

«Жер қазу жұмыстарына арналған машиналар»

пәні бойынша

«Көлік, көлік техникасы және
технологиялар» мамандығына арналған
видео-дәрістер

Оқытушы: PhD, КТжЛЖ кафедрасының
аға оқытушы Сулеев Б.Д.

Негізгі жұмыстарына арналған машиналар

4 дәріс – Бульдозерлер

Дәрістің жоспары:

1. Жалпы мәлімет
2. Тағайындалуы мен жіктеу
3. Бульдозерді есептеу
4. Бульдозердің өнімділігі



Жер қазғыш-көлік машиналары

Негізгі жұмыстарға арналған машиналар төмендегідей бөлінеді:

- 1) жер қазғыш-көлік;
- 2) жер қазғыш;
- 3) жер үсті жұмыстарын гидромеханикаландыру үшін;
- 4) топырақты тығыздауға арналған машиналар.

Жер қазғыш-көлік машиналары топырақ үгіндісін массивтен бөлуге, қармауға және оны салу орнына тасымалдауға арналған. Жер қазғыш-көлік машиналарының ерекшелігі топырақты қазу және жылжыту машина қозғағышының (жүріс жабдығы) тартымдық күші есебінен қозғалыста жүзеге асыру болып табылады.

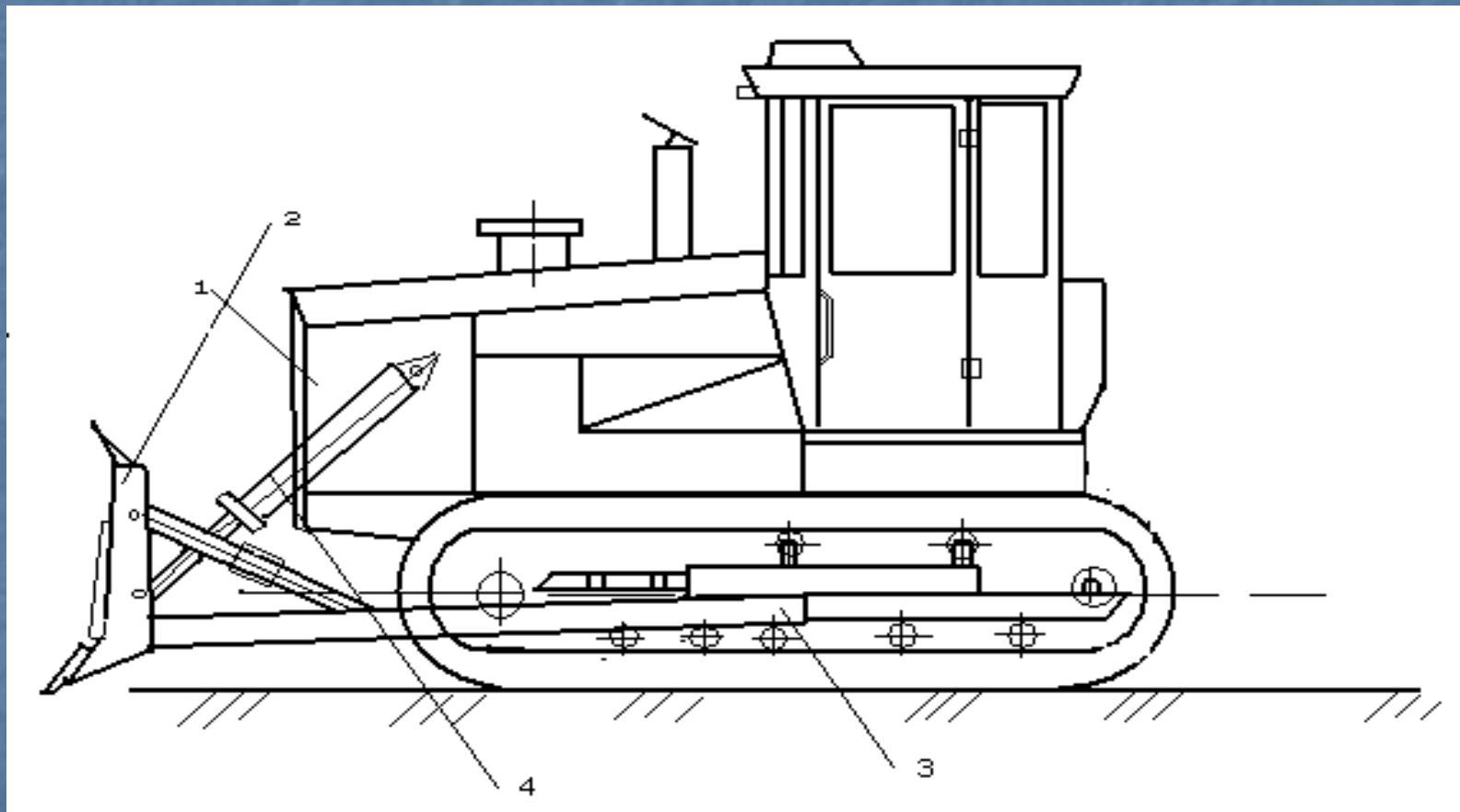
Жер қазғыш-көлік машиналарына: бульдозерлер, скреперлер, автогрейдерлер және грейдер –элеваторлар жатады.

Бульдозерлер

Қолдану салалары техниканың тарту класына, оның массасына, сондай-ақ орнатылған жұмыс жабдығына байланысты өзгереді. Жалпы, бұл машиналардың мақсаты - қабатты әзірлеу және жоспарлау, сондай-ақ топырақ пен тау жыныстарының қысқа қашықтыққа қозғалысы деп айтуға болады. Бұдан басқа, оларға қолынан орындау кейбір басқа да қосалқы жұмыстар. Пайдалану салалары-құрылыс, мелиорация, тау-кен саласы.

