

«Жер қазу жұмыстарына арналған машиналар»

пәні бойынша

«Көлік, көлік техникасы және
технологиялар» мамандығына арналған
дәрістер

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

8 дәріс – Бір шөмішті экскаваторлар

Дәрістің жоспары:

1. Жалпы мәлімет
2. Тағайындалуы мен жіктеу
3. Экскаваторларды есептеу
4. Экскаваторлардың өнімділігі

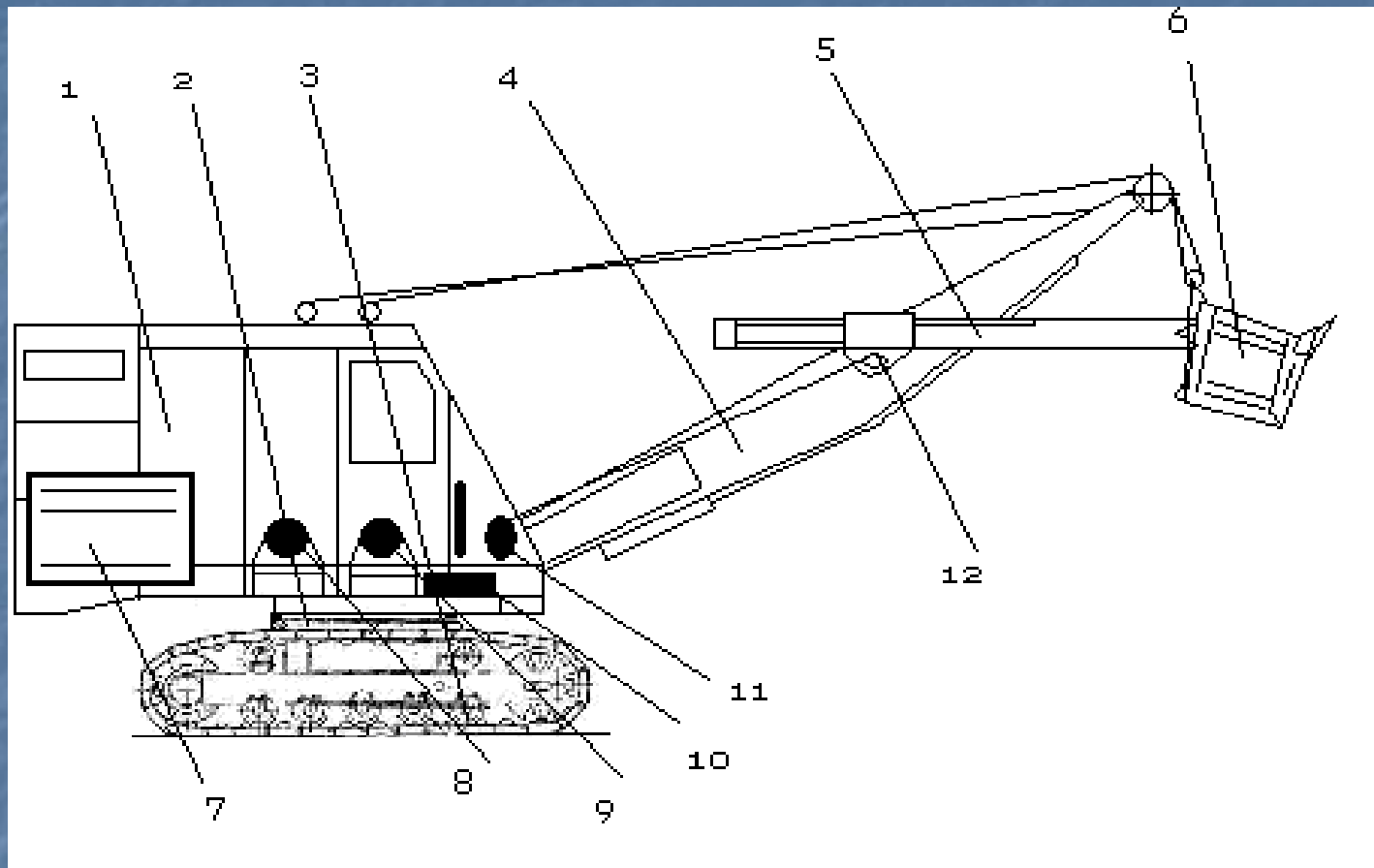


Жер қазғыш машиналар

Жер қазғыш машиналар топырақты кесуге, жинауға және жылжытуға арналған. Жер қазғыш машинаның жұмыс процесінің ерекшелігі топырақты бөліп алу мен жылжытудың қозғалтқыш энергиясы есебінен жүретіні болып табылады. Жер қазғыш машиналарға бір шөмішті және көп шөмішті экскаваторлар жатады /1,2,3,4/.

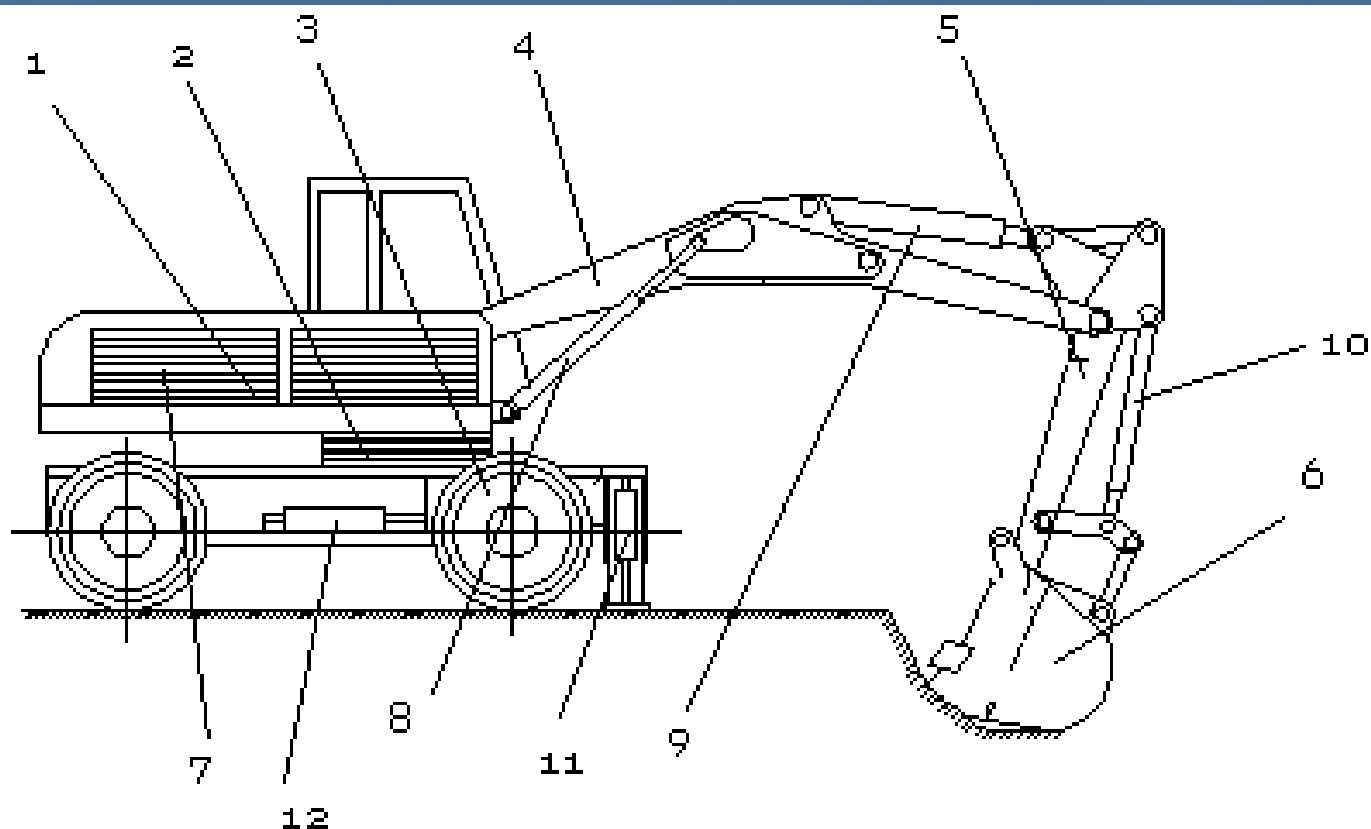
Бір шөмішті экскаваторлар

Бір шөмішті экскаваторлар топырақты қазуға, оны жинауға және белгілі қашықтыққа орын ауыстыруға арналған.



