

УДК 621.878.6

ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

ХМАРА Л. А.¹, *д. т. н., проф.*
ГОЛУБЧЕНКО О. І.^{2*}, *к. т. н., доц.*

¹ Кафедра будівельних і дорожніх машин (БДМ), Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ПДАБА), вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

^{2*} Кафедра будівельних і дорожніх машин (БДМ), Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ПДАБА), вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263

Анотація. *Постановка проблеми.* Ефективність виконання земляних робіт в першу чергу визначається продуктивність землерийних машин. Найвищу серед землерийно-транспортних машин продуктивність забезпечують машини безперервної дії, наприклад, такі як, грейдер-елеватори, бульдозери та автогрейдері з косо встановленим відвалом. Але їх суттєвий недолік – неможливість переміщення розробленого ґрунту на значну відстань від зони копання ґрунту. Так максимальна відстань бічного транспортування ґрунту грейдер-елеватором складає 10 м, він має високу металоємність, використовується на слабких ґрунтах та в даний час серійно не виробляються. Переміщення ґрунту косовстановленим відвалом здійснюється тільки за його межі. Підвищити продуктивність та збільшити відстань бічного транспортування дозволяють спеціальні землерийно-транспортні машини. Але вони не виробляються серійно, мають високу матеріалоємність і відповідно вартість. Тому актуальною є проблема створення робочого обладнання землерийно-транспортних машин безперервної дії, які забезпечують збільшення відстані переміщення ґрунту, можливість керування параметрами його транспортування та із застосуванням в якості базових машин серійних промислових тракторів, тягачів і землерийно-транспортних машин циклічної дії, таких як бульдозер, автогрейдер. Мета статті: інноваційних технічних рішень робочого обладнання ЗТМ безперервної дії з керованими параметрами транспортування ґрунту та підвищеними показниками ефективності робочого процесу. **Висновок.** Розроблені конструкції робочого обладнання ЗТМ безперервної дії із застосуванням різально-метальних пристроїв, конвеєрних металників, які забезпечують керування відстанню та кутом бічного транспортування ґрунту. Різально-метальні пристрої дозволяють одночасно здійснювати процес різання ґрунту або захоплення з насипи та його транспортування в режимі вільного метання, що забезпечує зниження матеріалоємності ЗТМ у порівнянні з серійними та спеціальними. Конструкції стрічок конвеєрних металників дозволяють виключити у порівнянні з радіальними лопатевими металниками додання сил тертя по нерухомому кожуху та відповідно знизити енергоємність транспортування ґрунту.

Ключові слова: землерийно-транспортна машина, робоче обладнання, копання ґрунту, бічне транспортування ґрунту, різально-метальний робочий орган, конвеєр-металник.

ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

ХМАРА Л. А.¹, *д. т. н., проф.*
ГОЛУБЧЕНКО А. И.^{2*}, *к. т. н., доц.*

¹ Кафедра строительных и дорожных машин (СДМ), Государственного высшего учебного заведения (ГВУЗ) «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ПГАСА), ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина тел. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

^{2*} Кафедра строительных и дорожных машин (СДМ), Государственного высшего учебного заведения (ГВУЗ) «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ПГАСА), ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина тел. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263.

Аннотация. Постановка проблемы. Эффективность выполнения земляных работ в первую очередь определяется производительность землеройных машин. Самую высокую среди землеройно-транспортных машин производительность обеспечивают машины непрерывного действия, например, такие как, грейдер-элеваторы, бульдозеры и автогрейдеры с косо установленным отвалом. Но существенный недостаток - невозможность перемещения разработанного грунта на значительное расстояние от зоны копания земли. Так максимальное расстояние бокового транспортировки грунта грейдер-элеватором составляет 10 м, он имеет высокую металлоемкость, используется на слабых грунтах и в настоящее время серийно не производится. Перемещение грунта косо восстановленным отвалом осуществляется только за его пределы. Повысить производительность и увеличить расстояние боковой транспортировки позволяют специальные землеройно-транспортные машины. Но они не производятся серийно, имеют высокую материалоемкость и соответственно стоимость. Поэтому актуальной является проблема создания рабочего оборудования землеройно-транспортных машин непрерывного действия, обеспечивающих увеличение расстояния перемещения грунта, возможность управления параметрами его транспортировки и с применением в качестве базовых машин серийных промышленных тракторов, тягачей и землеройно-транспортных машин циклического действия, как бульдозер, автогрейдер. Цель статьи: инновационных технических решений рабочего оборудования ЗТМ непрерывного действия с управляемыми параметрами транспортировки грунта и повышенными показателями эффективности рабочего процесса. **Вывод.** Разработаны конструкции рабочего оборудования ЗТМ непрерывного действия с применением резально-метательных устройств, конвейерных метателей, которые обеспечивают управление расстоянием и углом боковой транспортировки грунта. Резально-метательные устройства позволяют одновременно осуществлять процесс резки грунта или захват с насыпи и его транспортировки в режиме свободного метания, что обеспечивает снижение материалоемкости ЗТМ по сравнению с серийными и специальными. Конструкции лент конвейерных метателей позволяют исключить по сравнению с радиальными лопастными метателями преодоления сил трения по неподвижному кожуху и соответственно снизить энергоемкость транспортировки грунта.

