

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ХАРАКТЕР ВЗАЄМОДІЇ АДАПТАЦІЙНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З РОБОЧИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Пелевін Леонід, Фомін Анатолій, Костенюк Олександр, Тетерятник Олександр,
Боковня Галина

Київський національний університет будівництва і архітектури
пр-т Повітрофлотський, Київ, Україна, 31; e-mail: teteryatnik@ua.fm

SYNERGETIC CHARACTER OF INTERACTION ADAPTATION THE TECHNICAL SYSTEMS WITH WORKING ENVIRONMENT

Leonid Pelevin, Anatoly Fomin, Aleksandr Kostenyuk, Aleksandr Teteryatnik, Galina Bokovnya

Kyiv National University of Construction and Architecture
Povitroflotsky Ave. 31, Kyiv, Ukraine

АНОТАЦІЯ. Розглядаються процеси деформування і руйнування робочих середовищ у якості єдиної синергетичної системи, при русі якої відбувається динамічна взаємодія елементів цієї системи та утворюються прямі та зворотні зв'язки між її елементами. Також організуються адаптаційні процеси між елементами комплексу при русі систем, що визначають кількісний і якісний характер цього руху. Наведені конструкції та принцип дії адаптаційних технічних систем та ефективність їх взаємодії з робочим середовищем, враховуючи вид адаптаційного зв'язку.

Ключові слова: синергетична система, адаптаційний зв'язок, залежна активізація, незалежна активізація, технічна система.

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются процессы деформации и разрушения рабочих сред в качестве единой синергетической системы, при движении которой происходит динамическое взаимодействие элементов этой системы и образуются прямые и обратные связи между ее элементами. Так же организуются адаптационные процессы между элементами комплекса при движении системы, которые определяют количественный и качественный характер этого движения. Приведены конструкции и принципы работы адаптационных технических систем и эффективность их взаимодействия с рабочей средой с учетом вида адаптационных связей.

Ключевые слова: синергетическая система, адаптационная связь, зависимая активизация, независимая активизация, техническая система.

SUMMARY. Purpose. The searching and analysis of currently existing technical systems through adaptive system approach. **Methodology/approach.** Search and Analysis. **Findings.** Considered technical systems with adaptive communication that have been developed and tested at the Department of Construction Machinery them. Y.A. Vetrova and used in teaching of specialists and masters. **Research limitations/implications.** Effectiveness of technical systems interact with working environment determined by the type of adaptive communication, which in turn depends on the technical characteristics of the system and working environment. **Originality/value.** Determine the impact of adaptive patterns due to kinematic, geometric, power and energy parameters of technical systems interact with working environment and determine the criteria for optimizing workflow relevant technical systems.

Key words: synergetic system, adaptive communication, dependent activation, independent activation, technical systems.

Подано 10.12.2013; прийнято 16.12.2013

ВСТУП

При розробці ґрунтів і порід, видобуванні корисних копалин, будівельних матеріалів, їхньої обробці, обробці виробів і конструкцій із міцних природних (мармур, граніт і т.п.) і штучних (бетон, залізобетон, цегла тощо) матеріалів значне місце займають процеси деформування і руйнування робочих середовищ. За комплексного і системного підходу ці процеси досліджуються як системи, що складаються з трьох значимих елементів комплексу, а саме: робочих сере-

довищ, ґрунторуйнуючої техніки і, власне, процесів взаємодії ґрунторуйнуючої техніки з робочим середовищем. Крім того враховуються впливи довкілля на всі елементи комплексу.

МЕТА

Ціль роботи – проведення пошуку та аналіз існуючих на даний момент адаптаційних технічних систем шляхом системного підходу.

Задачею даного дослідження є визначення конструктивних особливостей технічних систем та ефективності їхньої взаємодії з робочим середовищем залежно від виду адаптаційного зв'язку.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для визначення глибинних зв'язків між складовими комплексу всі його елементи розглядаються як такі, що утворюють єдину синергетичну систему. При русі цієї системи виникає динамічна взаємодія елементів комплексу, утворюються прямі і зворотні зв'язки між елементами. В такому разі ці зв'язки можуть бути як від'ємного так і додатнього характеру. Також організуються адаптаційні процеси між елементами комплексу при русі систем, що визначають кількісний і якісний характер цього руху.

Принципи будови структурних, геометричних, кінематичних, просторових і часових особливостей робочих органів технічних ґрунторуйнуючих систем в синергетичному сенсі дозволяють оптимально організувати технологічні процеси ґрунторуйнуючих технічних систем.

Треба відзначити, що формування ґрунторуйнуючих технічних систем і їхніх робочих процесів на основі синергетичних принципів, дає максимально можливу ефективність зокрема в розробці ґрунтів і порід. В синергетичному сенсі зв'язки між елементами комплексу мають широкий спектр в якісному і кількісному характері.

Розглядаючи силові параметри руйнування робочих середовищ необхідно відзначити, що адаптаційний зв'язок "робочий орган – робоче середовище – сили різання" може реалізовуватися різними способами залежно від конструкції руйнуючого елемента [1; 2].

В конструкції зуба землерийної машини (рис. 1), що призначений для розробки міцних ґрунтів, підвищення ефективності функціонування даної системи в комплексі відбувається за рахунок адаптаційного автоматичного регулювання вильоту уширювачів. Зуб землерийної машини включає стовп 1 і наконечники $3, 4$.

