

ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ГРУНТІВ ВІДВАЛОМ АВТОГРЕЙДЕРА

Лютенко В. Є., Запорожець М. О.

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

В роботі теоретично досліджено, з використанням математичного програмного середовища MathCAD, динаміку процесу різання ґрунтів відвалом автогрейдерів і отримано результати які можуть бути використані при проектуванні, розрахунку та визначенні динамічних навантажень на його робоче обладнання.

Ключові слова: автогрейдер, відвал, математична модель, динаміка процесу різання, автоколивальний процес.

Вступ. При дорожньому будівництві виконуються великі об'єми земляних робіт, для виконання яких застосовується спеціальна землерийно-транспортна техніка. В неї входять і такі землерийно-транспортні машини, як автогрейдер, які виконують пошарове різання і переміщення ґрунту, планування і профілювання земляного полотна, переміщення і розрівнювання дорожньо-будівельних матеріалів, ремонт і утримання дорожнього одягу, спорудження невисоких насипів і виїмок, очищення доріг і майданчиків від снігу. Автогрейдер – самохідні машини, оснащені силовою установкою, відвалом і киркувальником; вони можуть бути використані і з другими видами різного змінного робочого обладнання, що значно збільшує область їх використання.

Автогрейдер – працездатна і мобільна машина, яка є однією із основних машин в технологічному комплексі дорожнього будівництва, володіє значною продуктивністю, яка може бути значно підвищена при вивченні динамічних навантажень на неї при роботі і в результаті удосконалення її конструкції.

В даний час виготовляється ціла гама автогрейдерів (легкі, середні, важкі) з різними характеристиками для робіт в різноманітних технологічних і кліматичних умовах, оснащені різними по потужності двигунами, різними трансмісіями, змінним робочим обладнанням і автоматичною системою керування відвалом. Але уже не можливо нарощувати промислові потужності тільки за рахунок збільшення кількості машин для земляних робіт, які в даний час випускаються. Тому необхідно освоювати випуск нових, більш досконалих і складних типів машин, а особливо – землерийно-транспортних (ЗТМ), до яких відносяться і автогрейдерів, які при відомих умовах ефективніші і економічніші більш дорогого і важкого екскаваторного обладнання. Разом з тим необхідний ефект від впровадження

в будівельне і аграрне виробництво нової, більш надійної, техніки може бути досягнуте тільки при правильному використанні всіх її технічних можливостей в різноманітних умовах експлуатації. Це, в свою чергу, вимагає розширення технічної інформації, яка в даний час є розрізною і часто з суперечливими даними про виробничу якість землерийних машин, що випускаються. Тому необхідно систематизувати і узагальнювати цю інформацію, яка необхідна і важлива для освоєння, а також для правильного використання сучасних землерийно-транспортних машин.

Огляд літературних джерел, винаходів і патентів показав, що автогрейдерам мало приділено уваги і повна інформація про них відсутня. Особливо це відноситься до наукових досліджень процесу різання ґрунтів відвалом автогрейдера.

Тому являється актуальним створення більш досконалих типів автогрейдерів і модернізація діючих, а також розроблення нових методик розрахунків і наукових досліджень робочих процесів цих машин на що і направлена дана робота.

На основі аналізу патентних джерел, періодичних видань, інтернет-сайтів фірм виробників будівельної техніки можна зробити наступні висновки. Основна увага винахідників і інженерів звернена системам контролю і керування відвалом автогрейдера, як правило, для виконання планувальних і профілювальних робіт. Автоматизація роботи автогрейдера дозволяє добитися високої точності профілювання, підвищити продуктивність, виключити ручну доводку будівельних об'єктів і полегшити працю оператора. Також перспективним напрямком є удосконалення логічних систем керування робочим органом відчутних до навантаження на відвал (Caterpillar).

На другому місці стоїть підвищення надійності і якості машин, що випускаються, використання нових технологій і матеріалів при виробництві. Наприклад, для зменшення зазорів між поворотним кругом і тяговою рамою можуть встановлюватися прокладки із синтетичних зносостійких матеріалів, які знижують тертя.

Третє місце займають винаходи по ускладненню і удосконаленню механізмів керування тяговою рамою і обертанням відвалу в плані. Особо необхідно виділити пропозицію по універсальності самого відвалу, придачі йому різних форм, модифікацій і трансформація його в залежності від виду робіт, що він виконує. Основні напрямки модифікації відвалу – це підвищення об'єму ґрунту, що розробляється, зниження робочих опорів і універсальність для виконання різних виробничих операцій.

