості ґрунту. В основі удосконалення ножової системи бульдозера є комбіноване застосування косо́го різання в межах ширини відвала. Суть комбінованого застосування косо́го різання ґрунту полягає в тому, що ґрунт в результаті копання спрямовуватиметься всередину призми ґрунту і, при цьому, не буде губитися, а енергоємність копання зменшиться. Крім того істотно зменшиться шлях повного набору призми ґрунту [9].



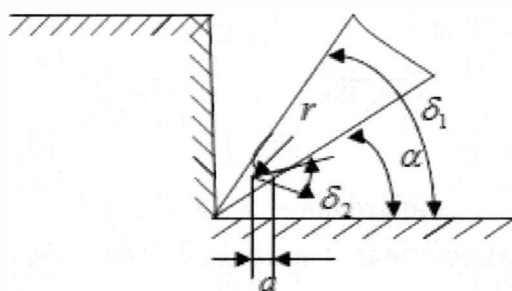
- β - кут загострення; α - задній кут; γ - передній кут; S - кут різання;
- b - ширина ріжучої кромки;

Рис. 3.3. Геометрія робочих органів бульдозера

Робочі органи (РО) бульдозера характеризуються ще наступними параметрами (рис. 3.4): прямі ножі - довжиною, шириною і радіусом кривизни; дискові ножі - діаметром і радіусом кривизни; відвали - об'ємом призми,

шириною l висотою, ніж l - шириною l довжиною, а також відстанями між ними. Крім геометричних параметрів відвалу на роботу бульдозера значно впливають кут копання, кут повороту відвалу в плані (кут захоплення) і кут перекосу відвалу. Кут копання повинен бути в межах $45 \dots 60^\circ$, кут повороту відвалу в плані - не більше 60° , так як при менших значеннях кута складова зусилля переміщення, спрямована уздовж відвала, не забезпечує інтенсивного пересування ґрунту по відвалу в сторону. Малий кут повороту відвалу в плані доцільний лише при розробці виїмок на косогах, пристрої терас та інших подібних роботах. Інтенсивне переміщення ґрунту вздовж відвалу відбувається тільки при куті повороту - $40 \dots 45^\circ$ і більше. При таких кутах можна засипати траншеї, розрівнювати вали, кавальєри і т. ін.

Для полегшення робіт на косогах дається кут перекосу відвалу в поперечній вертикальній площині, що дозволяє розробляти більш важкі ґрунти і дає можливість встановлювати відвал так, щоб компенсувати неточності виготовлення і збірки відвалу. Це дуже важливо, тому що при перекосі відвала навіть на $2 \dots 3$ см не досягається необхідна якість робіт. Цей кут в бульдозерах загального призначення може бути в межах $\pm (6 \dots 12^\circ)$, якщо є спеціальний пристрій для зміни цього кута з кабіни водія, а при ручному регулюванні - не більш $\pm 5^\circ$.



$$\delta_1 = 40 + 60^\circ \quad (\Sigma = 40^\circ)$$

$$\delta_2 = 7 = 10^\circ$$

a - площадка спрацювання РО; r - радіус затуплення РО;

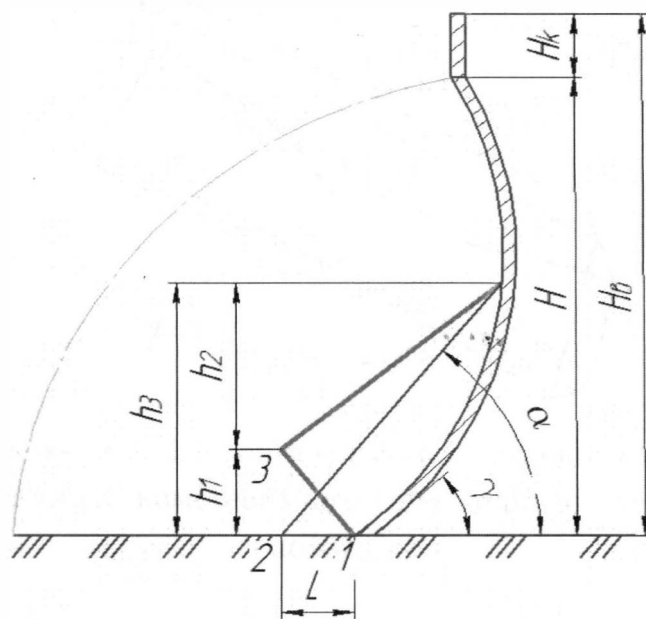
Рис. 3.5. Спрацювання ріжучого краю ножа

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зміна | Арк. | Недокум. | Підпис | Дата |

Кут різання α , кут загострення β і задній кут γ зв'язані між собою залежністю $\alpha = \beta + \gamma$, що необхідно враховувати при вказуванні цих кутів і меж їхньої зміни.

Кут різання α дуже впливає на енергоємність процесу різання - при його зменшенні значно знижується сила опору різанню. Кут загострення β значній мірі визначає характер зміни питомого тиску ножа на ґрунт у міру зношування його ріжучої крайки. При малому значенні цього кута швидко затуплюється ріжуча крайка ножа [10].

Від заднього кута γ ґрунто залежить конструкція тильної сторони відвала, елементи якої (зокрема, коробка жорсткості) не повинні стосуватися поверхні розроблювального ґрунту. Величина кута β повинна бути такою, щоб ґрунт не пересипався через відвал, що може відбуватися при завищеному куті.



h_1, h_2 - висота ріжучої крайки ножа, h_3 - висота ножа,
 H_b - висота відвала бульдозера; H_k - висота козирку, H - висота робочої зони відвала;

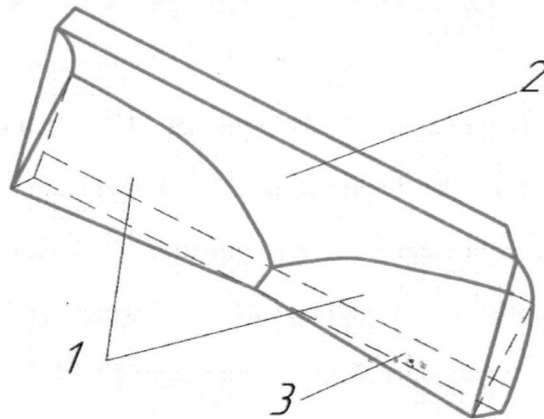
Рис. 3.8. Новий варіант НС бульдозера

Радіус кривизни r криволінійної поверхні повинен забезпечувати перевалювання ґрунту перед відвалом, щоб виключити втрати ґрунту через відвал і знизити енергоємність розробки ґрунту. Козирок, який характеризується висотою H_k і кутом його установки $1/k$, запобігає від пересипання сухих і сипучих ґрунтів через відвал.