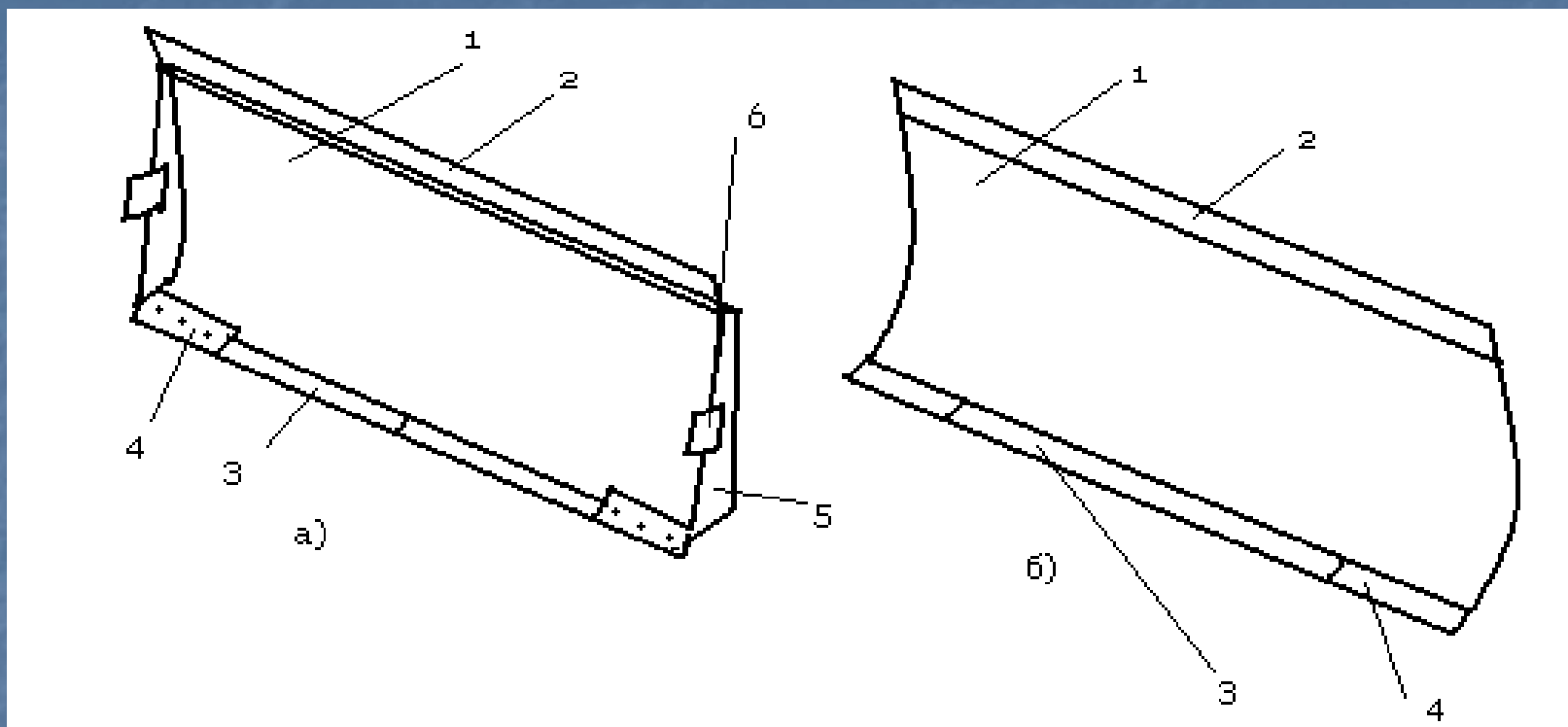


Бульдозер құрылғысы қарапайым және сенімді, машина негізгі құрылымнан, қайырмадан және итергіш рамадан, басқару жүйесінен және қосымша жабдықтардан (көлбеу, тістер және т.б.) тұрады.



1 – трактор; 2 – жұмыс органы; 3 – итергіш білеулер (жақтау);
4 – басқару гидроцилиндрі
1.1-сурет – Бульдозер сұлбасы

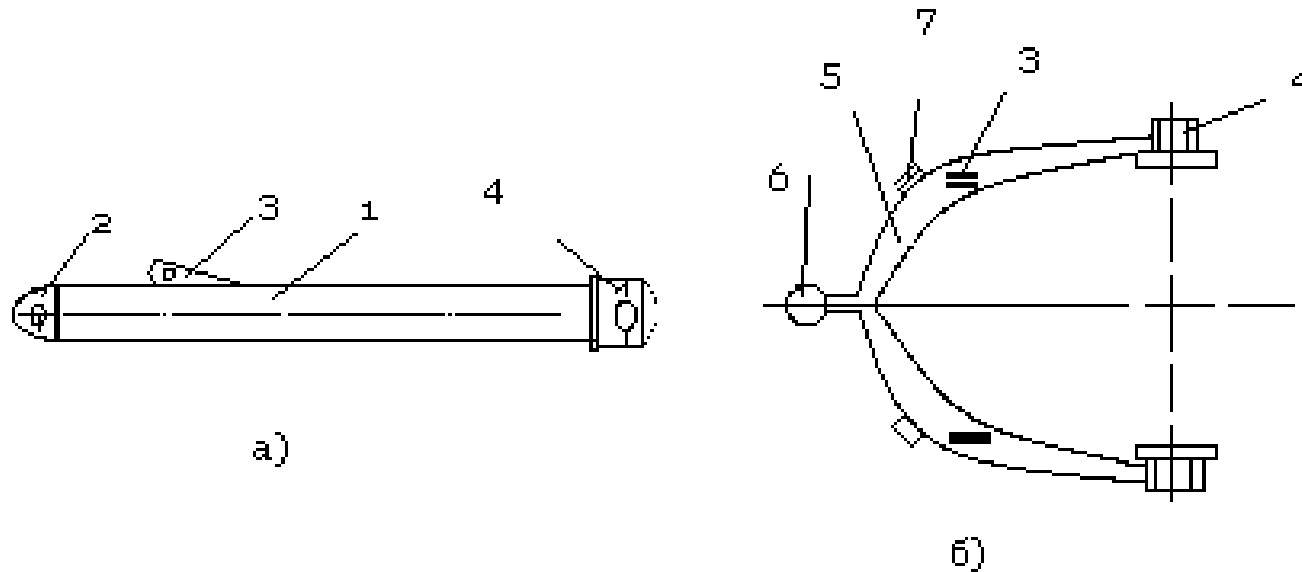
Жұмыс органы қайырма болып табылады, оның үстіне қайырма екі негізгі түрге бөлінеді: бұрылмайтын және бұрылатын.



