

УДК 624.132.3

У. А. Скарабагаты, У. У. Яцкевич, д-р техн. наук, проф.

ТЭАРЭТЫЧНАЕ АБГРУНТАВАННЕ ПАРАМЕТРАЎ ВІБРАЦЫЙНА-ЎШЧЫЛЬНЯЛЬНАГА РАБОЧАГА ОРГАНА

У прапанаваным артыкуле прыведзена канструкцыя планіровачна-ўшчыльняльнага рабочага органа, якая распрацавана па выніках праведзеных даследаванняў з дапамогай фізічнага мадэлявання. Далейшае развіццё макетнага ўзору выканана з мэтай практычнага выкарыстання яго на базавай машыне «Амкадор 208В». Вызначаны рэжымы працы і тэхналогія правядзення работ для апісанага рабочага органа. Для розных рэжымаў працы разгледжаны разліковыя схемы і атрыманы залежнасці для падліку асноўных параметраў. Прыведзены перавагі атрыманага рабочага абсталявання, актыўнага дзеяння, якое ўвасабляе ў сабе адначасова тры рабочыя органы, у параўнанні з традыцыйным, і забяспечвае палічастотны ваганні для ўшчыльнення дарожна-будаўнічых матэрыялаў з часцінкамі розных памераў.

Пры выкананні планіровачных работ у дарожным будаўніцтве або перад укладкай тратуарнай пліткі пры збудаванні пабудовы ў жыллёвым ці прамысловым будаўніцтве з абмежаванымі ўмовамі першая аперацыя, якую неабходна выканаць, гэта размеркаванне дарожна-будаўнічых матэрыялаў па шырыні палатна. Даследаванні паказалі, што працэс планіроўкі адвальна-шнэкавым рабочым органам ажыццяўляецца за адзін праход. З гэтай прычыны пасля аднаго праходу адразу можна прыступаць да ўшчыльнення планіруемага матэрыялу. Адсюль узнікае ідэя сумясціць гэтыя два працэсы і ажыццявіць іх адначасова, каб скараціць час рабочага працэсу і павысіць прадукцыйнасць. Для гэтага мэтазгодна выкарыстаць ваганні рабочага абсталявання. У выніку мы атрымоўваем наступныя перавагі: зніжаецца энэргаёмістасць працэсу перамяшчэння грунту шнэкам і павышаецца яго ККЗ; паніжаецца намаганне супраціўлення перамяшчэнню рабочага органа; адначасова ажыццяўляецца працэс планіроўкі і ўшчыльнення, што значна павялічвае прадукцыйнасць; знікае неабходнасць у спецыяльных ўшчыльняючых машынах (прычэпных і самаходных катках і другім трамбавальным абсталяванні).

З такой высновы планіровачны агрэгат пераўтвараецца ў планіровачна-

ўшчыльняльны. У склад такога шматфункцыянальнага рабочага органа (рыс. 1, 2) уваходзіць адвал бульдозера з вібратарам, які выконвае функцыю ўшчыльнення грунта, а шнэк з адвалам – планіроўкі грунта. Шнэк 1, устаноўлены на адвале бульдозера 4, мае гідраўлічны прывад. У якасці ўшчыльняльнага прыстасавання з тыльнага яго боку замацавана трамбавальная пліта 3 ці валец-катка. Для генерыравання эліптычных ваганняў выкарыстаны спецыяльна сканструяваны ў корпусе шнэка аднавальны, двухчастотны вібраўзбуджальнік, вось сіметрыі якога зрушана адносна цэнтра мас вагальнай сістэмы на адлегласць l . Унутры лага вала шнэка размешчаны эксцэнтрыкавы вал 4, з эксцынтрысітэтам адносна восі шнэка на адлегласці e . На гэтым валу ўстаноўлены спружыныя павадкі 6 з бегункамі-дэбалансамі 2, цэнтр цяжару якіх зрушаны адносна цэнтра вярчэння O_1 на адлегласць e . Прывад шнэка ажыццяўляецца звёздачкай 7, а вала вібратора – звёздачкай 8.

