

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2, 3

**ВИВЧЕННЯ ОБЛАШТУВАННЯ
БУЛЬДОЗЕРІВ І ВИЗНАЧЕННЯ
ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ**

• МЕТА РОБОТИ

- Ознайомитись з класифікацією, областю застосування та особливостями робочого процесу та пристроями бульдозерів з канатно-блочним та гідравлічним управлінням на базі гусеничних та пневмоколісних тягачів; навчити креслити принципову схему бульдозера згідно з варіантом завдання, а також скласти опис пристрою та роботи землерийного обладнання; засвоїти знання про принципи вибору та проектування основних параметрів робочого обладнання та уміти виконувати основні розрахунки щодо продуктивності та вибору оптимального режиму роботи бульдозерів

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

- Бульдозери, як самохідні землерийно-транспортні машини, призначені для пошарового зрізування ґрунту, його переміщення на невелику відстань і розрівнювання.
- Їх широко використовують у різних галузях цивільного, промислового, гідротехнічного і меліоративного будівництва, при прокладенні залізничних і автомобільних доріг, в аеродромному будівництві, гірничодобувній промисловості.
- Бульдозери застосовують для розробки піщано-гравійних кар'єрів, котлованів, виїмок і траншей, спорудження каналів, ставків і водойм, зведення насипів, дамб і гребель, на роботах при видобутку корисних копалин відкритим способом.

- Існують бульдозери загального призначення та для виконання спеціальних робіт; за масою вони є малогабаритними, легкими, середніми, важкими або надважкими. За типом ходового пристрою розрізняють бульдозери гусеничні або пневмоколісні.
- За конструкцією робочого органу розрізняють бульдозери з неповоротним у плані відвалом, постійно розташованим перпендикулярно подовжній осі базової машини, і з поворотним відвалом, який може встановлюватися перпендикулярно або під кутом до 53° в обидва боки до подовжньої осі машини. За типом системи управління відвалом розрізняють бульдозери з гідравлічним і механічним (канатно-блоковим) керуванням.

- Бульдозер складається з базової машини (гусеничного або колісного трактора, або промислового тягача) і навісного бульдозерного обладнання, розташованого спереду.

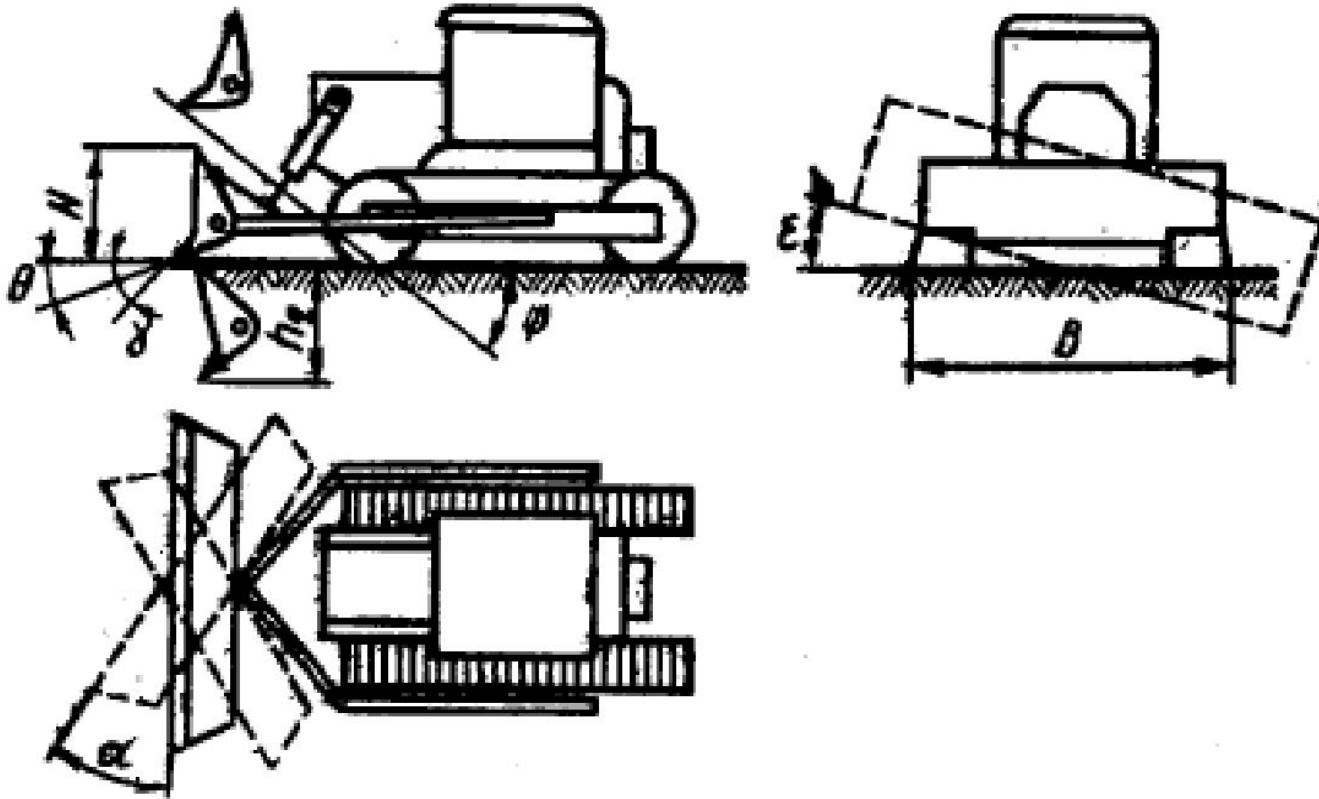
- Бульдозерне обладнання включає робочий орган (відвал), штовхаючий пристрій (штовхаючі бруси або штовхаючу раму) і систему керування відвалом (гідравлічну або канатну).