Оскільки основний об'єм робіт у дорожньому будівництві приходить на земляні роботи, то грейдерні відвали проектуєть у основному

для умов зарізання і переміщення ґрунту. Вироблені певні вимоги до параметрів відвалів: кутів різання, перекидання, заднього кута, висоти і радіусу профілю відвалу, які зв'язані з характеристикою ґрунтів, що розробляються. Це необхідно враховувати при створенні нових конструкцій робочого обладнання автогрейдера.

Проблема створення грейдерного відвала, що найкращим чином підходить для різних видів виробничих операцій, полягає в тому, що умови роботи і величини навантажень сильно різняться в різних режимах. За універсальність автогрейдера приходиться платити зниженням продуктивності окремих видів робіт. Так, довжина відвала розраховується для зарізання ґрунту, яке являється найбільш важкою операцією. При цьому довжина відвала обмежена величиною робочих опорів і максимальною тяговою потужністю машини. В той же час, при переміщенні ґрунту двигун не удається повністю завантажити навіть на другій передачі. Оскільки на попереднє переміщення ґрунту приходиться значна частина робочих проходів автогрейдера (до 75%), має місце суттєве зниження продуктивності.

Проектування відвала, який дозволяє підвищити продуктивність, необхідно проводити з урахуванням змінних робочих опорів, різних ґрунтових умов, аналізу характеристик двигуна, трансмісії.

В даній роботі досліджена динаміка різання ґрунтів відвалом автогрейдера, що дає можливість розглянути динамічні навантаження на робоче обладнання.

В останній час удосконалюються механізми керування положенням робочого обладнання як перед робочим проходом, так і під навантаженням [1]. Підвищення швидкості повороту відвала, можливість зміни кута захоплення під навантаженням і використання в таких механізмах гідроциліндрів примушує робити відвал неповноповоротним. В роботах В.Ф. Амельченка [2] запропоновано технічне рішення, яке дає можливість швидко розвертати відвал в вертикальній площині для роботи заднім ходом. Точність обробки поверхні земляного полотна автогрейдером – важливий критерій якості автомобільної дороги [3]. В роботах В. В. Беляєва [4] запропонований інваріантний робочий орган, який не має жорсткого зв'язку з хребтовою балкою і призначений для виконання планувальних робіт.

Універсальність автогрейдера, як будівельної машини, заставляє шукати нові способи модифікації робочого органу, який би легко міг бути перетворений для різних видів робіт. Самим простим рішенням, що перетворює відвал із інструмента зарізання ґрунту в робоче обладнання для переміщення ґрунту, є установка на край відвала знімного подовжувача з нижнім ріжучим ножом. Подовжувач має такий же поперечний профіль як і основний відвал, і кріпиться до відвалу болтами [5]. Практично всі дже-

рела описують секційні відвали, які складаються із центральної і двох бокових секцій. Винахід [6], зареєстрований в США японською фірмою Mitsubishi, представляє трисекційний робочий орган, який складається із центрального основного і бокових правої і лівої секцій, що висувається паралельно основному відвалу по горизонтальним напрямлючим. В джерелі [7] описано аналогічне рішення, яке використано японською фірмою Komatsu. Робочий орган має телескопічний пристрій і коробчастий переріз основної секції. Бокові секції в утягнутому стані знаходяться позаду основного відвала. Гідроциліндри знаходяться всередині центральної секції. Коробчастий переріз основного відвала і бокових секцій забезпечує надійність і міцність робочого органа.

Питання взаємодії робочих органів землерійно-транспортних машин з ґрунтом розкриті в роботах К. А. Артемьєва [8], Ю. А. Ветрова [9], И. А. Недорезова [10], Л. А. Хмари, А. Н. Зелєніна [11], В. И. Баловнева [12]. Розроблені методики дослідження впливу робочих опорів на тягові характеристики в статичному і динамічному режимах для різних ґрунтових умов.

В наукових дослідженнях Л.В. Назарова [13], В.О.Шевченка [14] доведена ймовірність мимовільного розвитку коливань несучих металоконструкцій у пневмоколісних машин, якими є автогрейдері. Також в роботі [14] В. О. Шевченко підтвердив цю гіпотезу експериментально на вітчизняному автогрейдері ДЗК-251 Крюківського вагонобудівного заводу.

