

**КӨЛІК, КӨЛІКТІК ИНЖЕНЕРИЯ
TRANSPORT, TRANSPORT ENGINEERING
ТРАНСПОРТ, ТРАНСПОРТНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

ӘОЖ 621.878.25

DOI 10.52167/1609-1817-2023-124-1-16-24

Р.А.Козбагаров¹, Ж.К.Жусупов¹, М.С.Жиенкожаев², К.К.Шалбаев³, Н.С.Камзанов³

¹Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

²Баишев университеті, Ақтөбе, Қазақстан

³Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: ryctem_1968@mail.ru

**ТОПЫРАҚТЫ КЕСУ ПРОЦЕСІНІҢ ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН
ТӨМЕНДЕТУ АРҚЫЛЫ БУЛЬДОЗЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

Андатпа. Бульдозер - бұл құрылым қарапайымдылығына, әмбебаптығына және салыстырмалы түрде арзан бағасына байланысты кең таралған жерді қазып тасымалдайтын машина (ЖҚТМ). Қайырма күректің топыраққа енуін қамтамасыз ету үшін ол кесу бұрышымен $55 - 60^\circ$ орнатылады, бұл тереңдеу кезінде қарсылықты төмендетеді, бірақ топырақты кесу кезінде қосымша кедергі жасайды. Топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің көрсеткіштеріне және жұмыс режиміне байланысты қазу процесінде оның кесу бұрышын бейімдеуді қамтамасыз ететін бульдозердің жұмыс жабдығының (ЖЖ) аспа конструкциясын жетілдіру ЖҚТМ тиімділігін арттыратын перспективалы бағыт болып табылады.

Гидроцилиндрдің көмегімен жүзеге асырылатын кесу бұрышын реттейтін бульдозерінің ЖЖ аспалы конструкциялары белгілі. Алайда, олар гидравликалық басқару тізбегінің күрделенуіне, жабдықтың құнын арттыруға және бульдозер машинисіне жүктеменің жоғарылауына байланысты кең таралмады.

Кесу бұрышы мен тереңдігінің синхронды өзгеруін қамтамасыз ететін асындыны жасау техникалық-экономикалық көрсеткіштерді жақсартады және ЖЖ бульдозерінің құрылымын жеңілдетеді. Сондықтан, ауыспалы кесу бұрышы бар ЖЖ бульдозер аспасының ұтымды кинематикалық параметрлерін негіздеу өзекті мәселе болып табылады.

Түйінді сөздер. Бульдозер, асынды, қайырма күрек, кесу бұрышы, қима.

Кіріспе.

Бульдозердің жұмыс процесіне талдау жасалды және оның ЖЖ жұмыс қозғалыстарының кинематикасына, сондай-ақ негізгі трактордың құрылым ерекшеліктеріне әсері қарастырылды, сонымен қоса зерттеудің перспективалық бағыты орындалатын жұмыстардың түрлері мен жағдайларына кең бейімделу қасиеттері бар жұмыс органдарын құру болып табылады. Бульдозерлерге қатысты бұл үрдіс қазу кезінде кесу бұрышын өзгертуге мүмкіндік беретін ЖЖ конструкцияларын құруда көрінді. Сонымен қатар, ЖЖ-ын негізгі тракторға қосу схемалары, әдетте, соңғысының орналасу схемасына қарамастан, құрылымдық жағынан ұқсас. Алайда, бульдозердің тиімділігіне ЖЖ кинематикалық көрсеткіштері мен негізгі трактордың жеке алынған тарту қасиеттері ғана емес, сонымен бірге олардың бірлескен жұмысының үйлесімділігі де әсер етеді [1,2].

Жоғарыда айтылған мәселе бульдозердің ЖЖ топсалы қималы асындысымен мүмкін. Бұл жағдайда қайырма күректі тереңдеткен кезде кесу бұрышы автоматты түрде өзгереді, осының арқасында бульдозерінің құрылымын жеңілдетеді және машинистің шаршауын едәуір азайтады. Бульдозердің ЖЖ аспасының қайырма күрегін тереңдету кезінде кесу бұрышының азаюы трактор базасындағы және қайырмадағы топсалы қиманы

бекіту нүктелерінің координаталарымен, қисаю ұзындығымен, сондай-ақ қайырманьң тереңдеу шамасымен айқындалады және топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің көрсеткіштеріне байланысты болмайды.

Материалдар мен тәсілдер.

Бульдозердің ЖЖ аспа схемасын топсалар арқылы өзара байланысқан тізбектерден тұратын жазық механизм түрінде қарастырайық.

