

Р.А.Козбагаров¹, Ж.К.Жусупов¹, М.А.Жуманов², Н.С.Камзанов³, Т.С.Бекетов³

¹Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

³Satbayev University, Алматы, Қазақстан

E-mail: ryctem_1968@mail.ru

ТОПЫРАҚТЫ ИНЕРЦИЯЛЫҚ РОТОРМЕН ТАСЫМАЛДАУДА ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНДАРЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Жоғарыдан төмен қарай қазатын ротормен топырақты өңдеу процесі топырақты өз салмағының әсерінен бұзу және жаппай құлату әдісі арқылы пышақтармен массивтен бөлу принципіне негізделген. Жаппай құлаған топырақ жұптасып орналасқан пышақтармен науа бойынша шығарылады да, инерция күштері мен топырақ салмағының әсерінен конвейерге түсіріледі. Осылайша, қазудың жалпы энергия сыйымдылығы кесудің энергия сыйымдылығынан және топырақты конвейерге түсіретін кесу профилі бойынша тасымалдаудың энергия сыйымдылығынан тұрады.

Бұл жұмыста авторлар жылдам қазуды зерттеу нәтижелерін келтіреді және жылдамдықтың әсерін ескере отырып, топырақты инерциялық ротормен (ИР) тасымалдау процесінің энергия шығындарын анықтау әдістемесін ұсынады.

Жұмыста қазу процесінің меншікті энергия сыйымдылығының қазбаны өңдеу кезіндегі жылдамдыққа тәуелділігінің графигін ұсынылған. Бұл графиктен ротор жылдамдығының 2-ден 9 м/сек-қа дейін өзгеруі аралығында қазу процесінің (пышақтар екі қатарлы) меншікті энергия сыйымдылығының 84% - ға, кесу процесінің (пышақтар бір қатарлы) 58% - ға артатынын көруге болады.

Түйінді сөздер. Шөмішті ротор, шөмішсіз ротор, пышақты ротор, инерциялы ротор, қазудың энергия сыйымдылығы.

Кіріспе.

Негізгі жұмыс процестерінің жылдамдығын арттыру жер қазғыш машиналардың ең жоғары өнімділігіне қол жеткізудің перспективалық жолдарының бірі болып табылады. Осыған байланысты, соңғы жылдары жоғары жылдамдықта жұмыс істеуге мүмкіндік беретін жер қазатын машиналардың жұмыс органдарын құру бойынша жұмыстар жүргізілуде.

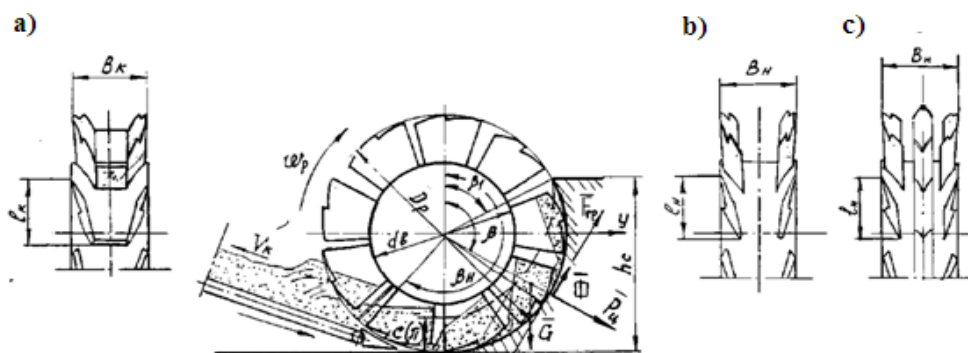
Алайда, жылдамдықты қазу процесінің негізгі көрсеткіштеріне әсер ету мәселелері әлі жеткілікті зерттелген жоқ. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жылдамдықтың жоғарылауымен топырақты қазу процесінің нақты энергия сыйымдылығы да артады. Бірақ сонымен бірге әртүрлі зерттеушілер белгілеген бұл тәуелділіктің сипаты бірдей емес. Сонымен қатар, көптеген зерттеулер қарапайым кесу элементтерімен жүргізілді және олардың нәтижелері машиналардың жұмыс органдарына таралмайды. Көптеген зерттеулерде қазу процесінің энергия шығыны тұтастай алғанда, құрамдас элементтерге бөлінбестен қарастырылады, бұл жеке факторлардың қазу процесіне әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік бермейді. Қазу процесінің энергия шығындарын бөлек анықтаудың қолданыстағы әдістері негізінен шектеулі, жеткілікті дәл емес және таратылмаған.