Ключевые слова: землеройно-транспортная машина, рабочее оборудование, копания грунта, боковое транспортировки грунта, резально-метательный рабочий орган, конвейер-метатель.

FORMATION OF INNOVATIVE TECHNICAL DECISIONS OF WORKING EQUIPMENT FOR CONTINUOUS EARTH MACHINES

KHMARA L. A. ¹, Doctor of Technical Sciences, Professor.

GOLUBCHENKO A. I. ^{2*}, Ph. D., Associate Professor.

¹ Department of Building and Traveling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", st. Chernyshevsky, 24-A, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

^{2*} Department of Building and Traveling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", st. Chernyshevsky, 24-A, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263.

Annotation. Formulation of the problem. Efficiency of excavation works is primarily determined by the performance of earthmoving machinery. The highest among the earth-moving machines productivity is provided by continuous machines, for example, grader-elevators, bulldozers and motor graders with an obliquely installed blade. But a significant drawback - the impossibility of moving the developed ground to a considerable distance from the digging zone of the earth. So the maximum distance of lateral transportation of soil by the grader-elevator is 10 m, it has a high metal content, is used on weak soils and is not currently produced serially. The movement of the soil by the scoop is carried out only beyond its limits. Increase the productivity and increase the distance of lateral transportation allows special earth-moving machines. But they are not produced serially, they have high material consumption and, accordingly, the cost. Therefore, the problem of creating working equipment of earth-moving machines of continuous action providing an increase in the distance of ground movement, the possibility of controlling the parameters of its transportation and using standard industrial tractors, tractors and earth-moving machines of cyclic action as a bulldozer or an autograder are urgent. The purpose of the article: innovative technical solutions for working equipment of continuous ZTM with controlled parameters of soil transportation and increased efficiency of the work process. **Conclusion.** Designs of working equipment of continuous ZTM with the use of cutting-throwing devices, conveyor throwers, which provide control of the distance and the angle of lateral ground transportation are developed. Cutting-throwing devices allow simultaneously to carry out the process of cutting the soil or grabbing from the embankment and its transportation in the free-throwing mode, which provides a reduction in the material consumption of ZTM in comparison with the serial and special ones. The construction of conveyor belt throwers makes it possible to overcome frictional forces over a stationary casing in comparison with radial lobe throwers and, accordingly, to reduce the energy intensity of soil transport.

Keywords: earth-moving transport machine, working equipment, digging of soil, lateral transportation of soil, cutting-throwing working body, conveyor-thrower.

Постановка проблеми. Виконання земляних робіт передбачає розробку ґрунту, транспортування його до місця укладання його, укладання ґрунту в насип або відвал. З перелічених операційна вибір засобів механізації особливо впливають відстань транспортування ґрунту та об'єм земляних робіт. Так на відстанях переміщення ґрунту від 100 до 5000 м. ефективно використовувати землерійно-транспортні машини циклічної дії у вигляді скреперів. На менших відстанях – бульдозери. При спорудженні протяжних будівельних об'єктів, таких як насипи або виїмки при будівництві автомобільних і залізничних доріг, земляних роботах при прокладанні інженерних комунікацій, ремонті нафто- та газопроводів, зворотній засипці траншей, будівництві меліоративних та оборонних споруд потрібно виконувати земляні роботи з переміщенням ґрунту на невелику відстань перпендикулярну напрямку будівельного об'єкта і яка не перевищує 50 м. Розподіл ймовірності відстані L переміщення ґрунту на лінійних об'єктах будівництва автомобільних доріг складає: $L = 0-10$ м., $p = 0,21$; $L = 10-20$ м., $p = 0,36$; $L = 2-30$ м., $p = 0,28$; $L = 30-40$ м., $p = 0,12$; $L = 40-50$ м., $p = 0,03$ [1].

Використання машин циклічної дії на вказаних об'єктах земляних робіт недостатньо ефективно у порівнянні з використанням ЗТМ безперервної дії. Високопродуктивні ЗТМ мають окремі органи для розробки та транспортування ґрунту, що дозволяє зменшити енергоємність робочого процесу. Таким вимогам відповідають грейдер-елеватори, спеціальні землерійні машини з відвальними стрічковими конвеєрами, які по умовам збереження стійкості, маневреності та оптимальної маси мають обмежену довжину.

З метою активізації робочого процесу ЗТМ при транспортуванні значних мас ґрунту на невеликі відстані доцільно використовувати механічні металники, які добре сполучаються з різними ґрунторозроблювальними пристроями, дозволяють при порівняно малій масі та невеликих габаритах усунути невідповідність між продуктивністю ґрунторозроблювального і транспортувального органів, що є одним з шляхів зниження питомої металоємності та зведених питомих витрат на розробку ґрунту.