Бұл жағдайда аспаның бір еркіндік дәрежесі бар тұйық төрт буынды тізбек түріндегі топсалы төрт буынды ABCD (1, а сурет) болып табылады, онда жетекші тізбек АВ (кронштейн), бұлғақ ВС арақашықтық болып табылады. Қиманың бекіту нүктелері мен пышақтағы итергіш рама арасындағы және бекітілген AD байланысы (негізгі машинадағы тірек пен итергіш раманы бекіту нүктелері арасындағы қашықтық). Бұл жағдайда аспа ABC топсалы төрттізбекті (1, б сурет) бір еркіндік дәрежесі бар тұйықталған төрттізбекті тізбек түрінде, онда АВ жетекші буыны (қима), ВС қайырмаға бекіту нүктелері мен қайырмадағы итергіш рама арасындағы қашықтық және қозғалмайтын АД буыны (қима мен итергіш раманың базалық машинаға бекіту нүктелері арасындағы қашықтық) болып табылады.

Бір еркіндік дәрежесі бар механизмдерде бір жалпыланған координат механизмнің барлық буындарының орнын толығымен анықтайды. ДС жетекші буынының φ көлбеу бұрышын өзгерту арқылы АВ жетекші буынының иілу бұрышын ψ анықтай аламыз, сонымен қатар, керісінше, жетекші ДС және басқарылатын АВ буындарының орнын біле отырып, қиманың байланыстырушы шыбықтың бұрылу бұрышын λ анықтаймыз. Ол үшін төрт буынды механизм схемасында шартты түрде АВВД параллелограм бөлеміз. Бірі BCB және ДСВ косинус теоремасы бойынша ВС ұзындығын анықтаймыз [3,4]

$$|CB| = R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\varphi - \psi),$$

мұндағы L - АД қозғалмайтын байланыс ұзындығы;

l - ВС бұлғақты тізбектің ұзындығы;

λ - ВС бұлғақты тізбектің АД қозғалмайтын тізбегіндегі бұрылу бұрышы;

R - ДС негізгі тізбектің ұзындығы;

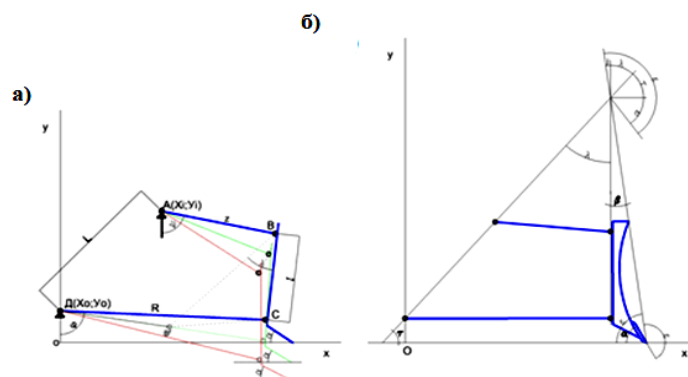
r - АВ қосалқы тізбектің ұзындығы;

φ - ДС негізгі тізбектің вертикальды өсіндегі еңкейу бұрышы;

ψ - АВ қосалқы тізбектің вертикальды өсіндегі еңкейу бұрышы.

$|CB|$ мәндерді теңестіріп, алынған өрнекті түрлендіру арқылы бұрыштың мәнін табамыз λ :

$$\lambda = \arccos \left(\frac{L^2 + l^2}{2Ll} - \frac{R^2 + r^2}{2Ll} + \frac{Rr}{Ll} \cos(\varphi - \psi) \right). \quad (1)$$



1 сурет - Топсалы қимасы бар аспа (а) және кесу бұрышын анықтау (б) схемасы

Топсалы төрт буынды сұлба бойынша бұлғақтық тізбектің ВС бұрылу бұрышы оның орны өзгерген кезде нақты жағдайларда бульдозер қайырма күрегінің бұрылу бұрышына сәйкес келеді.