1 – негізгі табақ, 2 - маңдайша, 3 – орталық пышақ,
4 – бүйір пышақ, 5 – бүйір табақ, 6 – бұрыштық пышақ
1.2-сурет - Бульдозер қайыrmаларының сұлбасы

а) бұрылмайтын қайырма сұлбасы, б) бұрылатын қайырма сұлбасы.

Қайырманы орнықты машинамен жалғау үшін итергіш білеулерді немесе әмбебап итергіш жақтауды пайдаланады.



а) итергіш білеу; б) итергіш жақтау

1 – білеу, 2 – сырғалық тесік, 3 – ілгектер, 4 – тіркеме шарнир, 5 – жартылай жақтау, 6 – орталық саусақ, 7 – амортизатор.

1.3-сурет – Қайырманы бульдозердің орнықты машинасымен жалғауға арналған жабдық сұлбасы

Бульдозер келесі түрде жұмыс істейді: машина қозғалысы кезінде қайырма түсіріледі және кескіш жиек топыраққа тереңдей отырып, белгілі бір қалыңдықтағы үгіндіні кеседі.

Кесілген топырақ сымдау призмасын түзіп, қайырма алдында жиналады және салынатын орынға жылжытылады.

Бұрылатын қайырма жұмысының ерекшелігі, оның машина қозғалысының бағытына қарай φ (қамту бұрышы) бұрышымен бекітілуі және кесілетін топырақты бульдозерден басқа жаққа жылжыту мүмкіндігі болатыны, ал бұрылмайтын қайырма әрқашан қозғалыс бағыты бойынша тік бұрышпен бекітіледі және өзінің алдында жылжитыны болып табылады.

Бульдозердің жіктелуі

1. Мақсаты бойыша

- а) жалпы мақсаттағы (құрылыстық);
- б) арнайы мақсаттағы (шахталық, су астылық).

2. Жүріс жабдығының типі бойынша

- а) шынжыр табан;
- б) доңғалақты.

3. Қайырма бекіту орны бойынша

- а) алдыңғы қондырғымен;
- б) артқы қондырғымен.

4. Жетек түрі бойынша

- а) гидравликалықпен;
- б) механикалықпен.

5. Қайырма конструкциясы бойынша

- а) бұрылмайтын (қамту бұрышы $\varphi=90$);
- б) бұрылатын ($\varphi=80 - 50$);
- в) әмбебап (қиғаштау бұрышы болады).

6. Қуаты және сәйкес тартымдық күші бойынша

1.1-кесте – Бульдозерлерді қуаты бойынша жіктеу

Бульдозер типі	Қуаты, кВт	Тартымдық күші, кН
Аз габаритті	20 кем	30 кем
Жеңіл	20 - 50	30 - 140
Орташа	50 - 100	140 - 200
Ауыр	100 - 200	200 - 300
Тым ауыр	200 астам	300 астам

Бульдозерді есептеу

Бульдозерлерді есептеу кезінде басты параметр трактордың номинал тартымдық күші болып табылады