- Відвал бульдозера – це жорстка зварна металоконструкція з лобовим листом криволінійного профілю. Щоб запобігти пересипанню ґрунту при роботі з рихлими ґрунтами, до середньої частини відвала приварюють козирок. Уздовж нижньої кромки відвала за допомогою болтів кріплять різальні ножі. Для збільшення об'єму переміщуваного ґрунту (при роботі на легких ґрунтах) відвал бульдозера може бути подовжений шляхом устанавлення з обох його кінців розширювачів, прикріплених до нього болтами.
- Штовхаючий пристрій складається з балок коробчатого перерізу. Передня частина штовхаючого пристрою шарнірно сполучена з відвалом бульдозера, а задня – також шарнірно з опорами, розташованими на базовому тракторі.

- При гідравлічному керуванні підйом і опускання відвала та фіксацію його в заданому положенні, а іноді і його перекид у вертикальній поперечній площині, здійснюється за допомогою гідроциліндрів системи керування, установлених на базовій машині. Цими гідроциліндрами керують за допомогою важелів гідророзподільника, встановленого в кабіні машиніста.
- Застосування гідроперекошу відвала розширює сферу застосування бульдозера і підвищує його експлуатаційні можливості на планувальних роботах.
- Відвал бульдозера може бути перекошений у поперечній площині в ліву або праву сторону за допомогою гідроциліндра перекошу, яким керують з кабіни машиніста. Безпосередньо на гідроциліндрі перекошу встановлений замочний клапан, фіксувальний положення відвала в поперечній площині.

- При канатному керуванні підйом, опускання відвала і фіксація його в заданому положенні виконуються за допомогою канатно-блокової системи керування, приведеної від лебідки, встановленої на базовій машині (гусеничному тракторі).
- Лебідкою керують за допомогою важеля гідророзподільника, розміщеного в кабіні машиніста.

- Позначення основних параметрів гусеничних бульдозерів показані



. Позначення основних параметрів гусеничних бульдозерів:
 H – висота відвала без козирка; θ – задній кут відвала; γ – основний кут різання; h_2 – опускання відвала нижче опорної поверхні; ϵ – кут поперечного перекосу; B – ширина відвала; α – кут установки відвала в плані і переміщення ґрунту

Продуктивність бульдозера по ґрунту в щільному тілі

$$\Pi = \frac{TV_{\text{пр}}}{t_{\text{ц}} K_p} K_{\text{в.м.}} K_y,$$

$V_{\text{пр}}$ – об'єм ґрунту у призмі волочіння, м³;

$t_{\text{ц}}$ – час робочого циклу, $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$;

t_1 – час на формування призми;

t_2 – час на підйом відвала в транспортне положення;

t_3 – час на перемикання передач трактора і його повороти у кінці робочого ходу;

t_4 – час на зворотний (холостий хід);

t_5 – час на перемикання передач трактора та його повороти у кінці зворотного ходу;