Аспалы жабдықтың аспасын және қайырманың құрылымын сипаттайтын негізгі бұрыштарды $\lambda, \omega, \tau, \beta_0$, итергіш раманың бекіту нүктелерін O_1 және базалық машинадағы қисаюды қосатын сызықтың қиылысу нүктесіне, сондай-ақ қайырма күректегі элементтерді бекіту сызығына ауыстырамыз (1, б сурет). Кесу бұрышы тең болады:

$$\alpha = \omega - \beta_0 - \tau - \lambda, \quad (2)$$

мұндағы - ω қайырма күректің бетінің жоғарғы жиегін қайырма пышағының кесу жиегімен және оның кесу элементімен қосатын сызық арасындағы бұрыш, $\omega = 160^\circ$;

τ - трактор базасында қима мен итергіш раманы бекіту нүктелерін қосатын сызық пен көлденең ось арасындағы бұрыш:

$$\tau = \arctg\left(\frac{Y_i - Y_0}{X_i - X_0}\right),$$

мұндағы X_i, Y_i - А координатты нүктелер;

X_0, Y_0 - Д координатты нүктелер;

β_0 - көлбеу мен итергіш раманы бекіту нүктелерін қосатын сызық пен қайырманың ортаңғы пышағының кесу жиегіне қайырма бетінің жоғарғы жиегін қосатын сызық арасындағы бұрыш, $\beta_0 = 19 - 21^\circ$.

(2) теңдеуге $\lambda, \omega, \tau, \beta_0$ бұрыштардың мәнін қойу арқылы табамыз:

$$\alpha = 141^\circ - \arctg\left(\frac{Y_i - Y_0}{X_i - X_0}\right) - \arccos\left(\frac{L^2 + l^2}{2Ll} - \frac{R^2 + r^2}{2Ll} + \frac{Rr}{Ll} \cos(\varphi - \psi)\right). \quad (3)$$

α кесу бұрышының шамасы (3) өрнегі бойынша трактор базасындағы және қайырма күректегі қиманы бекіту нүктелерімен, яғни қиманың ұзындығымен, сондай-ақ қайырманың тереңдеуімен (φ және ψ шамасымен) анықталады. Осылайша, алынған өрнек барлық аралық мәндер үшін бульдозердің кесу бұрышын анықтауға мүмкіндік береді (кесілген жаңқалардың қалыңдығы).

Бульдозердің жұмыс процесінде топырақтың қазу кедергісі негізгі бөліктерден тұрады: W_p топырақтың кесуге кедергісі, W_c жоңқалардың қайырма күрек бойымен қозғалысына кедергісі және W_{np} аунатпа призмасының қозғалысына кедергісі:

$$W_k = W_p + W_c + W_{np}. \quad (4)$$

А.Н. Зеленин мен Н. Г. Домбровскийдің зерттеу нәтижелері негізінде кесу бұрышын ескере отырып, топырақтың кесу кедергісі:

$$W_p = K_a K_p b h. \quad (5)$$

мұндағы K_a - кесу бұрышына байланысты коэффициент;

K_p - кесу кедергісінің үлесі;

b - қайырма күректің ұзындығы;

h - кесу тереңдігі.

Ю. А. Ветров ұсынған графикке сүйене отырып, кесу бұрышының өзгеруінің әртүрлі диапазондары үшін пышақтың фронтальды кедергісін игеруге бағытталған кесу күшінің өзгеруін сипаттау үшін (5) өрнекті келесі сплайн функциясымен бейнелеуге болады:

$45^\circ < \alpha < 60^\circ$ кесу бұрышы болғанда:

$$W_p = K_p b h \left[1 - 0.033(60^\circ - \alpha) \right]; \quad (6)$$

$37^\circ < \alpha < 45^\circ$ кесу бұрышы болғанда

$$W_p = 0,5 K_p b h \left[1 - 0.029(45^\circ - \alpha) \right]; \quad (7)$$

$20^\circ < \alpha < 37,5^\circ$ кесу бұрышы болғанда

$$W_p = 0,35 K_p b h \left[1 - 0.019(37,5^\circ - \alpha) \right]. \quad (8)$$

Аунатпа призмасының қозғалысына қарсылықты жеңуге арналған күштер мына формула бойынша анықталады:

$$W_{np} = \frac{bH^2}{2K_{np}} p_{zp} g \mu_2, \quad (9)$$

мұндағы g – еркін түсу үдеуі;

H – қалқансыз қайырма күректің биіктігі;

K_{np} – топырақтың сипаттамасына және қайырма күректің формасына байланысты коэффициент;

p_{zp} – топырақ тығыздығы;

μ_2 – топырақтың ішкі үйкеліс коэффициенті.

Жоңқаның қайырма күрек бойынша қозғалту кедергісін еңсеруге арналған күштер мынадай формула бойынша анықталады:

$$W_C = \frac{bH^2}{2K_{np}} p_{zp} \cos \alpha \left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \right), \quad (10)$$

мұндағы μ_1 – топырақтағы ішкі үйкеліс коэффициенті.

Осылайша, призма мен жоңқаның орнын ауыстыру үшін қазу күштерінің компоненттері шамамен басқа да топырақтарда сақталады. Демек, қопсытылатын топырақтардың ауырлық күші мен үйкеліс параметрлері салыстырмалы түрде аз мөлшерде өзгереді. Бульдозер тарту күшімен қамтамасыз ете алатын кесу тереңдігі ғана айтарлықтай өзгереді.