Постановка проблеми. Метою статті є висвітлення результатів математичного моделювання процесу різання ґрунтів відвалом автогрейдера, з використанням математичного програмного середовища MathCAD, та визначення динамічних навантажень на його елементи.

Результати дослідження. Робочим органом автогрейдера є відвал, який служить для відділення ґрунту від масиву і транспортування його на віддаль в межах робочого майданчика. При роботі автогрейдера його виконавчі механізми взаємодіють із ґрунтом, руйнуючи та відділяючи його від масиву і подальше транспортуючи на певну віддаль. Основними характеристиками процесу копання, при цьому, є геометричні, кінематичні, силові і енергетичні параметри, а також показники, які визначають фізичні особливості руйнування ґрунту. Дослідження ряду вчених [15,16,17] показують, що характеристики процесу копання являються функцією трьох аргументів: властивостей ґрунту як об'єкта взаємодії, конструкції робочого органу і умов взаємодії робочого органу із ґрунтом.

ґрунтами називаються гірничі породи, які складають кору вивітреної землі. Міцність мінеральних частин ґрунтів у багато раз перевищують міцність зв'язків між цими частинами. По кваліфікації В. А. Приклонського ґрунти діляться на п'ять класів: скалисті, напівскалисті, великоуламкові,

пісчані і глинисті. Автогрейдері призначені для розроблення, в основному, пісчаних і глинистих ґрунтів.

Загалом сума опорів, що діє на автогрейдер, визначається рівністю

$$\sum W = W_f + W_p + W_{np} + W_{vg} + W_{vzd},$$

де W_f – опір перекочуванню автогрейдера з урахуванням схилу місцевості; W_p – опір різанню ґрунту; W_{np} – опір тертю ґрунтової призми об ґрунт; W_{vg} і W_{vzd} – опори, що виникають унаслідок переміщення ґрунту вгору й уздовж по відвалу.

Сила різання W_p , будучи суттєвою частиною опорів, становить в той же час найбільш змінною її частиною в часі. Це – наслідок коливальної природи процесу різання. Коливання сили різання відбувається в силу періодичності відділення елементів зрізу, варіації міцнісних властивостей ґрунтів, непостійності геометричних і кінематичних параметрів, а також других факторів.

І так, основна особливість процесу копання ґрунтів автогрейдером полягає в тому, що сила різання становиться суттєвою і найбільш змінною по величині частиною сумарного навантаження на робочий орган.

Друга особливість процесу копання ґрунтів полягає в тому, що його силові і енергетичні показники залежать від геометричних параметрів – товщини, ширини і площі зрізу, а також від кутів різання та захоплення. Ця особливість досконало вивчена вітчизняними і зарубіжними ученими [15,16,17].

І ще одна особливість копання ґрунтів полягає в залежності його характеристик від конструкції робочого органу.

При русі ріжучого інструмента зі швидкістю, що перевищує критичну, в ґрунті не встигають розвинути пластичні деформації і руйнування має крихкий характер. Енергія робочого органу витрачається на відділення ґрунту від масиву і відкидання частин, що відділилися. Розсіювання енергії на в'язке тертя практично не відбувається.

Це дає основу представити процес різання ґрунту автогрейдером за допомогою наступної розрахункової схеми, яка показана на рисунку 1. Робочий орган ідеалізується як система, що складається із приведеної маси m і пружної ланки, що має приведену жорсткість C_1 . Система приводиться в дію силою P , яка змінюється так, що точка її прикладання буде весь час рухатися з постійною швидкістю v . Такий тип навантаження спостерігається у автогрейдерів, які працюють в умовах практично сталого руху.

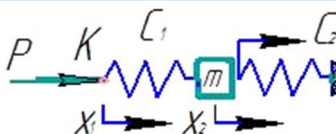


Рис.1 - Розрахункова схема процесу різання ґрунтів автогрейдером

Експериментально встановлено [15,17], що опір різанню R_p крихких матеріалів можна вважати лінійно залежними від шляху різання (рис. 2). По мірі збільшення контакту ножа з незруйнованим масивом опір різанню збільшується, а в момент відділення чергового елемента зрізу він падає до нуля. Такий пилоподібний характер зміни опору різання відзначений багатьма дослідниками. Лінійний характер залежності опору ґрунту від шляху різання дозволяє умовно подати ґрунт, як пружну ланку. Що має жорсткість $C_2 = R/S$, де R – максимальне значення опору ґрунту; S - шлях різання за час періоду коливань опору ґрунту.