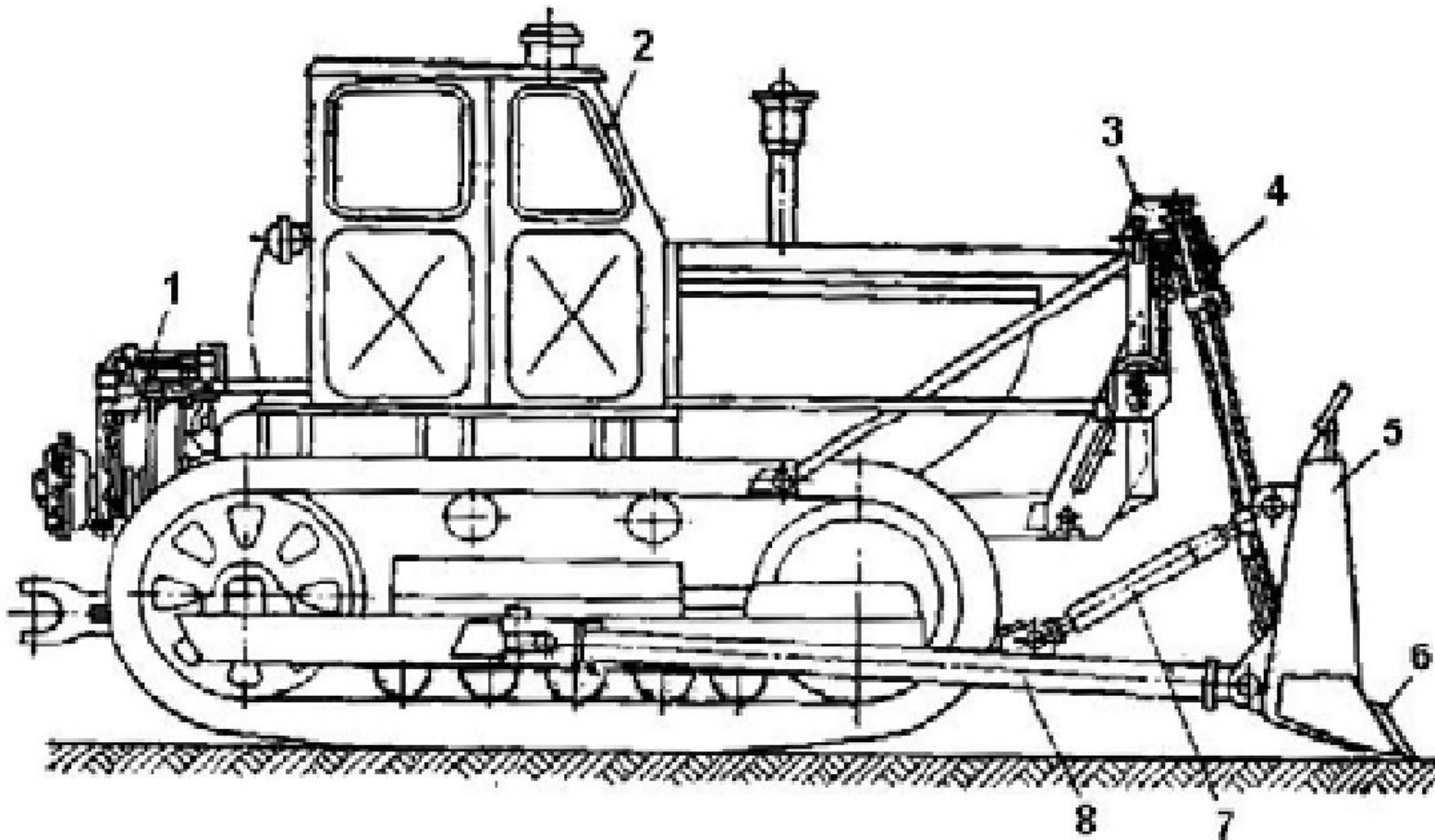
$K_{\text{в.м.}} = 0,8 \times 0,95$ – коефіцієнт використання машини в часі;

K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту;

K_y – коефіцієнт, що враховує ухил місцевості.

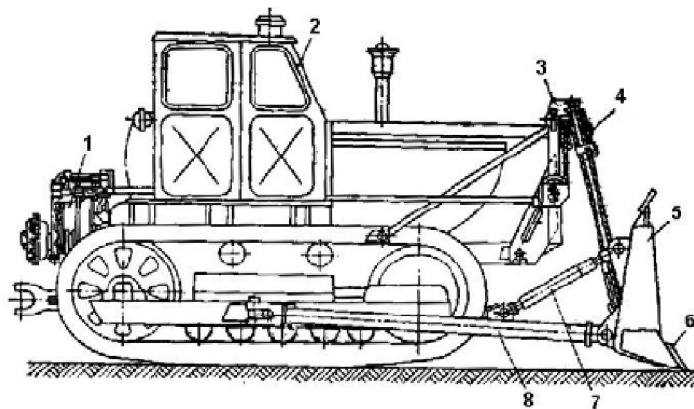
T – час робочого циклу

Бульдозери з неповоротним відвалом



Бульдозер ДЗ – 53: 1 – лебідка; 2 – трактор; 3 – передня стойка;
4 – канатно-блокова система керування відвалом; 5 – відвал; 6 –
ніж;
7 – гвинтовий розкіс; 8 – штовхаючий брус