Бекіту нүктелері мен топсалы қиманың кесу бұрышына, кесу тереңдігіне және қазу кедергісіне әсерін эксперименттік зерттеу нәтижелері. Эксперименттік зерттеулер топсалы қиманы бекітудің әртүрлі нұсқалары үшін жүргізілді, оның бір ұшы артқы жағындағы пышақтың биіктігінен жоғарыдан төменге орнатылады (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 және 9 нүктелер). Екінші ұшы трактор базасына бекітілген: горизонтальды сызықта оңнан солға қарай қозғалтқыш жақтауының бүйірінде (нүкте 1', 2', 3', 4', 5, 6' және 7') немесе қозғалтқыш радиаторының бүйірінен төменнен жоғары тік сызықта (нүкте 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'' 7''), бұл жағдайда 3' және 3'' нүктелері біріктірілген [4].

Қайырма күректі тереңдеткен кезде ЖЖ аспасының қалпының өзгеруі итеру рамасының бұрыштың өзгеруімен қатар (2 сурет).

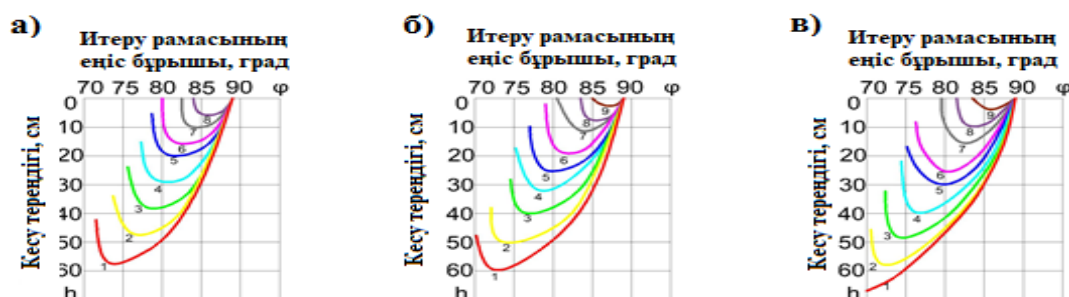
Итергіш раманы белгілі бір бұрышқа жылжыту кесу тереңдігінің белгілі бір мәнге дейін ұлғаюымен бірге жүреді, итергіш раманың одан әрі бұрыштық қозғалысы пышақтың

күрт бұрылуымен бірге жүреді, бұл оның кесу жиегінің тереңдеуіне және кесу тереңдігінің төмендеуіне әкеледі. Кесу тереңдігінің өзгеруінің бұл сипаты көлденең де, тігінен де трактор негізінде топсалы қиманы бекіту кезінде сақталады. Екі жағдайда да кесу тереңдігінің өзгеру нүктесі тән, содан кейін кесу жиегі тереңдейді, қима ұзындығымен анықталады. 1-ші нүктеден 9-шы нүктеге дейін қиманы бекіту нүктесін жылжыту кезінде оның ұлғаюы кесу кезінде қайырма күректің бұралуы пайда болатын жоңқалар қалыңдығының өсуіне әкеледі.

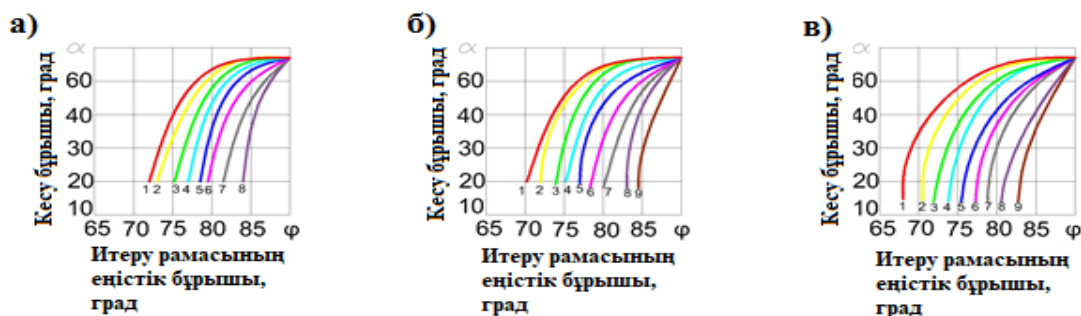
Топсалы қимасы бар бульдозерге жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін өңдеу максималды кесу тереңдігін анықтауға мүмкіндік береді және онда аспаның параметрлеріне байланысты кесу жиегі тереңдетіледі:

$$h_{\max} = -1.6 \cdot 10^3 + 2.2 \cdot 10^{-4} \cdot L^2 + 5.009 \cdot 10^{-4} (l+r)^2 + 5.7824 \cdot 10^{-12} (l+r)^2 \cdot L^2. \quad (11)$$

Бұл тәуелділік бульдозерді кесудің максималды тереңдігін есептеуді жеңілдетеді, өйткені бағынышты параметрлердің мәні орташа. Сондықтан алынған өрнекті топсалы аспаның кез келген кинематикалық параметрлері үшін қолдануға болады.