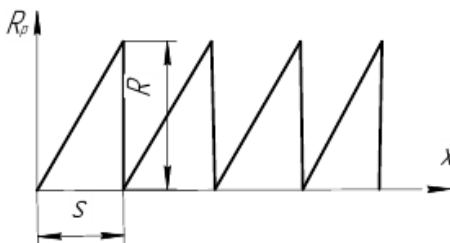


Рис.2. Ідеалізована залежність опору ґрунту від шляху різання

Відмінною особливістю ґрунту, як пружного елемента, проявляється в тому, що його умовна жорсткість C_2 існує тільки в напрямку різання, жорсткість же в протилежному напрямку рівна нулю (ця особлива властивість відображена на рис. 1 стрілкою). Таким чином, процес різання при сталому русі робочого органу може бути описаний системою, яка включає приведену масу і жорсткість робочого органу, а також умовну жорсткість ґрунту.

Рівняння руху точки K , прикладання сили P і маси m можна записати в вигляді

$$C_1(x_1 - x_2) = P; \quad (1)$$

$$m d^2 x^2 / dt^2 - C_1(x_1 - x_2) + C_2 x_2, \quad (2)$$

де x_1 і x_2 – координати точки K маси m в напрямку різання. В той же час шлях точки K

$$x_1 = vt \quad (3)$$

Підставив вираз (3) в рівняння (2) і виконавши перетворення, отримуємо

$$d^2x_2 / dt^2 + (C_1 + C_2)x_2 / m = C_1vt / m. \quad (4)$$

Загальне рішення цього рівняння шукають в вигляді

$$x_2 = A \sin \sqrt{(C_1 + C_2) / m} t + B \cos \sqrt{(C_1 + C_2) / m} t + Dt \quad (5)$$

Початковими умовами при $t = 0$ будуть $x_1 = 0$; $x_2 = v$.

Підставивши початкові умови в рівняння (5), отримуємо

$$x_2 = vC_2 \sin \omega t / \omega(C_1 + C_2) + C_1vt / (C_1 + C_2), \quad (6)$$

де $\omega = \sqrt{(C_1 + C_2) / m}$ – частота коливань системи.

Швидкість руху маси на етапі впровадження в ґрунт

$$x_2 = vC_2 / (C_1 + C_2)(\cos \omega t + C_1 / C_2). \quad (7)$$

Аналіз формули (7) показує, що в випадку $C_1 \leq C_2$ можлива зупинка і даже відскок ріжучого інструменту від ґрунту. Коливання швидкості різання тим менші, чим більша жорсткість робочого органу по відношенню до жорсткості ґрунту.

Визначим зусилля в пружній ланці, тобто силу різання в початковий момент зустрічі

робочого органу з ґрунтом. Для цього скористаємося формулами (1) і (2) $Px = Rx + mx_2$ де P і R_x – значення сили і опору ґрунту різанню.

З урахуванням виразу (7) отримуємо

$$Px = Rx - vC_2 \omega m \sin \omega t / (C_1 + C_2). \quad (8)$$

Максимальне значення сили різання $P = R + vC_2 \omega m (C_1 + C_2)$ або $P = R + vC_2 / \omega$.

Таким чином, сила різання не рівна опору ґрунту, а її максимальне значення лінійно залежить від швидкості різання.

Швидкість руху робочого органу в момент відділення чергового елемента зрізу, коли сила різання досягає максимального значення, згідно рівнянню (7) рівна $x_2 = v C_1 / (C_1 + C_2)$.

Здебільшого аналіз процесів у динамічних об'єктах чи системах у різних галузях науки і техніки традиційно зводиться до знаходження розв'язку диференціальних рівнянь. Значна кількість різних за видом диференціальних рівнянь чи систем таких рівнянь аналітично не розв'язуються, а у випадках, коли аналітичний розв'язок можливий, як у нашому

випадку, для його отримання потрібні ґрунтовні знання з відповідних розділів математики і відчутні затрати часу. Тому для подальшого рішення задач динаміки використовуємо застосунок MathCAD, в якому особливої ваги в розв'язуванні диференціальних рівнянь набувають числові методи [9].