Топырақ қазу-бұл күрделі процесс, оның барлық факторларын теориялық тұрғыдан ескеру мүмкін емес. Жылдам қазу кезінде қосымша әсер етуші факторлар пайда болады, бұл қазу процесін зерттеуді қиындатады. Бұл мәселе жоғары жылдамдықта жұмыс істеу кезінде, кесу элементтерінің ұтымды формаларын (тістер, пышақтар) таңдағанда және

кесу жылдамдығының кесу жиектерінің [1,2] тозуына әсерін зерттеу мәселесінде одан да күрделі.

Материалдар мен тәсілдер.

Материалдардың қасиеттеріне байланысты инерциялық роторлардың (ИР) кесу-тасымалдау элементтері (КТЭ) шөмішті және шөмішсіз (пышақ) орындалады (1-сурет). Арнайы есептеулер көрсеткендей, ротормен кесілген (төмен түсетін) экскавацияланатын материалдың (ЭМ) кинетикалық энергиясының қоры соңғы «өздігінен» конвейерге қабылдау құрылғысы арқылы қозғалу үшін жеткіліксіз. Осыған сүйене отырып және шамалы ылғалдылықпен ($5 \div 6\%$ - дан аз) анықталатын көптеген сусымалы материалдардың төмен үйлесімділігін ескере отырып, ротордың шөміш конструкцияларын қарастырған жөн. Бұл ретте масштабты факторды-ортадан тепкіш жұмыс элементтері бар машиналарды зерттеу кезінде байқалғандай, конвейерге материалдың қозғалысын берудің кейбір шектеулерін (роторды шөмішсіз орындаған жағдайда) пайдалануға болатын кесу элементтерінің биіктігін қолдану мүмкіндігін ескеру қажет [3].



1 сурет - Сусымалы және тығыз материалдарды экскавациялауға арналған шөміш және шөмішсіз инерциялық роторлардың схемалары: а) шөмішті; б) және с) шөмішсіз

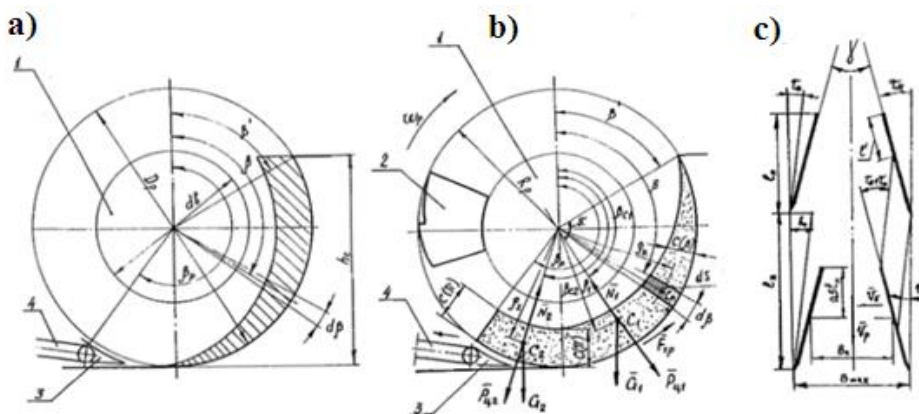
Авторлар ұсынған ИР жоғары жылдамдықты қазу процесінің айырмашылығы айналмалы, топырақты «жоғарыдан төменге» кесіп, оны ішінара бұзады. Орталықтан тепкіш күштің әсерінен топырақ ротордың астында орналасқан таспалы конвейеріне түседі. Конвейердің соңында өңделетін кенжармен үнемі байланыста болатын және топырақтың төгілуіне жол бермейтін қабылдау науасы орнатылған.

