

«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.

10 дәріс – Топырақты тығыздауға арналған машиналар

Дәрістің жоспары:

1. Жалпы мәлімет
2. Тағайындалуы мен жіктеу
3. Машинаны есептеу
4. Машинаның өнімділігі



Топырақты тығыздауға арналған машиналар

Жалпы ережелер

Топырақты тығыздау жер үсті құрылысын салудың технологиялық процесінің маңызды элементіне жатады. Осы процестің қалай сапалы орындалатынына көбінесе құрылыстардың төзімділігі мен ұзақ мерзімділігі тәуелді. /1,2,3,4/.

Жер үсті құрылысын тығыздау дәрежесі максимум тығыздықпен сипатталады, осы кезде топырақта ең үлкен көтергіш қабілет болады. Максимум тығыздық былай анықталады

$$\delta_{\max} = \gamma_0 / (1 + W), \text{ кг/м}^3, \quad (4.1)$$

мұнда γ_0 – топырақтың көлемдік салмағы, кг/м³,

W – топырақтың ылғалдылығы,

Тығыздық топырақ типіне тәуелді.

4.1-кесте – Топырақ тығыздығының мәні

Топырақ типi	құм	құмдақ	саздақ	топырақ
γ_0 , кг/м ³	1,3 - 1,5	1,5 - 1,7	1,9 - 2,0	1,7 - 1,9

Әрбір жер үсті құрылысы үшін коэффициентпен сипатталатын өзінің оңтайлы тығыздығы болады.

а) автожол жер жолағының жоғарғы қабаттары үшін тығыздық коэффициенті $K_n=(0,98-1,0)$ тең және осы қабаттардың оңтайлы тығыздығы мынаған тең

$$\delta_0 = (0,98-1,0) \delta_{\max}, \text{ кг/м}^3$$

б) автожол жер жолағының төменгі қабаттары үшін тығыздық коэффициенті $K_n=(0,98-1,0)$ тең және осы қабаттардың оңтайлы тығыздығы мынаған тең

$$\delta_0 = 0,95 \delta_{\max}, \text{ кг/м}^3$$

в) темір жол үйінділері үшін тығыздық коэффициенті $K_n=(0,9-0,95)$ тең және осы қабаттардың оңтайлы тығыздығы мынаған тең

$$\delta_0 = (0,90 - 0,95) \delta_{\max}, \text{ кг/м}^3$$

г) бөгеттер мен плотиналар үшін тығыздық коэффициенті $K_n=(0,88-0,92)$ тең және осы қабаттардың оңтайлы тығыздығы мынаған тең

$$\delta_0 = (0,88 - 0,92) \delta_{\max}, \text{ кг/м}^3$$

Топырақты тығыздау тиімділігі тығыздалатын топырақ бетінде пайда болатын түйіспелі кернеулерге тәуелді.

Түйіспелі кернеулер былай анықталады

$$\sigma_0 = P/F, \text{ мПа}, \quad (4.2)$$

мұнда P – жұмыс органы тарапынан тығыздалатын топыраққа әсер ететін күш, Н,

F – жұмыс органының топырақпен жанасу ауданы, м².

Алайда мына шарт сақталуы тиіс

$$\sigma_0 \leq (0,85 - 0,90) \sigma_p \quad (4.3)$$

мұнда σ_p – топырақтың бұзылуға беріктік шегі, мПа.

Топырақтың бұзылуға беріктік шегі топырақ типіне тәуелді

4.2-кесте – Топырақтың бұзылуға беріктік шегінің мәні

Топырақ типі	құм	құмдақ	саздақ	топырақ
σ_p , мПа	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0,5 - 0,6	0,6 - 0,8 ⁶

Түйіспелі кернеулерді беріктік шегінен көп арттырған кезде топырақ қаңқасының қатты бөлшектерінің бұзылуы жүреді және топырақ тығыздалмайды.

Сондай-ақ топырақты тығыздау тиімділігіне топырақтың ылғалдылығы әсер етеді. Жеткіліксіз ылғал кезінде (топырақ құрғақ) қатты бөлшектер арасында, оларды бір-біріне қатысты жылжытқан кезде қосымша үйкеліс күші туады және өтер жердің көп саны талап етіледі. Көп ылғал болған кезде (топырақ ылғал) сулы бөлшектер деформациясының қалдық күштері пайда болады және топырақ тығыздалмайды. Сондықтан тығыздау кезінде топырақтың оңтайлы ылғалдылығы болады, ол топырақ типіне тәуелді.