1 – платформа, 2 – бұрылыс шеңбері, 3 – жүріс жабдығы,
4- жебе, 5 – тұтқа, 6 – шөміш, 7 – күш жабдығы,
8, 9, 10, 11, 12 – жұмыс механизмдері экскаватор

2.1-сурет – Тік күрегі бар бір шөмішті экскаватор сұлбасы

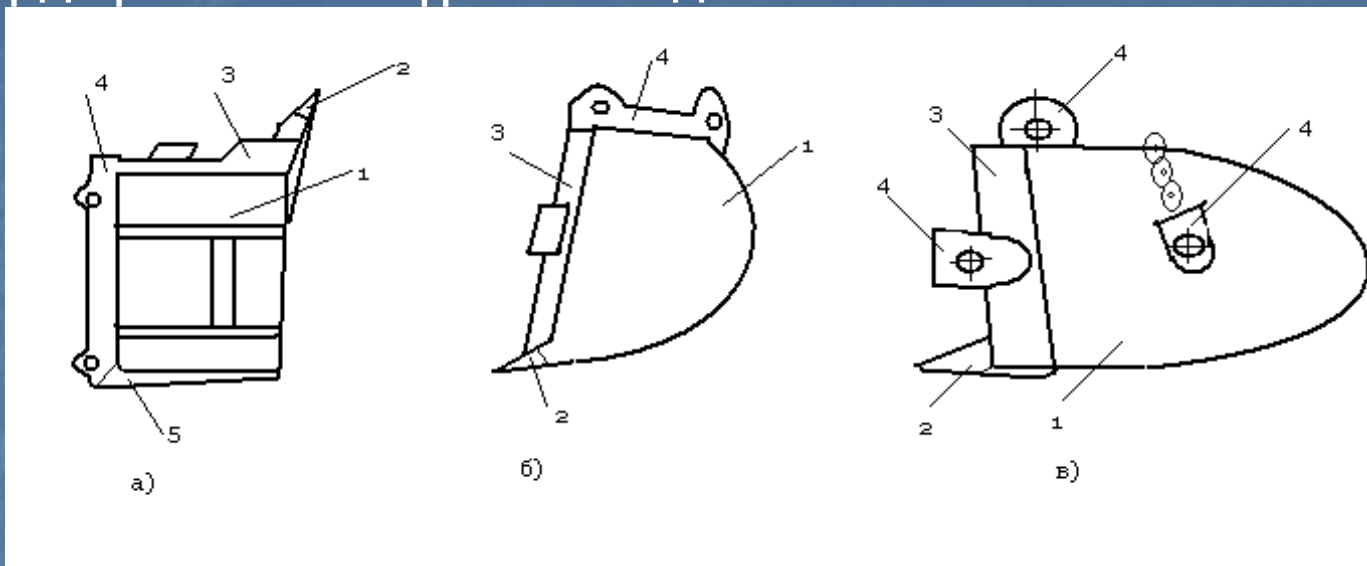


1 – платформа, 2 – бұрылыс шеңбері, 3 – жүріс жабдығы, 4 – жебе, 5 – тұтқа, 6 – шөміш, 7 – күш жабдығы, 8, 9, 10, 12 – гидроцилиндрлер, 11 – шығармалы тіректер

2.2-сурет – Кері күрегі бар бір шөмішті экскаватор сұлбасы



Экскаваторлардың негізгі жұмыс органы шөміш болып табылады. Шөміштерді үш негізгі түрге бөледі:



а) тік күрек шөміші, б) кері күрек шөміші,

в) драглайн шөміші

1 – шөміш корпусы, 2 – кескіш тістер, 3 – кескіш жиек,

4 – шөміш аспасының элементтері.

2.3-сурет – Экскаваторлар шөміштерінің негізгі типтерінің сұлбалары.

Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс циклі келесі операциялардан тұрады: топырақты қазу және оны шөмішке жинау, шөмішті жүксіздеуге бұру, шөмішті жүксіздеу және босаған шөмішті қайтадан забойға бұру.

Бір шөмішті экскаваторларды жіктеу

1. Мақсаты бойынша

- а) құрылыстық (шөміш сыйымдылығы $q = \text{до } 2,5 \text{ м}^3$);
- б) карьерлік ($q = 2,5 - 8 \text{ м}^3$);
- в) аршымалы ($q = 8 - 53 \text{ м}^3$);
- г) адымдайтын ($q = 6 - 50 \text{ м}^3$ жебенің үлкен шықпасы);
- д) арнайы.

2. Жүріс жабдығының типі бойынша:

- а) шынжыр табан;
- б) пневмодоңғалақты;
- в) арнайы шасси;

3. Жұмыс жабдығымен келтіру типі бойынша

- а) механикалық;
- б) гидравликалық;
- в) телескопиялық.

4. Ауыспалы аспалы жабдық типі бойынша

- а) тік күрек (топырақты таған деңгейінен жоғары қазады);
- б) кері күрек (топырақты таған деңгейінен төмен қазады);
- в) драглайн;
- г) грейфер;
- д) кран жабдығы.

Шөміштің негізгі параметрлерін есептеу.

Бір шөмішті экскаватордың басты параметрі шөміш сыйымдылығы болып табылады q , м³
Негізгі параметрлер мыналар болып табылады:

1) шөміш ені, м

$$b_k = 1,1 \sqrt[3]{q}, \text{ м}, \quad (2.1)$$

мұнда q – шөміш сыйымдылығы, м³

2) шөміш ұзындығы, м

$$l_k = (1,15-1,2) \sqrt[3]{q}, \text{ м}, \quad (2.2)$$

3) экскаватор салмағы, т

$$G_{\text{э}} = (22-30) q, \text{ т}, \quad (2.3)$$

4) ең үлкен қазу биіктігі (тік күрек үшін), м

$$H_{в.к.} = (2,6-3,0) \sqrt[3]{Gэ}, м \quad (2.4)$$

мұнда $Gэ$ - экскаватор салмағы, т

5) ең үлкен қазу тереңдігі, м

$$H_{в.к.} = (1,8-2,2) \sqrt[3]{Gэ}, м \quad (2.5)$$

6) ең үлкен қазу радиусы, м

$$R_{к.} = (2,6-2,8) \sqrt[3]{Gэ}, м \quad (2.6)$$

7) жүксіздендірудің ең үлкен радиусы

$$R_{в.} = (2,3-2,4) \sqrt[3]{G_{э}}, \text{ м} \quad (2.7)$$

8) топырақтың кесілетін қабатының орташа қалыңдығы

$$h_{ср.} = q \cdot k_n / (b_k \cdot H_{в.к.} \cdot k_{разр.}), \text{ м} \quad (2.8)$$

мұнда q – шөміш сыйымдылығы, м^3

k_n – толтыру коэффициенті, $k_n = (0,8 - 1,2)$ қабылданады.

b_k – шөміш ені, м,

$H_{в.к.}$ – қазудың ең үлкен биіктігі, м,

$k_{разр}$ – топырақты қопсыту коэффициенті $k_{разр} = (1,1 - 1,35)$ қабылданады

9) Жұмыс жабдығы параметрі

а) жебе ұзындығы $l_c = 2,44 \sqrt[3]{G_{э}}, \text{ м},$

б) тұтқа ұзындығы, $l_p = 1,5 \sqrt[3]{G_{э}}, \text{ м},$

10) қазуға кедергі күштерін құраушылар

а) қазуға кедергі күштерін жанама құраушылар

$$P_k = k_k \cdot h_{cp} \cdot b_k, \text{ Н}, \quad (2.9)$$

мұнда k_k – топырақтың қазуға меншікті кедергісі, Н/м²,
 h_{cp} – кесілетін қабатының орташа қалыңдығы, м,
 b_k – шөміштің ені, м.