Қарастырылып отырған ИР шөміштер дөңгелекте $65 - 67$ градус бұрышта орналасқан қос пышақпен ауыстырылады. Гравитациялық, тікелей ағынды және ортадан тепкіш роторлардың дәстүрлі құрылымымен салыстырғанда жаңа инерциялық ротордың негізгі артықшылықтары [4]:

- үлкен жылдамдық диапазонында жұмыс процесін жүзеге асыру және жоғары өнімділікті алу мүмкіндігі;
- кесілген топырақты тегістеу және ішінара құлату арқылы қиғаш кесу жүретін қазу процесінің нақты энергия сыйымдылығының едәуір төмендеуі;
- инерциялық ротордың жеңіл салмағы және экскаватордың жалпы салмағының төмендеуі (кесу күштерінен реакция бағытының өзгеруіне байланысты), бұл экскаваторға түсетін момент пен негізгі жүктемені азайтуға мүмкіндік береді;
- пышақтарды кесілген топырақпен автоматты тазарту;
- қабылдау конвейері таспасының қозғалыс бағыты бойынша ротордан топырақты босатудың айтарлықтай бастапқы жылдамдығы.

Осы жұмыста жылдамдықты қазуды одан әрі зерттеу нәтижелері келтіріледі және жылдамдықты ескере отырып, төменгі жүктеменің инерциялық роторымен (ТЖИР) қазу процесінің энергия шығынын (меншікті энергия сыйымдылығын) анықтау әдістемесі ұсынылады.

Кесілген топырақтың құлауымен және оны пышақтардың жұптасқан қатарларымен үздіксіз ағынмен кенжардың бетімен «жоғарыдан төмен» қағидаты бойынша ИР жұмысының ерекшеліктерін ескере отырып, кез келген уақытта ем-нің β' бұрышынан β_p -ге дейінгі көлемі тұрақты болуы мүмкін деп қабылдауға болады. Содан кейін ротормен кесілген және тасымалданатын топырақтың бұл көлемін ауырлық күші мен топырақтың үйкеліс күші дамыған қабаттың бетіне әсер ететін қатты зат ретінде қарастыруға болады, сондықтан қозғалыс моментінің өзгеруі туралы теореманы қолдануға болады. Ротормен тасымалданатын топырақтың көлемін β' - ден π -ге дейін және π -ден β_p -ге дейін екі бөлікке бөлеміз, ал осы бөліктерге сәйкес келетін параметрлер 1 және 2 сандарымен белгіленіп, олардың ауырлық орталықтарын анықтаймыз. Топырақтың бұл көлемі тұрақты мән екенін ескере отырып, ротордың айналу жазықтығындағы жазық фигуралардың ауырлық центрін анықтау жеткілікті (2-сурет).



2 сурет - Шөмішсіз (б) инерциялық ротормен пышақтармен кесілген топырақты өңдеу (а), тасымалдау схемалары және жоспардағы РКЭ (с) схемасы:
1-ротор; 2-пышақ; 3-науа; 4-конвейер

2, а суретте біз қарапайым платформаны таңдап, оның ауданын анықтаймыз:

$$dS_k = C(\beta)R_p d\beta. \quad (1)$$

Содан кейін табиғи күйде алынған жоңқалардың қарапайым көлемін dV_o қопсыту коэффициенті K_p арқылы кернеусіз күйдегі элементар көлеммен салыстыруға болады:

$$dV_o = dV_c K_p;$$

$$B_c R_p d\beta_c(\beta) = K_p v_b dt S_o \sin \beta d\beta;$$

$$\text{мұндағы } dt = \frac{d\beta}{w_p}.$$

Сонда:

$$m C(\beta) = \frac{K_p V_b S_o}{R_c B_c w_p} \sin \beta d\beta, \quad (2)$$

мұндағы B_c - кесу элементтері (КЭ) арасындағы орташа қашықтық;

V_b - ротордың бүйірлік берілісі;

S_o - алынатын жоңқалардың максималды қалыңдығы;

w_p - ротордың бұрыштық айналу жылдамдығы;

K_p - топырақты қопсыту коэффициенті.