4.3-кесте – Тығыздау кезінде топырақтың оңтайлы ылғалдылық мән

Топырақ типі	құм	құмдақ	саздақ	топырақ
$W_0, \%$	8 - 12	10 - 15	14 - 19	18 - 21

Құрылыс кезінде топырақ тығыздауды үш түрге бөледі

- 1) топырақты домалатып тығыздау;
- 2) топырақты соққылап тығыздау;
- 3) топырақты дірілмен тығыздау.

Топырақты домалатып тығыздау үшін статикалық қысым көмегімен талап етілген тығыздықты қамтамасыз ететін домалатқыштарды пайдаланады. Домалатқыштар тіркемелі, жартылай тіркемелі және өзі жүретін болады.

A technical drawing of a mechanical assembly, likely a cross-section of a shaft-hub assembly. The drawing is symmetrical about a vertical centerline. It features a central shaft (1) passing through a hub (2). The shaft has a keyway (3) and is supported by bearings (4) on both sides. The hub has a central bore (5) and a keyway (6). The drawing is labeled with numbers 1 through 6, corresponding to the following components:

- 1: Shaft
- 2: Hub
- 3: Keyway in shaft
- 4: Bearings
- 5: Bore in hub
- 6: Keyway in hub

4.1-сурет – Тіркемелі домалатқыш сұлбасы.

Статикалық жанышпа біліктер конструкциялары бойынша былай бөлінеді:

- а) тегіс жанышпа біліктерімен;
- б) бағдартқыш жанышпа біліктерімен;
- в) пневматикалық шиналарда жанышпа біліктермен.

Тегіс жанышпа біліктері бар домалатқыштар топырақты шағын қалыңдыққа тығыздайды (15-20см), сондықтан да соңғы кездері сирек пайдаланылады, себебі оларды пневматикалық шинадағы домалатықыштар ығыстарады.

Тегіс жанышпа біліктері бар домалатқыштардың негізгі параметрлері:

- 1) тығыздалатын топырақ бетінде максимум ұйғарылған кернеу, МПа

$$\sigma_0 = (0,85-0,90) \sigma_r, \text{ МПа,} \quad (4.4)$$

2) жанышпа білік радиусы, м,

$$R = q_l \cdot E_g / \sigma_0^2, \text{ м}, \quad (4.5)$$

мұнда q_l – сызықтық қысым, Н/м, ол былай анықталады

$$q_l = G_k / B_k, \text{ Н/м}, \quad (4.6)$$

мұнда G_k – домалатқыш салмағы, Н,

B_k – домалатқыш ені, м

E_g .- тығыздау кезінде топырақ деформациясының модулі
топырақ типіне тәуелді

4.4-кесте – Топырақ деформациясы модулінің мәндері.

Топырақ типі	құм	құмдақ	саздақ	топырақ
E_g , мПа	8-10	10-12	15-18	12-15

- 3) жанышпа білік (домалатқыш) ені, м
а) кең жанышпа білік үшін

$$B_k = (1,1-1,3) \cdot D_b. \quad (4.7)$$

мұнда D_b - жанышпа білік диаметрі $D_b = 2R_b$, м,
б) жіңішке жанышпа білік үшін, м

$$B_k = (0,6-0,7) \cdot D_b. \quad (4.8)$$

- 4) тығыздағыштың оңтайлы тереңдігі, см,

$$\text{оңт.} = (0,3W/W_0) \cdot \sqrt{q_l \cdot R_b}, \text{ см}, \quad (4.9)$$

мұнда W және W_0 – топырақтың нақты және оңтайлы ылғалдылығы,
 q_l – сызықтық қысым, н/м,
 R_b – жанышпа білік радиусы, м.