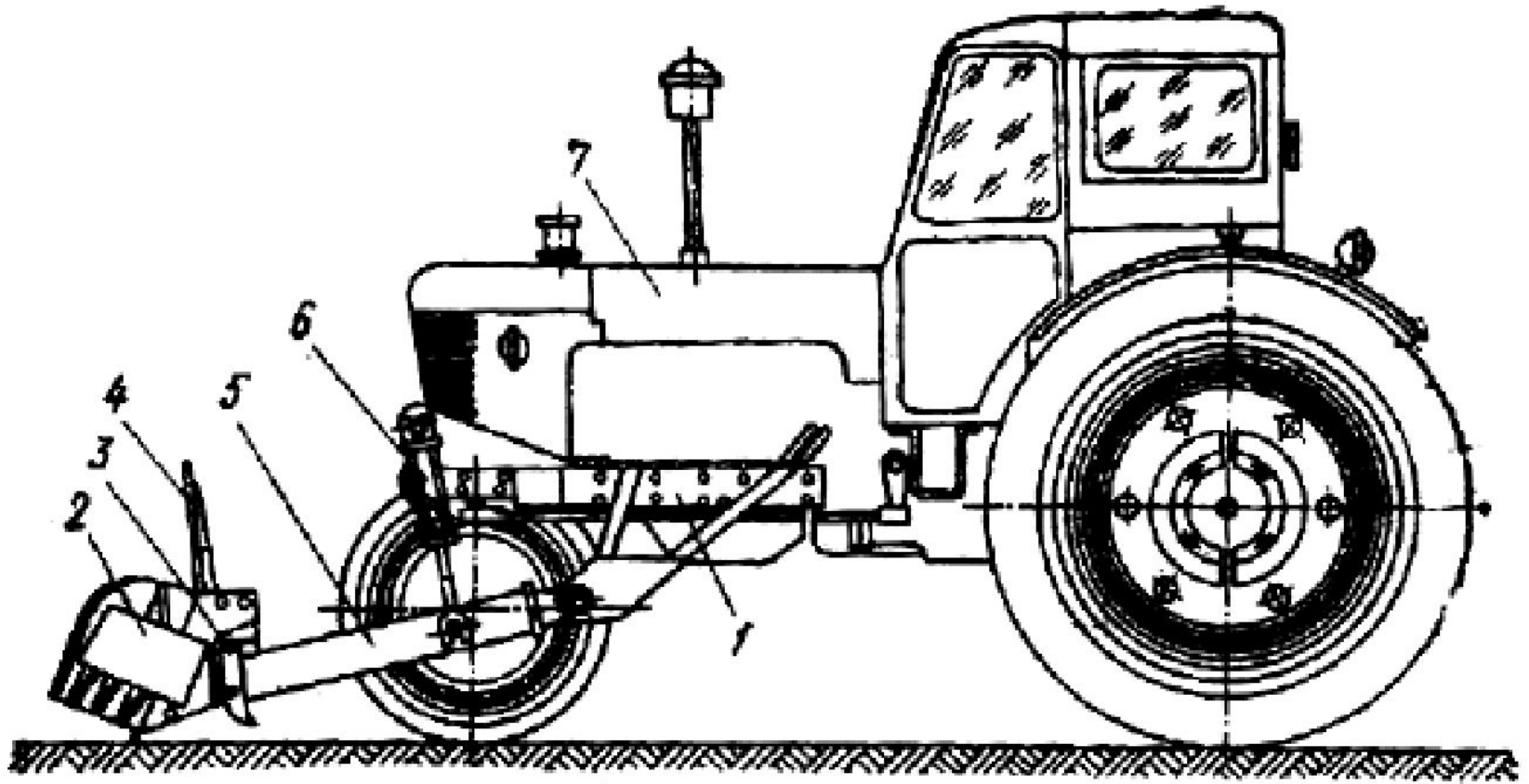
- Гусеничний бульдозер ДЗ – 53 призначений для землерийних робіт у дорожньому, промисловому, цивільному та інших галузях будівництва.



- Бульдозер складається з трактора 2, відвала 5 з плоским однорядним середнім ножем і бічними литими дворядними ножами 6, двох штовхаючих брусів 8, двох регульованих гвинтових розкосів 7, передньої стойки 3, канатно-блокової системи керування 4 відвалом і однобарабанної лебідки 1 моделі Д-499Б.

- Із заднього боку відвала (посередині) приварений кронштейн з отворами для шарнірного з'єднання обіймою блоків поліспасту канатно-блокової системи керування, а над крайніми провушинами для кріплення штовхаючих брусів приварені провушини для з'єднання відвала з гвинтовими розкосами.
- У передній частині штовхаючих брусів приварені кронштейни для з'єднання за допомогою пальців з відвалом, а в задній частині приварені литі провушини, за допомогою яких через змінні вкладиші штовхаючі бруси сполучені з опорами трактора, розташованими на гусеничних візках. Штовхаючі бруси забезпечені гвинтовими розкосами, які служать для зміни кута різання ножів відвала і для регулювання перекосу відвала.