Аналіз публікацій. Для зовнішнього переміщення ґрунту від ґрунторозроблювального робочого органу у ЗТМ безперервної дії або його переміщення у внутрішню порожнину ковша у машині циклічної дії використовуються різні транспортувальні пристрої у вигляді стрічкових, скребоквих та гвинтових конвеєрів та металних пристроїв [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Розглянутим конструкціям в цих роботах присутні наступні недоліки, а саме неможливість регулювати параметри процесу транспортування

ґрунту, обмежена відстань переміщення ґрунту конвеєрами, транспортувальні пристрої не приймають участі у руйнуванні ґрунту.

Викладення основного матеріалу. Збільшення відстані бічного транспортування ґрунту косовстановленим відвальним робочим органом забезпечують лопатеві металники різних форм. Конструкція відвального робочого органу з лопатевим металником для бічного транспортування ґрунту (рис. 1) має косовстановлений відвал 1 з різальним ножом 2 та криволінійну відвальну поверхню 3, штовхальні бруси 4, гідроциліндри керування 5. До бічної стінки відвала 1 за допомогою кронштейна 6 закріплений лопатевий металник 7, так, що його вісь обертання 8 співпадає з напрямом криволінійної відвальної поверхні 3. Привід металника 7 складається з редуктора 9 та гідродвигуна 10.

Під час роботи робочого обладнання ґрунт, що зрізується ножом 2, підіймається по відвальній поверхні 3 і одночасно з цим рухається вздовж відвала у бік металника 7. Після досягнення ґрунтом металника 7 він захоплюється його лопатами та метастеряє у напрямі перпендикулярному до вісі обертання. Так як, відвал 1 і вісь обертання 8 розташовані під кутом до напрямку руху робочого обладнання, то переміщення ґрунту відбувається за межі ширини смуги копання.

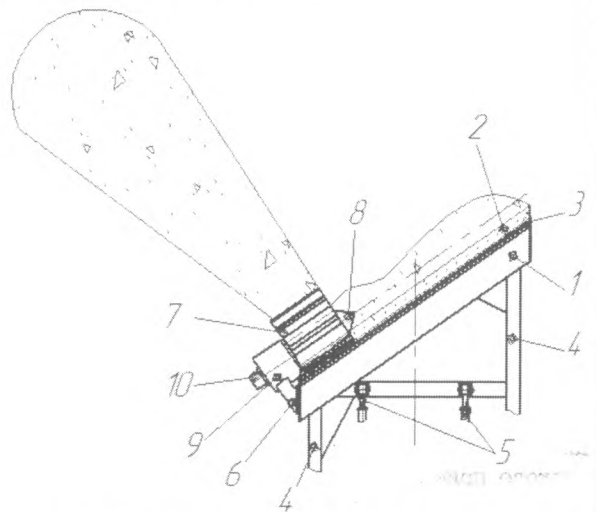


Рис. 1. Відвальний робочий орган з циліндричним лопатевим металником для бічного транспортування ґрунту

Варіант виконання відвального робочого обладнання ЗТМ (рис. 2) містить сферичний лопатевий металник 1 з приводом у вигляді гідродвигуна 2 та редуктора 3. На редукторі 3 жорстко закріплена вертикальна стійка 4, яка за допомогою шарніра 5 з'єднана з кронштейном 6 на відвалі. Вертикальна

стійка 4 має гідропривід повороту у вигляді гідроциліндра 7.

Застосування сферичного лопатевого металника 1 дозволяє змінювати кут напрямку метання ґрунту. Для цього за допомогою гідроциліндра 7 здійснюється сумісний поворот вертикальної стінки 4 та металника 1 навколо шарніра 5. Сферична форма металника забезпечує мінімальний просвіт між криволінійною відвальною поверхнею і лопатями металника 1 при будь-якому куті його повороту. Даний варіант виконання робочого обладнання ЗТМ дозволяє змінювати відстань бічного транспортування ґрунту за рахунок зміни кута метання. При цьому металник працює при постійній частоті обертання, яка відповідає максимальній продуктивності ЗТМ.

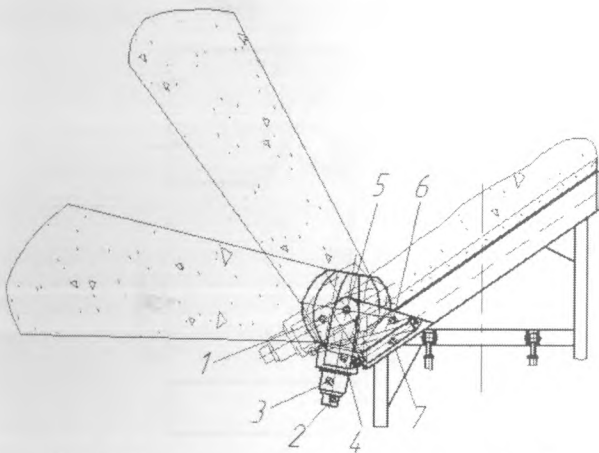


Рис. 2. Косовстановлений відвальний робочий орган із лопатевим сферичним металником для керованого бічного транспортування ґрунту

Інноваційним напрямом формування робочого обладнання ЗТМ є поєднання різальних та металних елементів. Такий підхід виключає використання окремих самостійних транспортувальних засобів, знижує матеріаломісткість робочого обладнання. Вказана особливість реалізована в технічному рішенні робочого обладнання ЗТМ для бічного транспортування ґрунту (рис. 3). Робоче обладнання має відвал 1 з різальним ножом, горизонтальний різально-металний інтенсифікатор у вигляді дискретно встановлених по гвинтовим лініям навколо приводного вала 3 радіальних лопатей 4 з похилими до них різальними ножами 5. Опори 6 вала 3 змонтовані на бічних стінках 7 відвала 1. Привід різально-металного інтенсифікатора складається з гідродвигуна 8 редуктора 9 та ланцюгової передачі 10. Радіальні лопаті 4 з різальними ножами 5 вздовж вала 3 встановлені з перекриттям на відстані a .