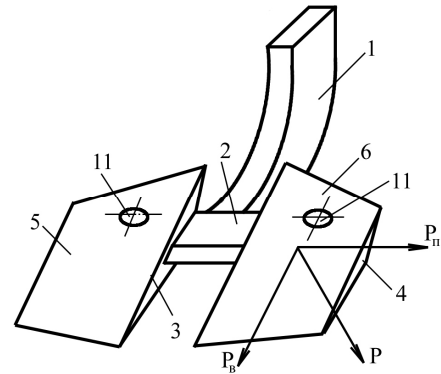


Рис. 1. Зуб землерийної машини

Fig. 1. Tooth digging

Наконечники зуба виконані у вигляді клинів, що з'єднані поміж собою поперечиною 2 . В середині останньої встановлено пружний елемент (ПЕ). Наконечники 3 і 4 встановлено з можливістю подовжнього переміщення відносно поперечини, для чого вони і поперечина мають пази. При зустрічі зуба в процесі роботи з міцними ґрунтами зростає дотична сила різання P_v , а разом і бокова (поперечна) сила P_n (зуб має двогранну конструкцію); ПЕ деформується за рахунок бокової реакції сили ґрунту руйнуванню і наконечники наближуються один до одного на певну відстань. Таким чином ширина розробки ґрунту зменшується, відповідно зменшується дотична сила різання, що дозволяє продовжувати розробку ґрунту не зменшуючи глибини різання, виключаючи дії оператора для виконання певних операцій керування [1].

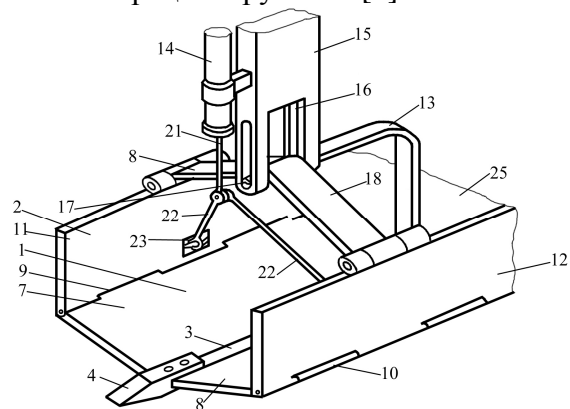


Рис. 2. Ківш екскаватора

Fig. 2. Excavator bucket

Ще більш широкий зв'язок поміж величинами опорів робочого середовища руйнуванню і адаптаційним відгуком робочого органа технічної системи реалізується а в наступному технічному рішенні (рис. 2). Даний робочий орган має можливість змінювати геометричні параметри своєї конструкції в широкому діапазоні, що є адаптаційним відгуком на широкий спектр міцнісних характеристик ґрунтів.

Робота цього устаткування відбувається наступним чином. При зануренні ковша в ґрунт відбувається розробка ґрунту зубом 4 і надходження його в днище 2 ковша 1. Завдяки зміні профілю ковша 1 доцільно його застосування в трьох різних режимах при роботі з різними ґрунтами.

При роботі ковша в слабких ґрунтах машиніст надає рух штоку 21 гідроциліндра 14 донизу, при цьому шток через шарнірні з'єднання змушує тяги 22 передати рух на бокові стінки 11 і 12. Завдяки жорстким сполученням кронштейна 13 з монтажною рамою 15 і середньою частиною 3 днища 2 рух передається від бокових стінок ковша на частини 7 і 8 днища. Ківш приймає розкладене положення, коли бокові стінки ковша перпендикулярні до його днища. При такому положенні під час заглиблення ковша в слабкий ґрунт відбувається процес підбирання ґрунту, в якому приймають участь зуб і різальні частини днища ковша. При подальшій роботі ковша ґрунт надходить всередину для подальшої екскавації. При цьому досягається збільшення продуктивності розробки ґрунту завдяки збільшенню поперечних розмірів ковша.

Перед роботою ковша в середніх ґрунтах машиніст за допомогою гідроциліндра надає ківшу форму ковша КІБІ. Вся робота різання таким ковшем зосереджена на одному зубі, що знаходиться в кутовому сполученні з частинами 7 і 8 днища ковша. Різальні кромки частин 7 і 8 мають симетричні кутові обриси з гілками, які розходяться під кутом $\pi - 2\gamma$, де γ – кут нахилу бокових поверхонь прорізи ґрунту при їхньому природному утворенні. Для виключення різальних кромок частин 7 і 8 з роботи різання зуб ковша заглиблений по відношен-

ню до різальних кромок на величину $\Delta h = (1 - k_{\text{бок}})h$, де h – глибина різання зубом. Таким чином, при заглибленні ковша в ґрунт зуб, який встановлений на середній частині 3 днища, розробляє ґрунт, а частини 7 і 8 днища, що встановлені під кутом $\frac{\pi}{2} - \gamma$ до зуба працюють в режимі черпання (другий режим). Після цього ківш заповнюється ґрунтом для подальшої екскавації. Таким чином підвищується ресурс ковша, завдяки тому, що зуб приймає участь в процесі розробки ґрунту, а частини 7 і 8 працюють тільки в режимі підбирання ґрунту.

