

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ АДАПТОВАНОЇ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

***В.О. Дубровін, Г.А. Голуб, доктори технічних наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України***

***Н.А. Дубчак, кандидат технічних наук
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»***

***В.В. Теслюк, доктор сільськогосподарських наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України***

Наведено етапи удосконалення, будову та принцип функціонування адаптованих робочих органів викопувальних і очисних транспортно-технологічних систем коренезбиральної машини, яка призначена для одночасного збирання коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви. На основі ідентифікації об'єктів дослідження (існуючих типів копачів і очисників вороху коренеплодів) визначено основні шляхи та принципи розробки, або алгоритм побудови конструктивно-компонувальної схеми адаптованої коренезбиральної машини.

Ворох, коренеплоди, домішки, транспортно-технологічна система, комбінований робочий орган, копач, очисник, адаптована коренезбиральна машина.

Постановка проблеми. Проблема підвищення технічного рівня коренезбиральних машин (КМ), основним критерієм оцінки яких є співвідношення втрат, забрудненості та пошкоджень коренеплодів, залишається особливо актуальною у плані подальшого розвитку вітчизняної коренезбиральної техніки, розвиток виробництва якої в Україні за останні роки практично припинилося.

Характерною сучасною ознакою загальної тенденції процесу збирання великорозмірних коренеплодів, особливо цукрових і кормових буряків, є масштабне застосування однофазних енергозатратних самохідних бункерних комбайнів (СКБ), які поєднують фази збирання (збирання гички, очищення залишків гички, викопування коренеплодів, очищення викопаного вороху коренеплодів від домішок, завантаження коренеплодів в великі кагати на полі або в транспортні засоби) в одну послідовну технологічну операцію, тобто реалізують принцип однофазного збирання коренеплодів.

© В.О. Дубровін, Г.А. Голуб, Н.А. Дубчак, В.В. Теслюк, 2013

У країнах ЄС такими СКБ щорічно збирається до 70 %, а в деяких країнах, наприклад Німеччина, Франція, і значно більше посівних площ коренеплодів цукрових і кормових буряків.

Функціональні схеми таких СКБ не завжди та не в повній мірі відповідають сучасним вимогам показників якості збирання коренеплодів за рахунок існуючих недоліків [1].

При цьому, незважаючи на доволі складні багато вузлові транспортно-технологічні системи (ТТС) робочих органів для викопування та очищення вороху коренеплодів, викопувальні робочі органи (ВРО) подають із викопаними коренеплодами на наступні очисні системи коренезбиральної машини (КМ) недопустимо значну масову кількість ґрунтових домішок (у середньому до 10...15 т з 1 га). Як наслідок – після очищення енергоємними багатоступневими системами очищення викопаного вороху від домішок з полів вивозиться кількість родючого ґрунту, яка еквівалентна 10...15 см орного шару на площі збирання рівній 100 га [2], незважаючи при цьому, що загальна протяжність (технологічна довжина) очисних поверхонь сягає 8...10 (м) і більше [3].

Сучасні напрямки розвитку КМ передбачають розробку та впровадження в сільськогосподарське виробництво високопродуктивних, енергозберігаючих і технологічно надійних збиральних комплексів та технічних засобів, які є адаптованими до одночасного збирання коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви однією адаптованою коренезбиральною машиною (АКМ). Критеріями відповідності сучасних вимог технологічного процесу роботи АКМ, у першу чергу, є показники якості викопування та сепарації домішок коренеплодів [4].

Проведений аналіз роботи відомих викопувальних і очисних робочих органів КМ показав, що вони значно пошкоджують великорозмірні та втрачають дрібні коренеплоди та не задовольняють показники якості очищення вороху коренеплодів від домішок в умовах надмірної вологості ґрунту.

Крім того, у таких типах копачів і очисників вороху коренеплодів конструктивно та технологічно неможливо поєднати при збиранні одночасно дві технологічні операції – викопування коренеплодів і відокремлення невільних домішок від коренеплодів із одночасним видаленням залишків гички на їх головках [5, 6]. Тому поєднання операції видалення залишків гички на головках коренеплодів одночасно з процесом їх викопування та сепарації вільних домішок, є подальшим кроком розробки, дослідження та впровадження в виробництво ТТС комбінованих робочих органів АКМ.

Аналіз останніх досліджень. Результати, які наведені в працях [7-10 та ін.] цілісно характеризують тільки основні принципи

функціонування ВРО та очисних робочих органів (ОРО) без критеріального аналізу загальних тенденцій та шляхів підвищення інтенсифікацій процесу очищення коренеплодів від домішок, або показників якості роботи АКМ.

Дані дослідження є подальшим розвитком методології та методики технологічних аспектів розробки технологічних процесів функціонування ТТС робочих органів АКМ, які призначені для збирання коренеплодів.