Ширину неповоротного відвала вибирають в 2,8 ... 3,0 рази більшою за його висоту. Ширина поворотного відвала на 30 ... 35% більша, ніж неповоротного. Разом з тим ширина відвала повинна перевищувати ширину базової машини не менш ніж на 100 мм для забезпечення можливості її руху в траншеї (рис. 3.6).

Базовий варіант ножової системи (HE) комбінованого типу з однією парою косих ножів представлений на рис. 3.8.

Варіанти HE комбінованого типу з парою ножів представлені на рис. 3.9.



1 - ножова пара; 2 - стінка відвалу; 3 - основний ніж відвала;

Рис. 3.9. Варіанти HE комбінованого типу з однією і двома парами косих ножів

Відвал з запропонованою формою HE має ряд переваг у порівнянні з відвалом традиційної форми:

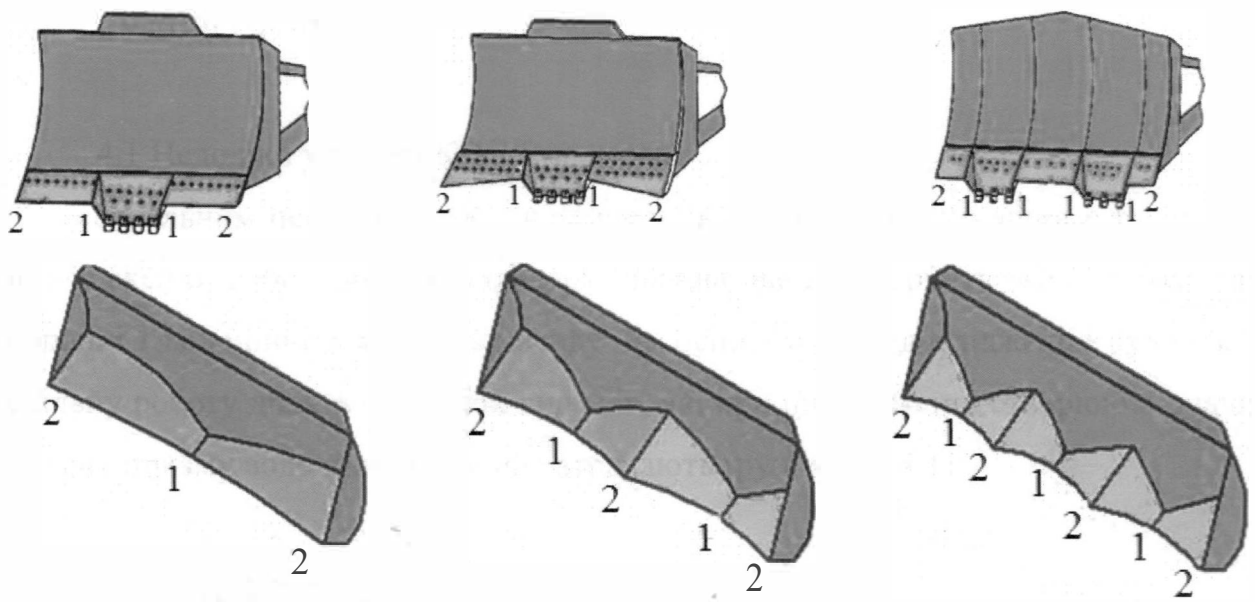
- при руйнуванні земляного масиву ґрунт буде йти у відвал завдяки новій HE і не теряться в процесі переміщення, формую велику земляну призму;
- зменшення опору різання ґрунту;
- заміна при зносі зубів, а не самого відвалу.

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| Зміна | Арк. | Недокум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

ДПТ. 63000000. 303. МРПЗ

Арк.

40



3.10 Порівняння існуючих форм не з дослідною

Висновки по розділу. В цьому розділі магістрської роботи було досліджено відомі ножові системи бульдозерів, проаналізовано види стружки ґрунту, порівняно і досліджено взаємодію ґрунту і не. На основі вже відомих не були запропоновані нові не; котрі мають висоту не вище висоти не традиційного типу, а також на рис. 3.11 приведено порівн'яють існуючих форм не з дослідною.

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Таблиця 4.1

Принципові технічні рішення КНС неповоротного відвала бульдозера

| № | Технічні умови | Схема РО бульдозера | 1 | 2 | 3 |
|----|--|---------------------|-----|--|---|
| 1 | $\pi = 1;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | | $n = 2;$ $R_r = \alpha$ $R_b = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 3 | $n = 3;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | | $n = 4;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 5 | $n = 5;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | | $\pi = 1;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 7 | $n = 2;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | 8 | $n = 3;$ $R_r = \alpha;$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 9 | $\pi = 4;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | 110 | $n = 5;$ $R_r = \alpha$ $R_b = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 11 | $\pi = 1;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | | $n = 2;$ $R_r = \alpha$ $R_b = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |
| 13 | $n = 3;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | | | $n = 4;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ$ | |

| 1 | 2 | 3 | I 1 | 2 | 3 | |
|----|--|---|-------------------------------|----|--|--|
| 15 | $\pi = 5;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 0 | 16 | $\pi = 1;$ $R_r = 00;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 17 | $n = 2;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 18 | $n = 3;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 19 | $n = 4;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 20 | $n = 5;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 21 | $n = 1;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 22 | $n = 2;$ $R_z = 00;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 23 | $n = 3;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 24 | $\pi = 4;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 25 | $n = 5;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 26 | $n = 1;$ $R_r = 00;$ $R_g = 00;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 27 | $n = 2;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 28 | $n = 3;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 29 | $n = 4;$ $R_z = 00;$ $R_g = \infty;$ $a = 55'.$ | | x_2 x_1 2 13 | 30 | $n = 5;$ $R_r = 00;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |