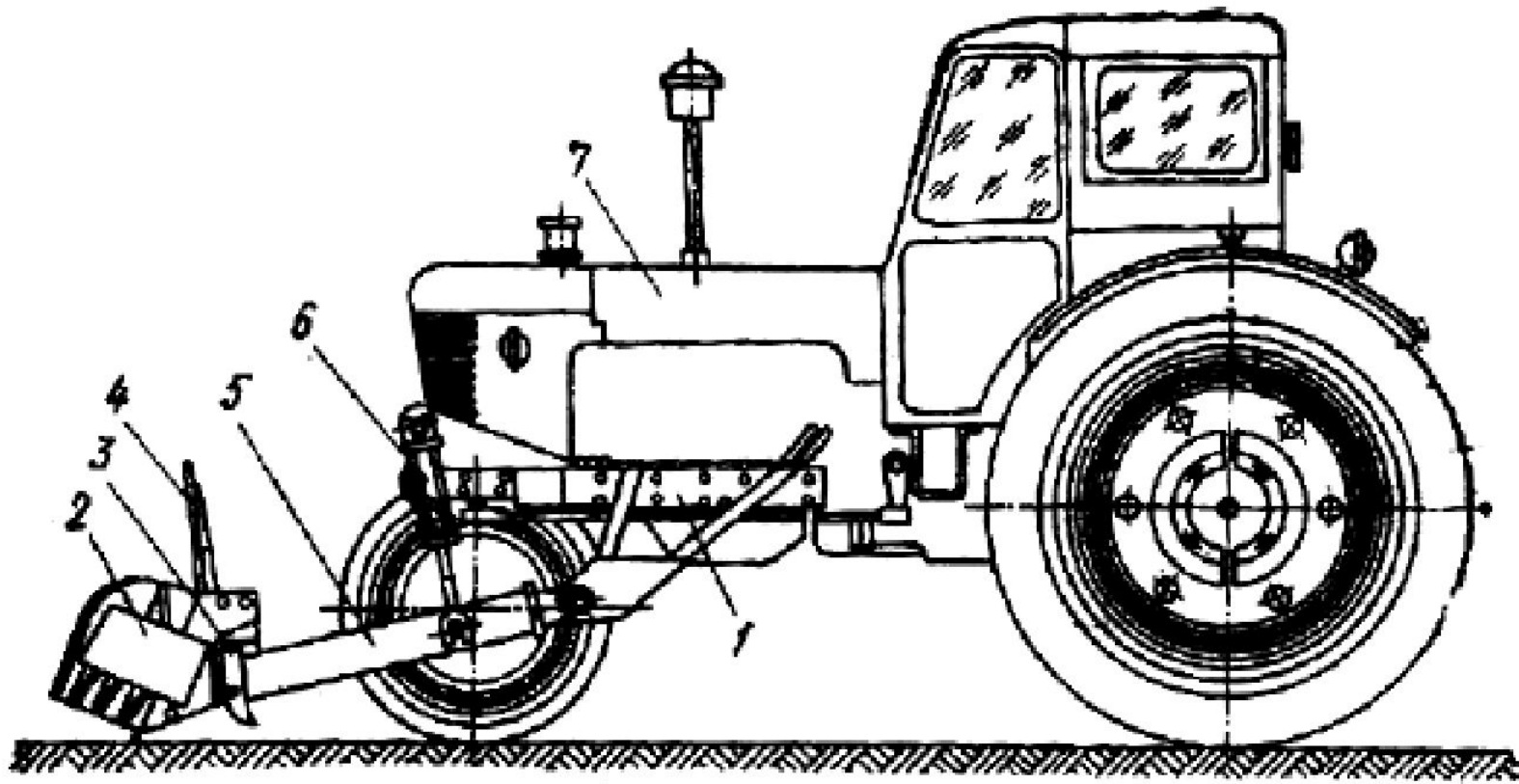
Колісний бульдозер ДЗ – 37



- **Бульдозер ДЗ – 37:** 1 – обв'язувальна рама; 2 – розширювач відвала; 3 – розпушувальні зуби; 4 – відвал; 5 – штовхаючий брус; 6 – гідроциліндр; 7 – трактор

- Колісний бульдозер ДЗ – 37 призначений для виконання невеликих об'ємів землерийних робіт у дорожньому, промисловому і цивільному будівництві, в комунальному і сільському господарствах.
- Обв'язувальна рама складається з двох подовжніх балок (лонжеронів) куткового перерізу, сполучених між собою поперечною балкою. У передній частині до обох лонжеронів приварені кронштейни кріплення гідроциліндрів. У задній частині до лонжеронів рами за допомогою розкосів приварені кронштейни кріплення штовхаючих брусів.