$$T_n = G_{\text{сцб.}} \cdot \varphi_{\text{сц.}}, \text{ Н}, \quad (1.1)$$

мұнда $G_{\text{сцб.}}$ - бульдозердің тіркеме салмағы, Н, ол мынаған тең

$$G_{\text{сцб}} = (G_{\text{тр.}} + G_{\text{б.об.}}), \text{ Н}, \quad (1.2)$$

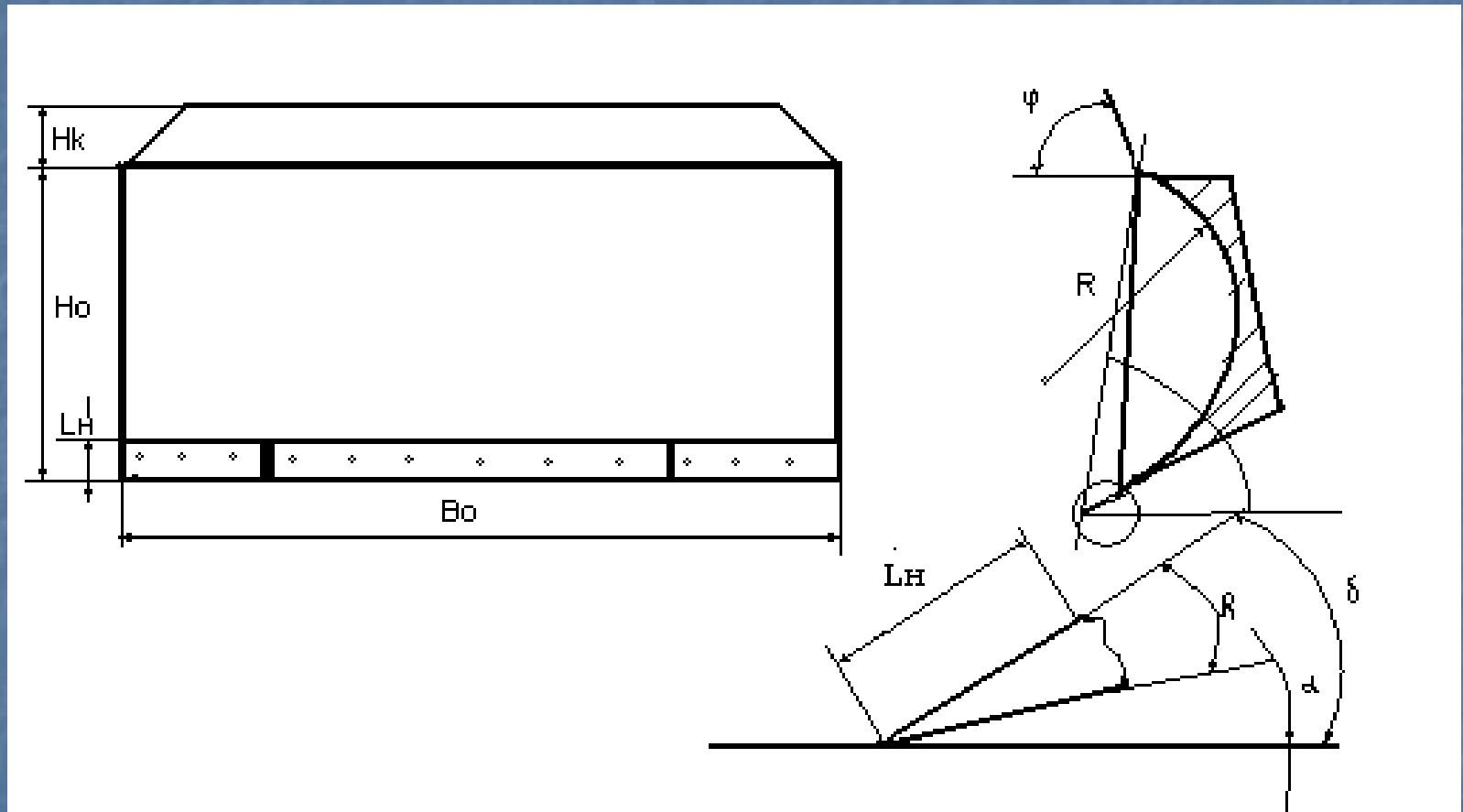
мұнда $G_{\text{тр}}$ - трактор салмағы, Н,

$G_{\text{б.об.}}$ - бульдозер жабдығының салмағы, Н, немесе былай қабылданады

$$G_{\text{сцб}} = 1,25 G_{\text{тр}}, \text{ Н}. \quad (1.3)$$

$\varphi_{\text{сц}}$ - бульдозердің топырақпен ілінісу коэффициенті топырақ типіне және жүріс жабдығының типіне байланысты қабылданады.

Бульдозердің негізгі параметрлері қайырманың геометриялық өлшемдері болып табылады.



1.4-сурет – Қайырманың есептік сұлбасы

1) қайырма биіктігі H_0 ,

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$H_0 = 500 \sqrt{T_H - 5 T_H} \text{ мм} \quad (1.4)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$H_0 = 450 \sqrt{T_H - 5 T_H} \text{ мм} \quad (1.5)$$

мұнда T_H – трактордың номинал тартымдық күші, т

2) қайырма ені B_0 ,

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$B_0 = (2,8 - 3,0) H_0 \text{ , мм} \quad (1.6)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$B_0 = (3,0 - 3,2) H_0 \text{ , мм} \quad (1.7)$$

Осы кезде мына шарт сақталуы керек

$$B_0 \geq B_{\text{тр.}} + (0,1 - 0,2) \text{ м.}$$

3) қайырма маңдайшасының биіктігі H_k , мм

$$H_k = (0,1 - 0,25) \cdot H_0 \quad (1.8)$$

4) негізгі табақ қисықтығының радиусы R ,

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$R = 1,0 \cdot H_0, \text{ м} \quad (1.9)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$R = (0,8 - 0,9) \cdot H_0, \text{ м} \quad (1.10)$$

5) тік сызықты бөлігінің ені «Ln» орнатылған кескіш пышақ еніне тең деп қабылданады

6) бұрыштар

а) кесу бұрышы δ

1) бұрылмайтын қайырма үшін $\delta = 55^\circ$

2) бұрылатын қайырма үшін $\delta = 50^\circ$

б) сүйірлену бұрышы β

1) бұрылмайтын қайырма үшін

2) бұрылатын қайырма үшін $\beta = (35-40^\circ)$

в) артық бұрыш α

бұрылмайтын және бұрылатын қайырма үшін $\alpha = (10-12^\circ)$

г) қайырманы бекіту бұрышы $\varepsilon = 75^\circ$

д) угол установки козырька $\varphi_k = (65-75^\circ)$

Қазу процесінде қайырмаға топырақ тарапынан R қазуға кедергі күш әсер етеді, ол қазуға кедергі күшін құраушыларға бөлінеді