B::;

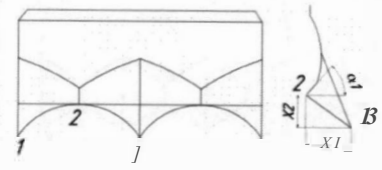
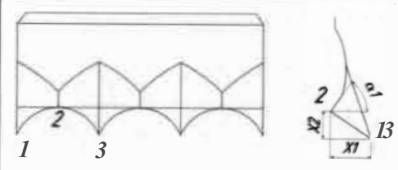
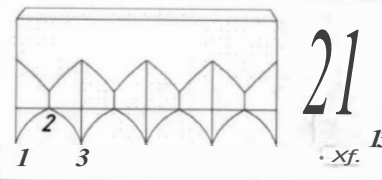
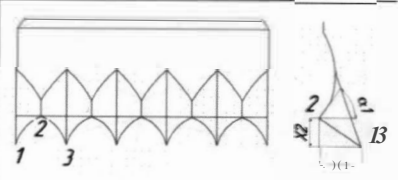
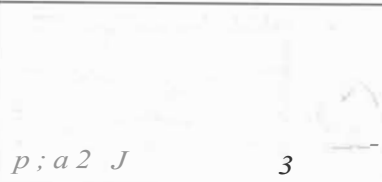
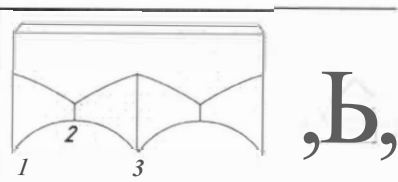
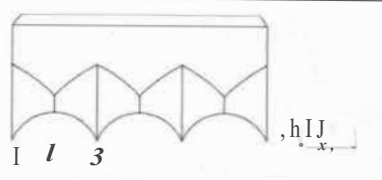
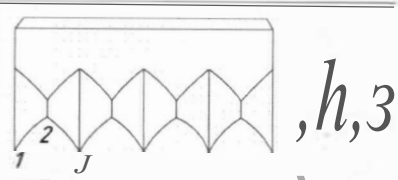
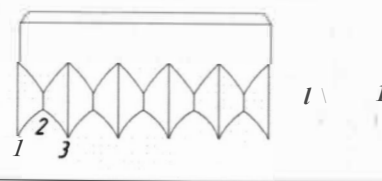
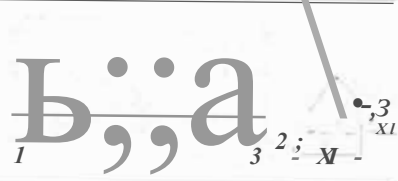
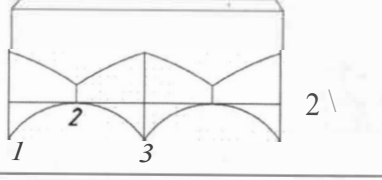
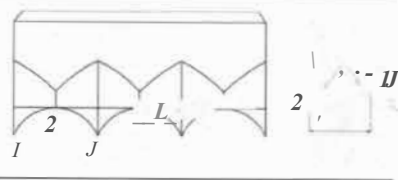
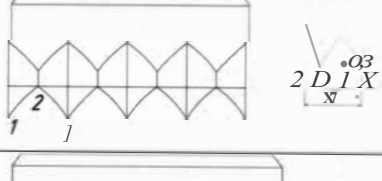
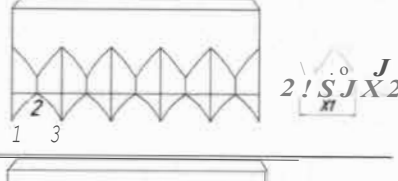
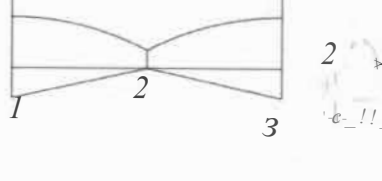
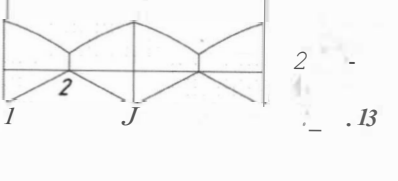
JS::;

f::J'''

2P_E3



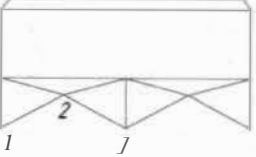

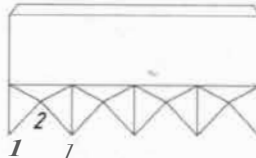

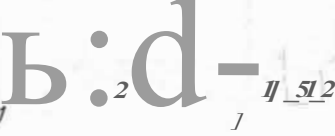
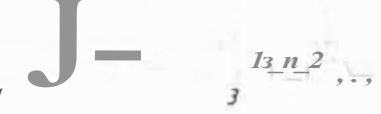

Продовження таблиці 4.1

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|----|--|---|----|--|---|
| 31 | $\pi = 1;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a = 55'.$ | | 32 | $n = 2;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 33 | $n = 3;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a = 55'.$ | | 34 | $\pi = 4;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 35 | $n = 5;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a = 55'.$ | | 36 | $n = 1;$ $R_r = \alpha$ $R_s \sqcap \alpha$ $a_1 = 55'.$ | |
| 37 | $n = 2;$ $R_r = \infty;$ $R_s \sqcap \alpha$ $a = 55'.$ | | 38 | $n = 3;$ $R_r = \alpha$ $R_s \sqcap \alpha$ $a_1 = 55'.$ | |
| 39 | $n = 4;$ $R_r = \alpha$ $R_s \sqcap \alpha$ $a = 55'.$ | | 40 | $n = 5;$ $R_r = \infty;$ $R_s \sqcap \alpha$ $a_1 = 55'.$ | |
| 41 | $n = 1;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a = 55'.$ | | 42 | $\pi = 2;$ $R_r = \alpha$ $R_s = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |
| 43 | $n = 3;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a = 55'.$ | | 44 | $n = 4;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \alpha$ $a_1 = 55'.$ | |
| 45 | $\pi = 5;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \alpha$ $a = 55'.$ | | 46 | $\pi = 1;$ $R_r \sqcap \alpha$ $R_s = \infty;$ $a_1 = 55'.$ | |