При роботі ковша в міцних ґрунтах машиніст надає рух штока гідроциліндра догори і через шарніри 23 і 24 тяги 22 рухаються за штоком, захоплюючи за собою стінки 11 і 12, які передають рух частинам 7 і 8 днища ковша, тягам 18, а також пальцю 17, який набуває руху догори до упору в пазу 16 монтажної рами 15 і тим самим створюючи ще одну точку опори ковша. Цей процес відбувається при зустрічі з міцним ґрунтом, тобто ківш "закривається" шляхом руху частин 7 і 8 назустріч одна до одної, при цьому ківш набуває форми розпушувача (третій режим). Таким чином, ківш в такій конструктивній орієнтації може виконувати функції розпушувача. В цьому режимі ківш екскаватора можна застосовувати для розробки або чистки щілин, а також для утворення каналок для прокладання кабелю, водопровідних труб та ін.

Таким чином ківш може бути перетворений в положення для роботи з відповідними ґрунтами, що мають різні міцнісні параметри і різні обриси прорізи, що утворюється в реальних процесах розробки ґрунтів [2].

Адаптаційний зв'язок "робочий орган – робоче середовище – інтенсифікація руйнування" дозволяє знизити енергоємність розробки ґрунтів.

Робочий орган розпушувача (рис. 3), що включає стояк 1, наконечник 3 і амортизатор, який виконаний зі стакана 5 з гніздами, в яких розміщені робоча б і запобіжна пружина 7. Максимальна пружна сила запобі-

жної пружини дорівнює допустимій пружній силі в небезпечному перерізі стояка 1. В результаті дії сили опору ґрунту різанню наконечник 3 з пальцем 9, що ковзає в пазу 8, при заглибленні в ґрунт переміщується відносно стояка по роликоопорах 2, стискаючи робочу пружину 6. Встановлення робочої пружини між стояком і наконечником дозволяє плавне навантаження стояка і зменшення пікових навантажень на робоче устаткування. Крім зменшення динамічних навантажень на стояк робоча пружина виконує роль інтенсифікатора дії на робоче середовище. Запасуючи енергію під час руху устаткування в ґрунті, вона інтенсивно вивільнює її під час значного відколу ґрунту [3].

Для просторової орієнтації інтенсифікаційної дії на робоче середовище розроблене розпушувальне устаткування (рис. 4), яке складається зі стояка 1 і зуба 2. В нижній частині стояка споряджена напрямною 4 з віссю 5, що розташована під кутом $\alpha = 20 \dots 30^\circ$ до вертикалі, який дорівнює куту відколу ґрунту. В напрямній встановлений підпружинений зуб. Верхня грань 7 наконечника 3 розташована під кутом $\delta < 60^\circ$. При роботі устаткування ґрунт тисне на верхню грань наконечника і зуб, переміщуючись в напрямній, стискає пружину 6, запасуючи енергію. При утворенні тріщин по лінії відколу ґрунту пружини 6 переміщують зуб в напрямних догори, відриваючи шматок ґрунту з найменшими енергозатратами. При розташуванні верхньої грані під кутом $\delta > 60^\circ$ відбувається прослизання наконечника по ґрунті без його сколювання.

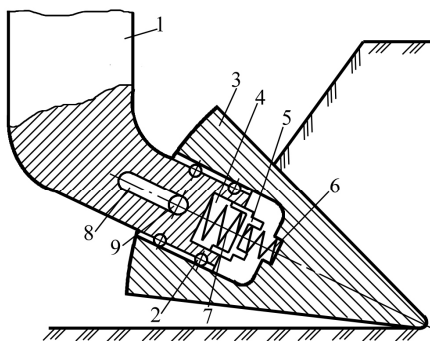


Рис. 3. Робочий орган розпушувача

Fig. 3. Ripper effector

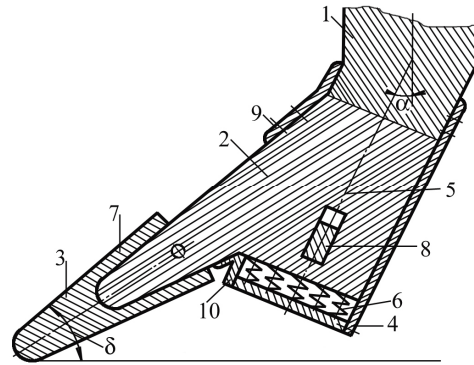


Рис. 4. Розпушувальне устаткування

Fig. 4. Digging equipment

При куті відколу $\alpha = 20 \dots 30^\circ$ сумарна сила пружин направлена нормально до поверхні відколу ґрунту, тобто елемент ґрунту руйнується за рахунок напружень розтягнення σ_p , тобто з найменшими затратами [4].

Наведені технічні рішення (рис. 3, 4) інтенсифікують процес руйнування ґрунту за рахунок пружинних елементів, що накопичують енергію від основного двигуна машини під час її руху (залежна активізація). Найбільш ефективна незалежна активізація, коли на робочому органі безпосередньо встановлюється окремий привід для динамічного руйнування робочого середовища.

Робочий процес розпушувача з незалежною активізацією (рис. 5) здійснюється при заглибленні наконечника 1, що закріплений на стояку 2, в ґрунт. При цьому вмикається генератор 10, який генерує імпульси струму з частотою, яка визначається кроком відколу елементів ґрунту. Значення величини кроку відколу знаходимо за формулою (рис. 6)

$$l_{\text{ск}} = (hk_h - a)(\text{ctg}\delta + \text{ctg}\theta),$$

де h – глибина різання; k_h – коефіцієнт, що враховує глибину контакту різального елемента з ґрунтом в момент відколу великого елемента ґрунту; a – величина зрізу боковим ребром різального елемента; δ – кут різання; θ – кут між траєкторією різального елемента і переважаючим напрямком руху відокремлених шматків ґрунту.