Статикалық домалатқыш өнімділігі

$$П = 3600 \cdot L \cdot h_{\text{оңт.}} \cdot (B_k - a) \cdot k_{\text{вр.}} / T_{\text{ц}} , \text{ м}^3/\text{сағ}, \quad (4.10)$$

мұнда L – тығыздау учаскесінің ұзындығы, м,
 $h_{\text{оңт.}}$ – тығыздауда оңтайлы тереңдік, м,
 B_k – домалатқыш ені, м,
 a – шектес жолақтардың аралық жабын шамасы, м,
 $k_{\text{вр.}}$ – домалатқышты уақытпен пайдалану коэффициенті,
 $k_{\text{вр.}}$ 0,9 қабылданады,
 $T_{\text{ц}}$ – цикл уақыты, с.

$$T_{\text{ц}} = (L/v_{\text{р.х}} + t_{\text{п.п}}) \cdot n, \text{ с}, \quad (4.11)$$

мұнда $v_{\text{р.х}}$ – жұмыс жүрісінің жылдамдығы, $v_{\text{р.х}} = (0,6-0,9)$ м/с
қабылданады,

$t_{\text{п.п}}$ – берілістерді ауыстырып-қосу уақыты, $t_{\text{п.п}} = 60$ с
қабылданады.

n – бір із бойынша өтер жерлер саны, $n = (10-20)$ топырақты
тығыздау кезінде.

Статикалық домалатқыштарды тартымдық есептеу

Тартымдық есептеу шарты былай жазылады

$$T_n \geq \sum W_i \quad (4.12)$$

мұнда T_n – трактор тартымының номинал күші (тартқыш), Н;
 $\sum W_i$ – барлық кедергі күштерінің сомасы, Н

Трактор тартымының номинал күші былай анықталады

$$T_n = G_{\text{цк.}} \cdot \varphi_{\text{сц.}} \cdot H, \quad (4.13)$$

мұнда $G_{\text{цк.}}$ – трактордың тіркеме салмағы, Н, ол мынаған тең
 $\varphi_{\text{сц}}$ – тіркесу коэффициенті,

$$\sum W_i = W_1 + W_2, \quad (4.14)$$

Трактор тартымының номинал күші былай анықталады

$$T_H = G_{\text{цк.}} \cdot f_{\text{сц.}} \cdot H, \quad (4.13)$$

мұнда $G_{\text{цк.}}$ – трактордың тіркеме салмағы, H , ол мынаған тең
 $f_{\text{сц}}$ – тіркесу коэффициенті,

$$\sum W_i = W_1 + W_2, \quad (4.14)$$

мұнда W_1 – домалатқыштың жылжуына кедергі күші

$$W_1 = G_k (f + i) \cdot H \quad (4.15)$$

мұнда G_k – домалатқыштың тіркеме салмағы, H ;

f – қозғалысына кедергі коэффициенті топырақ типіне және
жүріс жабдығының типіне тәуелді.

i – жергілікті жер көлбеуінің мәні.

W2-инерция күштерін игеру бойынша кедергі күші, Н,

$$W2 = (x/g) \cdot G_k \cdot (v_p \cdot x / t_p), \text{ Н}, \quad (4.16)$$

мұнда x – домалатқыш бөлшектерінің қозғалыс инерциясы күшін ескеретін коэффициент домалатқыш сипаттамасы бойынша кестеден қабылданады.

t_p – екпіндету уақыты, $t_p = (2 - 4) \text{ с}$ қабылданады

Бағдартқыш жанышпа біліктер тегіс жанышпа біліктерден олардың бетінде бағдартқыштары бар бандаж болатынымен ерекшеленеді.

Бағдартқыш жанышпа біліктерді байланысқан топырақта немесе кесек тәріздес топырақты тығыздау кезінде пайдаланады және тығыз топырақты тығыздау кезінде мүлдем қолданбайды, себебі бағдарқыштар топыраққа енбейді, тек оның бетін қопсытады.

Шамамен 1 км»-ге 20-25 бағдартқыш орналасады. Бағдартқыш ұзындығы 30 бастап 40 см шектерінде болады және олар шахматтық тәртіпте орналасқан.

Пневматикалық шиналардағы домалатқыштар автомобильдік немесе авиациялық шиналар жинағынан тұрады. Оларды байланысқан және байланыспаған топырақты тығыздау үшін, сонымен қатар жол жабынын тығыздау үшін қолданады.