При поступовому переміщенні робочого обладнання різальні ножі 5 захоплюють ґрунт зрізаний ножом 2 або з насипи і транспортують його вздовж відвальної поверхні. Завдяки нахилу різальних ножів 5 та дії сили тертя між ґрунтом та відвалом,

яка створюється дією відцентрової сили, порції ґрунту на різальних

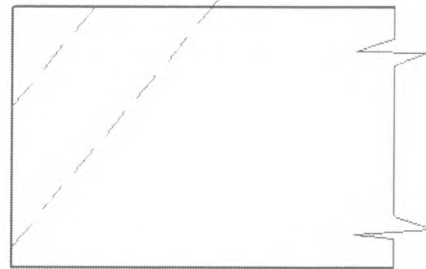
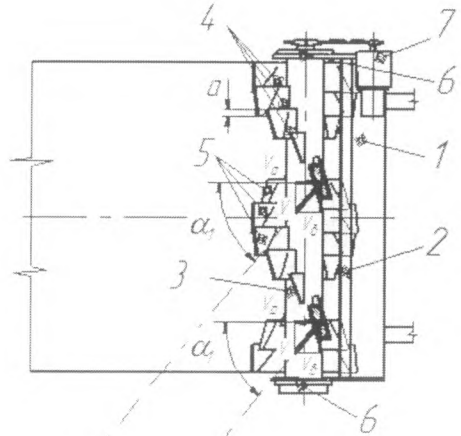
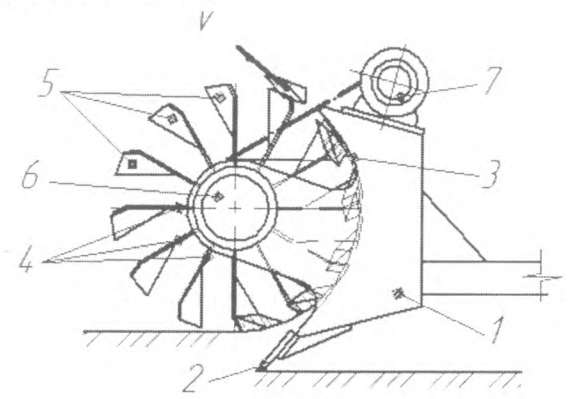


Рис. 3. Робоче обладнання землерійно-транспортної машини для бічного транспортування ґрунту з різально-металним інтенсифікатором

ножах 5 крім колової швидкості V_0 отримують осьову швидкість V_b . Таким чином, вектор абсолютної швидкості V ґрунту при виході з зони взаємодії з відвалом дорівнює сумі векторів швидкостей V_0 та V_b і має напрям у горизонтальній площині під кутом α_1 до напрямку переміщення робочого обладнання. Подальше бічне транспортування ґрунту здійснюється за рахунок його метання та вільного його переміщення у просторі. Перекриття лопатей 4 та ножів 5 не дає можливості просипання ґрунту у просвіти між ними. На рис. 4 надані варіанти виконання робочого обладнання ЗТМ з використанням