Величину зрізу боковим ребром різального елемента знаходимо за формулою

$$a = h(1 - k_{\text{бок}}),$$

де $k_{\text{бок}}$ – коефіцієнт глибини частини прорізу, що розширюється.

Значення кута між траєкторією різального елемента і переважаючим напрямком руху стружки знаходимо з наступного виразу

$$\theta = \frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2},$$

де ρ – кут внутрішнього тертя.

Коефіцієнти k_h і $k_{\text{бок}}$ визначаються експериментальним шляхом.

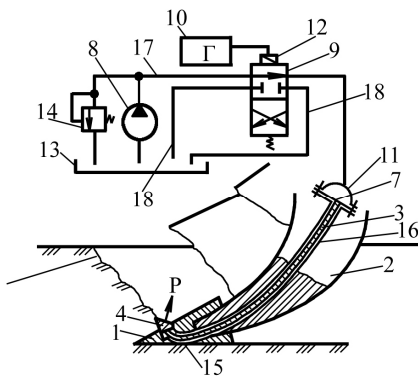


Рис. 5. Робочий орган розпушувача з незалежною активізацією

Fig. 5. Effector with the independent activation

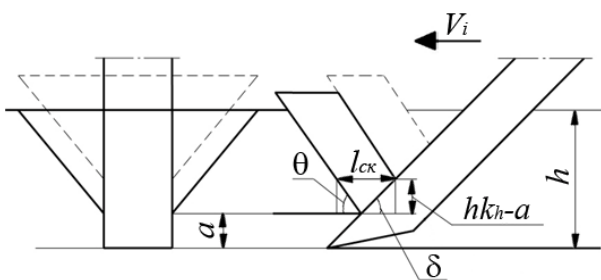


Рис. 6. Схема відколу ґрунту різальним елементом

Fig. 6. Diagram of chipping ground the cutting element

Пульсуючий струм від генератора подається на електромагніт 12, який під дією імпульсу струму встановлює гідрозолотник 9 у верхнє положення і пропускає робочу рідину, що нагнітається гідронасосом 8 від гідробака 13 через напірну магістраль 17 в діафрагменну камеру 11. Під дією тиску

робочої рідини діафрагма переміщує через гнучку пластину клиновидну насадку 4. Гнучка пластина, що пульсує у співвісних каналах 15 і 16 наконечника і стояка, приводить в рух клиновидну насадку, яка вклинюється в тріщину відриву, що зароджується в ґрунті. Сила P відриву ґрунту буде направлена по нормалі до задньої поверхні клиновидної насадки. Елемент ґрунту за такого напрямку сили P буде працювати не на зминання, а на відрив, що характеризується меншою енергоємністю. В перервах між імпульсами струму електромагніт встановлює золотник в нижнє положення і роз'єднує напірну магістраль і діафрагменну камеру, з'єднуючи їх зі зливними магістралями 18. Діафрагма під дією пружних сил втягує гнучку пластину і клиновидну насадку, що зв'язана з останньою, витискуючи робочу рідину з діафрагменної камери через гідрозолотник і зливну магістраль в гідробак 13. Запобіжний клапан 14 слугує для запобігання перевантаження елементів гідросистеми [5].

Просторова залежна активізація руйнування робочих середовищ реалізується в технічних рішеннях, показаних на рис. 7 і рис. 8. В цих рішеннях ґрунт руйнується не тільки в напрямку руху базової машини, а і в поперечному напрямку за рахунок вивільнення енергії, яка була накопичена в пружних елементах.

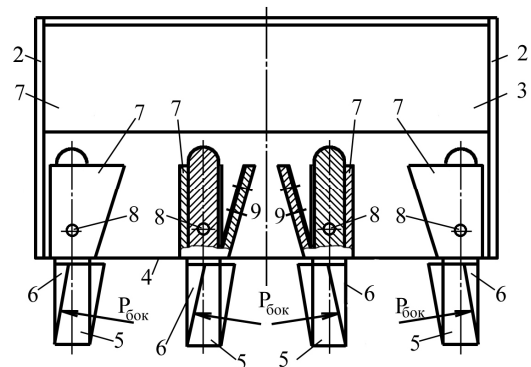


Рис. 7. Ківш землерийної машини з одностороннім коливанням зубів

Fig. 7. Bucket digging a one-way fluctuations in the teeth

В ковші з одностороннім коливанням зуб'їв (рис. 7) зуб'я 5 на козирку 3 закріп-

лені шарнірно в карманах 7 за допомогою пальців 8. Хвостовики зуб'їв підпружинені пластинчатими пружинами 9 в площині козирка з боку симетрії ковша. З цього ж боку бокові грані зуб'їв виконані загостреними. Зуб'я руйнують ґрунт і обертаються відносно пальців, стискаючи хвостовиками пружини. Після відколу зуб'я під дією пружин повертаються у вихідне положення. Одночасно загостреними боковими гранями відбувається руйнування ґрунту в проміжках між зуб'ями за рахунок енергії, що накопичена в пружинах. Завдяки цьому зменшується об'єм незруйнованого ґрунту, з яким контактує різальна кромка 4 козирка, і зменшуються знос останнього і енергоємність копання ґрунту [6].