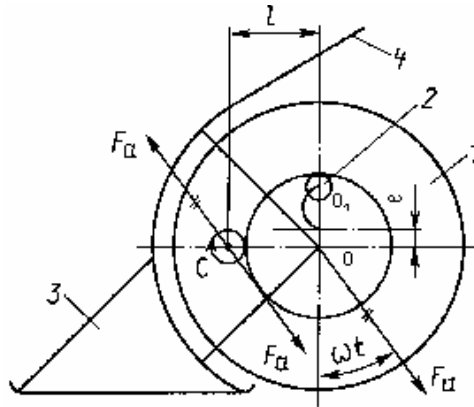
У цэнтры мас сістэмы пры ваганнях, узбуджаных вібратарам, дзейнічаюць дзве цэнтрабежныя сілы F_a і два сінусаідальных моманты M_a нізкай і высокай частот:

$$F_a = F_1 + F_2;$$

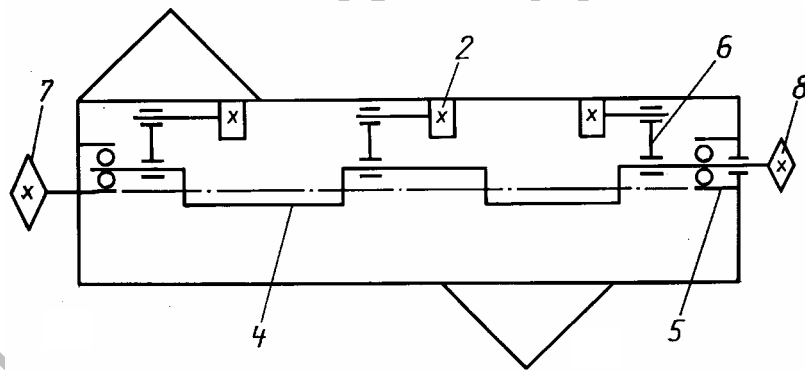
$$M_{a.c.} = F_1 \cdot l \cdot \sin \omega_1 t + F_2 \cdot l \cdot \sin \omega_2 t,$$

дзе F_1 і F_2 – вымушаючыя сілы адпаведна нізкачастотных і высокачастотных ваганняў, Н; ω_1 і ω_2 – частата нізкіх і высокіх

ваганняў, с^{-1} ; t – час ваганняў, с; e – эксцэнтрысітэт, м.



Рыс. 1. Схема планіровачна-ўшчыльняльнага агрэгата



Рыс. 2. Схема планетарнага павадковага вібраўзбуджальніка

Такім чынам, на падставе праведзеных даследаванняў рэалізаваны агрэгат актыўнага дзеяння, які адначасова ўвасобляе тры рабочыя органы: адвал бульдозера са шнэкам; адвал бульдозера з трамбавальнай плітой; шнэк з вібратарам.

Адметнай асаблівасцю вібраўзбуджальнага агрэгата з'яўляецца тое, што ён можа працаваць у трох розных рэжымах, выкарыстоўваючы шырокі дыяпазон частот ваганняў (ад нізкіх і

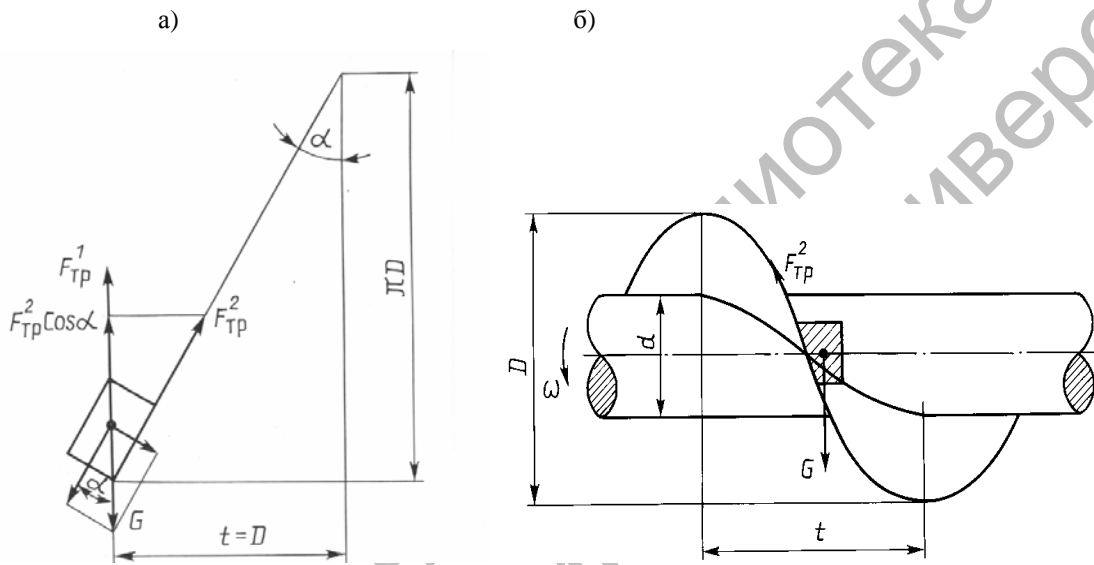
нармальных ($\omega = 150\text{--}300 \text{ с}^{-1}$) да павышаных ($\omega = 800\text{--}1400 \text{ с}^{-1}$)), якія найбольш эфектыўна ўздзейнічаюць на працэс ушчыльнення з рознымі ўключэннямі размераў часцінак матэрыялаў. Пры планіроўкі глебы з уключаным прывадам шнэка можна адначасова выконваць ушчыльненне з адной частатой, напрыклад з нізкай, а зваротны ход – з высокай частатой, пры уключаным прывадзе вібратора.