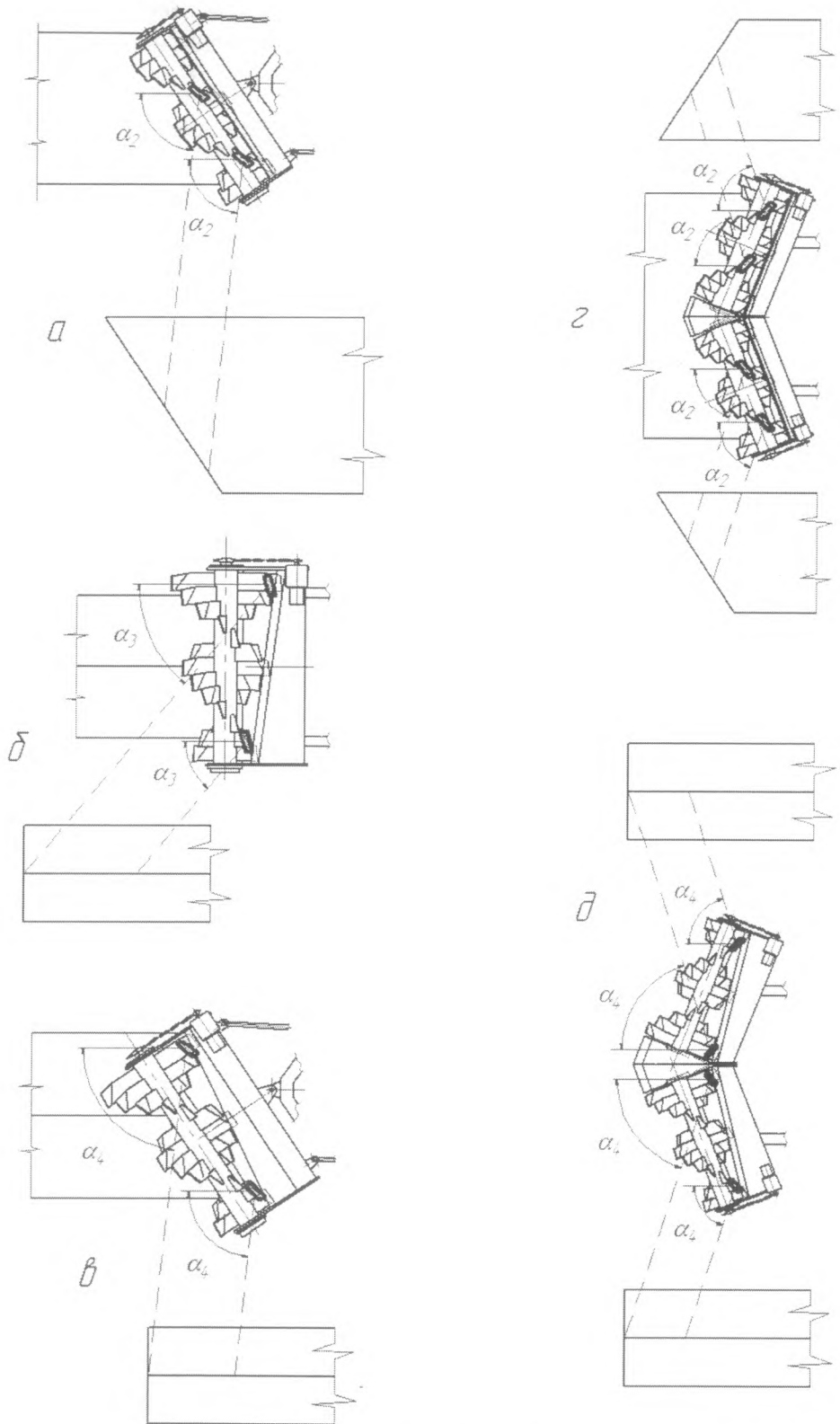


Рис. 4. Виконання робочого обладнання землерійно-транспортної машини для бічного транспортування ґрунту: а-косовстановлений відвал з інтенсифікатором циліндричної форми; б-прямий відвал з інтенсифікатором конічної форми; в-косовстановлений відвал з інтенсифікатором конічної форми; г-двохсекційний відвал з циліндричним інтенсифікатором двобічної дії; д-двохсекційний відвал з конічним інтенсифікатором двобічної дії