$C(\beta)$ үшін (2) өрнегін қолданамыз, сосын төмендегі өрнекті аламыз:

$$S_1 = R_1 e \left[\sin \beta' + (\pi - \beta') \cos \beta' \right], \quad (3)$$

мұндағы $e = V_b S_o (R_p B_c w_p)^{-1}$ - өлшемсіз коэффициент.

Содан кейін полярлық координаттар жүйесіндегі ауырлық центрінің координаттары анықталады:

$$r_{c1} = \left[\int_{\beta}^x r_k C(\beta) R_p d\beta \right] S_1^{-1} \quad \text{и} \quad \beta_{c1} = \left[\int_{\beta}^x \left(\beta + \frac{d\beta}{2} \right) C(\beta) R_p d\beta \right] S_1^{-1}, \quad (4)$$

мұндағы r_k және $\left(\beta + \frac{d\beta}{2} \right)$ - элементарлық алаңның ауырлық орталығының координаттары

$$r_k = R_p - \frac{C(\beta)}{2}.$$

Осы формулаларға кіретін және біріктірілген барлық шамалардың өрнектерін алмастыра отырып, біз аламыз:

$$r_{c1} = R_p \left[1 - \frac{1}{2} \cdot e \cdot \frac{0,75 \cdot \sin 2\beta' + (\pi - \beta') \cdot 0,5 + \cos^2 \beta'}{\sin \beta' + (\pi - \beta) \cdot \cos \beta'} \right] \quad (5)$$

$$\beta_{c1} = \frac{1 + \sin \beta' + \left\{ 1 + 0,5 \cdot \left[\pi^2 - (\beta')^2 \right] \right\} \cdot \cos \beta'}{\sin \beta' + (\pi - \beta) \cdot \cos \beta}. \quad (6)$$

Екінші учаскеде β_p орталығы салмағы C_2 бар топырақ тұрақты биіктігі бар $C(\pi)$ науаға тасталады, сондықтан бізде:

$$r_{c2} = R_p - 0,5C(\pi); \quad \beta_{c2} = (\beta_p - \pi)0,5 \quad \text{и} \quad S_2 = C(\pi)R_p(\beta_p p - \pi). \quad (7)$$

Осылайша, бұл жағдайда ауырлық күші мен үйкеліс моменттерінің өрнектері жеңілдетіліп, содан кейін пайда болады:

$$\begin{aligned} M_{B1} &= -\gamma \cdot B_c \cdot R_p^2 \cdot e \cdot \left[\sin \beta' + (\pi - \beta') \cdot \cos \beta' \right] \cdot r_c \cdot \sin \beta_{c1}; \\ M_{B2} &= -\gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 \cdot e \cdot \left[1 - 0,5 \cdot e \cdot (1 + \cos \beta') \right] (\beta_p - \pi) \cdot (1 + \cos \beta') \cdot \cos(0,5 \cdot \beta_p); \\ M_{TP1} &= \gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 \cdot e \cdot \left[\sin \beta' + (\pi - \beta') \cdot \cos \beta' \right] \left[R_p \cdot \omega^2 \cdot g^{-1} + \cos \beta_c \right]; \\ M_{TP2} &= -\gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 \cdot e \cdot (\beta_p - \pi) \cdot (1 + \cos \beta') \cdot \left[R_p \cdot \omega^2 \cdot g^{-1} + \cos(0,5 \cdot \beta_p) \right]. \end{aligned}$$