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|----|--|---|----|---|---|
| 47 | $n=2;$ $R_r \square \infty$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ |  | 48 | $n=3;$ $R_r \square \infty$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 49 | $n=4;$ $R_r \square \infty$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ |  | 50 | $n=5;$ $R_r \square \infty$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 51 | $n=1;$ $R_r = \infty$ $R_g \square \infty$ |  | 52 | $n=2;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \infty$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 52 | $n=3;$ $R_r = \infty$ $R_g \square \infty$ $a = 55^\circ.$ |  | 54 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_b \square \infty$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 55 | $n=5;$ $R_r \square \infty$ $R_g \square \infty$ |  | 56 | $n=1;$ $R_r \square \infty$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 57 | $n=2;$ $R_r \square \infty$ $R_g = \infty$ $a = 55^\circ.$ |  | 58 | $n=3;$ $R_r \square \infty;$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 59 | $n=4;$ $R_r \square \infty$ $R_g = \infty$ |  | 60 | $n=5;$ $R_r \square \infty$ $R_b = \infty$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |
| 61 | $n=1;$ $R_r = \infty$ $R_g \square \infty$ $a = 55^\circ.$ |  | 62 | $n=2;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \infty$ $a_1 = 55^\circ.$ |  |

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|----|--|---|----|--|---|
| 63 | $n=3;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \alpha$ $a=55^\circ.$ | | 64 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 65 | $n=5;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \alpha$ $a=55^\circ.$ | | 66 | $\pi=1;$ $R_r = \infty;$ $R_b \square \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 67 | $n=2;$ $R_r = \infty;$ $R_g \square \alpha$ $a=55^\circ.$ | | 68 | $\pi=3;$ $R_r = \alpha$ $R_b \square \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 69 | $n=4;$ $R_r = \alpha$ $R_g \square \alpha$ $a = 55^\circ.$ | | 70 | $n=5;$ $R_r = \infty;$ $R_b \square \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 71 | $n=1;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a=55^\circ.$ | | 72 | $n=2;$ $R_r = \alpha$ $R_b = \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 73 | $n=3;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ | | 74 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \alpha$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 75 | $n=5;$ $R_r = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ | | 76 | $n=1;$ $R_r \square \alpha$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 77 | $n=2;$ $R_r \square \alpha$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 78 | $n=3;$ $R_r \square \alpha$ $R_g = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|----|---|---|----|---|---|
| 79 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 80 | $n=5;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 81 | $\Pi = 1;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 82 | $n=2;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 83 | $n=3;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 84 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 85 | $n=5;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 86 | $\Pi = 1;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a_1 = 55^\circ.$ | |
| 87 | $\Pi = 2;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 88 | $\Pi = 3;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | |
| 89 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 90 | $n=5;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | |
| 91 | $\Pi = 1;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 92 | $\Pi = 2;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | |
| 93 | $n=3;$ $R_r = \infty;$ $R_g = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | | 94 | $n=4;$ $R_r = \infty;$ $R_b = \infty;$ $a = 55^\circ.$ | |

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|-----|--|---|-----|---|--|
| 95 | $n=5;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  | 96 | $n=1;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  |
| 97 | $n=2;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  | 98 | $n=3;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  |
| 99 | $n=4;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  | 100 | $n=5;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a = 55^\circ.$ |  |
| 101 | $n=l;$ $R_z = \infty;$ $R_g = \infty;$ $\beta = 55^\circ;$ $\beta > .$ |  | 102 | $\pi=2;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ;$ $a_1 > a_2.$ |  |
| 103 | $\pi=3;$ $R_z = \alpha$ $R_g = \alpha$ $a_1 = 55^\circ;$ $a_1 > a_2.$ |  | | | |

В таблиці 4.1 показано можливе використання **HE** неповоротних відвалів і їх технічне рішення. В таблиці виконано різні форми ножів, а саме традиційного типу та ножі вище ножів традиційного типу, використано порівняння різних факторів і пошук найкращого з переліку. Планування експериментальних досліджень проводяться для розгляду всіх можливих варіантів використання **HE** відвалів бульдозера.

Висновки по розділу. В цьому розділі магістерської роботи розглянув усі форми і варіанти **HE** неповоротного відвала бульдозера, створив методику формування технічних рішень **KHE** відвалів бульдозера.

Визначив, що відвали з **KHE** має менше навантаження на окрему пару ножів.

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| Зміна | Арк. | Недокум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