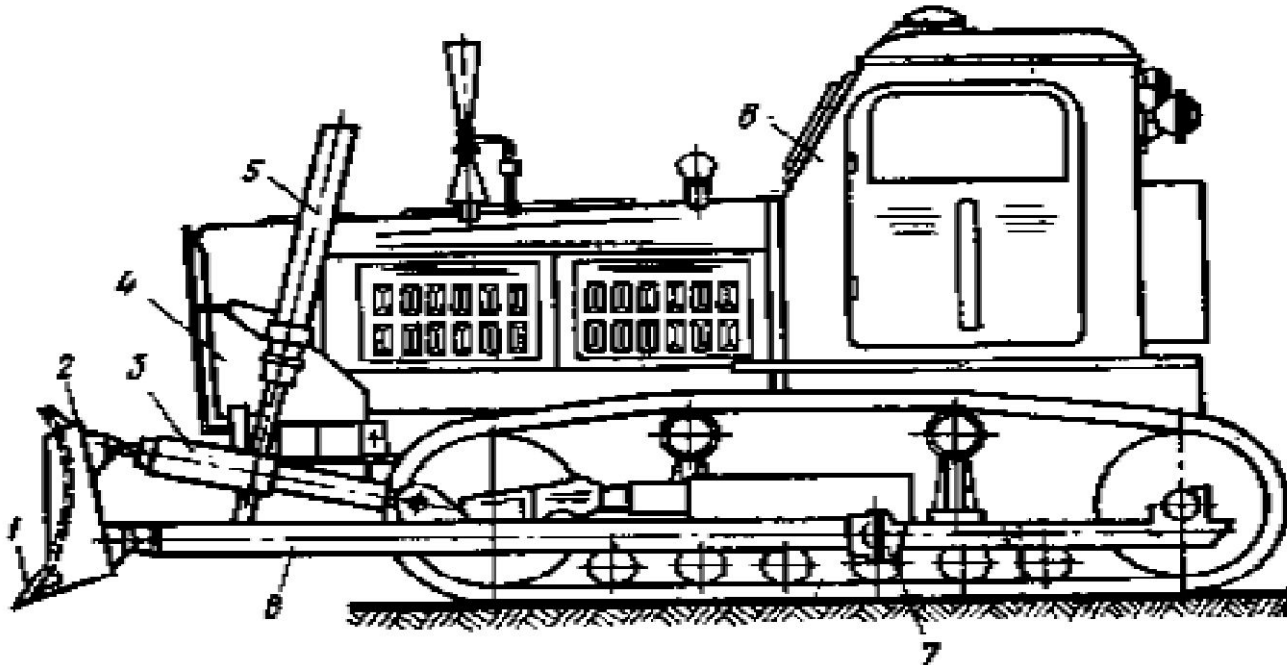
- Кріплять обв'язувальну раму за допомогою болтів до переднього бруса, лонжеронів рами і картера зчеплення базового трактора. Крім того, обв'язувальну раму в передній частині додатково кріплять до переднього бруса трактора за допомогою спеціальних пальців.
- Штовхаючі бруси є балками коробчатого перерізу, привареними передніми кінцями до відвала. До задніх кінців штовхаючих брусів приварені кронштейни для шарнірного з'єднання з лонжеронами обв'язувальної рами. Штовхаючі бруси сполучені шарнірно з штоками гідроциліндрів підйому і опускання відвала, а з кронштейнами за допомогою пальців.



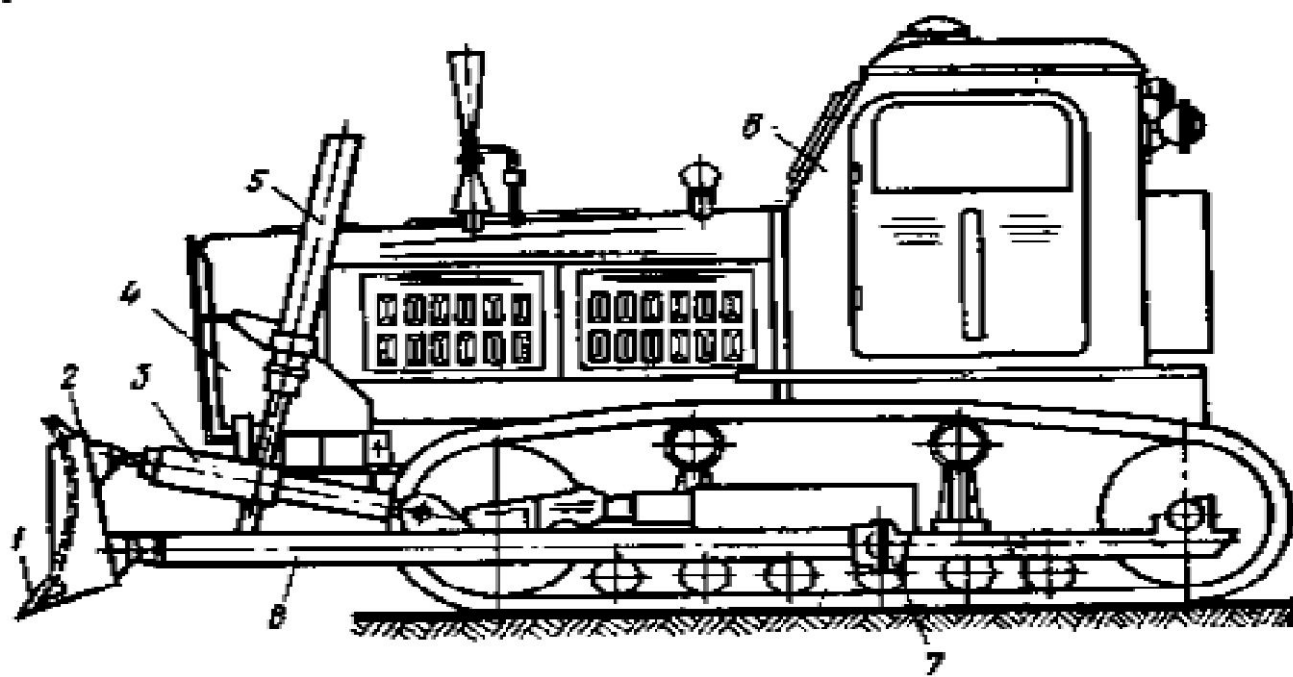
- Бульдозер складається з трактора 7, обв'язувальної рами 1, відвала 4 з ножами і розширювачами 2, трьох розпушувальних зубів 3, двох штовхаючих брусів 5, двох гідроциліндрів 6 підйому й опускання відвала, рукавів і трубопроводів гідросистеми.