Алынған барлық мәндерді кинетикалық моменттің өзгеруі туралы теореманың өрнегіне алмастыра отырып, ротор бөлігіндегі моментті анықтау формуласын аламыз:

$$M_{kp} = -\gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 \cdot e \left[\sin \beta' + (\pi - \beta') \cos \beta' \right] \cdot \left[A \sin \beta_{c1} + \left(\cos \beta_{c2} - \frac{R_p \omega_p^2}{g} \right) \mu_r \right] + (\beta_p - \pi) \cdot (1 + \cos \beta) \times \left\{ [1 - 0,5e(1 + \cos \beta')] \cos 0,5\beta_p - (\sin 0,5\beta_p + R_p \cdot \omega_p^2 \cdot g^{-1}) \cdot \mu_r \right\} + R_p \cdot \omega_p^2 \cdot g^{-1} \cdot [1 - 0,5e(1 + \cos \beta')]^3 \cdot (1 + \cos \beta') \quad (8)$$

$$\text{мұндағы } A = 1 - 0,5e \cdot [0,75 \sin^2 \beta' + (\pi - \beta')(0,5 + \cos^2 \beta')] \cdot [\sin \beta' + (\pi - \beta') \cos \beta']^{-1}.$$

Алынған тәуелділіктердің күрделілігіне байланысты практикалық қолдану үшін жеңілдетілген формулалар қажет. Роторлы экскаваторларды пайдалану тәжірибесін ескере отырып, олардың мәндерін қабылдай отырып есептеу әдістемесі $\beta = 60^\circ$; $\beta_p = 125^\circ$; $\mu_r = 0,7$ және өлшемсіз коэффициенттер

$$e = B_b S_o (B_c \cdot \omega_p \cdot R_a)^{-1} = S_o \cdot tg \tau_o \cdot B_c^{-1} \quad (9)$$

және

$$C_v = V_p^2 \cdot (g R_p)^{-1} = R_p \cdot \omega_p^2 \cdot g^{-1}.$$

(8) формуланы түрлендіргеннен кейін:

$$M_{kp} = -\gamma B_c R_p^3 e [1,08 - 0,98e - 2,84\mu_r C_v - 2,22\mu_r + C_v \cdot (1,52 - 3,4e + 2,54e^2 + 0,64e^3)] \quad (10)$$

Нәтижелер.

Өндірістік жағдайдағы машиналардың бірқатар модельдерін эксперименттік зерттеу нәтижесінде орнату, $z = 8 \div 12$ кесу бұрыштары бар $\tau_H = 15^\circ \div 16^\circ$ пышақтар жұбы, сондай-ақ ротор радиусының КЭ биіктігіне қатынасын анықтайтын биіктік коэффициенті $K_\varepsilon = 1,35 \div 4,0$, пышақтармен кесілген $\tau_o = 7^\circ \div 8^\circ$ барлық материалдарды олар қабылдау конвейеріне шығаратындығы анықталды. Бұл ретте РКЭ ИР геометриялық сыйымдылығының коэффициентімен $K_q = 0,85 \div 0,95$ анықталатын жұптасқан пышақтар арасындағы көлемнің (85 ÷ 95)%-дық толтырылуы байқалды (байланысқан топырақ үшін аз мән, байланыссыз топырақ үшін көбірек мән анықталды). Сондықтан РКЭ мөлшерін анықтау және оларды ротор ернеуіне орналастыру үшін пышақтар арасындағы геометриялық көлемнің экскавацияланатын материалдарды қопсыту коэффициентімен $K_p = 1,35 \div 1,5$ кесілген жоңқалар көлеміне теңдігіне сүйену керек:

$$B_c h_\varepsilon l_H k_q = S_o b h_c k_p, \quad (11)$$

мұндағы h_ε және l_H – тиісінше, ротордың айналу жағына бұрышта $90^\circ - 2\tau_H$ бөлінетін пышақтар жұптарының биіктігі мен ұзындығы;

b және h_c – тиісінше, кесілген жоңқалардың ені мен максималды биіктігі.