В технічному рішенні (рис. 8) коливання основних зуб'їв здійснюються по обидва боки в поперечному напрямку; це збільшує енергію залежної активізації, що призводить до зменшення енергоємності різання ґрунту. В цьому рішенні ківш має бокові стінки 2 і днище з різальною кромкою 1, на якій через один розміщені основні зуб'я 3 і укорочені додаткові зуб'я 4. Основні зуб'я виконані з загостреними боковими гранями і мають можливість оберту в площині днища. Хвостовики основних зуб'їв підпружинені з обох сторін плоскими пружинами 7. Додаткові зуб'я виконані у вигляді клинів з верхньою і нижньою плоскими гранями. При роботі ковша основні зуб'я обертаються відносно шарнірів 6 в той або інший бік.

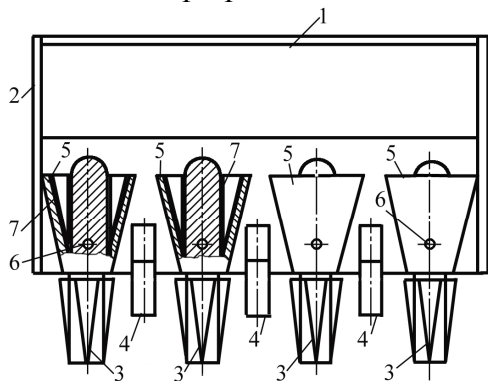


Рис. 8. Ківш землерийної машини з двостороннім коливанням зубів

Fig. 8. Bucket digging a two-way fluctuations in the teeth

В момент відколу елементів ґрунту вони, під дією плоскої пружини, повертаються у вихідне положення. При цьому відбувається додаткове руйнування ґрунту, що зменшує навантаження на додаткові зуб'я і знижує зусилля копання ґрунту. Крайні зуб'я, відхиляючись, руйнують ґрунт за межами ковша, що зменшує знос бокових стінок [7].

Залежна активізація з врахуванням просторовості поперечного перерізу зрізу ґрунту реалізується в технічному рішенні, що представлено на рис. 9. В цьому устаткуванні наконечник 3 встановлений в стояку 1 з можливістю горизонтального переміщення. Наконечник підпружинений відносно стояка. Уширювачі 4 розташовані різальною кромкою в бік переміщення робочого органа. Уширювачі кінематично зв'язані з наконечником, який переміщується до стійки і обертає догори уширювачі, які створюють нормальну силу різання. В момент відколу ґрунту наконечник переміщується вперед і обертає уширювачі у вихідне положення, що збільшує момент сили для відриву ґрунту, знижуючи енергоємність руйнування робочого середовища [8].

Одним з важливих процесів, які відбуваються при розробці ґрунтів, є процес зношення різальних елементів, тому конструкції зуб'їв повинні враховувати параметри реальних процесів зношення інструмента.

Виходячи з цього адаптаційний зв'язок "робочий орган – робоче середовище – знос робочих органів" дозволяє значно знизити енергоємність розробки ґрунтів.

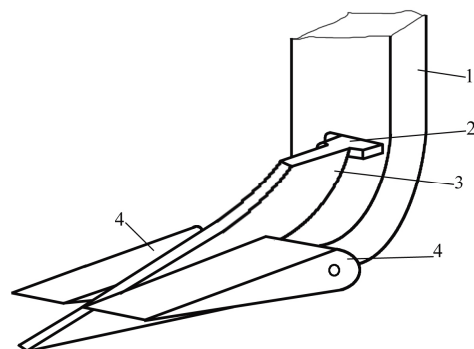


Рис. 9. Робочий орган розпушувача з уширювачами

Fig. 9. Ripper effector with extenders

В процесі копання різальні зуб'я піддаються зношенню. При цьому виникає площадка зносу з від'ємним кутом, що збільшує енергоємність різання. При укороченні робочого органа в процесі роботи до певної (критичної) величини площадка зносу максимально збільшується, тобто збільшується кут між дотичними передньої і задньої граней, що призводить до значного збільшення енергоємності різання ґрунту (рис. 10). З урахуванням вищенаведеного розроблена конструкція зуба землерийної машини (рис. 11).

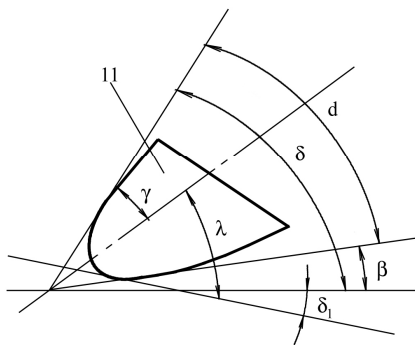


Рис. 10. Параметри зносу зуба землерийної машини

Fig. 10. Parameters of tooth deterioration digging

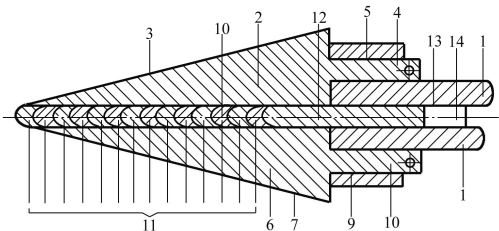


Рис. 11. Зуб землерийної машини
Fig. 11. Tooth digging

Зуб 1 землерийної машини складається з верхньої частини 2 з передньою гранню 3, хвостовика 4, встановленого в паз 5 зуба, нижньої частини 6 з задньою гранню 7 і хвостовиком 8, який встановлено в паз 9 зуба і головної робочої частини 10, яку виконано з набору об'ємних елементів, що являють собою тіла зносу 11, виконані так, що внутрішня поверхня першого тіла зносу є точною копією зовнішньої поверхні другого тіла зносу, а внутрішня поверхня другого тіла зносу є копією зовнішньої поверхні третього тіла зносу і т.д. Об'ємний елемент 11 (або тіло зносу) являє собою тіло,