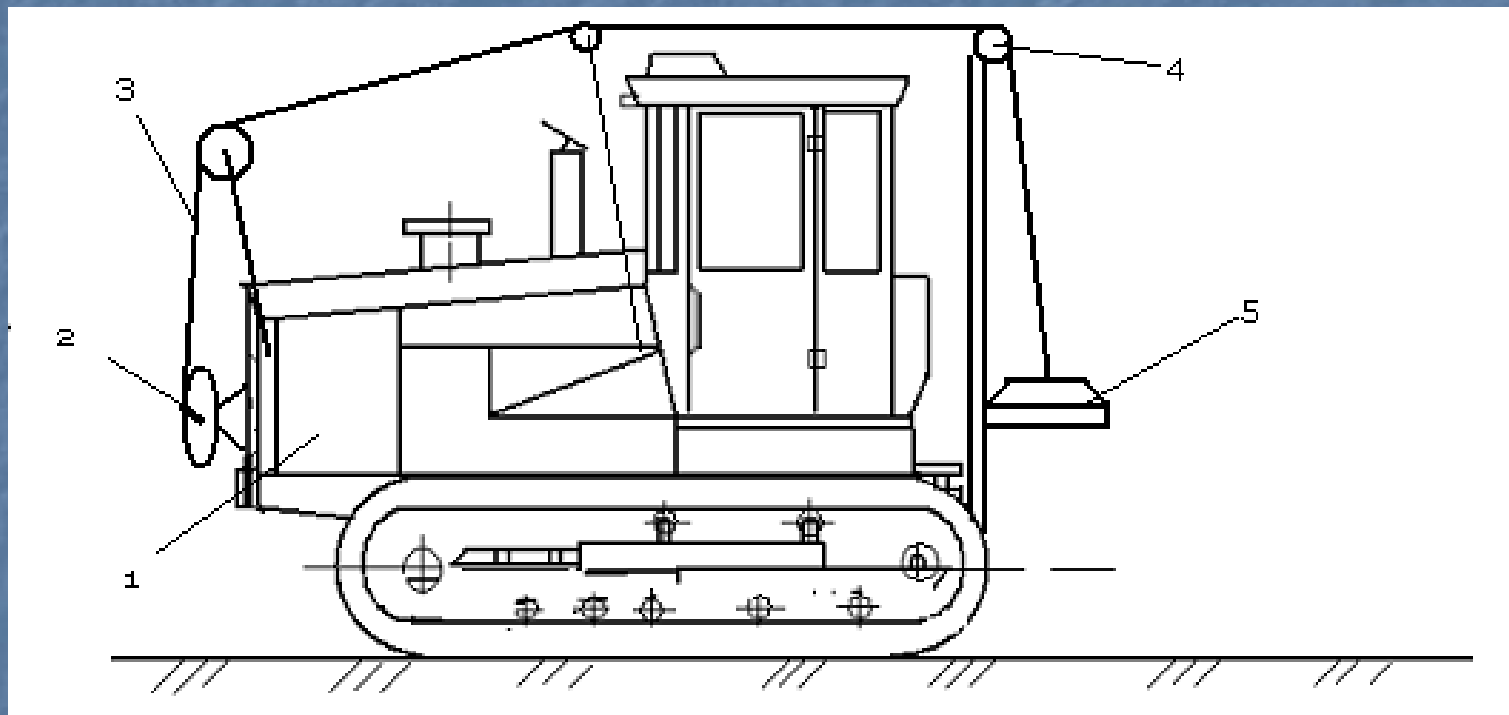
Топырақты тығыздау дәрежесі пневмомашиналардағы қысымға тәуелді.

- а) автожолдарды тығыздау кезінде 6 атм дейін қолданады;
- б) аэродромдарды тығыздау кезінде 12 атм дейін қолданады.

4.3 Топырақты соққылап тығыздауға арналған машиналар

Топырақты соққымен тығыздау үшін мыналарды пайдаланады

- а) тығыздаушы тақталар;
- б) механикалық тығыздағыштар



1 – трактор, 2 – көтеріп-тастағыш механизм, 3 – арқан,
4 – жиектеме блок, 5 – соққы тақтасы.

4.2 –сурет – Тығыздағыш машина сұлбасы.

Көбінесе арқанды механикалық жетегі бар тығыздағыш машиналарды пайдаланады. Топырақты тығыздау соққы тақталарын көтеру және тастау есебінен жүреді.

Осындай машиналардың жұмысы үлкен динамикалық жүктермен байланысты, сондықтан да оларды ең бастысы қысылтаяң жағдайларда, басқа тығыздағыш машиналарды пайдалану мүмкін болмаған кезде қолданады.