Рішення рівнянь руху точки K прикладання сили P і маси m виконуємо для автогрейдера ДЗ-143-1. Дані для розрахунку наступні: приведена маса робочого органу $m = 917$ кг; приведені жорсткості відповідно робочого органу і ґрунту $C_1 = 30$ кН/см, $C_2 = 1$ кН/см; прикладена сила (розрахункове статичне навантаження на робочий орган) $P = 17500$ Н; частота $\omega = 6$ с⁻¹.

Початкові умови: переміщення $x_1 = 0$; $x_2 = 0$; швидкість $\dot{x}_1 = 0$, $\dot{x}_2 = 1$ см/с; час $t = 0$.

Для використання застосунку MathCAD перетворені рівняння руху (1) і (2) записуємо як систему рівнянь у матричній формі (9) (рис.3).

У результаті розв'язання одержуємо значення переміщення точки прикладання діючої сили P (деформації пружної ланки) x_1 (рис. 3 а) та її швидкості руху \dot{x}_1 (рис.3 б), а також – переміщення маси робочого органу m x_2 (рис. 3.3 в) та її швидкості \dot{x}_2 (рис.3 г).

Отримані, в результаті розв'язання рівняння (8), значення сили різання P в початковий період зустрічі робочого органу з ґрунтом зображені на рисунку 4.

Початкові умови і значення параметрів бралися наступні: $R_x = 17500$ Н; $C_1 = 30000$ Н/см; $C_2 = 1000$ Н/см; $v = 1$ см/с; $m = 917$ кг; $\omega = 6$ с⁻¹; $t = 0$.

Після цього починається другий етап руху ріжучого інструменту. Опір ґрунту різанню падає до нуля (рис. 2). Маса m починає взаємодіяти з новим елементом ґрунту, який має жорсткість C_2 . Стан коливальної системи описується рівняннями (1) і (2) при початкових умовах: $t = 0$; $x_1 = \Delta_1$; $\dot{x}_1 = 0$; $x_2 = v C_1 / (C_1 + C_2)$, де Δ_1 – початкова деформація пружної ланки на першому етапі руху. Подальший процес різання на другому етапі відбувається аналогічно першому.

Отримані результати розрахунків і побудовані графіки, з застосуванням застосунку MathCAD, підтвердили викладені теоретичні положення при розгляді динаміки процесу різання ґрунтів автогрейдером.

ORIGIN:= 1

$$Y0 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad A(t, y) := \begin{bmatrix} y_3 \\ y_4 \\ \frac{P}{C_1} + X_2 \cdot \cos(\omega \cdot t) \\ \left[C_1 X_1 \cdot \cos(\omega \cdot t) + X_2 \cdot \cos(\omega \cdot t)(C_1 - C_2) \right] - m \end{bmatrix} \quad (9)$$

Z := rkfixed(Y0, 0, 10, 10000, A) ω := 6

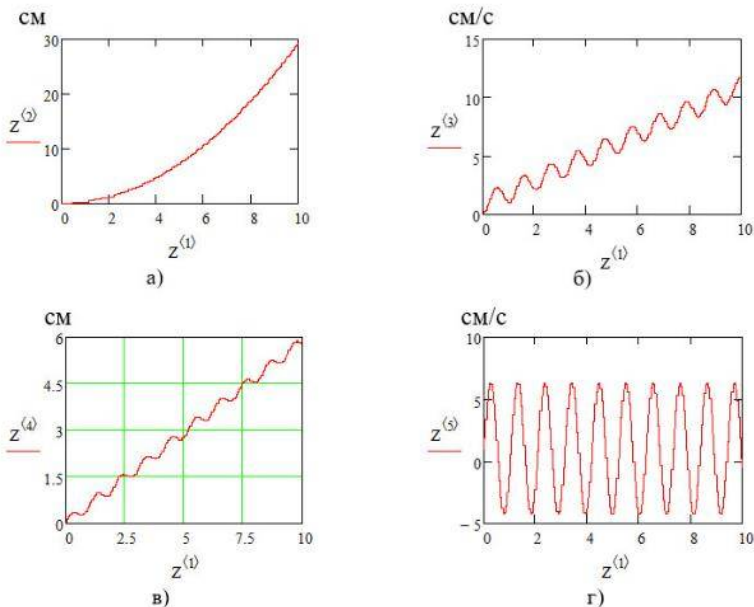


Рис. 3. Графік переміщення і швидкості точки K і маси m : а – переміщення точки K x_1 ; б – швидкість точки K \dot{x}_1 ; в – переміщення маси робочого органу m x_2 ; г – швидкість маси робочого органу m \dot{x}_2 .