що розташовується між зовнішньою і внутрішньою поверхнями. Зовнішня поверхня конгруентна внутрішній, тобто об'ємні елементи (тіла зносу) є повторенням один одного і таким чином, немов запаєні один в другий, складають головну робочу частину з кінцевиком 12 (рис. 12), яка знаходиться між верхньою і нижньою частинами. Кінцевик вставлений в карман 13 зуба і впирається в механізм подачі 14 головної робочої частини [9].

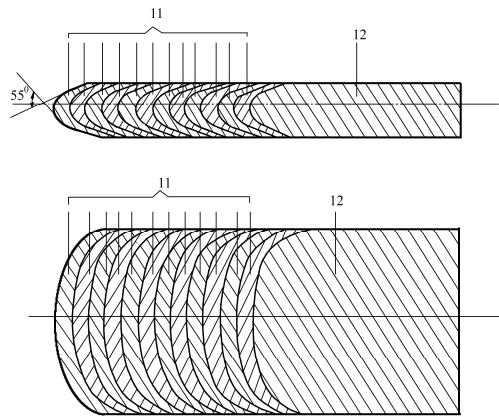


Рис. 12. Головна частина зуба з кінцевиком
Fig. 12. Main part of the tooth with the ending

Таким чином послідовно зношуючись тіла зносу будуть замінювати один одного і протягом всього часу роботи різальна частина зуба буде мати оптимальну форму, яка і утворюється в реальних умовах процесу зношення.

Інше технічне рішення (рис. 13) має таку особливість, що за мірою зносу замінюється елемент в зоні різальної кромки. Наконечник розпушувача включає бокові грані 1 з монтажними отворами 2, передню 3 і задню 4 грані з поздовжніми прорізами і

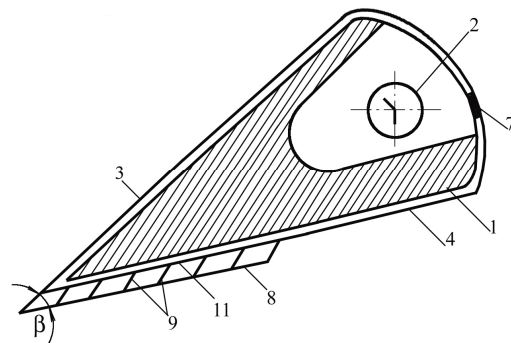


Рис. 13. Наконечник розпушувача
Fig. 13. Tip ripper

змінний різальний елемент. Прорізи виконані по периметру поздовжніх граней наконечника розпушувача і в них розміщені гнучкі елементи з замковим пристроєм 7.

Змінний елемент виконаний у вигляді набору пластин 8, які сполучені між собою торцевими кромками і закріплені на стрічці. Кожна з пластин 8 в поперечному перерізі має форму паралелограма. Менша грань передньої пластини 10 розміщена в одній площині з передньою гранню наконечника розпушувача. Довжина закріпленого на стрічках ребра 11 кожної пластини відповідає заданому виразу

$$l = h(\text{ctg}(\alpha + \gamma) + \text{ctg}\beta),$$

де h – товщина різального елемента; β – кут загострення наконечника; γ – кут між задньою гранню наконечника і горизонтальною площиною; α – кут між меншою діагоналлю паралелограма пластини і горизонтальною площиною.

При заглибленні наконечник розпушувача руйнує ґрунт. Виступи на торцевій кромці передньої пластини сприяють розвитку тріщин в ґрунті в напрямку руху наконечника розпушувача, що сприяє зниженню енергоємності розпушувача [10].

Автоматичне підтримання необхідної форми різальної кромки зуба в зоні різання протягом всього терміну його роботи реалізовано в наступному рішенні (рис. 14) [11].

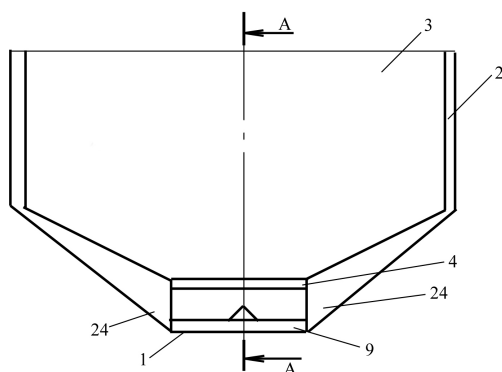


Рис. 14. Ківш землерийної машини

Fig. 14. Bucket digging

В процесі копання ґрунту ковшем землерийної машини різальна пластина 9 зношується до кромки зуба 4 (рис. 15). По мірі зносу різальна пластина ($P_{\text{пл}}$ – нормальна складова сили опору площадці зносу) почне

діяти на виступ 19 сигнальної пластини 15, обертаючи останню навколо шарніра 14, одночасно стискаючи пружину 16. Сигнальна пластина при обертанні входить в зачеплення з коромислом 21 своїм фіксуючим виступом 18 і звільнює виступ 11 різальної пластини, який був в зачепленні з виступом 19, тому, що впирався своєю передньою робочою площадкою 12 виступа 11 в перпендикулярну поверхню відносно різальної пластини виступу 19 і утримував різальну пластину. Виступ 11, виходячи з зачеплення з виступом 19, дозволяє висуватися різальній пластині під дією пружини 7. Різальна пластина висувається виступом 11 за виступ 19 сигнальної пластини, яка утримується за фіксуючий виступ 18 фіксуючим виступом 22 коромисла 21 (рис. 16).