2 сурет - Итергіш раманың көлбеу бұрышының өзара байланысы топсалы қиманың бекіту нүктелерінің координаталары өзгерген кезде кесу тереңдігі а, б, в- қозғалтқыш жақтауының бүйіріндегі бекіту нүктелері, сол сияқты 5', 6', 7'; 1,2,3,4,5,6,7,8 және 9 қайырма күректегі бекіту нүктелері



3 сурет - Топсалы қиманы бекіту координаттары өзгерген кезде итергіш раманың көлбеу бұрышы мен кесу бұрышының өзара байланысы: а, б, в - қозғалтқыш жақтауының бүйіріндегі бекіту нүктелері, сол сияқты 5', 6' и 7'; 1,2,3,4,5,6,7,8, және 9 - қайырма күректегі бекіту нүктелері

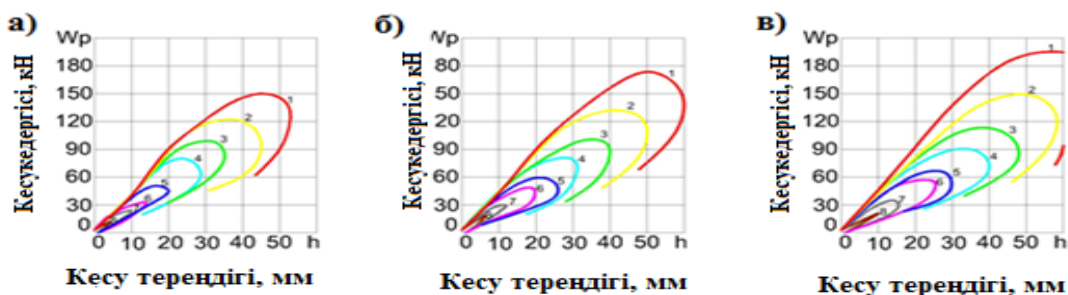
Итергіш раманың бұрыштық қозғалысы α кесу бұрышына әсер етеді. Қозғалтқыш рамасында топсалы қиманы бекіту нүктелері өзгерген кезде итергіш раманың бұрылу бұрышының α кесу бұрышына әсер ету сипаты сақталады (3 сурет). Алайда, кейбір нүктелер (1', 2' және 3' қозғалтқыш жақтауында, 6, 7, 8 және 9 пышақтың артқы жағында) талаптарға жауап бермейді. Үлкен кесу бұрышы бар пышақтың тереңдеуін қамтамасыз ету, өйткені итергіш раманың бастапқы бұрыштық қозғалыстары бірден кесу бұрышының α өзгеруімен бірге жүреді (сондықтан олар диаграммада көрсетілмеген). Бұл талаптар қайырма күректегі қималы топсаның 1 бекіту нүктесіне сәйкес келеді. Кесу бұрышын 57° -

тан 55° -қа өзгерту үшін көлбеу $5'$ нүктесінде бекітілгенде итергіш раманы 8° -қа, $6'$ нүктесінде бекітілгенде 9° -қа және $7'$ нүктесінде 11° -қа жылжыту керек (3 суретті қараңыз), бұл қайырманьң 35-45 см тереңдеуіне сәйкес келеді.



4 сурет - Топсалы қиманы бекіту координаттары өзгерген кезде кесу бұрышы мен тереңдігінің байланысы: а, б, в - қозғалтқыш жақтауының бүйіріндегі бекіту нүктелері, сәйкесінше $5'$, $6'$ және $7'$; 1,2,3,4,5,6,7,8 және 9 - қайырма күректегі бекіту нүктелері

Бульдозердің зерттелетін ЖЖ аспасының көмегімен қайырма күректі тереңдету кезінде кесілген жоңқалардың ұлғаюы және кесу бұрышының төмендеуі байқалады. Кесудің белгілі бір шекті тереңдігіне жеткенде, ол кесу бұрышын төмендетудің алдын-ала үрдісімен төмендей бастайды. Кесу тереңдігі мен бұрышының өзгеруі топсалы қиманы бекіту нүктелерінің координаталарымен анықталады (4, 5 сурет).