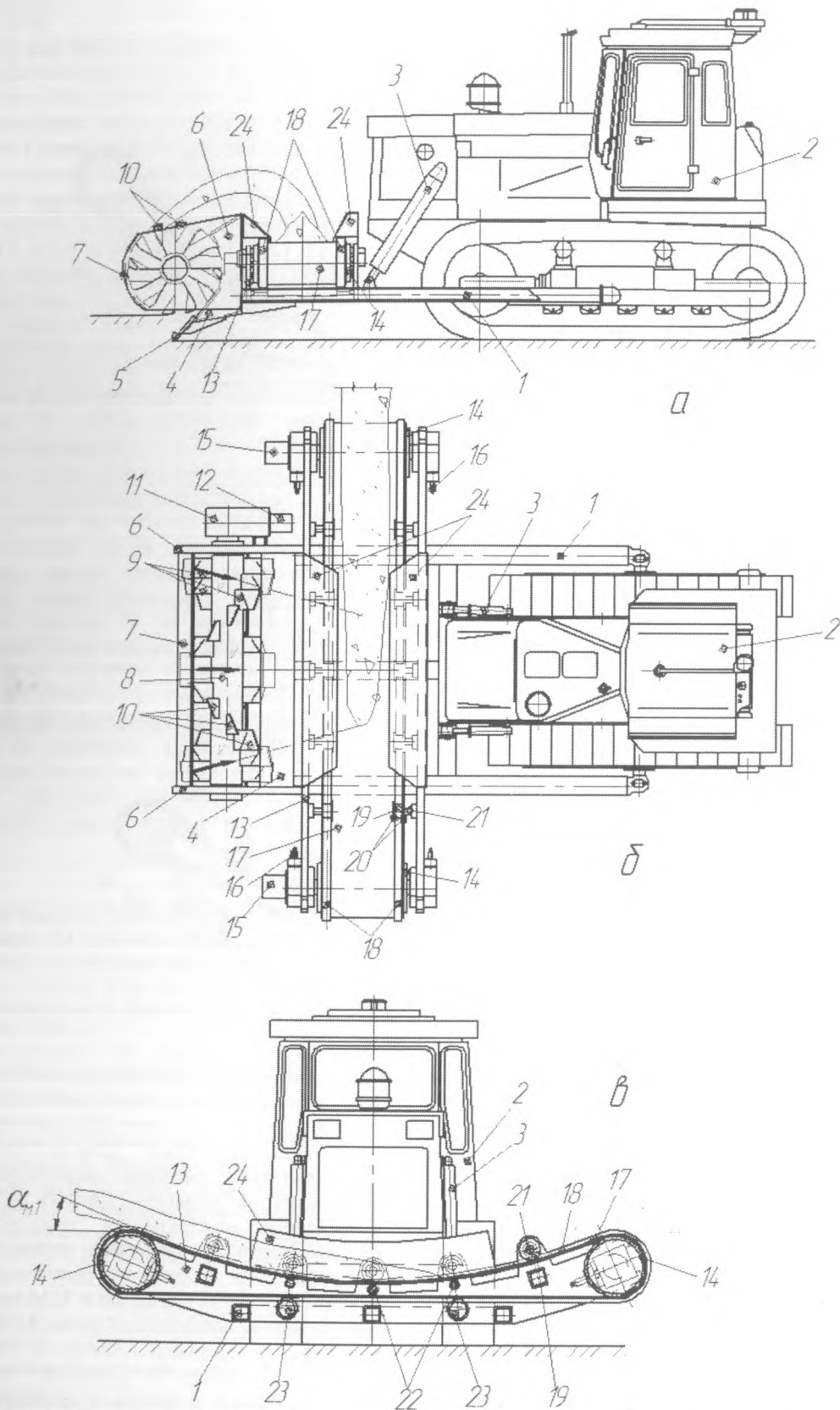


Рис.5. Робоче обладнання землерійно-транспортної машини з використанням різально-металевого робочого органа та конвеєра-металічника для бічного транспортування ґрунту: а-вид збоку; б-вид зверху; в-повздовжній переріз конвеєра-металічника

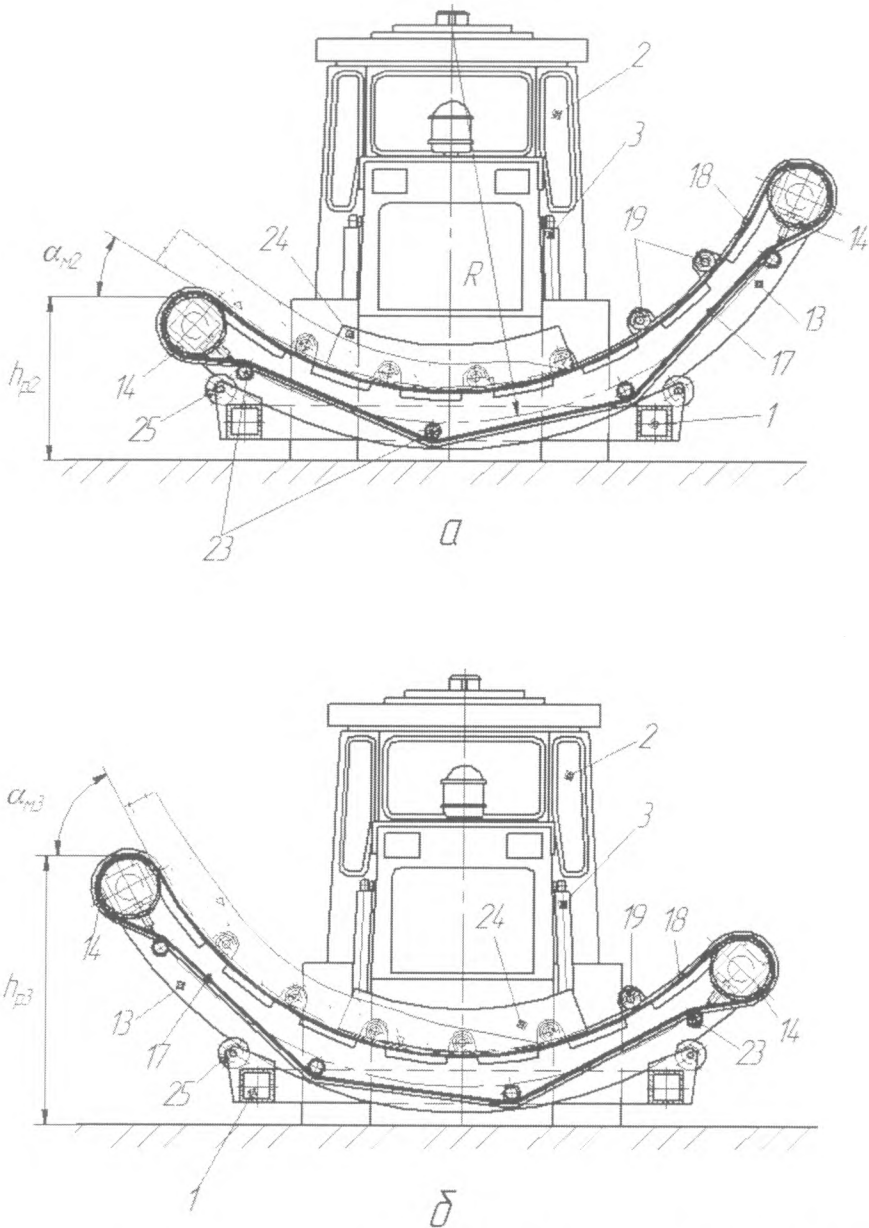


Рис. 6. Варіант виконання конвеєра-метальника з регулюванням параметрів метання: а-мінімальна відстань бічного транспортування ґрунту; б-максимальна відстань бічного транспортування ґрунту