Працэс ушчыльнення можа здзяйсняцца на наступных рэжымах: пры вярчэнні шнэка $\omega_{ш.} > 0$ і растарможаным павадком $\omega_{п.} \neq 0$; з астаноўленым (затарможаным) шнэкам $\omega_{ш.} = 0$, пры ўключаным валу вібратора $\omega_{п.} > 0$; пры вярчэнні шнэка $\omega_{ш.} > 0$ і пры вярчэнні павадка $\omega_{п.} > 0$.

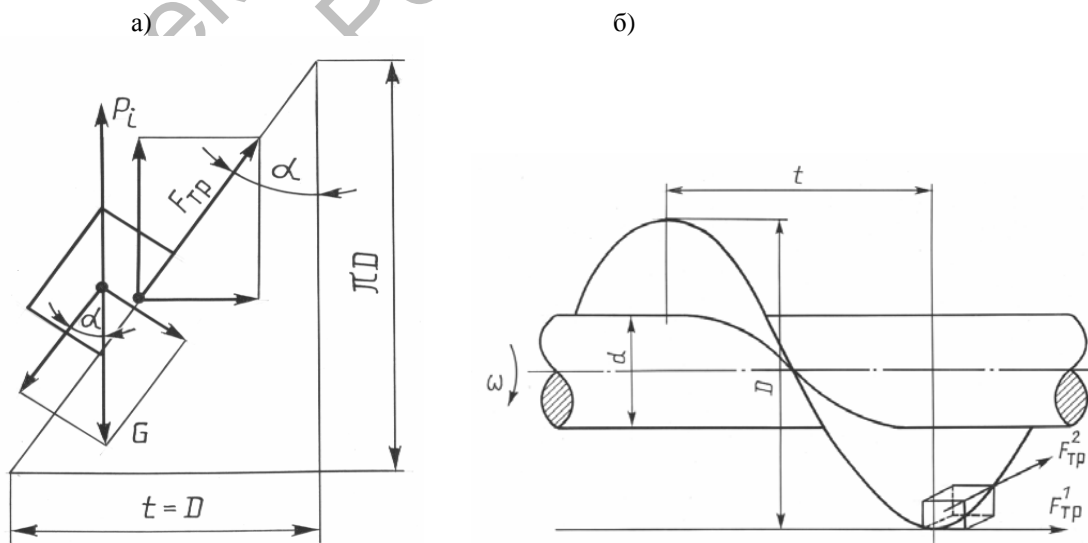
На падставе праведзеных вопытных даследаванняў былі вызначаны два рэжымы работы шнэка: матэрыял

транспартуецца прызмамі валачэння кожным шагам шнэка рознага аб'ёму; транспартуемы матэрыял перамяшчаецца з перакідваннем праз вал са змяльчэннем матэрыялу.

Ураўненні раўнавагі сіл, што ўплываюць на часцінку грунта масай m , у вектарным выглядзе для рэжыма работы без перакідвання праз вал шнэка паказаны на рыс. 3, 4.



Рыс. 3. Схема ўплываючых сіл на часцінку m для першага рэжыму: а – на нахільнай плоскасці аднаго вітка шнэка; б – на адным шагу шнэка



Рыс. 4. Схема ўплываючых сіл на часцінку m для другога рэжыму: а – на нахільнай плоскасці аднаго вітка шнэка; б – на адным шагу шнэка

Для першага рэжыму:

$$\vec{F}_{mp.}^1 + \vec{F}_{mp.}^2 + \vec{G} = 0;$$

$$F_{mp.}^1 = f_1 P_i = f_1 m \omega^2 R,$$

дзе \vec{G} , $\vec{F}_{mp.}^1$ і $\vec{F}_{mp.}^2$ – вектары сіл цяжару трэння грунта па грунту і грунту па металу адпаведна; f_1 – каэфіцыент унутранага трэння; m – маса часткі грунта, кг; R – эксцэнтрысітэт, м; ω – вуглавая хуткасць, c^{-1} ; P_i – сіла інерцыі;

$$R = \frac{D}{2} \text{ – радыус шнэка.}$$

Для другога рэжыму:

$$F_{mp.}^2 = f_2 m g \sin \alpha;$$

$$G = m g ,$$

дзе f_2 – каэфіцыент знешняга трэння; g – паскарэнне свабоднага падзення, m/c^2 .