а) қазуға кедергі күшін жанама құраушы

$$P_k = k_k \cdot h \cdot B_o, \text{ Н}, \quad (1.11)$$

мұнда k_k – топырақтың қазуға мешікті кедергісі; Н/м^2 ;

B_o – қайырма ені; м ;

h – топырақты кесу тереңдігі; м ;

б) қазуға кедергі күшін қалыпты құраушы

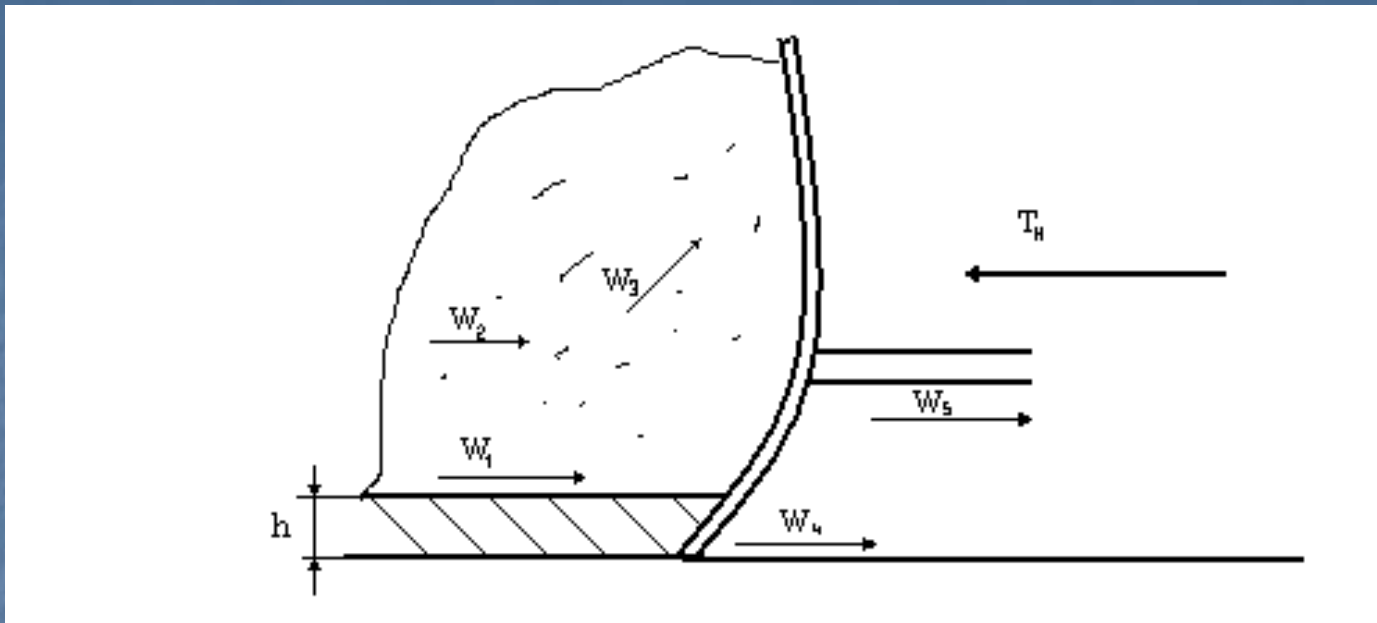
$$P_H = P_k \operatorname{ctg}(\mu_2 + \delta), \text{ Н} \quad \text{или} \quad P_H = 0,25 P_k, \text{ Н} \quad (1.12)$$

Бульдозердің қалыпты жұмыс шарты былай жазылады

$$T_H \geq \sum W_i, \quad (1.13)$$

мұнда T_H – трактордың номинал тартымдық күші, Н ,

$\sum W_i$ – қазуға кедергі болатын барлық күш сомасы, Н ,



1.5-сурет – Есептік сұлба

Бульдозердің жұмысы кезінде барлық кедергі күшінің сомасы былай жазылады:

$$\Sigma W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \text{ Н}, \quad (1.15)$$

мұнда W_1 – топырақтың кесуге кедергі күші былай анықталады

$$W_1 = k_p \cdot B_o \cdot h = k_p \cdot F, \text{ Н}, \quad (1.16)$$

мұнда k_p – топырақтың кесуге меншікті кедергісі; Н/м²;

B_o – қайырма ені; м ;

h – топырақты кесу тереңдігі; м;

F – топырақтың кесілетін үгіндісінің көлденең қимасының ауданы, м².

1.2-кесте – Топырақтың кесуге мешікті кедергісінің мәні

K_p , мПа	Топырақ типі			
	Құм	Құмдақ	Саздақ	Саз
	0,01 - 0,03	0,05 - 0,07	0,06 - 0,09	0,15 - 0,25

W_2 – сымдау призмасының жылжытуға кедергі күші
(қайырма алдында жиналған топырақ), Н;

$$W_2 = G_{пр.} \cdot \mu_1, \text{ Н}, \quad (1.17)$$

мұнда $G_{пр.}$ – сымдау призмасының салмағы, Н,

μ_1 – топырақтың топыраққа үйкелу коэффициенті.

Сымдау призмасының салмағы мына формула бойынша анықталады:

$$G_{\text{пр}} = \gamma_0 \cdot V_{\text{пр}} \cdot g / k_{\text{разр.}}, \text{ Н}, \tag{1.18}$$

мұнда γ_0 – топырақтың көлемді салмағы, т/м³;
 $V_{\text{пр}}$ – сымдау призмасында топырақ көлемі, м³;
 g – еркін түсу үдеуі, м/с²;
 $k_{\text{разр}}$ – топырақты қопсыту коэффициенті.