Продовження таблиці 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----|------|---------|------|------|------|------|
| 4. $X_1 = 60$ мм, $X_2 = 4$ пари ножів IV - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами та 2 проходи з 6-ма вантажами | 5 | 1,50 | 339300 | 1200 | 6,6 | 11,2 | 0,88 |
| | 10 | 1,15 | 521100 | 1000 | 10,4 | 16,4 | 0,86 |
| | 15 | 1,00 | 742300 | 1200 | 12,6 | 18,8 | 0,84 |
| | 20 | 0,90 | 815800 | 1400 | 15,2 | 20,8 | 0,79 |
| | 25 | 0,85 | 932500 | 1500 | 16,4 | 26,2 | 0,77 |
| 5. $X_1 = 30$ мм, $X_2 = 3$ пари ножів III - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами | 30 | 0,75 | 1019900 | 1600 | 20 | 29,6 | 0,74 |
| | 5 | 1,50 | 339700 | 800 | 6,0 | 8,0 | 0,8 |
| | 10 | 1,40 | 635000 | 600 | 7,6 | 8,2 | 0,54 |
| | 15 | 1,30 | 862000 | 750 | 8,8 | 9,8 | 0,41 |
| | 20 | 1,20 | 1088700 | 900 | 11,4 | 14,2 | 0,74 |
| 6. $X_1 = 70$ мм, $X_2 = 3$ пари ножів III - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами | 25 | 1,10 | 1103500 | 1000 | 14,2 | 18,6 | 0,53 |
| | 30 | 1,00 | 1360900 | 1100 | 18,0 | 22,8 | 0,6 |
| | 5 | 1,50 | 340200 | 300 | 1,6 | 2,4 | 0,21 |
| | 10 | 1,45 | 701900 | 1800 | 8,4 | 17,2 | 0,54 |
| | 15 | 1,40 | 985450 | 2000 | 11,6 | 24 | 0,48 |
| 7. $X_1 = 50$ мм, $X_2 = 1$ пара ножів III - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами | 20 | 1,35 | 1354800 | 2600 | 14,8 | 28,8 | 0,52 |
| | 25 | 1,30 | 1529450 | 2800 | 17,2 | 36,4 | 0,53 |
| | 30 | 1,20 | 1658400 | 3200 | 20,4 | 44,2 | 0,56 |
| III - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами | 5 | 1,50 | 339700 | 800 | 5,2 | 8 | 0,69 |
| | 10 | 1,45 | 758300 | 1100 | 6,4 | 14,8 | 0,44 |
| | 15 | 1,40 | 952100 | 1300 | 8 | 17,6 | 0,38 |
| | 20 | 1,20 | 1085600 | 1400 | 10,6 | 19,2 | 0,43 |
| | 25 | 1,00 | 1133500 | 1500 | 15,8 | 20,8 | 0,63 |
| | 30 | 0,70 | 1245300 | 1600 | 19,4 | 23,6 | 0,66 |

Продовження таблиці 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|----------------------------------|---|------|---------|---------|------|------|------|------|
| 8. X1 = 50 мм, X2 = 5 пар ножів | 5 | 1,50 | 339100 | 1400 | 2,8 | 5,6 | 0,37 | |
| | 10 | 1,20 | 672560 | 600 | 8,2 | 12,4 | 0,68 | |
| | III - 2 проходи без вантажу та 2 проходи з 2-ма вантажами та 2 проходи з 4-ма вантажами | 15 | 1,15 | 782450 | 700 | 11,2 | 14,8 | 0,71 |
| | | 20 | 1,00 | 907200 | 800 | 14,8 | 19,2 | 0,74 |
| | | 25 | 0,80 | 909030 | 1000 | 16,4 | 20,2 | 0,88 |
| | | 30 | 0,75 | 1020400 | 1100 | 20,6 | 26,8 | 0,91 |
| 9. X1 = 50 мм, X2 = 3 пари ножів | 5 | 1,50 | 339900 | 600 | 3,6 | 6,2 | 0,48 | |
| | 10 | 1,20 | 543900 | 900 | 7,1 | 14,3 | 0,58 | |
| | I - 2 проходи без вантажу | 15 | 1,10 | 648100 | 1000 | 12,0 | 16,6 | 0,72 |
| | | 20 | 0,80 | 725400 | 1100 | 16,2 | 18,7 | 1,01 |
| | | 25 | 0,65 | 766550 | 1200 | 18,3 | 20,2 | 1,12 |
| | | 30 | 0,60 | 804200 | 1300 | 19,4 | 22,7 | 0,99 |
| 10. Традиційний | 5 | 1,50 | 339600 | 900 | 5,6 | 8,0 | 0,74 | |
| | 10 | 1,40 | 635000 | 600 | 6,4 | 11,0 | 0,46 | |
| | 15 | 1,30 | 884500 | 800 | 8,6 | 13,5 | 0,44 | |
| | 20 | 1,00 | 908000 | 1000 | 10,4 | 15,8 | 0,52 | |
| | 25 | 0,90 | 1010500 | 1100 | 12,8 | 20,4 | 0,56 | |
| | 30 | 0,80 | 1088400 | 1200 | 15,6 | 24,2 | 0,65 | |