б) қазуға кедергі күштерін нормаль құраушылар

$$P_n = \psi \cdot P_k, \text{ Н}. \quad (2.10)$$

мұнда ψ пропорционалдық коэффициенті, былай қабылданады

а) қазу басында $\psi = (0,2-0,3)$,

б) қазу соңында $\psi = (0,4-0,5)$.

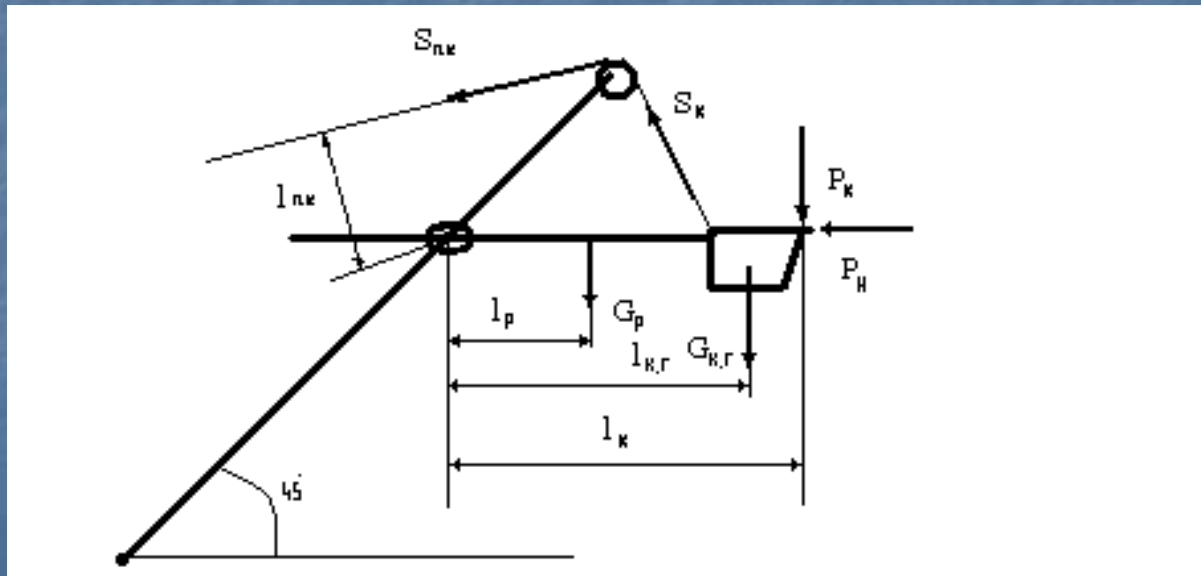
Механикалық экскаваторларды есептеу

Экскаваторларды есептеу кезінде келесі механизмдердің параметрлерін анықтайды:

- 1) жүк көтергіш механизм (шөмішті көтеру);
- 2) жебе көтеретін механизм (жебені көтеру);
- 3) арынды механизм (тұтқаны жылжыту).

1. Жүк көтергіш механизмді есептеу

Есептеу жүк арқанын, барабанды, жұмыс шығыршық қозғалтқышын таңдауға келтіріледі



2.4-сурет – Жүк көтергіш механизмінің есептік сұлбасы

Есептеу тәртібі

- 1) S_k шөмішті көтеру арқанына түсетін күшті анықтаймыз, бұл үшін
- 2) нүктеге қатысты күштердің тепе-теңдік теңдеуін құрастырамыз
- 3) Ор тұтқаны айналдыру

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ S_k \cdot l_k &= P_k \cdot l_k + G_{k.g} \cdot l_{k.g} + G_p \cdot l_p \end{aligned} \quad (2.11)$$

Бұдан күшті анықтаймыз

$$S_k = (P_k \cdot l_k + G_{k.g} \cdot l_{k.g} + G_p \cdot l_p) / l_k, H, \quad (2.12)$$

мұнда $G_{k.g}$, G_p – топырағы бар шөміштің сәйкес салмағы және тұтқа салмағы, Н,

P_k – қазу күшін жанама құраушы, Н.

l_k , $l_{k.g}$, l_p – сәйкес күштердің иінідері, м

2) жүк көтергіш механизм арқанындағы күш $S_{п.к}$,

$$S_{п.к} = S_k / i \cdot \eta_{п}, \text{ Н}, \quad (2.13)$$

мұнда $\eta_{п}$ – жүк көтергіш полиспастың пайдалы әсер коэффициенті

$\eta_{п} = 0,9$ қабылданады,

i - жүк көтергіш полиспастың еселігі, $i = 2$

3) жүк көтергіш механизм арқанындағы үзілмелі күшті анықтаймыз

$$P_p = S_{п.к} \cdot k_d, \text{ Н}, \quad (2.14)$$

мұнда k_d – динамикалық коэффициенті, $k_d = (4 - 5)$ қабылданады.

4) Алынған үзілмелі күш бойынша жүк көтергіш арқанның диаметрін таңдаймыз

5) жүк механизмі барабанының диаметрін анықтаймыз

$$D = (28 - 32)d_k, \text{ мм} \quad (2.15)$$

және алынған мән бойынша стандартты арқанды таңдаймыз

6) жүк көтергіш механизм қозғалтқышының қажетті қуатын анықтаймыз

$$N_{дв.} = S_{п.к} \cdot v_{п} / 1020 \cdot \eta_{м}, \text{ кВт} \quad (2.16)$$