$h_c = 1,5R_p$; $S_o = 0,8h_\varepsilon$; $b = 2\pi R_p \nu_p (z \nu_p)^{-1}$ қабылдап және 2, суретін түрлендіріп, сәйкесінше жазуға болады:

$$B_c = 2,4\pi K_p R_p^2 tg \tau_o (z l_H K_q)^{-1}; \quad (12)$$

$$l_{\min} = 2\pi R_p tg \tau_o [z (tg \tau_H + tg \tau_o)]^{-1}. \quad (13)$$

(13) мәнін $2 \div 2,5$ есе ұлғайту керек, өйткені тығыз топырақты әзірлеу кезінде көлденең жазықтықтағы жебенің тербелмелі қозғалысы нәтижесінде ол осы шамаға есептелгеннен асуы мүмкін.

Алынған тәжірибелік деректерді K_p , K_q , τ_o және τ_H пышақтардың өлшемдерін IV [4] санаттағы топырақтар үшін анықтауға болады:

- екі қатарлы пышақтар үшін:

$$B_c = (0,21 \div 0,31)D_p; l_H = (0,21 \div 0,32)D_p \text{ және } B_{\max} = (0,22 \div 0,34)D_p;$$

- үш қатарлы пышақтар үшін:

$$B_c = (0,22 \div 0,32)D_p; l_H = (0,21 \div 0,32)D_p \text{ және } B_{\max} = (0,23 \div 0,35)D_p. \quad (14)$$

$K_e = 4$ болғанда $z = 12$ үшін аз мән қабылданған жерде; ал көп - $K_e = 2$ болғанда $z = 8$. Содан кейін өлшемсіз коэффициенттің $K_e = 4$ мәні $e = 0,06$ және $e = 0,06$ мәні $e = 0,08$.

Формулаларды (8 және 14) және тәжірибелік деректерді (9) қолдана отырып, көлік ағынын науаның кесілген беттеріндегі тұрақты масса ретінде қарастырамыз:

- $K_e = R_p \cdot h_e^{-1} = 4,0$ кезінде және $e = 0,06$

$$M_{kp} = \gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 e(0,58 + 0,6C); \quad (15)$$

- $K_e = R_p \cdot h_e^{-1} = 2,0$ кезінде және $e = 0,08$

$$M_{kp} = \gamma \cdot B_c \cdot R_p^3 e(0,57 + 0,6C). \quad (16)$$

Осылайша, бірқатар түрлендірулерді жасай отырып, кейбір болжамдармен алдынала инженерлік есептеулер үшін ИП пышақтарымен кесілген топырақты тасымалдау моментін анықтаудың қарапайым формуласы алынды.

Содан кейін жылдамдықтың әсерін ескере отырып, инерциялық ротормен қазу процесінің нақты энергия сыйымдылығы туралы өрнек алуға болады

$$E_k = K_v E_p + E_m \quad (17)$$

және

$$E_k = K_v E_p \pm E_b + E_{mp} + E_{raz} + E_{rea}, \quad (18)$$

мұндағы E_i – шығындар элементтері бойынша үлестік энергия сыйымдылығы.

II-III санатты саздардағы осы тәжірибелерден алынған k_v мәндері 1-кестеде келтірілген.

1 кесте - Кесу жылдамдығының әсерін есепке алуға арналған коэффициент

Кесу жылдамдығы	v_p	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кесу жылдамдығының әсерін есепке алуға арналған коэффициент	k_v	1,00	1,00	1,07	1,09	1,22	1,29	1,39	1,48	1,58

Стендтердің сипаттамасы, өлшеу жүйесі, пайдаланылған аппаратураның тізбесі және эксперименттік зерттеулердің әдістемесі [4] еңбектерде жазылған және осы мақалада келтірілмейді.

Кенжарды қазу «жоғарыдан төменге» тік жоңқалармен жүргізілді; екі қатарлы пышақтармен (16 дана) жұмыс істеу кезінде топырақ кенжар бойымен тасымалданып, ротор бойымен түсірілді; пышақтардың бір қатарымен (8 дана) кесу кезінде кесілген топырақ кенжардың түбіне құлады.