ТОВ "СМОЛОВОД КОМ" РМ

V1

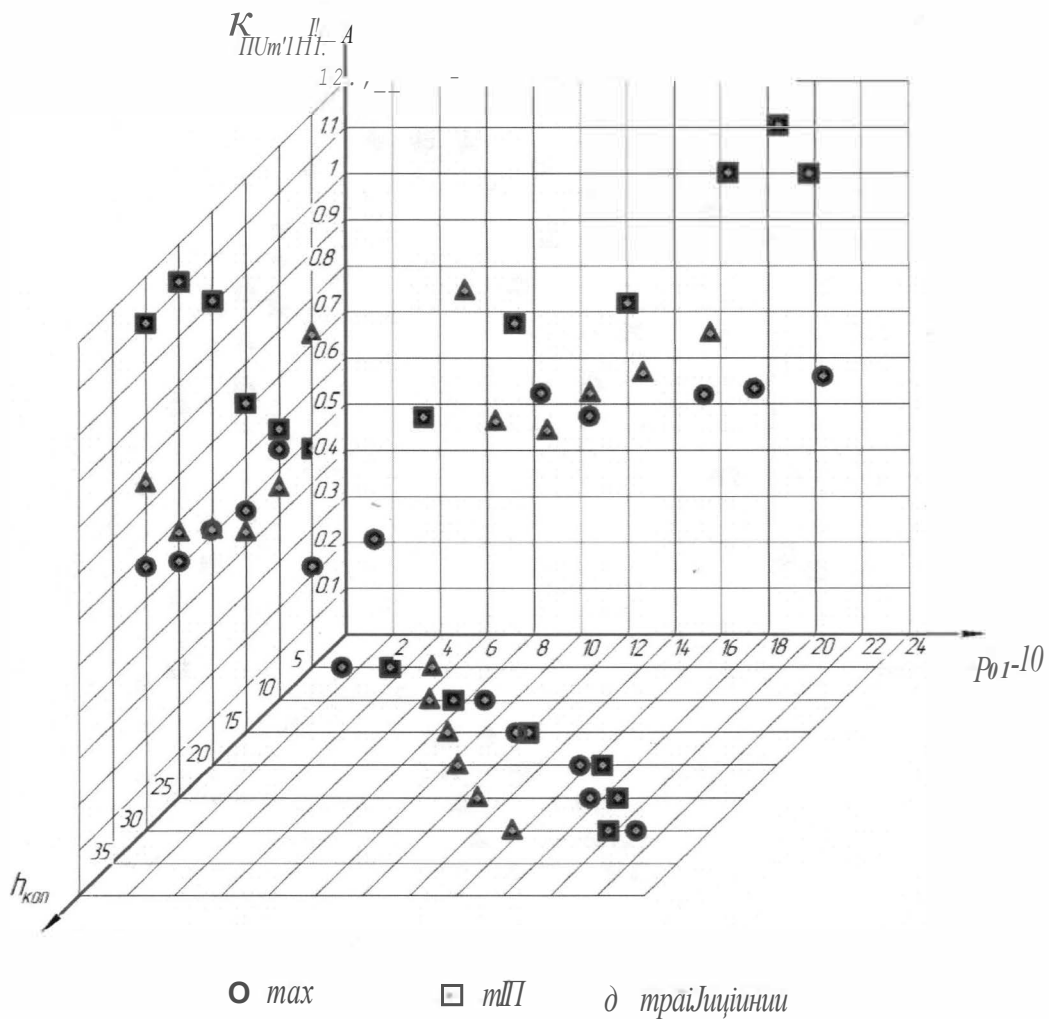
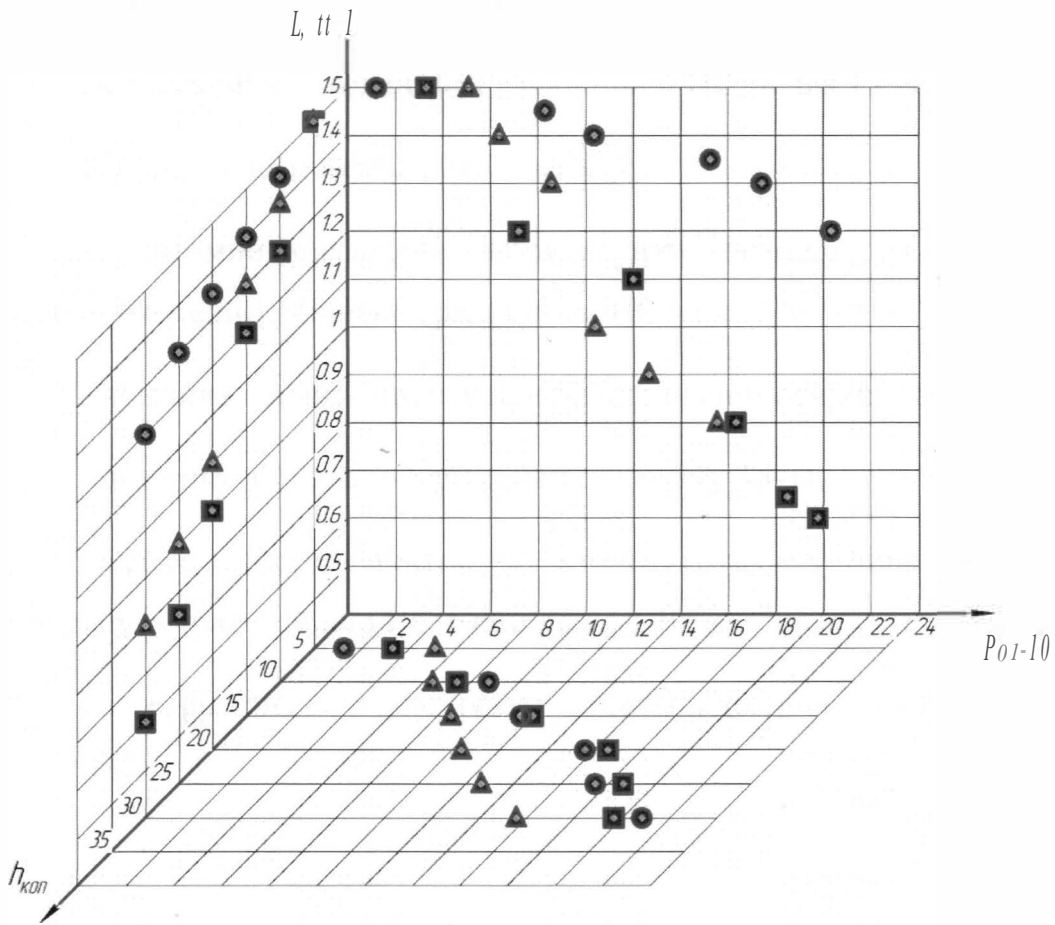


Рис. 5.1. Залежність шляху набору призми $K_{\text{пит}}$ ґрунту перед відвалом від глибини копання $h_{\text{коп}}$ та дотичної сили P_{01} опору копанню



\bigcirc max \square min \triangle Д траїжуціни

Рис. 5.2. Залежність шляху набору призми L ґрунту перед відвалом від глибини копання $h_{\text{коп}}$ та дотичної сили P_{01} опору копанню

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-------|------|----------|--------|------|

ДІТ. 63000000. 303. МРПЗ

Арк.

56

5 ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Лабораторне дослідження виконувались на макеті ножової системи бульдозера в масштабі 1:10.

Фото експериментальної установки наведені нижче на рисунках 5.1 - 5.4.