мұнда $v_{п}$ – жүктеулі шөмішті көтеру жылдамдығы,

$v_{п} = (0,5 - 0,8) \text{ м/с}$ қабылданады,

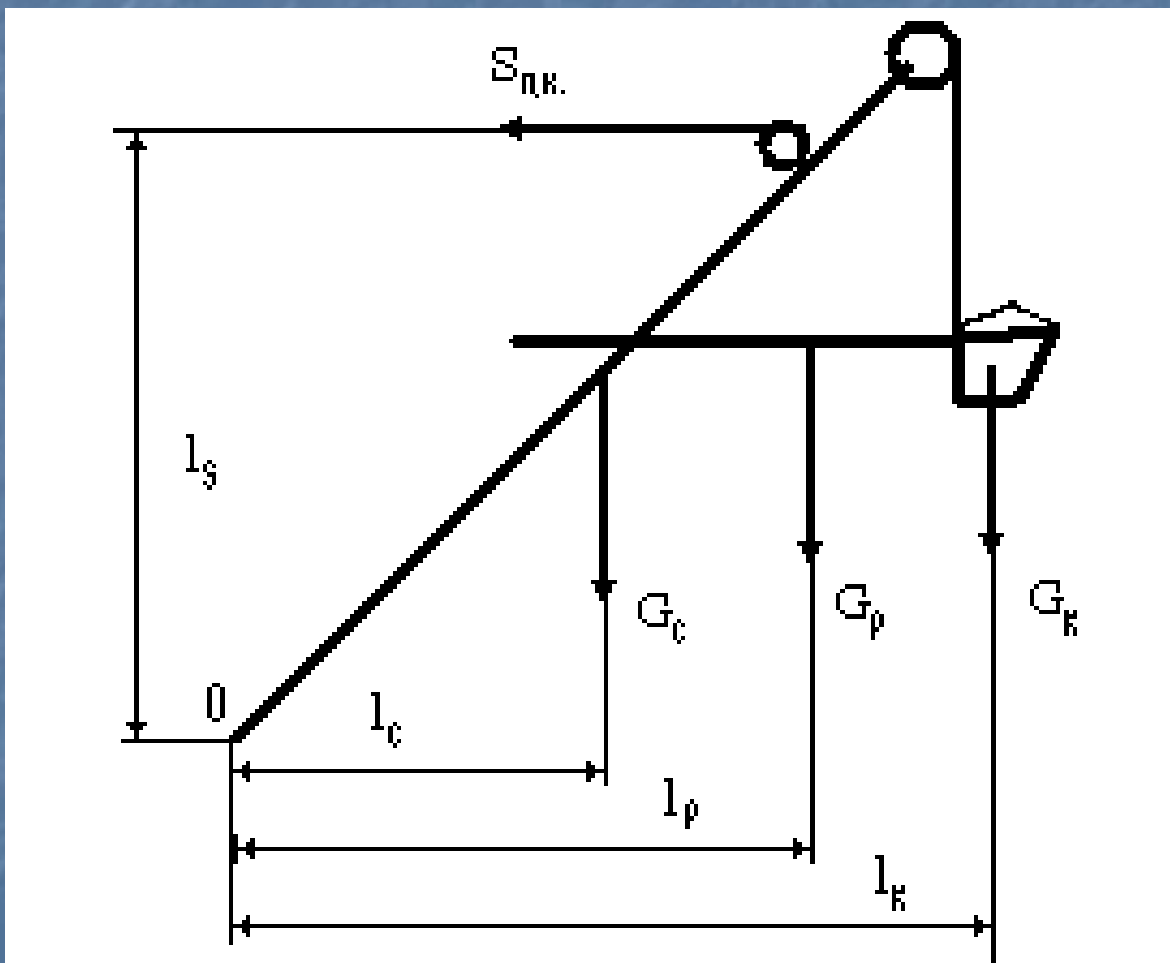
$\eta_{м}$ – жүк көтергіш механизмінің пайдалы әсер коэффициенті

$\eta_{м} = 0,8$ қабылданады,

7) алынған қуат бойынша жүк шығыршығының талап етілген қозғалтқышын таңдаймыз.

2. Жебе көтергіш механизмін есептеу

Есептеу жүк арқанын, барабанды, жұмыс шығыршық қозғалтқышын таңдауға келтіріледі.



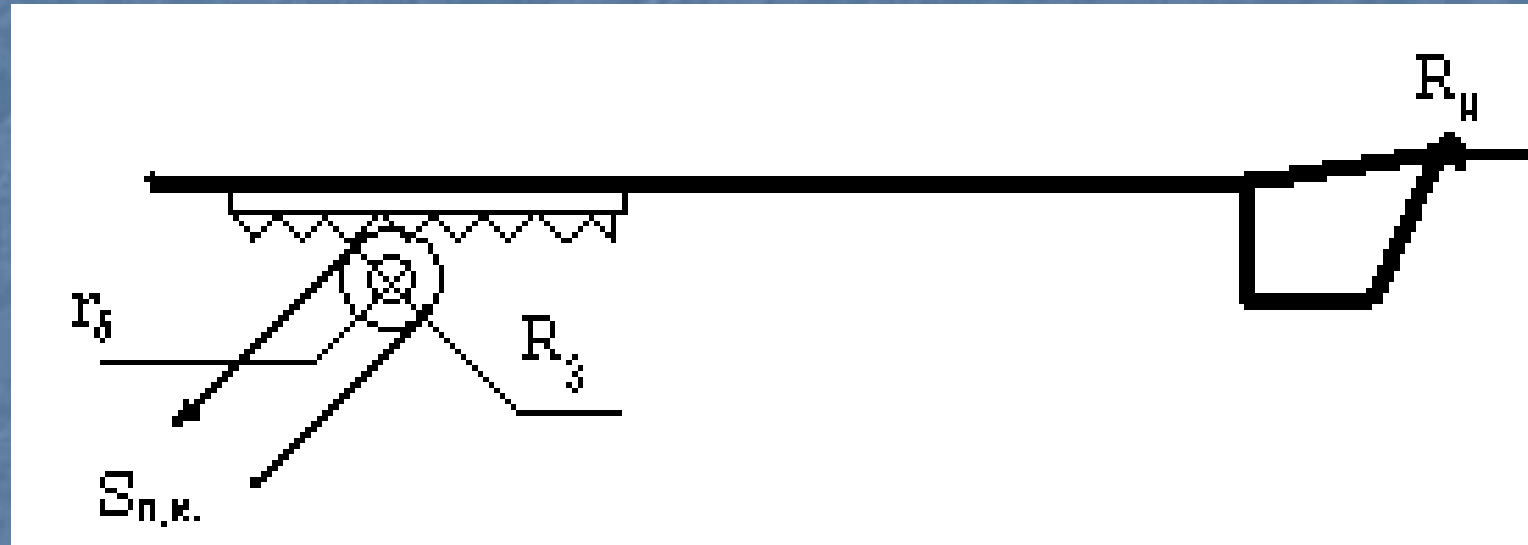
2.5-сурет – Жүк көтергіш механизмнің есептік сұлбасы.

Есептеу тәртібі

- 1) Sc жебе көтеру арқанында күшті анықтаймыз,
- 2) $Sp.k$ жебе көтеру механизмі арқанында күшті анықтаймыз,
- 3) жебе көтеру механизмі арқанында үзілу күшін анықтаймыз, динамикалық коэффициентін $k_d = (2-2,5)$ қабылдаймыз.
- 4) үзілу күші бойынша арқан диаметрін таңдаймыз,
- 5) жебе көтеру механизмі барабанының диаметрін есептейміз,
- 6) жебе көтеру механизмі қозғалтқышының қажетті қуатын анықтаймыз
- 7) қозғалтқышты таңдаймыз.

8. Арынды механизмді есептеу

Арынды механизм тұтқаны алға жылжыту үшін қажет
- шөмішке топырақты жинау кезеңінде



2.6-сурет – Арынды механизмнің есептік сұлбасы

Есептеу тәртібі

1) арынды жетек арқанында күшті анықтаймыз

$$S_{п.к} = P_n \cdot R_3 / r_6, \text{Н}, \quad (2.67)$$

мұнда P_n – қазуға кедергі күшін нормаль құраушы, Н
 R_3, r_6 – сәйкес күштерінің иіндері, м

2) Арқандағы үзілу күшін анықтаймыз,
динамикалық коэффициентін $t_{кд} = 2$ қабылдаймыз.