У скалярным выглядзе:

$$F_{mp.}^2 \cos \alpha + F_{mp.}^1 - G = 0;$$

$$f_2 m g \sin \alpha \cos \alpha + f_1 m \omega^2 R - m g = 0;$$

$$f_2 g \sin \alpha \cos \alpha + f_1 \omega^2 R = g;$$

$$f_1 \omega^2 R = g (1 - f_2 \sin \alpha \cos \alpha);$$

$$\omega^2 = \frac{g(1 - f_2 \sin \alpha \cos \alpha)}{f_1 R}.$$

Крытычная вуглавая хуткасць, пры якой грунт транспартуецца без яго перакіда праз вал шнэка, разлічваецца як:

$$\omega_{кр.}^{III} = \sqrt{\frac{g(2 - f_2 \sin 2\alpha)}{2f_1 R}},$$

дзе α – вугал нахільнай плоскасці вітка шнэка.

Ураўненне раўнавагі сіл у вектарным выглядзе для рэжыму работы з перакідваннем праз вал шнэка:

$$\vec{P}_i + \vec{F}_{mp} \cos \alpha - \vec{G} = 0$$

і ў скалярным выглядзе:

$$P_i + f_2 m g \sin \alpha \cos \alpha - G = 0;$$

$$f_2 m g \sin \alpha \cos \alpha + m \omega^2 R - m g = 0;$$

$$\omega^2 R = g \left(1 - \frac{f_2 \sin 2\alpha}{2}\right).$$

Крытычная вуглавая хуткасць у другім рэжыме:

$$\omega_{кр.}^{III} \leq \sqrt{\frac{g(1 - \frac{f_2 \sin 2\alpha}{2})}{R}}.$$

Атрыманая частата вярчэння вала $\omega_{кр.}^{III}$ павінна забяспечваць ваганне шнэка з частатой $\omega_{кр.}^n$ павадка, якая дазваляе забяспечыць умовы працы вібратора:

$$\omega_{кр.}^n \geq \sqrt{\frac{g}{R}}.$$

Гэтыя ўмовы павінны выконвацца для першага выпадку, калі механізм вібрацыі з'яўляецца дыферэнцыяльным (гл. рыс. 1). Для двух рэжымаў працы шнэка вуглавая хуткасць павадка складае:

для першага рэжыму

$$\omega_n = \frac{D}{(2h + d)} \sqrt{\frac{g(2 - f_2 \sin 2\alpha)}{2R}};$$

для другога рэжыму

$$\omega_n = \frac{D}{(2h + d)} \sqrt{\frac{g(2 - f_2 \sin 2\alpha)}{2f_1 R}}.$$

Прыведзеныя матэматычныя мадэлі дазваляюць падлічыць асноўныя параметры прапанаванага рабочага органа, якім можна ажыццявіць шмат мэтаў, тэхналагічных функцый і рабочых рэжымаў.

Палічастотны вібратар павінен мець дыяпазон нізкіх частот 150–300 c^{-1} і высокіх частот 800–1400 c^{-1} ; вуглавая хуткасць шнэка павінна складаць 0–180 аб/хвіл для рэжыму транспарціроўкі

грунта (планіроўкі) і 185–300 аб/хвіл для кампанентамі дарожна-будаўнічых рэжыму перамешвання грунта з іншымі сумесяў.

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт
Матэрыял паступіў 20.10.2006

U. Skarabahaty, U. Yatskevich

**Theoretical grounds of the
vibrating-compacting tool
parameters**

Belarusian National Technical University

In this article the design of a planing-compacting working tool, developed while testing by models, is given. The resulting development of a mock-up pattern is provided to mount it on a small-size ripper Amkodor 208B. The models of operation and procedures techniques for the above-mentioned working tool are determined. Calculated diagrams for various models of operation are analyzed and dependencies are obtained to calculate main parameters. In this article the authors shows the advantages of the developed working tool, the tool integrating three working parts simultaneously in comparison to a conventional tool and providing vibration frequencies to compact road-building materials with particles of different sizes.