Аналізуючи динаміку різання ґрунтів автогрейдером, можна зробити висновок, що різання – автоколивальний процес. Із теорії коливань відомо [18,19], що до автоколивальних відносяться консервативні системи, які здатні здійснювати незатухаючі періодичні коливання і які характеризуються наявністю наступних основних складових частин: постійного джерела енергії; коливальної системи; пристрою, який регулює надходження енергії в коливальну систему із джерела енергії; ланцюга зворотного зв'язку між коливальною системою і регулюючим пристроєм.

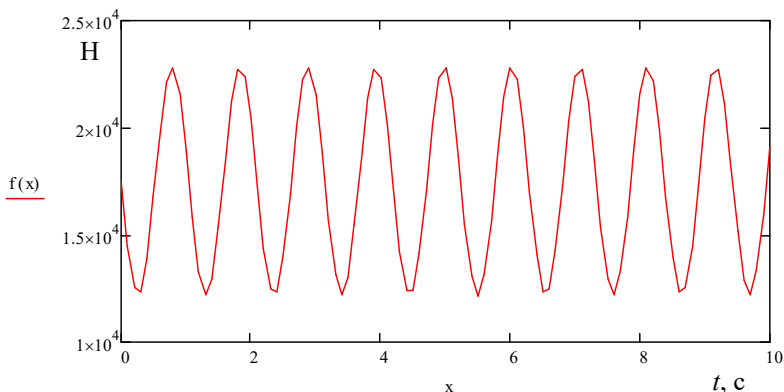


Рис.4. Графік сили різання P в початковий період зустрічі робочого органу з ґрунтом

Висновки. 1. В роботі теоретично досліджено, з використанням математичного програмного середовища MathCAD, динаміку процесу різання ґрунтів відвалом автогрейдера. В результаті розв'язання системи рівнянь одержано значення переміщень, швидкостей мас, а також – сили різання.

2. Отримані результати дослідження динаміки процесу різання ґрунтів відвалом автогрейдера, з використанням математичного програмного середовища MathCAD, можуть бути використані при проектуванні, розрахунку та визначенні динамічних навантажень на його робоче обладнання.

Список використаних джерел

1. Танин-Шахов В. С. Новый автогрейдер среднего класса А-120.1 / В.С. Танин-Шахов, А.Г.Карлов // Строительные и дорожные машины. – 1998. – № 5 – С. 12–15.
2. Амелеченко В. Ф. Модернизированный рабочий орган автогрейдера / В.Ф. Амелеченко, В.П. Денисов, В.А. Мещеряков // Тезисы II Международной научно-технической конференции «Автомобильные дороги Сибири». – Омск, СибАДИ, 1998. – С. 229 –230.
3. Амелеченко В. Ф. Исследование систем стабилизации высотной координаты рабочего органа автогрейдера / В.Ф.Амелеченко, В.П.Денисов, В.А.Мещеряков // Известия вузов. Строительство. – 1999. – № 2-3. – С. 108 – 111.
4. Беляев В.В. Результаты экспериментального исследования автогрейдера с автономным рабочим органом / В.В.Беляев // Системы управления строительных и дорожных машин. – Омск: ОмПИ, 1987. – С. 57 – 62.
5. Баловнев В. И. Тенденции развития и оценки новых конструктивных решений строительных и дорожных машин Обзор / В.И.Баловнев, В.В.