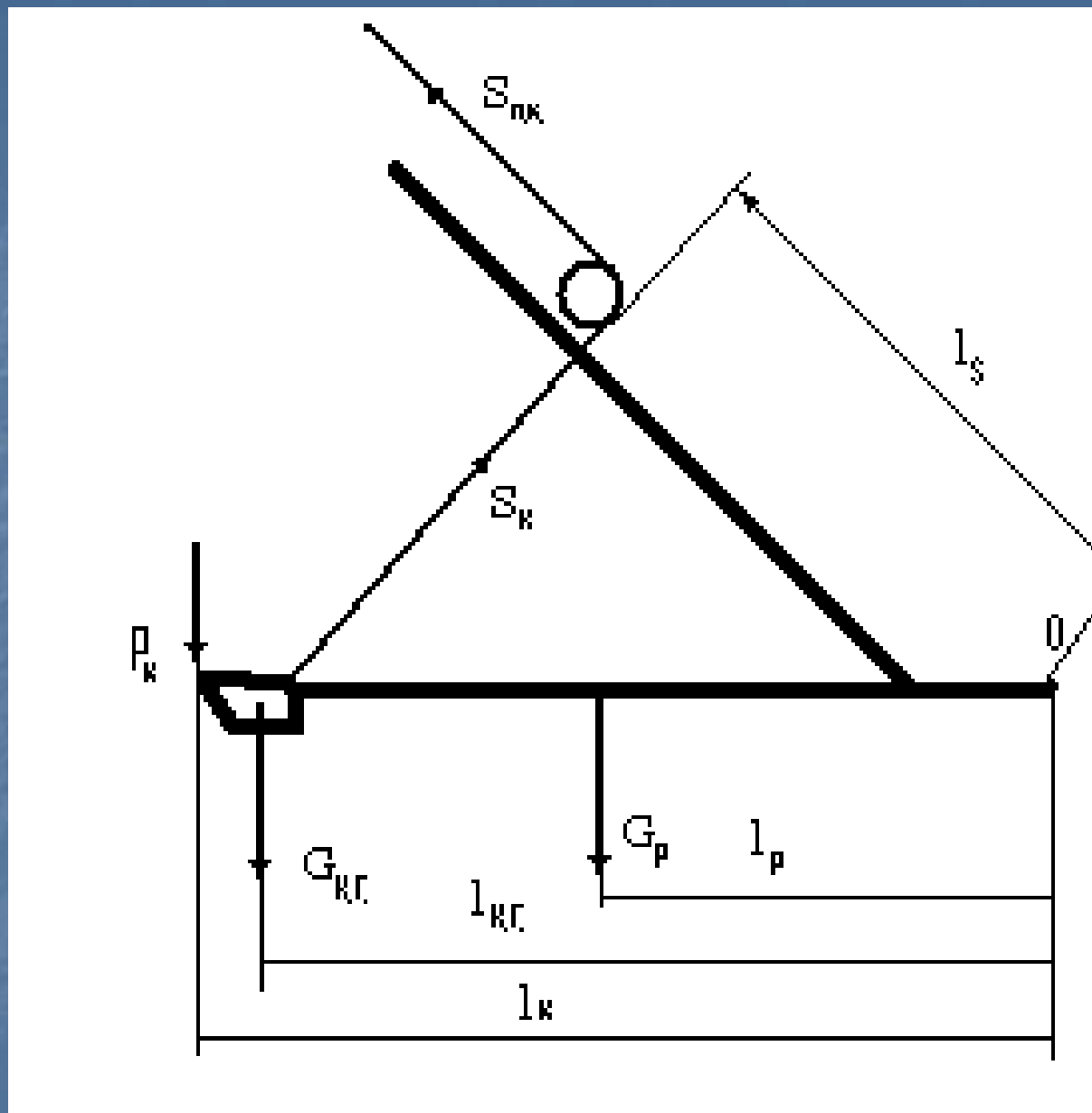
3) үзілу күші бойынша арынды механизм арқанының диаметрін таңдаймыз.

4) арынды механизм барабанын есептейміз,

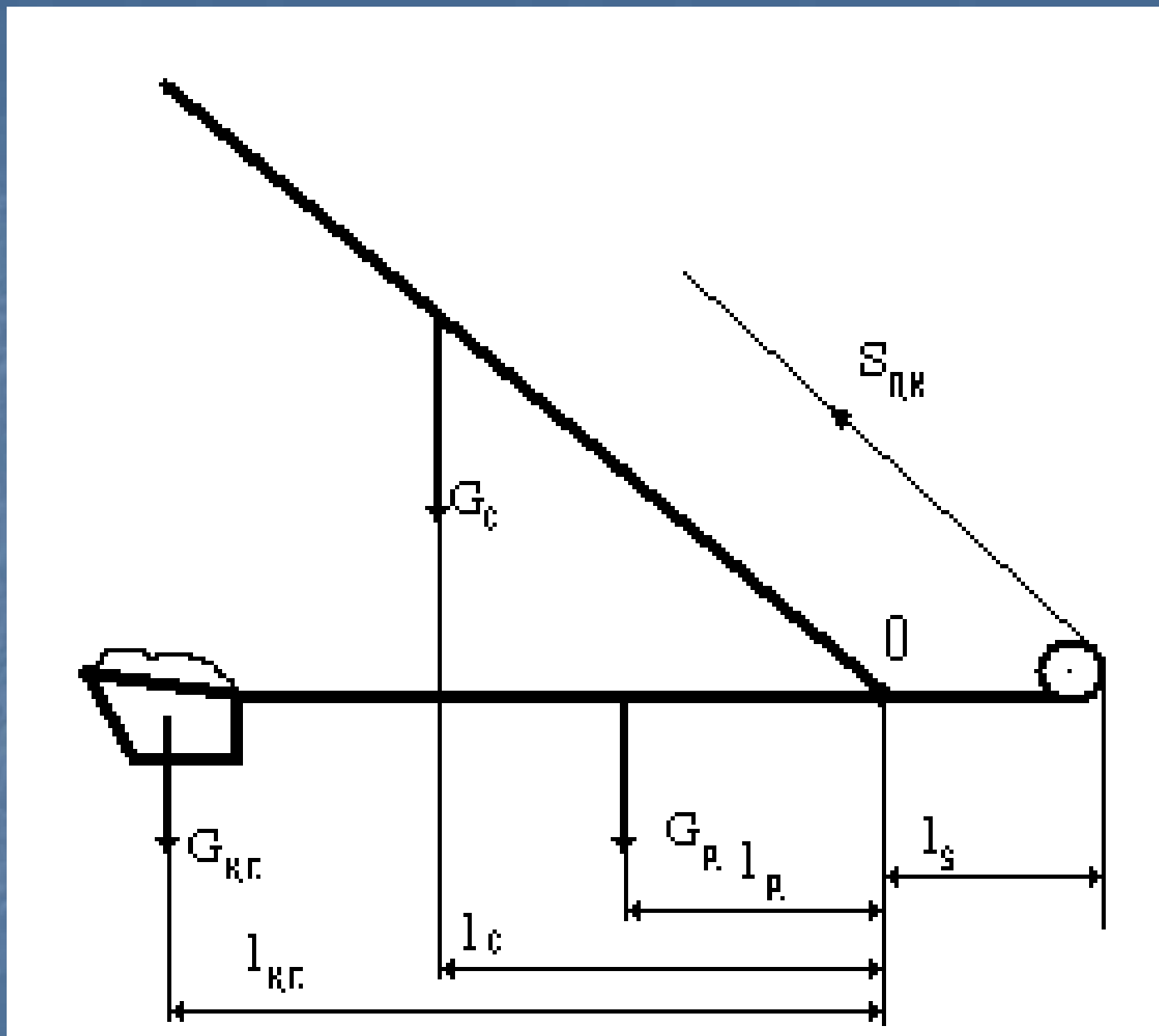
5) қозғалтқыш қуатын анықтаймыз, тұтқаның орын ауыстыру жылдамдығын $v_p = (0,1 - 0,2)$ м/с қабылдаймыз

6) қозғалтқышты таңдаймыз.

Кері күрекпен жабдықталған экскаватор механизмдері осыған ұқсас анықталады, оның күрделілігі есептік сұлбаны құрастыру дұрыстығынан тұрады. Есептік сұлбалардың мысалдары төмендегі суреттерде берілген.