Зерттеулер табиғи ылғалдылығы $23 \div 25\%$, көлемдік салмағы $1,95 \text{ т/м}^3$, ішкі үйкеліс бұрышы 20° II-III санаттағы саздарда бірдей мөлшерде жүргізілді.

Процестің меншікті энергия сыйымдылығының және оның компоненттерінің ротор жылдамдығына тәуелділігінің алынған эксперименттік қисықтары

$$y = Ax^2 + Bx + C, \quad (19)$$

бұл басқа авторлардың зерттеу нәтижелеріне сәйкес келеді.

3 - суреттен көріп отырғанымыздай, ротор жылдамдығының өзгеруі шегінде 2-ден 9 м/сек-ке дейін қазу процесінің меншікті энергия сыйымдылығы 84% - ға, кесу процесі (екі қатарлы пышақтармен) 58% - ға (бір қатарлы пышақтармен) артады (1 және 2 қисықтар).

Талқылау.

Инерциялық ротордың өндірісі қазу жылдамдығының артуына пропорционалды түрде өсетінін ескере отырып, оның өнімділігі нақты энергия шығындарының шамалы өсуімен ротордың айналу жылдамдығының артуына байланысты айтарлықтай артуы мүмкін және осылайша оны тиімді пайдалануға қол жеткізуге болады.

Аналитикалық есептелген тасымалдаудың меншікті энергия сыйымдылығының эксперименттік мәндермен жақын сәйкес келуі топырақ массасының өзгеруін ескере отырып, тасымалдауға энергия шығынын есептеудің ұсынылған әдістемесінің дұрыстығын растайды.

Алынған есептеу мәндері ротордың жылдамдығы мен диаметрінің жоғарылауымен энергия шығыны ($2 \div 0,5\%$) едәуір өсетінін көрсетеді. Сонымен, энергия шығынынан жоғары есептелген айырмашылықтардың ең аз пайызы ($2 \div 0,5\%$) ротордың диаметрі $D_p = (4 \div 6)\text{м}$, $V_p = (4 \div 5)\text{м/с}$ және $K_e = 2,0$ ең жоғары – сол параметрлерде тиісінше ($6 \div 2,9\%$) - ға тең болғанда байқалады. Олардың арасындағы мұндай кішігірім айырмашылықтар топырақты инерциялық ротормен тасымалдауға энергия шығынын анықтаудың өндірілген әдісі практикалық қолдану үшін қолайлы екенін көрсетеді.

Қорытынды.

Зерттеу нәтижелері келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді: ең перспективалы жұмыс органы ТЖИР, оның басты артықшылығы - кесілген топырақтың құлауымен «жоғарыдан төменге» ротордың айналуы кезінде жер массивін өңдеу; топырақты инерциялық ротормен тасымалдаудың энергия шығындарын анықтаудың теориялық тәуелділігі анықталды; өндірістік жағдайларда бірқатар машиналарды зерттеу топырақты $2,0 \text{ м/с}$ жылдамдыққа дейін қазу кезінде оның нақты энергия сыйымдылығы қазу жылдамдығына байланысты емес екенін анықтады. Қазу жылдамдығының одан әрі артуы меншікті энергия сыйымдылығының қарқынды өсуіне әкеледі, бұл қозғалтқыштарды таңдау және экскавациялық машиналар жетектерінің энергия шығынын есептеу кезінде ескерілуі керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Таукелев Р.Н., Жусупов К.А. Особенности рабочего процесса и перспективы освоения новых экскавационно-транспортных машин с инерционным ротором, Сборник научных трудов «Транспорт Евразии-2008». - Алматы, С.120-121.

[2] Таукелев Р.Н., Жусупов К.А., Таранов С.В., Исаков К.М. Конструкция инерционных роторов нижней разгрузки и их рабочий процесс. - Алматы, Вестник КазАТК, №6, 2012, С. 42-48.