Бульдозери з поворотним відвалом

Бульдозер ДЗ-104 призначений для землерийних робіт у сільському і меліоративному будівництві.



- **Бульдозер ДЗ – 104:** 1 – ніж; 2 – відвал; 3 – штовхальник; 4 – кронштейн кріплення гідроциліндра; 5 – гідроциліндр; 6 – трактор;
- 7 – штовхаючий брус; 8 – універсальна рама



- Бульдозер складається з трактора 6, відвала 2 з ножами 1, універсальної рами 8, двох штовхаючих брусів 7, двох штовхальників 3, двох кронштейнів кріплення гідроциліндрів і двох гідроциліндрів 5 підйому й опускання відвала.

- Універсальна рама є зварною підковоподібною конструкцією з двох зігнутих брусів коробчатого перерізу. До передньої частини рами приварена лита кульова голівка для з'єднання з відвалом, а до задніх торців брусів приварені кульові опори, якими рама шарнірно сполучена з опорами трактора. До брусів універсальної рами приварений кронштейн для кріплення штовхальників і гідроциліндрів підйому й опускання відвала.
- Штовхальники, розташовані з правої і лівої сторін відвала, служать для кріплення відвала до універсальної рами, для зміни кута установки відвала в плані, кута різання ножів відвала і регулювання перекосу відвала.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- **Підготовка**
- Варіант завдання визначає викладач. Відповідно до свого завдання слід:
 - 1) за даними з таблиці та вивчити пристрій і роботу бульдозерів;
 - 2) викреслити принципову схему бульдозера;
 - 3) описати пристрій і роботу землерийного обладнання, користуючись прикладами з коротких теоретичних відомостей;
 - 4) визначити експлуатаційну продуктивність бульдозера.

• Виконання роботи

- 1. Переглянути відеоролики про роботу бульдозера.
- 2. Зробити необхідні записи щодо роботи машини, вказати її основні механізми та пристрої.
- 3. Накреслити схему бульдозера.
- 4. Виконати опис землерийної машини та її обладнання.
- 5. Зробити необхідні розрахунки. Результати внести до таблиць звіту.
- Скласти звіт, зробити висновки.

- **Обробка даних**

- Повний робочий цикл бульдозера при копанні і переміщенні ґрунту складається з наступних операцій:
 - а) заглиблення відвала в ґрунт і набір призми волочіння (копання);
 - б) переміщення ґрунту до місця укладання (транспортування);
 - в) укладання (розвантаження) ґрунту шарами або купами;
 - г) повернення в забій (зворотний хід);
 - д) опускання відвала й установка його в положення впровадження.

- Час робочого циклу бульдозера може бути підрахований за формулою

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{о}} + t_{\text{доод}}$$

$t_{\text{к}}, t_{\text{тр}}, t_{\text{о}}$ – відповідно час копання, транспортування і зворотного ходу;

$t_{\text{доод}}$ – додаткові витрати часу: $t_{\text{доод}} = t_{\text{н}} + t_{\text{он}} + 2t_{\text{нов}} \approx 0,5$ хв;

$t_{\text{н}}$ – час перемикання передач (5 с);

$t_{\text{он}}$ – час опускання відвала (2 с);

$t_{\text{нов}}$ – час повороту (10 с).

При човниковій схемі роботи без поворотів машини $t_{\text{нов}} = 0$

Час на укладання ґрунту в розрахунку циклу не врахований, оскільки він зазвичай поєднується з часом транспортування.