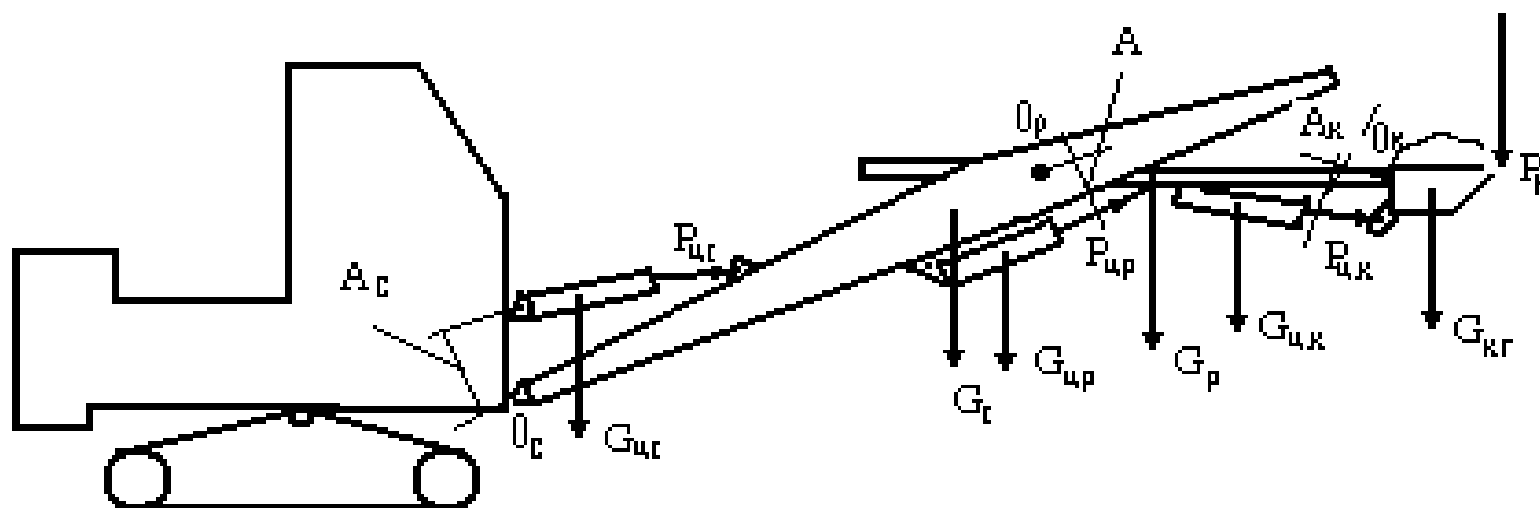
2.7-сурет – Жүк көтергіш механизмнің есептік сұлбасы



2.8-сурет – Жебе көтеру механизмінің есептік сұлбасы

Гидравликалық экскаваторларды есептеу

Гидравликалық экскаваторларды есептеу гидравликалық жүйе элементтерін: гидроцилиндрлерді, гидросорғыларды және т.б. таңдауға алып келеді:



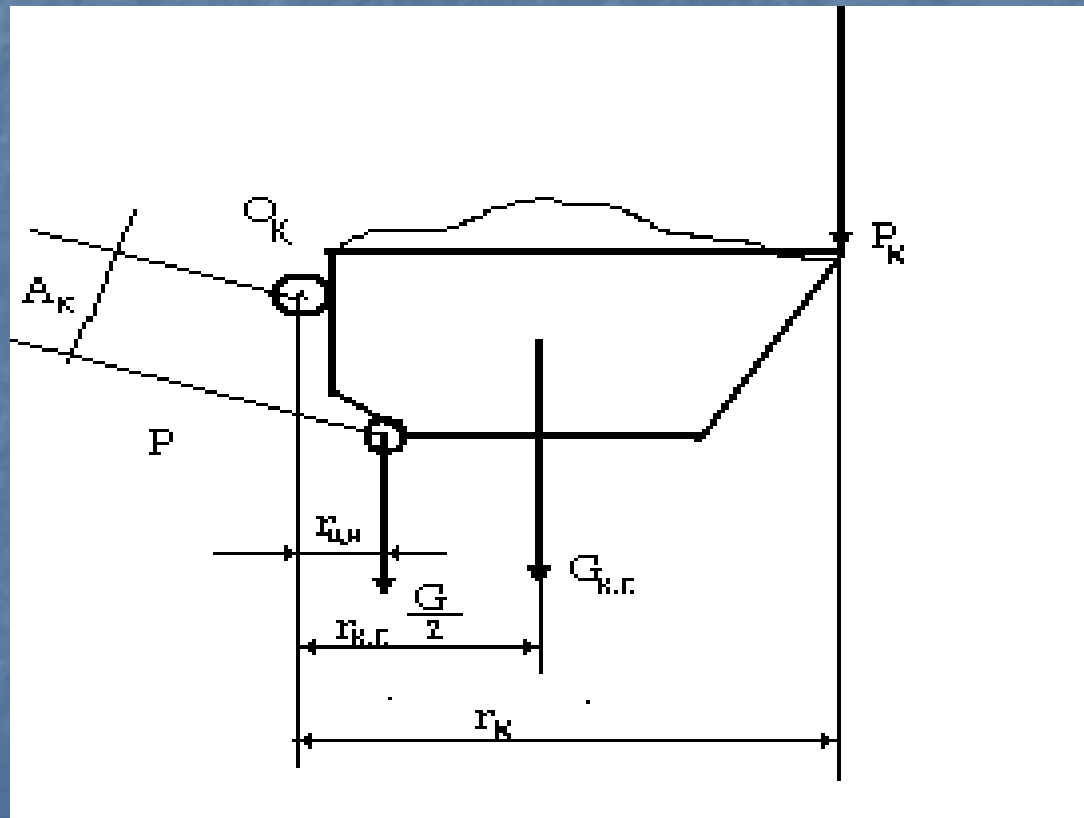
2.9-сурет - Гидравликалық экскаватордың есептік сұлбасы

Есептеу тәртібі

1) Жұмыс жабдығы гидроцилиндрлеріндегі күшті анықтаймыз

Есептеу кезінде гидроцилиндрлер бірізді жұмыс істеу, яғни алдымен жебе гидроцилиндрі, сосын тұтқа гидроцилиндрі, сосын шөміш гидроцилиндрінің жұмыс істеу шарты қабылданады.

а) шөміш гидроцилиндрінде күшті анықтаймыз



2.10-сурет – Есептік сұлба.

Ок нүктесіне, шөміштің айналуына қатысты жүйе тепе-теңдігі теңдеуін құрастырамыз

$$\sum M = 0, \quad (2.18)$$

$$P_k \cdot r_k + G_{k.g.} \cdot r_{k.g.} + (G_{ц.к.}/2) \cdot r_{ц.к.} = P_{ц.к.} \cdot A_k,$$

мұнда P_k — қазуға кедергі күштерін жанама құраушылар, Н,
 $G_{k.g.}$, $G_{ц.к.}$ - топырағы бар шөміштің сәйкес салмағы және шөміш гидроцилиндрінің салмағы, Н,
 r_k , $r_{k.g.}$, $r_{ц.к.}$ A_k — сәйкес күштердің иіндері, м