Тығыздағыш машиналардың негізгі параметрлері: соққы тақтасының массасы, тақтаны тастау биіктігі, тақта өлшемі және т.б. болып табылады.

Тығыздау тереңдігі (1,0-1,2)м дейін жетуі мүмкін.

Тығыздағыш машиналардың өнімділігі.

$$\Pi = 3600 \cdot (B_{\text{п}} - a) \cdot v_{\text{р.х.}} \cdot h_{\text{опт.}} \cdot k_{\text{вр}} / n, \text{ м}^3/\text{сағ} \quad (4.17)$$

мұнда $B_{\text{п}}$ – соққы тақтасының ені, м,

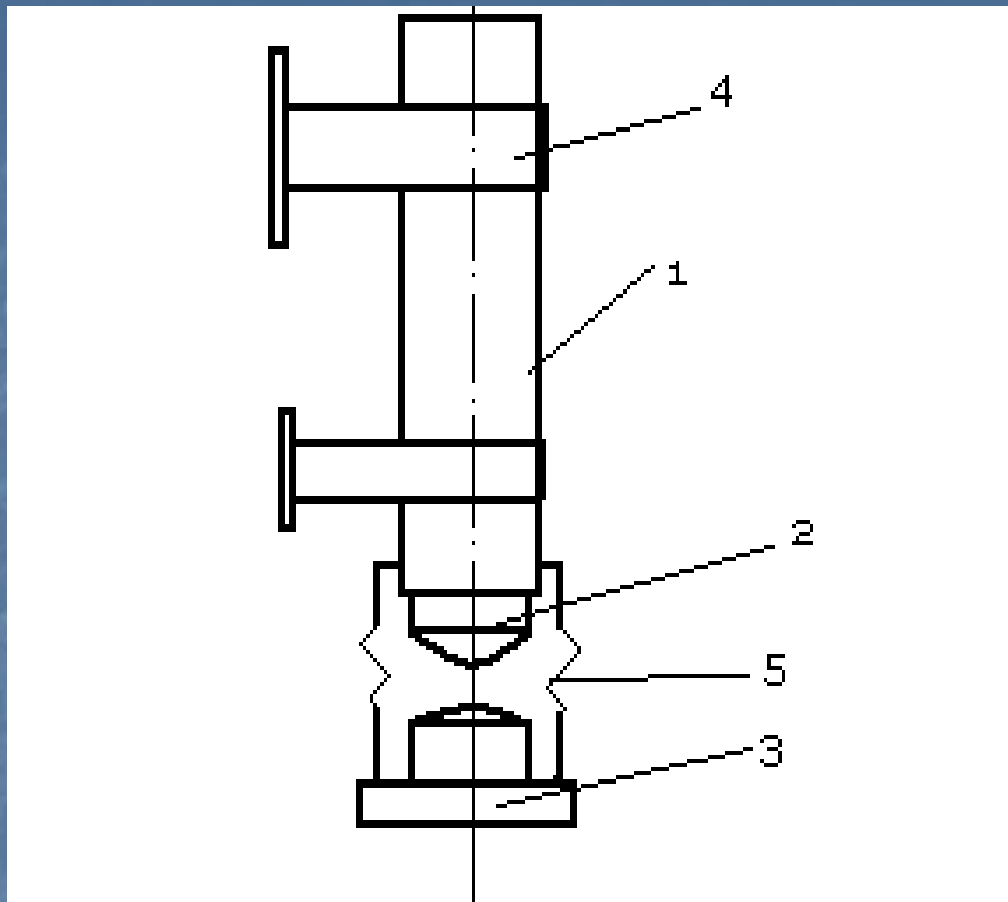
a – шектес жолақтардың өзара жабылу шамасы, м,

$v_{\text{р.х.}}$ – машинаның жұмыс жылдамдығы, м/с,

$h_{\text{опт.}}$ – тығыздаудың оңтайлы тереңдігі, м,

$k_{\text{вр}}$ – домалатқышты уақытпен пайдалану коэффициенті,
 $k_{\text{вр}} 0,9$.

n – бір із бойынша соққылар саны, $n = (8-18)$ қабылданады.