5 сурет - Топсалы қиманы бекіту нүктелерінің координаталарынан I санаттағы топырақты кесуге кедергіні және кесу тереңдігінің өзгеруі: а, б, в - қозғалтқыш жақтауының бүйіріндегі бекіту нүктелері, сәйкесінше $5'$, $6'$ және $7'$; 1,2,3,4,5,6,7,8 және 9 қайырма күректегі бекіту нүктелері

Бульдозерінің ЖЖ аспасының кесу тереңдігі мен бұрышын бір уақытта өзгерте отырып, қайырма күректің кеңістіктік қозғалысын басқарады. Бұл, өз кезегінде, кесу қарсылықтарының өзгеруіне, жоңқалардың қайырма бетіндегі қозғалысына, аунатпа призмасының қозғалысына және нәтижесінде пайда болған қазу кедергісіне әкеледі. Сондықтан топсалы қиманы әртүрлі бекіту нүктелерінің координаталарының тиімділігін бағалауды тек энергия көрсеткіштері тұрғысынан жүзеге асыруға болады. Осыған байланысты, бульдозердің ЖЖ аспасын пайдалану кезінде пайда болатын кедергілерді және топырақтың I, II, III және IV санаттары үшін топсалы қима нүктелерінің координаталарының өзгеруін қарастырамыз.

Нәтижелер.

Кесілген жоңқалардың қалыңдығының артуы кесу бұрышының төмендеуіне байланысты жоңқа қалыңдығынан сәл төмен болатын қазу кедергісінің жоғарылауына әкеледі. Сондықтан, 7-ші нүктеде бекіткенде және 6-шы нүктеде 3-ші нүктеде басқа тізбектің ауысуы 25 см-ден 47 см-ге дейін, яғни 1.88 есе, ал қазу кедергісі I

категориясында 62 кН-ден 105 кН-ге дейін артады (1.69 есе), IV санат үшін 229 кН-дан 373 кН-ға дейін (1.63 есе) жоғарылайды. Бұл кесілген жоңқаның қалыңдығынан 1 см қазу кедергісінің шығындарын пропорционалды түрде бөлуге әкеледі.

Нақты жағдайларда жоңқалардың қалыңдығы шексіз өсе алмайды, өйткені белгілі бір трактордың қуат қондырғысының қуаты тұрақты, Т-130 негізгі тракторының тарту күші топырақты қазу кезінде толығымен жүзеге асырылады делік, осы болжамға сүйене отырып, топырақ санатын ескере отырып, қима нүктелерінің әртүрлі нұсқалары үшін мүмкін болатын тереңдік пен нақты қазу кедергілерін анықтаймыз. Қозғалтқыш жақтауына қима орнатқан кезде:

I санаттағы топырақтар үшін: 4'-2 (38 см болғанда 2.51 кН/см), 5'-3 (35 см болғанда 2.47 кН/см), 7'-4 (40 см болғанда 2.24 кН/см), 6'-3 (40 см болғанда 2.36 кН/см); нашар мәндерге мына нұсқалар ие: 5'-4 (29 см болғанда 2.52 кН/см), 6'-4 (31 см болғанда 2,43 кН/см) және 7'-5 (30 см болғанда 2.35 кН/см).

II санаттағы топырақтар үшін: 5'-5 (20 см болғанда 4.69 кН/см), 6'-6 (19 см болғанда 4.67 кН/см); нашар мәндерге мына нұсқалар ие: 3'-4 (19 см болғанда 5.77 кН/см) және 5'-6 (16 см болғанда 5.09 кН/см).

III санаттағы топырақтар үшін: 4'-6 (11 см болғанда 8.9 кН/см), 5'-7 (10 см болғанда 9.18 кН/см); нашар мәндерге мына нұсқалар ие: 2'-5 (9 см болғанда 10.76 кН/см), 7-8 (9 см болғанда 9.35 кН/см).

IV санаттағы топырақтар үшін: 7'-9 (5 см болғанда 18.09 кН/см); нашар мәндерге мына нұсқалар ие: 2'-6 (4 см болғанда 22.79 кН/см) және 5'-8 (4 см болғанда 21.09 кН/см).