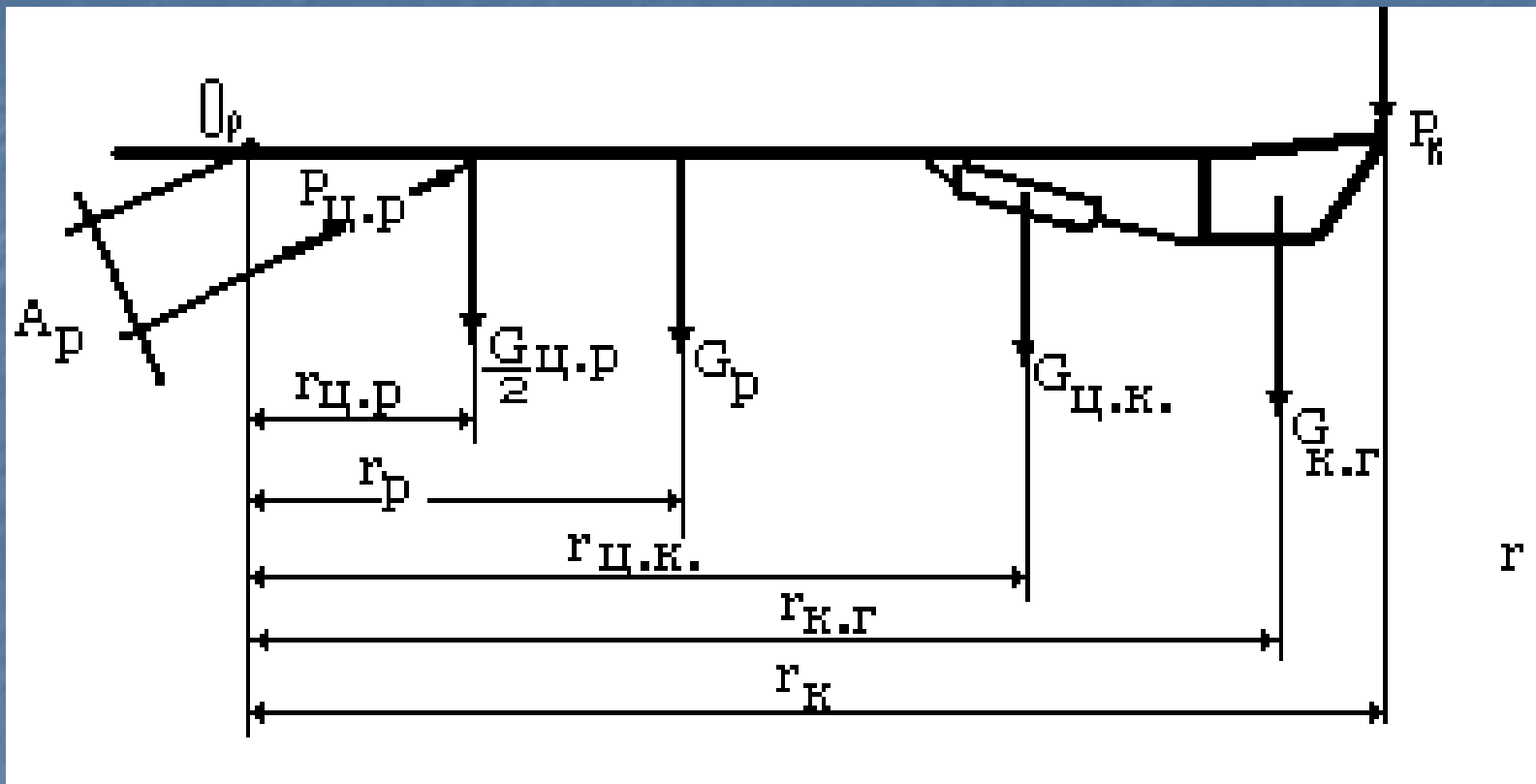
$G_{k.g.} \cdot r_{k.g.} + (G_{ц.к.}/2) \cdot r_{ц.к.}$ өрнегі тұрақты күштердің моменті деп аталады және $\sum q_i \cdot r_i$ өрнегіне ауыстырамыз, яғни

$$G_{k.g.} \cdot r_{k.g.} + (G_{ц.к.}/2) \cdot r_{ц.к.} = \sum q_i \cdot r_i \quad (2.19)$$

Гидроцилиндрде күшті анықтаймыз

$$P_{ц.к.} = (P_k \cdot r_k + \sum q_i \cdot r_i) / A_k, \text{ н.} \quad (2.20)$$

б) тұтқа гидроцилиндрінде күшті анықтаймыз



2.11-сурет – Есептік сұлба

Жүйенің тепе-теңдік теңдеуін Ор тұтқаның бұрылу нүктесіне қатысты құрастырамыз

$$\Sigma M = 0, \quad (2.21)$$

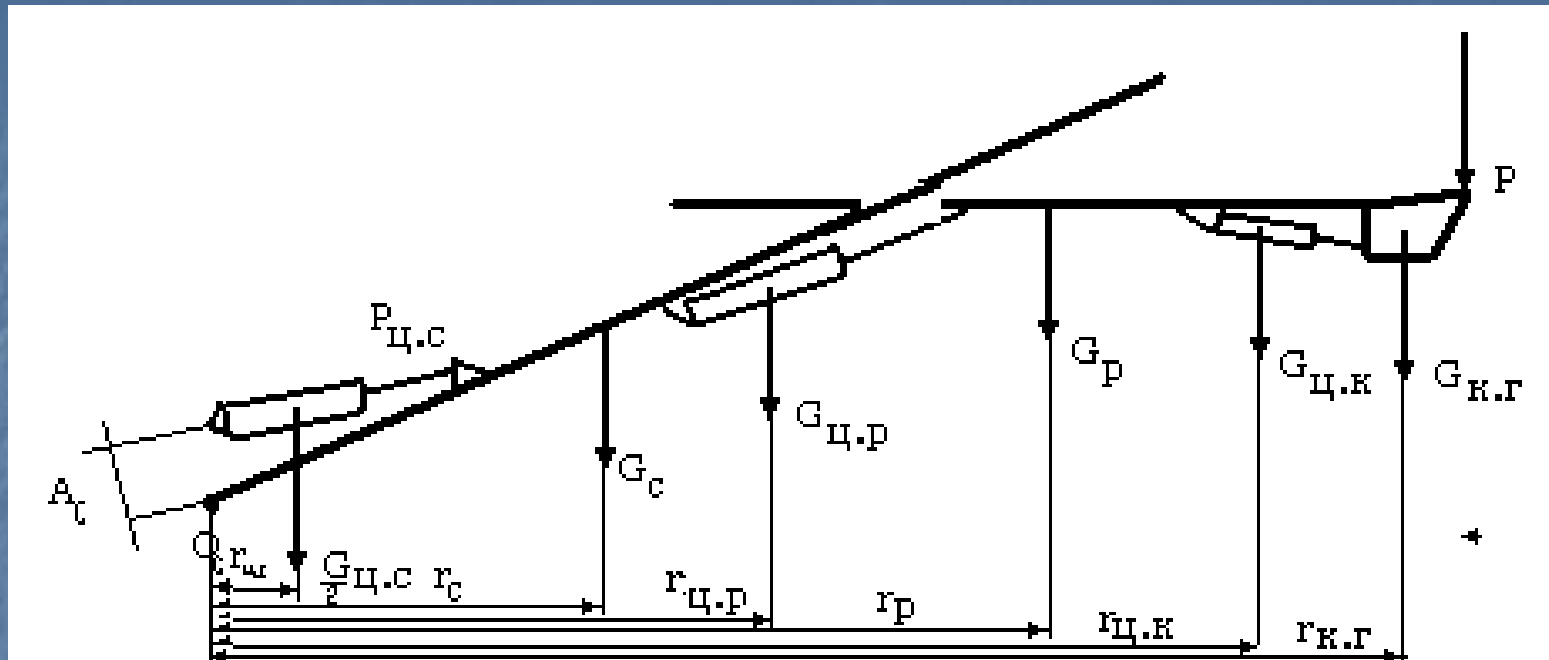
$$P_k \cdot r_k + G_{k.g.} \cdot r_{k.g.} + G_{ц.к.} \cdot r_{ц.к.} + (G_{ц.p.}/2) \cdot r_{ц.p.} + G_p \cdot r_p = P_{ц.p.} \cdot A_p,$$