№ пор.	Параметри	Позначення	Варіант					
			1	2	3	4	5	6
1	Марка бульдозера		ДЗ-42	ДЗ-42П	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЗТ-25
2	Середня глибина копання, м	h	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15
3	Шлях транспортування, м	$l_{тр}$	70	80	30	60	100	40
4	Кут місцевості, град: підйом, спуск	α , +/-	+5	-5	-10	-10	0	+10
5	Вид ґрунту (див. додаток А, табл. 1)		СТ	ПС	СЛ	ПК	ПС	СП
6	Довжина планованої ділянки, м	l	70	60	80	70	80	50
7	Кут установки відвалу в плані, град	φ	90	63	90	63	90	63
6	Ширина перекриття проходів, м	b	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3
9	Число проходів при плануванні	$n_{тр}$	2	1	2	2	1	3
10	Завдання для креслення		Бульдо-зер з неповоротним відвалом (вид спереду)	Бульдо-зер з пово-ротним відвалом (вид спереду)	Основні типи бульдо-зерних відвалів	Схеми роботи бульдо-зера при розробці ґрунтів (різання й транспортування з підризанням)	Схеми роботи бульдозера при розробці ґрунтів (відсіпка та відкочення)	Основні типи бульдозер-них відвалів

- Тривалість основних операції робочого циклу визначається з урахуванням шляху і швидкості пересування бульдозера на цих операціях

Час копання, транспортування і зворотного ходу в с.;

$$t_k = \frac{l_k}{v_k} \quad t_{mp} = \frac{l_{mp}}{v_{mp}} \quad t_o = \frac{l_k + l_{mp}}{v_c}$$

/ ці формули шлях підставляється в м, а швидкість – в м/с.
Копання ґрунту зазвичай здійснюється на **першій передачі** в коробці передач трактора, транспортування – **на другій**, а зворотний хід – **на третій** або заднім ходом.

- Шлях копання залежить від об'єму ґрунту q , накопичуваного перед відвалом, і глибини копання h

$$l_{\text{коп}} = \frac{q}{hL} \quad q = \frac{LH^2}{2\text{tg}\rho_o k_p}$$

- де L, H – довжина і висота відвала; ρ_o – кут природного віднесення ґрунту; k_p – коефіцієнт розпушування (дані вибрати з таблиць додатків);

- Експлуатаційну продуктивність бульдозера визначають з урахуванням кількості ґрунту перед відвалом q , часу циклу $T_{ц}$, і поправкових коефіцієнтів за формулою

$$P_e = \frac{3600q}{T_{ц}} k_n k_y k_v$$

- де k_n – коефіцієнт, що враховує втрати ґрунту від дальності транспортування,

$$k_n \approx 1 - 0,005l_{тр} \text{ (довжина траспортування)} \quad ;$$

k_y – коефіцієнт, що враховує зміни продуктивності залежно від кута нахилу місцевості α до горизонту; k_v – коефіцієнт використання машини за часом (0,8...0,9).

- Для збільшення продуктивності бульдозера при копанні легких ґрунтів з обох кінців відвала встановлюють змінні розширювачі, відкрилки і подовжувачі, застосовують сферичні і півсферичні відвали. Для зменшення втрат ґрунту при транспортуванні використовують технологічні прийоми:
 - а) переміщення з безперервним додатковим підрізуванням ґрунту на глибину 5...10 см для компенсації втрати;
 - б) переміщення в раніше спорудженій за допомогою двох валиків ґрунту траншеї, яка оберігає призму ґрунту від втрат;
 - в) переміщення з проміжним накопиченням ґрунту, який підхоплюється відвалом при подальших проходах і заповнює втрати.

- **Зміст звіту**

- 1. Тема.

- 2. Мета роботи.

- 3. Схема машини.

- 4. Розрахунки та висновки.

Довідкові дані для розрахунку продуктивності бульдозерів

Таблиця 1 – Значення кута природного укосу ρ_o і коефіцієнту розпушування k_p , град

Вид ґрунту	Скорочене позначення	ρ_o , град	k_p
Пісок середній	ПС	35	1,08...1,17
Пісок крупний	ПК	32	1,08...1,17
Супісок	СП	34	1,08...1,17
Суглинок важкий	СГ	40	1,24...1,30
Суглинок легкий	СЛ	30	1,15...1,28
Рослинний	Р	35	1,24...1,30

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики гусеничних бульдозерів на базі тракторів тягового класу 3-25.

Параметри	Марка машини					
	ДЗ-42	ДЗ-42П	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЭТ-250
Тяговий клас базового трактора	3	3	10	15	20	25
Базовий трактор	ДТ-75Н	Д75Д	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЭТ-250
Потужність двигуна, кВт	70	70	132	176	206	237
Розміри відвала, мм:						
довжина	2560	2800	3240	4180	4225	4250
висота	800	800	1300	1560	1700	1850
Швидкість руху вперед, км/год	5,3...11,3	5,3...11,3	0...9,5	3,9...11,1	3,6...10,4	1,2...15,2

Таблиця 3 – Орієнтовні значення коефіцієнта зменшення об'єму призми ґрунту з урахуванням його в'язкості і відношення

H/L	Незв'язні ґрунти	Зв'язні ґрунти
0,15	0,64	0,97
0,20	0,63	0,93
0,25	0,62	0,89
0,30	0,61	0,85
0,35	0,58	0,82
0,40	0,54	0,78

Таблиця 4 – Значення коефіцієнта k_y залежно від кута нахилу місцевості α до горизонту

α , град	0	підйом			спуск		
		+5	+10	+15	-5	-10	-15
k_y	1	0,8	0,5	0,45	1,3	1,8	2,3