[3] Жусупов К.А. Выбор конструктивно-кинематических, линейных, силовых и энергетических параметров машин с инерционными роторами. - Алматы, Вестник КазАТК, №6, 2016, -С.52-57.

[4] Zhussupov K.A., Kozbagarov R.A., Kunelbayev M.M., Yesenagliyev M.N., Taran M.V., Uskembayeva V.E. Comparative analysis of the main indicators you-socio affective inertial rotary, Proceedings of international conference on transportation and Civil Engineering (ICTCE -15). London, 2015, P.75-88.

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

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

Mergen Zhumanov, candidate of technical sciences, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, mergenamir@mail.ru

Nurbol Kamzanov, master's degree, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, n.kamzanov@mail.ru

Tasbulat Beketov, master's degree, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, beketov_tasbulat@mail.ru

DETERMINATION OF ENERGY CONSUMPTION FOR SOI TRANSPORTATION BY INERTIAL ROTOR

Abstract. The ILUR soil development process is based on the principle of separating soil with knives from the massif by the method of soil chipping and collapse under the influence of own weight. The collapsed soil along the tray is carried out in pairs with knives and unloaded to the conveyor under the influence of inertia forces and soil weight. Then the total energy intensity of digging is made up of the energy intensity of cutting and the energy intensity of transporting soil along the section profile with its subsequent unloading onto the conveyor.

In the present work, the authors present the results of studies of high-speed digging and propose a method for determining the energy consumption of the transportation process by a primer rotor (PR) taking into account the influence of speed.

In the proposed method of determining energy consumption for transportation of PR soil, it is accepted that the number of knives is unlimited large, therefore the width of the peeled chips tends to zero, the soil between the knives is distributed evenly over the width, and along buckets with variable thickness according to some pattern $C(\beta)$. To determine this pattern, an elementary ladle is considered, the position of which in the bottom hole is determined by the angle β , then the formula of the elementary volume of chips cut by the ladle was determined. After applying the kinetic moment change theorem, the average value of the torque developed by the rotor during soil transportation is determined. As a result, by performing a series of transformations, a simple formula for determining the torque on the rotor shaft for preliminary engineering calculations is obtained.

The work shows a graph of the specific energy intensity of the digging process against the speed during the development of the face. It can be seen from the graph that within the limits of rotor speed variation from 2 to 9 m/s the specific energy intensity of the digging process (two rows of knives) increases by 84%, the cutting process (one row of knives) increases -by 58%.

Keywords. Bucket rotor, duck less rotor, knife rotor, inertial rotor, digging energy capacity.

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

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

Мерген Жуманов, к.т.н., доцент, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, mergenamir@mail.ru

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

Тасбулат Бекетов, магистр, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, beketov_tasbulat@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ГРУНТА ИНЕРЦИОННЫМ РОТОРОМ

Аннотация. Процесс разработки грунта ИРНР основан на принципе отделения грунта ножами от массива методом скалывания и обрушения грунта под действием собственного веса. Обрушенный грунт по лотку выносится попарно расположенными ножами и разгружается на конвейер под действием сил инерции и веса грунта. Тогда общая энергоёмкость копания складывается из энергоёмкости резания и энергоёмкости транспортирования грунта по профилю среза с последующей разгрузкой его на конвейер.

В настоящей работе авторами приводятся результаты исследований скоростного копания и предлагается методика определения энергозатрат процесса транспортирования грунта инерционным ротором (ИР) с учетом влияния скорости.

В работе приведен график зависимости удельной энергоёмкости процесса копания от скорости при разработке забоя. Из графика видно, что в пределах изменения скорости ротора от 2 до 9 м/сек происходит увеличение удельной энергоёмкости процесса копания (два ряда ножей) на 84 %, процесса резания (одним рядом ножей) - на 58%.

Ключевые слова. Ротор ковшовый, ротор бесковшовый, ротор ножевой, инерционный ротор, энергоёмкость копания.