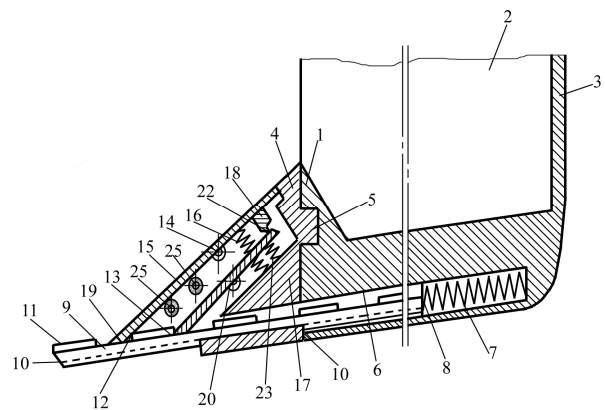


Рис. 15. Поздовжній розріз ковша

Fig. 15. Excavator tooth

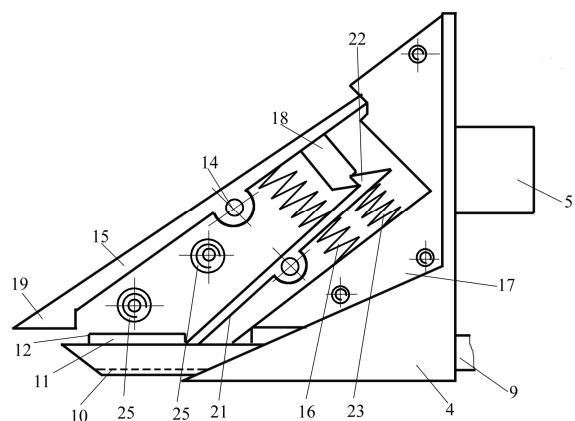


Рис. 16. Зуб ковша зі знятими стінками

Fig. 16. Bucket tooth with removed walls

Сила $P_{\text{пл}}$ перестає діяти на виступ 19. Наступний виступ 11, переміщуючись з різальною пластиною під дією пружини 7,

тисне передньою робочою площадкою 12 на коромисло 21, тому що воно нахилено під гострим кутом до різальної пластини і не перешкоджає її пересуванню. Під дією виступу 11 коромисло обертається навколо шарніра 20, виходить з зачеплення з фіксуючим виступом 18 сигнальної пластини, яка під дією пружини 16, обертаючись, впирається виступом 19 в висунуту частину різальної пластини. Наступному висунуванню різальної пластини перешкоджає виступ 11, який вивів коромисло з зачеплення з фіксуючим виступом 18, тому, що пройшовши коромисло, впирається передньою 12 робочою площадкою у виступ 19 опущеної сигнальної пластини. Після цього коромисло обертається у зворотному напрямку під дією пружини 23 навколо шарніра 20. Поверненню різальної пластини в карман 6 під дією сил копання перешкоджає виступ 11, що знаходиться між виступом 19 і коромислом, впираючись в коромисло своєю задньою робочою площадкою 13. Таким чином ківш готовий до роботи, тому, що автоматично висунута частина різальної пластини за кромку зуба буде руйнувати ґрунт, виключаючи руйнування ґрунту об зуб. Процес висунання різальної пластини продовжується до тих пір, поки різальна пластина не зноситься і повністю не висунеться з напрямних 10 під дією пружини 7.

Для уникнення попадання всередину зуба частинок ґрунту, він закривається боковими стінками, які кріпляться до зуба за допомогою гвинтів.

Різальна пластина виготовлена з висотою, що дорівнює

$$\Delta h = (1 - k_{\text{бок}})h_3,$$

де Δh – висота різальної пластини, $k_{\text{бок}}$ – коефіцієнт розширеної частини прорізу, h_3 – висота зуба, що дорівнює глибині різання.

Такий розмір різальної частини забезпечує найменш енергоємне відокремлення ґрунту від масиву, тому, що бокові розширення прорізей при такому розмірі різальної частини мають найбільше питоме значення в перерізу прорізу. Площа перерізу середньої частини прорізу і довжина різальної кромки ножа або зуба повинні бути

мінімальними в допустимих межах. Обрис кромки козирка ковша повинен бути достатньо близьким до обрису бокових поверхонь прорізу ґрунту. Цим умовам відповідає різання ґрунту ковшем або різальною частиною мінімальної висоти Δh при даній глибині різання h_3 з забезпеченням вільного розповсюдження бокових розширень прорізу до поверхні масиву. Кут сполучення бокових стінок 2 має симетричний кутовий обрис з гілками, що розходяться під кутом $\pi - 2\gamma$, де γ – кут нахилу бокових поверхонь прорізей ґрунту при їх природному утворенні. Різальна пластина поміщена в кутовому сполученні стінок 2, а глибина заглиблення дорівнює її висоті. Таким чином бокові 2 і передня 1 стінки не взаємодіють з незруйнованим ґрунтом, тому різальна пластина може бути виконана мінімальної товщини, що дозволяє здійснювати руйнування ґрунту, чим досягається зниження металоемності частин, що зношуються, і зменшення площадки зносу, а отже і зменшення сил опору ґрунту різанню і збільшення продуктивності розробки робочих середовищ.