Қазу кедергісінің минималды мәндерімен қима нұсқаларын талдау негізгі трактордың тік сызығы бойымен бекітілген қималардың жоғары нақты көрсеткіштері бар екенін көрсетеді. Бұл жағдайда аспаның кесу бұрышын тиісті түрде азайтуды қамтамасыз етпейді, нәтижесінде пайда болатын кедергілердің жоғары мәндері пайда болады. Сондықтан, топсалы қиманы бекітудің мұндай нұсқалары одан әрі талдаудан алынып тасталады.

Талқылау.

Талдау және біріктіру нәтижесінде 100 кН тарту күшімен бульдозердің ЖЖ аспасының топсалы қимасын бекітудің келесі координаттары ұсынылады: I санаттағы топырақтар - 5'-3 қимасы; II санаттағы топырақтар - 5'-5 қимасы; III санаттағы топырақтар - 5'-7 қимасы; IV санаттағы топырақтар - 5'-8 қимасы.

Топсалы қиманы бекітудің қабылданған нұсқаларының тиімділігін бағалау үшін біз энергетикалық көрсеткіштерінің ең жақсы мәнінен және қазу тереңдігінен ауытқуды анықтаймыз. Топырақтың I санаты үшін 100 кН тарту күшімен қазу кедергісінің минималды мәні және жоңқаның максималды қалыңдығы 7'-4 қима нұсқасын қамтамасыз етеді. 5'-3 қимасы ұсынылады, ол энергия шығынын 9.3% арттырады және максималды тереңдікті 12.5% төмендетеді. II санат үшін 6-6 қима нұсқасы ең жақсы мәнге сәйкес келеді, 5'-5 қима нұсқасы энергия шығынын 0.4% арттырады, бірақ максималды тереңдікті 5.3% арттырады. III санат үшін ең жақсы мән 4 '-6 қисықтығына сәйкес келеді, ұсынылған 5'-7 қисығы энергия шығынын 3.1% арттырады және максималды тереңдікті 9.1% төмендетеді. Ең үлкен ауытқу топырақтың IV санатына сәйкес келеді, өйткені жоңқаның қалыңдығы аз (5 см) және оның ауытқуы тіпті 1 см пайыздардың көптігімен көрінеді.

Энергияны тұтыну критерийі мен максималды қазу тереңдігі бойынша салыстырмалы талдау топсалы қиманы бекітудің ең тиімді нұсқалары мен ұсынылған қима нұсқасының біркелкі нұсқасы ауытқулардың инженерлік есептеу дәлдігінде екенін көрсетеді.

Қорытынды.

Бульдозер қайырма күрегін тереңдету кезінде кесу бұрышының төмендеуі қазу кедергісін азайтады, бұл негізгі трактордың қозғалтқышының тұрақты қуатымен кесілген

жоңқалардың қалыңдығын арттыруға немесе топырақты кесудің жұмыс жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Екі жағдайда да ұсынылған жабдықтың өнімділігі 55° негізгі кесу бұрышымен салыстырғанда артады.

Ұсынылатын базалық жабдықтың өнімділігінің өзгеруі – ДЗ-27С 1.0 м биіктіктегі автомобиль жолының үйіндісін салу кезінде бульдозердің ЖЖ аспасының нақты жағдайында базамен салыстырғанда сәйкесінше 8.1 және 13.2% машиналар кешенінің өнімділігінің жоғарылауына әкеледі, топырақтың I-II санаты III-IV санаттағы топырақтарда 38.0 және 67.8% құрайды және айтарлықтай нәтиже береді. Еңбек шығындарының 17.5% төмендеуі, топырақты игерудің өзіндік құнының – 18.8% төмендеуі, машиналар кешеніне жұмсалатын үлестік капитал салымдарының - 15.6% және келтірілген шығындардың -18.5% төмендеуіне әкеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Козбагаров Р.А., Ерманов С. Е, Оразбаева А.Н Бульдозер жабдығының бейімдемелігі топырақты қазу кезіндегі кесу үрдісіне әсері. «Құрылыс конструкциясының теориялы және экспериментті зерттеулері» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. - Алматы: ҚазБСҚА, №2, 2007. 270-273 беттер;

[2] Козбагаров Р.А., Оразбаева А.Н. Қазу үрдісінде топырақты фонмен бульдозердің жұмысшы жабдығының өзара іс-әрекеті. - Алматы: ҚазККА хабаршысы, №5(60) 2010, - 63-66 беттер;

[3] Козбагаров Р.А., Махабаева А.Т. Бульдозердің жұмысшы органдарының тұтқырлы топырақтармен өзара байланысы. - Алматы: Магистраль №2 (120), 2011, - 58-61 беттер;

[4] Козбагаров Р.А., Жусупов К.А., Кекилбаев А.М., Есенғалиев М.Н. Бульдозердің жұмысшы жабдығымен әр-түрлі санаттағы топырақты қазу үрдісіне кесу бұрышының әсері. - Алматы: ҚазҰТЗУ хабаршысы №3 (133), 2019, 112-118 беттер.