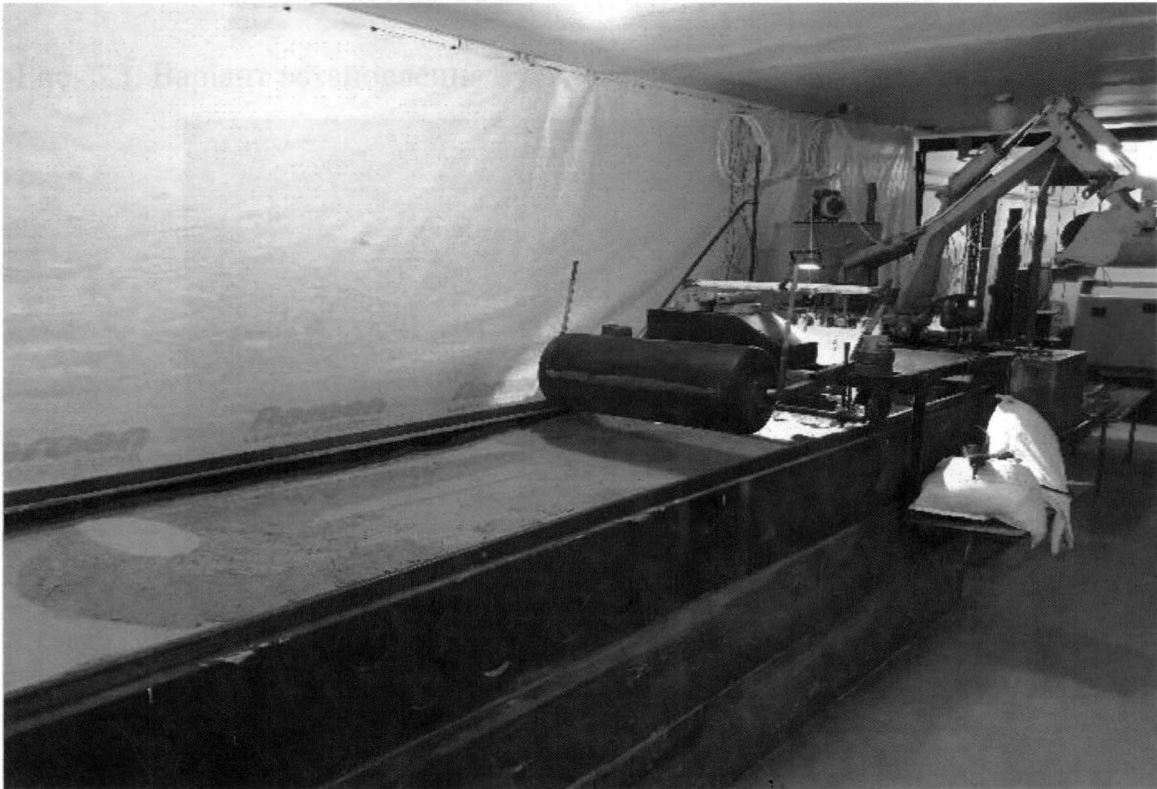


Рис. 5.1. Загальний вигляд ґрунтового каналу та стенда для лабораторних досліджень



Рис. 5.2. Варіант встановлення бульдозерного обладнання з КНС на стенд

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зміна | Арк. | Недокум. | Підпис | Дата |

ДІП. 63000000. 303. МРПЗ

Арк.

50

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вступ

Бульдозери - як землерийно-транспортні машини широко використовуються при будівництві доріг, створенні дамб, насипів, планувальних роботах, а також використовуються як допоміжні машини для підштовхування скреперів на завершальній стадії заповнення їх ковша. Порівняно з іншими машинами бульдозери відрізняються підвищеною небезпечністю, оскільки це машини великої одиничної потужності та маси, являються джерелом шуму, вібрації, мають хімічно агресивні паливо-мастильні матеріали, підвищену температуру окремих частин, різину в підсистемі під тиском. Усі ці фактори потребують підвищеної уваги та безпеки.

6.1 Вимоги охорони праці під час експлуатації бульдозерів

Відповідно до ДСТУ EN 474-2:2014 Машини землерийні. Вимоги щодо безпеки. Частина 2. Вимоги до бульдозерів (EN 474-2:2006+A1:2008, IDT), при експлуатації бульдозера повинні бути виконані вимоги, що забезпечують попередження або зниження дії на працюючих наступних небезпечних і шкідливих виробничих чинників:

- руху бульдозера, його робочих органів і частин, а також переміщуваного бульдозером ґрунту, конструкцій, матеріалів;
- підвищеної загазованості, запыленості і вогкості повітря робочої зони;
- розташування робочого місця на значній висоті щодо поверхні ґрунту;
- підвищеної або зниженої температури повітря на робочому місці;
- підвищеної швидкості вітру в робочій зоні бульдозера;
- підвищеного рівня вібрації на робочому місці машиніста бульдозера;
- підвищеного рівня шуму в робочій зоні бульдозера;
- недостатньої видимості робочої зони з кабіни машиніста бульдозера;

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|---------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 58 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДІПТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

- фізичних і нервово-психічних перевантажень машиніста бульдозера.

До початку ведення земляних робіт в місцях розташування діючих підземних комунікацій повинні б_{уТ} и розроблені і погоджені з організаціями, експлуатуючими ці комунікації, заходи щодо безпечних умов праці, а розташування підземних комунікацій на місцевості - позначене відповідними знаками і написами [11].

Проведення земляних робіт в зоні діючих підземних комунікацій слід здійснювати під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того, під наглядом працівників елек ро- або газового господарства.

При виявленні вибухонебезпечних мат ріалів земляні роботи в цих місцях слід негайно припинити до отримання дозволу відповідних органів.

Перед початком виконання земляних робіт на ділянках з можливим патогенним зараженням ґрунту (звалище, скотомогильники, кладовища і т. п.) необхідний дозвіл органів Державного санітарного нагляду.

Котловани і траншеї, що розробляються на вулицях, проїздах, у дворах населених пунктів, а також місцях, де відбувається рух людей або транспорту, повинні бути захищені захисною огорожею. На огорожі необхідно встановлювати попереджувальні написи і знаки, а в нічний час - сигнальне освітлення.