Таким чином врахування природних зв'язків між елементами, які мають синергетичний характер в різних аспектах взаємодії між знаковими складовими комплексу, що складають систему для розробки робочих середовищ, дозволяє значно знизити енергоємність руйнування ґрунтів.

ВИСНОВКИ

Були розглянуті технічні системи з адаптаційним зв'язком, розроблені в КНУБА. Представлені технічні системи апробовані на кафедрі будівельних машин ім. Ю.О. Ветрова та використовуються при навчанні спеціалістів та магістрів.

Враховуючи вищезазначене отримаємо, що ефективність взаємодії технічної системи з робочим середовищем визначається видом адаптаційного зв'язку, який, в свою чергу, залежить від характеристик технічної системи та робочого середовища.

Задачею подальших досліджень є визначення закономірностей впливу адаптаційного зв'язку на кінематичні, геометричні,

силові та енергетичні параметри взаємодії технічних систем з робочим середовищем та визначення критеріїв оптимізації для робочих процесів відповідних технічних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Авторское свидетельство №1416629.** Зуб землеройной машины / Л.Е.Пелевин, А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 30. 15.08.88г.
2. **Авторское свидетельство №1677185.** Ковш экскаватора / В.Л.Баладинский, Л.Е.Пелевин, А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 34. 15.09.91г.
3. **Авторское свидетельство №1372023.** Рыхлитель / В.Л.Баладинский, Л.Е.Пелевин, А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 5. 07.02.88г.
4. **Авторское свидетельство №1411395.** Рабочий орган рыхлителя / В.Л.Баладинский, А.А.Костенюк, Л.Е.Пелевин, А.В.Фомин и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 27. 23.07.88г.
5. **Авторское свидетельство №1564289.** Рабочий орган рыхлителя / В.Л.Баладинский, А.А.Костенюк, Л.Е.Пелевин, А.В.Фомин, и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 18. 15.05.90г.
6. **Авторское свидетельство №1709034.** Рабочий орган рыхлителя / Л.Е.Пелевин, А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 4. 30.01.92г.
7. **Авторское свидетельство №1583556.** Ковш землеройной машины / В.Л.Баладинский, А.А.Костенюк, Л.Е.Пелевин и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 29. 07.08.90г.
8. **Авторское свидетельство №1479582.** Ковш землеройной машины. / В.Л.Баладинский, В.Н.Смирнов, Л.Е.Пелевин и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 18. 15.05.89г.
9. **Авторское свидетельство №1738944.** Рабочий орган рыхлителя. / А.А.Костенюк, Л.Е.Пелевин и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 21. 07.06.92г.
10. **Авторское свидетельство №1740575.** Зуб землеройной машины. / А.А.Костенюк, Л.Е.Пелевин и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 22. 15.06.92г.
11. **Авторское свидетельство №1590514.** Наконечник рыхлителя. / Л.Е.Пелевин,

А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 33. 07.09.90г.

12. **Авторское свидетельство №1684433.** Ковш землеройной машины / Л.Е.Пелевин, А.А.Костенюк и др.: заявитель и патентовладелец КИСИ; Бюл. № 38. 15.10.91г.

REFERENCES

1. **Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1988.** Zub zemlerojnoj mashini [Tooth digging] Authorship certificate USSR. no. 1416629.
2. **Baladinskij V.L., Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1991.** Kovsh ekskavatora [Excavator bucket] Authorship certificate USSR. no. 1677185.
3. **Baladinskij V.L., Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1988.** Rihlitel [Ripper] Authorship certificate USSR. no. 1372023.
4. **Baladinskij V.L., Kostenjuk A.A., Pelevin L.E. 1988.** Rabochij organ rihlitelja [Ripper effector] Authorship certificate USSR. no. 1411395.
5. **Baladinskij V.L., Kostenjuk A.A., Pelevin L.E., Fomin A.V. 1990.** Rabochij organ rihlitelja [Ripper effector] Authorship certificate USSR. no. 1564289.
6. **Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1988.** Rabochij organ rihlitelja [Ripper effector] Authorship certificate USSR. no. 1709034.
7. **Baladinskij V.L., Kostenjuk A.A., Pelevin L.E. 1990.** Kovsh zemlerojnoj mashini [Bucket digging] Authorship certificate USSR. no. 1583556.
8. **Baladinskij V.L., Smirnov V.N., Pelevin L.E. 1990.** Kovsh zemlerojnoj mashini [Bucket digging] Authorship certificate USSR. no. 1479582.
9. **Kostenjuk A.A., Pelevin L.E. 1992.** Rabochij organ rihlitelja [Ripper effector] Authorship certificate USSR. no. 1738944.
10. **Kostenjuk A.A., Pelevin L.E. 1992.** Zub zemlerojnoj mashini [Tooth digging] Authorship certificate USSR. no. 1740575.
11. **Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1990.** Nakonechnik rihlitelja [Tip ripper] Authorship certificate USSR. no. 1590514.
12. **Pelevin L.E., Kostenjuk A.A. 1991.** Kovsh zemlerojnoj mashini [Bucket digging] Authorship certificate USSR. no. 1684433.