1.3-кесте – Топырақтың көлемді салмағының мәні

Топырақ типі	γ_0 , кг/м ³
Құм	1200 - 1400
Құмдақ	1400 - 1600
Саздақ	1600 - 1800
Саз	1800 - 2100

Сымдау призмасында топырақ көлемі мына формула бойынша анықталады

$$V_{\text{пр}} = B_0 \cdot H_0^2 / 2 \cdot k_{\text{пр}}, \text{ м}^3 \quad (1.19)$$

мұнда B_0 – қайырма ені, м;
 H_0 – қайырма биіктігі, м;
 $k_{\text{пр}}$ – сымдау призмасының коэффициенті топырақ типіне және H_0 / B_0 қатынасына байланысты.

1.4-сурет – Сымдау призмасы коэффициентінің мәні.

Топырақ типі	Сәйкес H_0/B_0		
	0,2	0,4	0,6
Байланыспаған	1,18	1,30	1,54
Байланысқан	0,76	0,9	0,96

1.5-кесте – Топырақты қопсыту коэффициентінің мәні.

Топырақ типі	$K_{\text{разр}}$
Құм	1,1 - 1,15
Құмдақ	1,15 - 1,2
Саздақ	1,18 - 1,22
Саз	1,25 - 1,35

1.6-кесте – Топырақтың топыраққа үйкелу коэффициентінің мәні.

Топырақ типі	μ_1
Құм	0,53 - 0,6
Құмдақ	0,65 - 0,8
Саздақ	0,8 - 1,0
Саз	0,95 - 1,2

W_3 – топырақтың қайырма бойынша жоғары қозғалысына кедергі күші, ол былай анықталады:

$$W_3 = G_{\text{пр}} \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \delta, \text{ Н}, \tag{1.20}$$

мұнда $G_{\text{пр}}$ – сымдау призмасының салмағы, Н,
 μ_2 – топырақтың қайырмаға үйкелу коэффициенті,
 δ – кесу бұрышы

1.7-кесте - Топырақтың қайырмаға үйкелу коэффициентінің мәні.

Топырақ типі	μ_2
Құм	0,35 - 0,5
Құмдақ	0,5 - 0,7
Саздақ	0,65 - 0,8
Саз	0,8 - 0,9

W_4 – қайырманьң топырақ бойынша қозғалысына кедергі күші

$$W_4 = G_o \cdot \mu_2, \text{ Н}, \quad (1.21)$$

мұнда G_o – қайырма салмағы, н , ол былай қабылданады

$$G_o = (0,17-0,22) G_{\text{тр}}, \text{Н}. \quad (1.22)$$

мұнда $G_{\text{тр}}$ – трактор салмағы, Н.

W_5 – бульдозер қозғалысына кедергі күші

$$W_5 = G_{\text{сц.б}} \cdot (f \pm i), \text{ Н} \quad (1.23)$$

мұнда $G_{\text{сцб}}$ – бульдозердің тіркеме салмағы, н; ол былай қабылданады

$$G_{\text{сцк}} = 1,25 G_{\text{тр}}, \text{ Н} , \quad (1.24)$$

f - бульдозер қозғалысына кедергі коэффициенті, ол топырақ типіне және жүріс жабдығы типіне тәуелді,
 i – жергілікті жер көлбеуінің мәні.

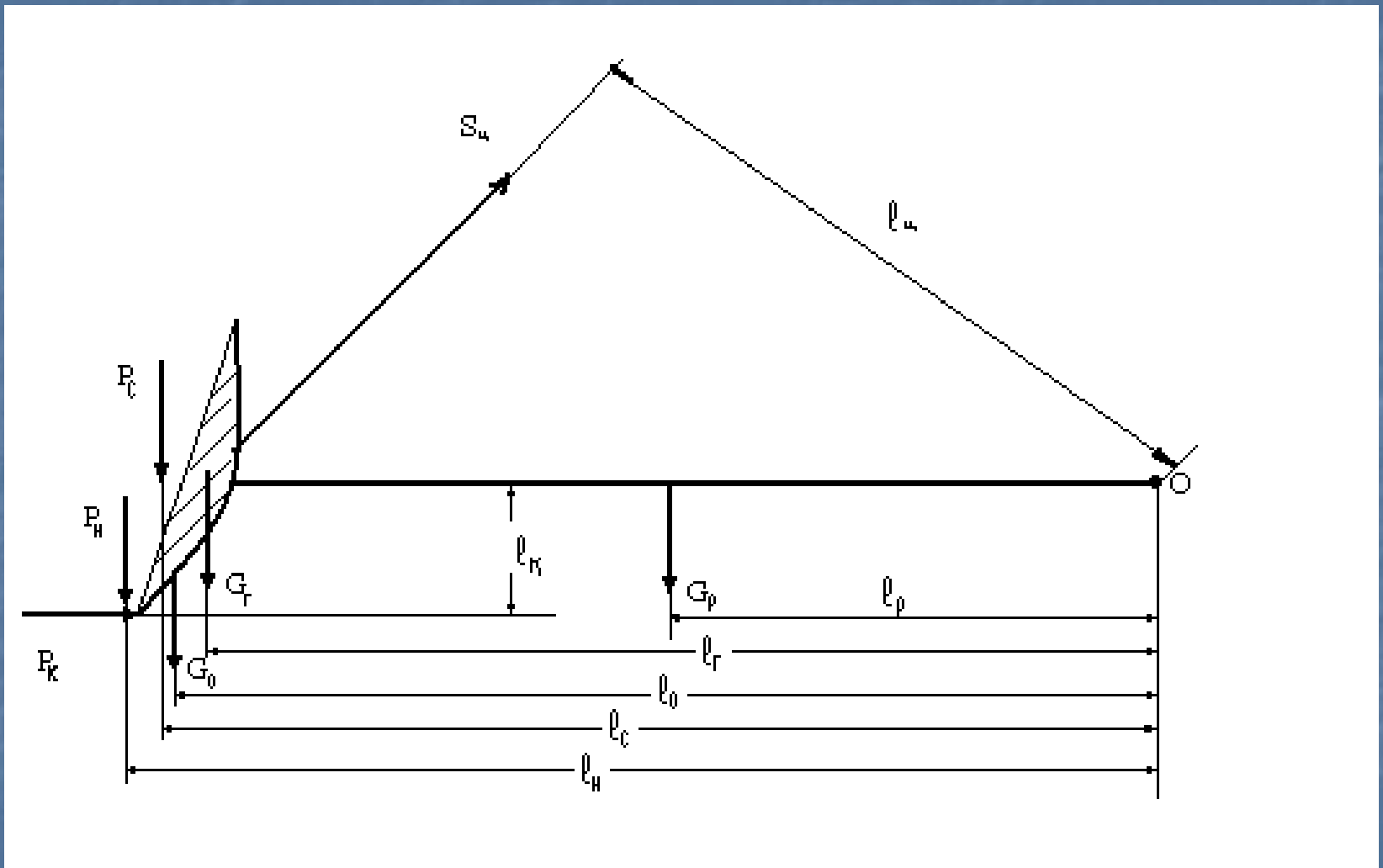
Жоғарыда кедергі күшін анықтау бойынша берілген формулалар бұрылмайтын қайырма үшін қолданылады. Бұрылатын қайырмамен жұмыс істеген кезде φ қамту бұрышы ескеріледі және кедергі күштері формулаларының түрі мынадай болады:

$$\begin{aligned}
 1) \quad W_1 &= k_p \cdot B_o \cdot h \cdot \sin\varphi = k_p \cdot F \cdot \sin\varphi, \text{ Н} \\
 2) \quad W_2 &= G_{\text{пр.}} \cdot \mu_1 \cdot \sin\varphi, \text{ Н}, \\
 3) \quad W_3 &= G_{\text{пр.}} \cdot \mu_2 \cdot \cos^2\delta \cdot \sin\varphi, \text{ Н}, \\
 4) \quad W_4 &= G_o \cdot \mu_2, \text{ Н}, \\
 5) \quad W_5 &= G_{\text{сц.б.}} \cdot (f \pm i), \text{ Н}
 \end{aligned}
 \tag{1.25}$$

Сонымен қатар топырақтың қайырма бойымен жылжу күші ескеріледі

$$6) \quad W_6 = G_{\text{пр.}} \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \cos\varphi, \text{ Н}.
 \tag{1.26}$$

Қайырмананы басқаруға қажетті гидроцилиндр S_c күшін анықтаймыз



1.6-сурет – Есептік сұлба

Жүйе тепе-теңдегінің теңдеуін итергіш білеулердің бұрылу нүктесіне қатысты құрастырамыз „О,,.

$$\begin{aligned} \Sigma M_o &= 0, \\ P_H \cdot l_H + P_K \cdot l_K + P_C \cdot l_C + G_r \cdot l_r + G_o \cdot l_o + G_p \cdot l_p &= S_{\text{ц}} \cdot l_{\text{ц}}, \end{aligned} \quad (1.27)$$

мұнда P_H, P_K – қазуға кедергі күші құраушылар, Н;

G_o, G_p – сәйкес қайырма мен итергіш білеулердің салмағы, Н;

P_C – топырақтың жылжуға кедергі күші, Н;

G_r – қайырмамен бірге көтерілетін жабысқан топырақ салмағы, Н;

$S_{\text{ц}}$ – гидроцилиндрдегі күш, Н;

$l_H, l_K, l_C, l_o, l_p, l_{\text{ц}}$ – сәйкес күш иіндері, м.

Топырақтың жылжуға кедергі күші формула бойынша анықталады

$$P_C = k_c \cdot H_o \cdot B_o, \text{ Н}, \quad (1.28)$$

мұнда k_c – топырақтың жылжытуға меншікті кедергісі былай қабылданады $k_c = (40 - 60) \text{ кПа}$,

H_o және B_o – қайырма параметрлері, м,

Қайырмаға жабысқан топырақ салмағы қайырма параметрлері мен пішініне тәуелді және формула бойынша анықталады

$$G_r = \gamma_o \cdot B_o \cdot F \cdot g, \quad H, \quad (1.29)$$

мұнда γ_o – топырақтың көлемді салмағы, т/м³,

B_o – қайырма ені, м,

F – қайырмаға жабысқан топырақ қимасының ауданы, м²,

g – еркін түсу үдеуі, м/с².

Гидроцилиндрдегі $S_{ц}$ күшті анықтаймыз

$$S_{ц} = (P_H \cdot I_H + P_K \cdot I_K + P_C \cdot I_C + G_r \cdot I_r + G_o \cdot I_o + G_p \cdot I_p) / I_{ц}, \quad H. \quad (1.30)$$

$S_{ц}$ күшінің алынған мәні бойынша бульдозер қайырмасын басқару үшін стандартты гидроцилиндрлерді таңдаймыз

Бульдозердің өнімділігі

Бульдозердің өнімділігі жұмысты екі ауысым бойынша жүргізген кезде анықталады.