REFERENCES*

[1] Kozbagarov R.A., Ermanov S. E, Orazbaeva A.N Bul'dozer zhabdygynyn bejimdemeligi topyrakty kazu kezindegi kesu yrdisine aseri. «Kurylys konstrkucijasynyn teorijaly zhane jeksperimentti zertteuleri» atty halykaralyk gylymi-praktikalyg konferenciya materialdary. - Almaty:KazBSKA, №2, 2007. 270-273 better;

[2] Kozbagarov R.A., Orazbaeva A.N. Kazu urdisinde topyrakty fonmen bul'dozerdin zhumysshyy zhabdygynyn ozara is-areketi. - Almaty: KazKKA habarshysy, №5(60) 2010, - 63-66 better;

[3] Kozbagarov R.A., Mahabaeva A.T. Bul'dozerdin zhumysshyy organdarynyn tutkyrly topyraktarmen ozara bajlanysy. - Almaty: Magistral' №2 (120), 2011, - 58-61 better;

[4] Kozbagarov R.A., Zhusupov K.A., Kekilbaev A.M., Esengaliev M.N. Bul'dozerdin zhumysshyy zhabdygymen ar-turli sanattagy topyrakty kazu urdisine kesu burushynyn aseri. - Almaty: KazUTZU habarshysy №3 (133), 2019, 112-118 better.

Rustem Kozbagarov, candidate of technical sciences, professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, rystem_1968@mail.ru

Kenes Zhussupov, candidate of technical sciences, docent, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, kenes_atabai@mail.ru

Mahsut Zhiyenkozhaev, candidate of technical sciences, docent, Baishev University, Aktobe, Kazakhstan, maksut.68@mail.ru

Kalmanbet Shalbayev, doctor of technical sciences, professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, shk1952@mail.ru

Nurbol Kamzanov, master, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
n.kamzanov@mail.ru

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BULLDOZER BY REDUCING THE ENERGY INTENSITY OF THE SOIL CUTTING PROCESS

Abstract. The bulldozer is a widespread earthmoving and transport machine (ETM) due to its simplicity of design, versatility and relatively low cost. To ensure the deepening of the blade into the ground, it is installed with a cutting angle of 55- 60 °, which reduces the resistance when deepening, but creates additional resistance when cutting soils. Improving the suspension design of the working equipment (WE) of the bulldozer, which ensures the adaptation of its cutting angle during digging, depending on the indicators of the physical and mechanical properties of the soil and the operating mode is a promising direction that increases the efficiency of the ETM.

The creation of a suspension that will provide a synchronous change in the angle and depth of cut, improves technical and economic indicators and simplifies the design of the bulldozer. Therefore, the substantiation of rational kinematic parameters of the suspension of a roller dispenser with a variable cutting angle is an urgent task.

Keywords. Bulldozer, suspension, blade, cutting angle, coloring,

Рустем Козбагаров, к.т.н, профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, rystem_1968@mail.ru

Кенес Жусупов, к.т.н., доцент, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, kenес_atabai@mail.ru

Махсут Жиенкожаев, к.т.н, доцент, Байшев Университет, Актобе, Казахстан, maksut.68@mail.ru

Калманбет Шалбаев, д.т.н., профессор, Satbayev University, Алматы, Казахстан, shk1952@mail.ru

Нурбол Камзанов, магистр, Satbayev University, Алматы, Казахстан, n.kamzanov@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ГРУНТОВ

Аннотация. Бульдозер является широко распространенной землеройно-транспортной машиной (ЗТМ) благодаря простоте конструкции, универсальности и относительно низкой стоимости. Для обеспечения заглубления отвала в грунт он устанавливается с углом резания 55- 60°, который снижает сопротивление при заглублении, но создает дополнительные сопротивления при резании грунтов. Совершенствование конструкции подвески рабочего оборудования (РО) бульдозера, обеспечивающей адаптацию его угла резания в процессе копания в зависимости от показателей физико-механических свойств грунта и режима работы является перспективным направлением, повышающие эффективность ЗТМ.

Создание подвески, которая обеспечит синхронное изменение угла и глубины резания, улучшает технико-экономические показатели и упрощает конструкцию РО бульдозера. Поэтому, обоснование рациональных кинематических параметров подвески РО бульдозера с переменным углом резания является актуальной задачей.

Ключевые слова. Бульдозер, подвеска, отвал, угол резания, раскрос.