різально-метального інтенсифікатора. Використання косо встановленого відвала з інтенсифікатором циліндричної форми дозволяє збільшити кут бічного транспортування $\alpha_2 > \alpha_1$ та відповідно відстань (рис. 4, а). Конічна форма інтенсифікатора у поєднанні з прямим відвалом забезпечує переміщення ґрунту на одну лінію з всієї ширини робочого обладнання (рис. 4, б). Даний характер транспортування ґрунту ефективний для зворотної засипки траншей. Аналогічно косовстановлений відвал з інтенсифікатором конічної форми збільшує кут бічного транспортування $\alpha_4 > \alpha_3$ (рис. 4, в). Використання двохсекційних відвальних робочих органів з інтенсифікаторами різних форм забезпечують двобічне транспортування ґрунту (рис. 4, г-д).

Забезпечити бічне транспортування ґрунту перпендикулярно напрямку переміщення робочого обладнання та збільшити відстань у порівнянні з попередніми конструкціями дозволяє поєднання різально-метального робочого органа та конвеєра-метальника. Ця особливість реалізована технічним рішенням робочого обладнання ЗТМ на рис. 5. Воно складається з штовхаючої рами 1, яка шарнірно приєднана до базового трактора 2, гідроциліндрів керування 3, відвала 4, різального ножа 5. Між бічними стінками 6 відвала 4 змонтовано різально-метальний робочий орган, який охоплюється у передній частині металевим кожухом 7. Особливість різально-метального робочого органа полягає у тому, що на його приводному валу 8 встановлені по гвинтовим лініям радіальні лопаті 9 з похилими до

них різальними ножами 10 симетрично відносно поздовжньої вісі базової машини. Привід робочого органа складається з редуктора 11 та гідродвигуна 12. Позаду відвала 4 на штовхаючій рамі 1 змонтований конвеєр-метальник, який містить раму 13, тягові барабани 14 з приводами 15, натяжні пристрої 16 та конвеєрну стрічку 17 з верхньою робочою гілкою дугоподібною форми. Уздовж обох країв зовнішньої поверхні стрічки 17 по всій її довжині виконані напрямні 18 прямокутного поперечного перерізу, з якими на верхній робочій гілці стрічки 17 взаємодіють ролики 19 з ребордами 20. Ролики 19 за допомогою осей 21 змонтовані на рамі 13. Нижня поверхня робочої гілки стрічки 17 спирається на пласкі опорні роликоопори 22, а холоста гілка – на підтримуючі роликоопори 23, що розташовані між напрямними 18. Конвеєр-метальник оснащується напрямними бортами 24.

Під час роботи робочого обладнання зрізаний ґрунт ножем 5 транспортується різально-метальним робочим органом на конвеєр металника. Завдяки нахилу різальних ножів та їх симетричному розташуванню потік ґрунту завантажується у центральній частині конвеєра - металника між напрямними бортами 24. За рахунок дугоподібною форми робочої гілки стрічки у місці розвантаження на приводному барабані 14 ґрунт має напрям швидкості під кутом α_{M1} до горизонтальної поверхні. Ця умова сприяє виникненню ефекта метання ґрунту під кутом до горизонту, який збільшує відстань бічного транспортування ґрунту. Зміною частоти обертання приводних барабанів 14 можна збільшувати або зменшувати відстань метання. Зміна

напрямку бічного транспортування відбувається за рахунок реверсу обертання барабанів 14.

На рисунку 6 надано варіант виконання конвеєра-метальника, який дозволяє регулювати кут та висоту метання ґрунту. Особливість конструкції полягає у тому, що рама 13 конвеєра-метальника має криволінійну форму з радіусом R та встановлена на опорах у вигляді ножів 25, які закріплені на штовхаючій рамі 1.

За допомогою приводу рама перекочується по ножах і таким чином змінюється кут метання ґрунту $\alpha_{M3} > \alpha_{M2}$ та висота розвантаження $h_{p3} > h_{p2}$, що дозволяє одночасно із зміною частоти обертання приводних барабанів 14 в широких межах регулювати відстань бічного транспортування ґрунту.