- Петренко. – М.: ЦНИИТЭстройдормаш, 1972, – 88 с.
6. Blade Assembly: United States Patent 4369847/ Mizunuma W. (Japan). 4 p.
 7. Архангельский В. Н. Состояние и тенденции развития автогрейдеров / В.Н. Архангельский, Л.Г. Додин // Обзорная информация. Серия 2 «Дорожные машины». – М.: Машмир, 1991.
 8. Артемьев К. А. Определение сопротивления копания грунта отвалом бульдозера / К.А.Артемьев // Исследования и испытания дорожных машин. – Омск: Зап.-сиб. изд-во, 1969. Выш.1, С. 5 – 10.
 9. Ветров Ю.А. Машины для специальных земляных работ / Ю.А.Ветров, В.Л. Баладинский. –К.: Вища шк., 1971. – 192 с.
 10. Недорезов И. А. Вероятностный анализ усилий в рабочем оборудовании землеройных машин / И.А. Недорезов // Строительные и дорожные машины. – 1971.– № 8 – С. 10 – 12.
 11. Зеленин А. П. Машины для земляных работ/ А.П. Зеленин, В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – М.: Машиностроение, 1975.– 424 с
 12. Баловнев В. И. Новые методы расчета сопротивлений резанию грунтов / В.И. Баловнев. – М.: Росвузиздат, 1963. – 96 с.
 13. Кириченко І.Г. Наукові основи створення високоефективних землерійно-транспортних машин / Кириченко І.Г., Назаров Л.В., Нічке В.В., Демішкан В.Ф. та ін. – Х.: ХНАДУ, 2003.. – 588 с.
 14. Шевченко В.А. Экспериментальное исследование колебательных процессов, возникающих во время работы автогрейдера / В.А. Шевченко, А.М. Чаплыгина // Зб. наук. пр. (галузеve машинобудування, будівництва) / – Полтава: ПолтНТУ, 2013. –Вип. 1 (36). т.1. С. 22 – 26.
 15. Ветров Ю.А. Резания грунтов землеройными машинами / Ю.А. Ветров. – М.: Машиностроение,1971. –357 с.
 16. Rathje J. Der Schnittvorgang im Sande.–In: Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. S. 1. :S. n., 1931. Н. 350.
 17. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами / А.Н.Зеленин. – М.: Машиностроение, 1968.– 376 с.
 18. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории и удара. 4-е изд. / Я.Г. Пановко.– Л.: Политехника. 1990.–272 с.
 19. Тондл А. Автоколебания механических систем/ А. Тондл.– М.: Мир. 1979.– 429 с.

Abstract

DYNAMICS OF SOIL CUTTING PROCESS BY DUMP OF MOTOR GRADER

Liutenko V.E., Zaporozhets M.O.

Motor grader - a workable and mobile machine, which is one of the main machines in the technological complex of road construction, has a significant productivity, which can be greatly increased when studying the dynamic loads on it during work and as a result of improving its design. An overview of literary

sources, inventions, and patents has shown that motor graders have been neglected and full information about them is missing. This is especially true for scientific research of the process of cutting of soils in the dump of the motor grader. On the basis of the analysis of patent sources, periodicals, Internet sites of firms of manufacturers of construction equipment the main perspective directions of improvement of the working equipment of motor graders are determined.

Therefore, it is urgent to create more advanced types of motor graders and modernization of existing, as well as the development of new methods of calculation and research of the working processes of these machines on what this work is aimed at.

The purpose of the work is to study the process of cutting the soil in a dump motor grader.

To achieve the goal, the task was to: theoretically investigate the process of soil destruction by the dump of the motor grader.

In the review part of the work, an overview of the work on upgrading the working equipment of motor graders and reviewed the trends of the working equipment of motor graders.

In the scientific part of the work the dynamics of the soil cutting process is considered in the dump of the motor grader, the results of calculations are obtained and graphs constructed using the mathematical application MathCAD are considered.

In order to achieve higher reliability of the results, the process of cutting the soils of the dump motor grader we studied using the mathematical application of MathCAD as a result, a mathematical model of dynamic processes was developed that included the differential equations of motion of the mechanical system. According to the results of theoretical studies, graphs are constructed.

The obtained results of calculations and constructed graphs, with application of the application MathCAD, confirmed the above theoretical positions when considering the dynamics of the process of cutting the soil by the motor grader.

Analyzing the dynamics of soil cutting by motor grader, we can conclude that cutting - self-oscillating process. From the theory of oscillations it is known that the self-oscillating systems include conservative systems that are capable of performing non-damped periodic oscillations and characterized by the presence of the following basic components: a constant source of energy; oscillation system; a device that regulates the energy flow into a vibrational system from an energy source; feedback circuit between oscillating system and control device.

In the work, using the MathCAD mathematical software environment, the dynamics of the soil cutting process in the dump of the motor grader is theoretically investigated and results can be obtained for designing, calculating and determining the dynamic loads on its working equipment.

Keywords: *autogenerator, dump, mathematical model, dynamics of cutting process, autoclaving process.*