а) топырақты қазу және жылжыту кезінде бұрылмайтын қайырмамен жұмыс кезінде

$$П = 3600 \cdot V_{\text{пр.}} \cdot k_{\text{укл.}} \cdot k_{\text{вр.}} / T_{\text{ц}} , \text{ м}^3/\text{ч} , \quad (1.31)$$

мұнда $V_{\text{пр}}$ – сымдау призмасының көлемі, м^3 ;

$k_{\text{укл}}$ – жер көлбеуін ескеру коэффициенті;

$k_{\text{вр}}$ – машинаны уақытпен пайдалану коэффициенті $k_{\text{вр}} = (0,75 - 0,85)$ қабылданады;

$T_{\text{ц}}$ – цикл уақыты, с.

1.8-кесте – Жер көлбеуін ескеру коэффициентінің мәні

Жердің көтерілу бұрышы	$K_{\text{укл}}$
0-5°	1,0 - 0,67
5-10°	0,67 - 0,5
10-15°	0,5 - 0,4

1.9-кесте – Жер көлбеуін ескеру коэффициентінің мәні

Жердің түсу бұрышы	$K_{\text{укл}}$
0-5°	1,0 - 1,33
5-10°	1,33 - 1,94
10-15°	1,94 - 2,25

Бульдозер жұмысы циклінің уақыты мына формула бойынша анықталады

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_{p.x.} + t_y + t_{x.x} + t_{п.п.} \text{ с.} \quad (1.32)$$

мұнда t_p – топырақты кесу уақыты, с;

$t_{p.x.}$ – жұмыстық жүріс уақыты, с;

t_y – топырақты салу уақыты, с;

$t_{x.x}$ – бос жүріс уақыты, с;

$t_{п.п.}$ – берілісті ауыстырып-қосу уақыты, с.

Топырақты кесу уақыты мына формула бойынша анықталады

$$t_p = l_p / v_p, \text{ с}; \quad (1.33)$$

мұнда l_p – топырақты сымдау призмасының толық жинағына дейін кесу жолы 6 бастап 10 м дейін қабылданады;

v_p – топырақты кесу кезінде жылдамдық 0,4 бастап 0,6 м/с дейін тең қабылданады

Жұмыстық жүріс уақыты формула бойынша анықталады

$$t_{p.x.} = l_{p.x.} / v_{p.x.}, \text{ с}, \quad (1.34)$$

мұнда $l_{p.x.}$ – топырақтың орын ауыстыру жолы, м, (қажеттілікке байланысты және 70 м дейін ұсынылады);

$v_{p.x.}$ – жұмыстық жүріс жылдамдығы, м/с, 0,9 - 1,1 м/с қабылданады.

Топырақты салу уақыты формула бойынша анықталады

$$t_y = l_y / v_y, \text{ с,} \quad (1.35)$$

мұнда l_y – топырақты салу уақыты, м, 2 бастап 4 м дейін қабылданады;

v_y – топырақты салу кезінде жылдамдық, 0,4 бастап 0,8 м/с дейін қабылданады.

Бос жүріс уақыты формула бойынша анықталады

$$t_{x.x} = l_{x.x} / v_{x.x}, \quad (1.36)$$

мұнда $l_{x.x}$ – бос жүріс жолы мына сомамен анықталады

$$l_{x.x} = l_p + l_{p.x} + l_y, \text{ м,} \quad (1.37)$$

мұнда $v_{x.x}$ – бос жүріс кезінде жылдамдық 1,1 бастап 2,2 м/с дейін тең қабылданады.

Бұрылыс және берілісті ауыстырып-қосу уақыты
30 бастап 60 с дейін қабылданады.

б) құрылыс алаңын жоспарлау бойынша бұрылатын қайырмамен жұмыс кезінде

$$\Pi = 3600 \cdot L \cdot (B_o \cdot \sin \varphi - a) \cdot k_{вр.} / ((L/v_{р.х.}) + t_{п.п.}) \cdot n, \text{ м}_2 \quad (1.38)$$

мұнда B_o – қайырма ені, м,

φ – қамту бұрышы;

a – шектес жолақтардың аралық жабын шамасы 0,3 бастап 0,5 м дейін қабылданады;

L – учаске ұзындығы, м;

$v_{р.х.}$ – жұмыстық жүріс жылдамдығы 0,8 бастап 1,0 м/с дейін қабылданады;

$t_{п.п.}$ – бұрылыс және берілісті ауыстырып-қосу уақыты 30 бастап 60 с. қабылданады.

n – бір із бойынша өту саны 1 бастап 3 дейін қабылданады.

СӨЖ бойынша бақылау тапсырмалары

- 1. Бульдозердің негізгі параметрлерін атап өтіңіздер.**
- 2. Пайдалану ауданын атап, жұмыстың жүргізілу технологиясын түсіндіріңіздер.**
- 3. Жұмыстың тиімділігін арттыратын негізгі факторларды атаңыздар.**
- 4. Бульдозердің жұмысын арттыру әдіс-тәсілдерін атап өтіңіздер.**
- 5. Бульдозердің негізгі жұмыс үдерісін сипаттап беріңіздер.**
- 6. Машиналардың негізгі маркаларын атаңыздар.**
- 7. Пайдаланудың негізгі ережелерін атаңыздар.**

Пайдаланатын әдебиеттер

- Курмашева Б.К., Жанедилова А.К. Жер қазу жұмыстарына арналған машиналар. Оқу құралы - ҚарМТУ, 2016. – 126 б.
- Шестопалов К.К. Машины для земляных работ: Учеб. пособие – МАДИ.- М., 2011. – 145 с.
- 9. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование. М.: Стройиздат, 1991. – 456 с.
- Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1992. – 504 с.
- 11. Домбровский Н.Г. Землеройные машины. - М.: Машиностроение, 1992. – 304 с.