Висновок. Розроблені конструкції робочого обладнання ЗТМ безперервної дії із застосуванням різально-метальних пристроїв, конвеєрних металників, які забезпечують керування відстанню та кутом бічного транспортування ґрунту. Різально-метальні пристрої дозволяють одночасно здійснювати процес різання ґрунту або захоплення з насипи та його транспортування в режимі вільного метання, що забезпечує зниження матеріалоемності ЗТМ у порівнянні із серійними та спеціальними. Конструкції стрічок конвеєрних металників дозволяють виключити у порівнянні з радіальними лопатевими металниками додання сил тертя по нерухомому кожуху та відповідно знизити енергоємність транспортування ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В. И. Баловнев Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. – М.: Машиностроение, 1994. – 432 с.
2. Машини для земляних робіт: Підручник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк та ін.; за заг. ред. д.т.н., проф. Л. А. Хмари та д.т.н., проф. С. В. Кравця. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 548 с.
3. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве / [В. И. Баловнев, Л. А. Хмара] – Москва: Транспорт, 1983. – 384 с.
4. Модернізація та підвищення продуктивності будівельних машин / [Л. А. Хмара, М. П. Колісник, В. П. Станевський] – Київ: Будівельник, 1992. – 152 с.
5. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / [В. И. Баловнев, Л. А. Хмара]. – Москва: Транспорт, 1993. – 383 с.
6. Федоров Д. И. Рабочие органы землеройных машин / Д. И. Федоров. Москва: Машиностроение, 1977. - 288 с.
7. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В. И. Баловнев. - Москва: Машиностроение, 1994. - 432 с.
8. Ветров Ю. А. Резание грунтов землеройными машинами / Ю. А. Ветров. - Москва: Машиностроение, 1971. - 357 с.
9. Современные скреперы с механизированной загрузкой: Обзорная информация / Баловнев В. И., Ронинсон Э. Г., Толмачев А. И., Хмара Л. А., Яркин А. А. Серия 2 "Дорожные машины". - М.: ЦНИИТЭСтроймаш. - 1990. - Вып. 3. - 41 с.
10. Голубченко О. І. Кінематичні особливості процесу транспортування ґрунту гвинтовим робочим органом різально-кидалного типу для землеройно-транспортних машин безперервної дії / О. І. Голубченко, М. Е. Хожило // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. – Вып. 57. – 2010. – С. 36-45.

REFERENCES

1. V. I. Balovnev Modelirovaniye protsessov vzaimodeystviya so sredoy rabochikh organov dorozhno-stroitel'nykh mashin. – М.: Mashinostroyeniye, 1994. – 432 s.
2. Balovnev V. I. Intensifikatsiya zemlyanykh rabot v dorozhnom stroitelstve [Intensification of earthmovings is in travelling

- building] / V. I. Balovnev, L. A. Khmara – M.: Transport, 1983. – 384 p.
3. Khmara L. A. Modernizatsiya ta pidvischennya produktivnosti budivelnih mashin [Modernisation and increase of the productivity of building machines] / L. A. Khmara, M. P. Kolisnik, V. P. Stanevskiy – K.: Budivelnik, 1992. – 152 p.
 4. Derevyanchuk M. I. Analiz balansa moschnosti radialnogo rotorno-lopastnogo metatelya grunta dlya zapolneniya kovsh skrepera [Statement of power of radial rotor-blade thrower of soil analysis for filling of scoop of dragshovel] // Sbornik nauchnykh trudov PGASA «Intensifikatsiya rabochih protsessov stroitelnykh i dorozhnykh mashin». Vyipusk 10. Pod'emno-transportnyie, stroitelnyie i dorozhnyie mashiny i oborudovanie. – Dnepropetrovsk, 2000. – P. 54-63.
 5. Kavalerov A. A. Rotornyye metatelyi gruntov: Obzor [Rotor throwers of soils: Review]. - M.: TsNIITestroyemash, 1969. - 3 p.
 6. Fedorov D. I. Rabochie organyi zemleroynykh mashin [Working organs of earthmovers] / D. I. Fedorov. Moskva Mashinostroenie, 1977. - 288 p.
 7. Balovnev V. I. Modelirovanie protsessov vzaimodeystviya so sredoy rabochih organov dorozhno-stroitelnykh mashin [Design of processes of co-operating with the environment of working organs of trailbuilders]. - M.: Mashinostroenie, 1994. 432 p.
 8. Vetrov Yu. A. Rezanie gruntov zemleroynymi mashinami [Cutting with of soils earthmovers] / Yu. A. Vetrov. - Moskva Mashinostroenie, 1971. - 357 p.
 9. Sovremennyye skrepery s mehanizirovannoy zagruzkoj: Obzornaya informatsiya [Modern drag shovels with the mechanized loading: Survey information] / Balovnev V. I., Roninson E. G., Tolmachev A. I., Hmara L. A., Yarkin A. A. Seriya 2 "Dorozhnyie mashiny". - M.: TsNIITestroyemash. - 1990. - Vyip. 3. - 41 p.
 10. Golubchenko O. I. Kinematichni osoblivosti protsesu transportuvannya gruntu gvintovim robochim organom rizalno-kidalnogo tipu dlya zemleriyno-transportnih mashin bezperervnoyi diyi [Kinematics features of process of transporting of soil by the spiral working organ of cutting-missile type for earth-moving-transport machines of continuous action] / O. I. Golubchenko, M. E. Hozhilo // Stroitelstvo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya: Pod'emno-transportnyie, stroitelnyie dorozhnyie mashiny i oborudovanie. – Vyip. 57. – 2010. – P. 36-45.