1 – соққы механизмі, 2 – тоқпақ, 3 – тақта,
4 – бекітпе, 5 – амортизаторлар,

4.3-сурет – Тығыздау

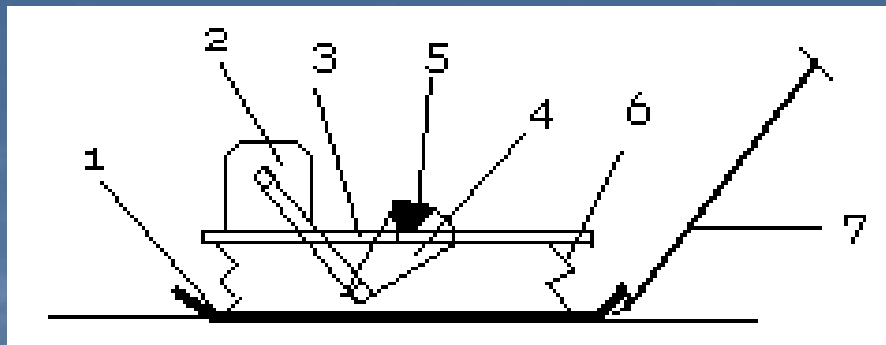
Тығыздау қолмен және аспалы болуы мүмкін. Қолмен тығыздау шағын көлемді жұмыстар өндірісі кезінде пайдаланылады. Аспалы тығыздау бір шөмішті экскаваторларда және крандарда орнатылады. Соққы механизмдері электрлік, гидравликалық және пневматикалық.

Тығыздауды байланысқан және байланыспаған топырақты, табиғи түзілген және қысқы құрылыс жағдайларында қатқан топырақты тығыздау кезінде қолданады. Тығыздаудың негізгі параметрлеріне: жұмыс органының массасы, орын ауыстыру жылдамдығы, түйіспелі бет өлшемдері жатады.

4.4 Топырақты дірілмен тығыздауға арналған машиналар.

Топырақты дірілімен тығыздау кезінде тербелістер машинаның жұмыс органынан топырақтың қатты бөлшектеріне беріледі, олар бір-біріне қатысты қозғала отырып, топырақтан ауаны ығыстырады және жақындайды, сол арқылы топырақ тығыздалады. Дірілмен тығыздау үшін дірілдік алаңдар қолданылады. Оларды байланыспаған топырақты және қысылтаяң жағдайларда қиыршықтас-құмтас материалдарын тығыздау үшін пайдаланады. Дірілдік алаңдардың негізгі параметрлеріне: тақтаның геометриялық өлшемдері, машина массасы, қозғалтқыш қуаты және т.б. жатады.

Жетек үшін көбінесе іштей жану қозғалтқышын, кейде электр қозғалтқыштарды пайдаланады.



1 – тақта, 2 – қозғалтқыш, 3 – жақтау, 4 – дірілдеткіш,
5 – амортизатор, 6 – тұтқа.

4.4-сурет – Дірілдік алаң сұлбасы.

Дірілдік алаң өнімділігі.

$$\Pi = 3600 \cdot (v_p - c) \cdot v_{p.x.} \cdot h_{opt.} \cdot k_{вр} / n, \text{ м}^3/\text{сағ} \quad (4.18)$$

мұнда v_p – тақта ені, м,

c – шектес жолақтардың жабылу шамасы, м,

$v_{p.x.}$ – машинаның жұмыс жылдамдығы, м/с,

$h_{opt.}$ – тығыздаудың оңтайлы тереңдігі, м,

$k_{вр}$ – домалатқышты уақытпен пайдалану коэффициенті,

$k_{вр}$ 0,9 қабылданады.

n – бір із бойынша соққылар саны, $n = (8-18)$ қабылданады.²⁴

СӨЖ арналған бақылау тапсырмалары

1. Сығымдалатын топыраққа талап.
2. Топырақтарды нығыздаудың әр түрлі тәсілдерін ерекшелік.
3. Топырақтарды нығыздау жұмыс үдеріні сипаттау.
4. Қысылған шарттарда топырақтарды нығыздаудың ерекшелігі.
5. Сусымалы топырақтың тығыздауын ерекшелік.
6. Сазды топырақтың тығыздауын ерекшелік.
7. Топырақ тығыздайтын машиндарды дамуын бағыт.
8. Шетелдік топырақ тығыздайтын машиндарды сипаттама.

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.