Місця проходу людей через траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, освітлюваними в нічний час.

Ґрунт, викопаний з котловану або траншеї, слід розміщувати на відстані не менше 0,5 м від краю виїмки.

Розробляти ґрунт у котлованах і траншеях "підкопом" не допускається.

Валуни і каміння, а також відшаровування ґрунту, знайдені на укосах, повинні б_{уТ} и видалені.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|--|-----------|
| | | | | | | | | | Арк. 1 |
| | | | | | | | | | 59 |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДІТ. 63000000. 303. МРПЗ | | | | |

Копання котлованів і траншей з вертикальними стінками без кріплень в нескельних і незамерзлих ґрунтах вище за рівень ґрунтових вод і за відсутності поблизу підземних споруд допускається на глибину не більше, м:

- 1,0 - у насипних, піщаних і крупно уламкових ґрунтах;
- 1,25 - у супіщаних ґрунтах;
- 1,50 - у суглинках і глинах.

Копання котлованів і траншей з укосами без кріплень в нескельних ґрунтах вище за рівень ґрунтових вод (з урахуванням капілярного підняття) або у ґрунтах, осушених за допомогою штучного водопониження, допускається при глибині виїмки і крутизни укосів згідно таблиці 6.1.

Для забезпечення безпечного проведення робіт обслуговуючий персонал зобов'язаний строго дотримуватися правил охорони праці при експлуатації, технічному обслуговуванні, ремонті і транспортуванні бульдозера. Недотримання правил охорони праці може призвести до отримання травм і втрати працездатності.

Таблиця 6.1

Залежність крутизни укосу від виду ґрунту

| Види ґрунтів | Крутизна укосу.(співвідношення його висоти до закладання) при глибині виїмки, м не більше | | |
|----------------------|---|--------|--------|
| | 1,5 | 3,0 | 5,0 |
| Насипні неущільнені | 1:0,67 | 1:1 | 1:1,25 |
| Піщані і гравієві | 1:0,5 | 1:1 | 1:1 |
| Супісок | 1:0,25 | 1:0,67 | 1:0,85 |
| Суглинок | 1:0 | 1:0,5 | 1:0,75 |
| Глина | 1:0 | 1:0,25 | 1:0,5 |
| Лісові і лісоподібні | 1:0 | 1:0,5 | 1:0,5 |

падкового пуску двигуна, мимовільного руху бульдозера чи його частин, зняття тиску в гідро- і пневмосистемах, окрім випадків, які допускаються експлуатаційною і ремонтною документацією.

Частини бульдозера, що переміщуються під дією власної маси при технічному обслуговуванні і ремонті, повинні бути заблоковані механічним способом або опущені на опору з метою виключення їх мимовільного переміщення.

При технічному обслуговуванні бульдозера на базі дизель-електричного трактора ДЕТ-250, який розглядається у даній роботі, потрібно вжити заходів, що не допускають випадкової подачі напруги на ремонтоване устаткування. Плавкі вставки запобіжників в ланцюгах електрообладнання повинні бути вийняті, пускові пристрої двигуна повинні бути заблоковані чи закриті на замок і на них вивішені заборонні знаки безпеки з пояснюючим написом не «вмикати - працюють люди».

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для прикладу запропонований варіант - виникла пожежа на бульдозері через порушення правил охорони праці при його експлуатації.

При пожежі у бульдозері слід негайно заглушити дизель та гасити пожежу за допомогою первинних засобів пожежогасіння, які є у наявності.

У випадку руйнування бульдозером підземної комунікації, наприклад газопроводу, чи високовольтного кабелю, якщо вони не були передбачені проектом виконання робіт, машиніст бульдозера зобов'язаний негайно припинити роботу та повідомити про це майстру або керівнику робіт.

На місці зруйнованої бульдозером підземної комунікації слід усе зберегти, як було на момент руйнування до приїзду комісії з розслідування (якщо це не загрожує здоров'ю та життю оточуючих працівників та не призведе до більш важких наслідків).

При виявленні у ґрунтах, що розроблюються, великого каміння або інших перешкод необхідно припинити рух бульдозера та усунути з його шляху усе, що

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Розроблена модель неповоротного відвала бульдозера та модель неповоротного відвала бульдозера з :кне, досліджені та визначені основні шляхи модернізації створених моделей. Розроблена методика формування технічних рішень відвалів бульдозера з :КНС. Визначено, що модель неповоротного відвала з :кне більш краща, тому що навантаження значно менші за рахунок збільшення площі робочої частини, котра виконана у формі виступних ножів. Кількість ножових пар може б_{уТ}и різна залежно від виду виконання робіт. Також створена модель з найменшою металоємністю.

При розробці технічних пропозицій щодо виконання землерийно-транспортних машин наведеші матеріали поданих заявок на винаходи, які можуть б_{уТ}и прототипами фізичних моделей устаткування для проведення лабораторних досліджень по копанню ґрунту :кне неповоротного відвала бульдозера.

На наступному етапі досліджень виготовлені фізичних моделі ножів, отримаю чисельні результати роботи :кне та опрацьовані результати стосовно визначення діапазонів раціональних параметрів досліджуваних факторів процесу руйнування ґрунту :кне неповоротного відвала бульдозера, а також представлення результатів у наглядному виді.

Дослідження виконані для традиційної не та для 13 моделей :кне.

У процесі досліджень виявлено, що: • • ,.

- питомий коефіцієнт опору ґрунту копанню для №6 та № 9 :кне більший відносно традиційної не в на 13%;
- довжина копання ґрунту при наборі повної призми 150 мм;
- дотична складова опору копанню ґрунту 364 Н;

Окремо слід зазначити, що втрати ґрунту у бічні валики для :кне порівняно з традиційною не зменшилися на 30%.

Отже, раціонально виконувати подальші дослідження :кне №6.

Остаточний висновок щодо доцільності розробки :кне можна зробити на основі визначення продуктивності бульдозерного обладнання з КНе і порівняння її з бульдозерним обладнанням традиційного типу.

| | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ | Арк. |
| Зміна | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 70 |