мұнда P_k — қазуға кедергі күштерін жанама құраушылар, H ,
 $G_{k.g.}$, $G_{ц.к.}$, G_p , $G_{ц.p.}$ - топырағы бар шөміштің сәйкес салмағы
және шөміш гидроцилиндрінің салмағы, тұтқа салмағы және тұтқа
гидроцилиндрінің салмағы, H ,
 r_k , $r_{k.g.}$, $r_{ц.к.}$, r_p , $r_{ц.p.}$ A_k — сәйкес күштер иіні, м

Гидроцилиндрдегі күшті анықтаймыз

$$P_{ц.p.} = (P_k \cdot r_k + \Sigma q_i \cdot r_i) / A_p, \quad H. \quad (2.22)$$

в) жебе гидроцилиндрінде күшті анықтаймыз



2.12-сурет – Есептік сұлба

Ос жебенің бұрылу нүктесіне қатысты жүйе тепе-теңдігі теңдеуін құрастырамыз

$$\sum M = 0, \quad (2.23)$$

$$P_k \cdot r_k + G_{k.g.} \cdot r_{k.g.} + G_{ц.к.} \cdot r_{ц.к.} + G_{ц.p./2} \cdot r_{ц.p} + G_p \cdot r_p + \\ + (G_{ц.c./2}) \cdot r_{ц.c} + G_c \cdot r_c = P_{ц.c.} \cdot A_c,$$

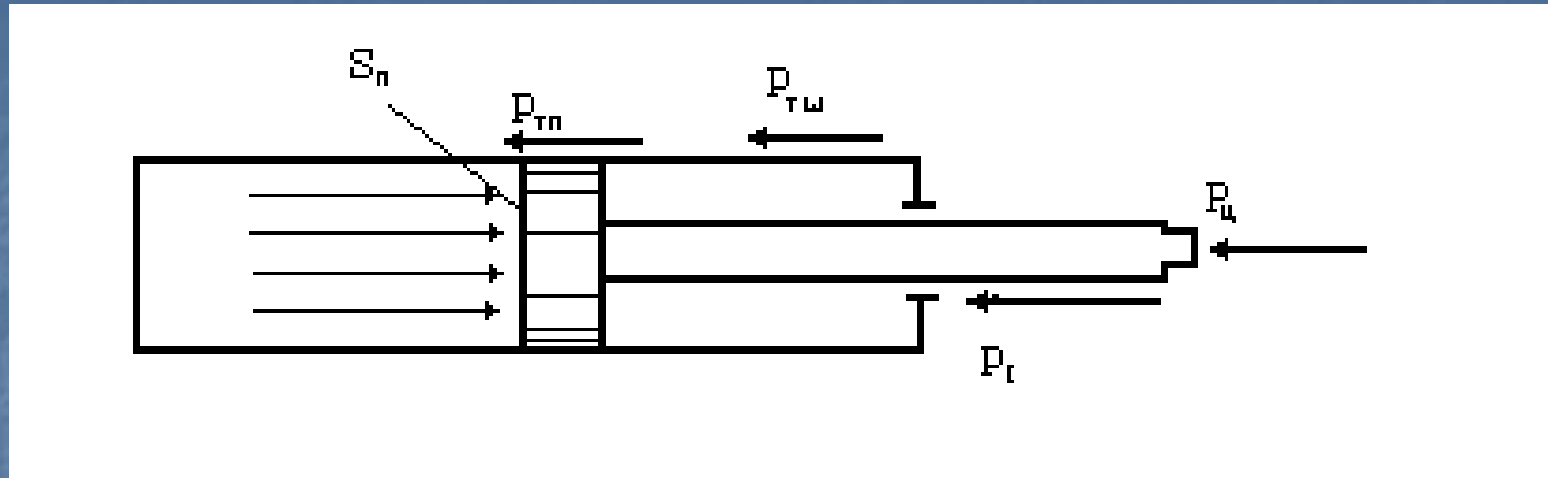
мұнда P_k – қазуға кедергі күшін жанама құраушылар, Н,
 $G_{k.g.}$, $G_{ц.к.}$ G_p , $G_{ц.p}$ G_c $G_{ц.c}$ - топырағы бар шөміштің сәйкес салмағы және шөміш гидроцилиндрінің салмағы, тұтқа салмағы және тұтқа гидроцилиндрінің салмағы, жебе салмағы және жебе гидроцилиндрінің салмағы,
 r_k , $r_{k.g.}$, $r_{ц.к.}$, r_p , $r_{ц.p}$, A_c , r_c , $r_{ц.c}$ – сәйкес күштердің иіндері,
 М

Гидроцилиндрдегі күшті анықтаймыз

$$P_{ц.c} = (P_k \cdot r_k + \sum q_i \cdot r_i) / A_c, \quad H. \quad (2.24)$$

Алынған $P_{ц.c.}$, $P_{ц.p.}$, $P_{ц.к.}$ мәндер бойынша экскаватордың жұмыс жабдығын басқарудың стандартты гидроцилиндрлерін таңдаймыз

б) Экскаватор гидрожүйесінде жұмыс сұйықтығының қысымын анықтаймыз



2.13-сурет – Гидроцилиндрдің есептік сұлбасы
Гидроцилиндр штогінің қозғалыс тепе-теңдігінің теңдеуінің құрастырамыз

$$P_{ж} \cdot S_n = P_{т.п} + P_{т.ш.} + P_c + P_{ц} , \quad (2.25)$$

мұнда $P_{ж}$ - гидрожүйедегі қажетті қысым, мПа,

S_n – қуыс поршенінің ауданы, м²

$P_{т.п}$ – поршень үйкелісіне кедергі күші, Н

$P_{т.ш.}$ – штоқтың кедергі күші, Н

P_c – төгуге кедергі күші, Н

$P_{ц}$ - гидроцилиндр штогындағы күші, Н

$$P_{ж} = (P_{т.п} + P_{т.ш.} + P_c + P_{ц}) / S_{п}, \text{ мПа} \quad (2.26)$$

3) экскаватор гидросорғылары тудыратын қысымды анықтаймыз

$$P_n = P_{ж} + \Delta P_{л} + \Delta P_{м}, \text{ мПа} \quad (2.27)$$

мұнда $P_{ж}$ - гидрожүйедегі қажетті қысым, мПа,

$\Delta P_{л}$ – құбыр ұзындығы бойынша сұйықтық қысымының шығыны, мПа,

$\Delta P_{м}$ – қысымның жергілікті шығыны, мПа.

4) сұйықтықтың талап етілген шығынын анықтаймыз

$$Q_n = v_{ш} \cdot S_{ш}(п), \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.28)$$

мұнда $v_{ш}$ – гидроцилиндр штогының орын ауыстыру жылдамдығы, м/с

$S_{ш}(п)$ – штоктық немесе поршеньдік қуыстың көлденең қимасының ауданы, м²

5) P_n , Q_n мәндері бойынша гидросорғыны және гидрожабдықтың негізгі элементтерін таңдаймыз

Бір шөмішті экскаватордың өнімділігі

$$П = 3600 \cdot q \cdot k_n / T_{ц} \cdot k_{разр.}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

мұнда q – шөміш сыйымдылығы, м^3 ,

k_n – шөмішті толтыру коэффициенті, $k_n = (0,8 - 1,2)$ қабылданады,

$k_{разр.}$ – топырақты қопсыту коэффициенті, $k_{разр.} = (1,1 - 1,35)$ қабылданады,

$T_{ц}$ – цикл уақыты, с экскаватордың техникалық сипаттамасынан алынады, с.

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.