Мета досліджень. Метою роботи є підвищення техніко-економічних показників технологічного процесу збирання коренеплодів АКМ при задовільних показниках якості їх збирання шляхом розробки та застосування ТТС комбінованих робочих органів АКМ.

Результати досліджень. В умовах України, а особливо в умовах господарювання багатогалузевих фермерських сільськогосподарських підприємств, які вирощують коренеплоди цукрових, кормових, столових буряків і моркви, актуальною техніко-економічною проблемою є окупність реалізації технічно складних і занадто дорогих (від 150 до 350 тис. грн за одиницю) СБК у зв'язку з обмеженими кліматичними термінами їх застосування (біля одного календарного місяця) на незначних площах (особливо кормових і столових буряків і моркви), причому 90 % цих загальних площ коренеплодів ще збирається роздільними дво- або трифазними енергозатратними, економічно-збитковими способами [11].

Значне підвищення ефективності господарювання багатогалузевих фермерських господарств може досягатися не тільки економічним аналізом прибутку, а й передусім такими показниками як: визначення гнучкості використання однієї АКМ відносно збирання різних культур коренеплодів в умовах різних ґрунтових фонів, різних агрофізичних характеристик коренеплодів тощо; циклічності необхідних строків виконання робіт відносно погодно-кліматичних умов, організаційних заходів тощо; сумісності з попередніми технологічними операціями та системами виробництва культури, наприклад, як засоби обробітку ґрунту, посіву, догляду, ширина міжрядь, урожайність тощо.

Використання АКМ, конструктивно-компонувальні схеми яких побудовані на основі застосування адаптованих ВРО і ОРО значно розширить терміни роботи АКМ на протязі року шляхом збирання коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви однією АКМ при стабільних агротехнічних показниках якості роботи, що призведе до зростання техніко-економічної ефективності виробництва коренеплодів. В основу вирішення наукової проблеми підвищення техніко-експлуатаційних і агротехнологічних показників

якості роботи АКМ покладено гіпотезу про можливість значного розширення діапазону і строків застосування машин для збирання коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування параметрів і загальних конструктивно-технологічних принципів і аспектів використання АКМ, побудованих на основі розробки та дослідження її ТТС адаптованих комбінованих робочих органів.

Розробка, або алгоритм побудови конструктивно-компонувальної схеми АКМ повинен базуватися на застосуванні в її функціональній схемі основних адаптованих ТТС - адаптованого викопувального транспортно-очисного комбінованого робочого органу (АВТОКРО) та адаптованого транспортно-очисного комбінованого робочого органу (АТОКРО), які являють собою моноблочні викопувальні та очисні ТТС комбінованих ВРО і ОРО, принципи функціонування яких ґрунтуються на загальних властивостях технологічного процесу роботи адаптерів багатофункціонального (в деякій мірі універсального) типу, їх призначення та способів застосування під час збирання коренеплодів.

Різноманітність конструктивних схем ВРО і ОРО КМ в прямій залежності тісно пов'язана, як із технологічними процесами збирання, так і з конструктивно-технологічними вимогами до показників якості збирання різних культур і сортів коренеплодів, основними із яких є показники якості викопування коренеплодів і їх очищення від домішок.

Велика кількість створених конструкцій робочих органів, вузлів та компонентів схем викопувальних і очисних пристроїв потребує диференційованого підходу при виборі, розрахунку, проектуванні, дослідженні та впровадженні нових розробок у виробництво. Тому класифікований підхід з урахуванням особливостей робочих органів, схем їх компонентів і способів функціонування, забезпечить можливість проведення аналізу і синтезу необхідної конструктивно-технологічної схеми адаптованих ВРО і ОРО, або в цілому конструктивно-компонувальної схеми АКМ для конкретних умов експлуатації.

Критеріями обґрунтування адаптивних ВРО і ОРО повинні бути покладені загальні основні принципи оптимізаційних властивостей подібності агрофізичних характеристик коренеплодів і функціонування технологічного процесу викопування та очищення коренеплодів від домішок, а також основні технологічні аспекти можливої адаптації сільськогосподарських машин [12].

Загальні принципові недоліки роботи існуючих і технічно реалізованих типів ВРО (лемішних, вилкових, дводискових, вібраційних) і ОРО (транспортних, шнекових, лопатевих, турбінних), якими в основному обладнують навісні, причіпні та

самохідні КМ, СБК наступні:

- для ВРО: відносно значна секундна подача вільного та налиплого на поверхні тіла коренеплодів ґрунту (7...10 кг/с), залишків гички на головках коренеплодів (від 0,5 до 1,5 кг/с) із одного погонного метра рядка при робочій швидкості КМ 1,6 м/с, цьому до 70 % від загальної кількості складає маса вільного та налиплого ґрунту, до 10 % – залишків гички на головках коренеплодів, що призвело до збільшення протяжності та конструктивної складності очисних ТТС [3, 13];

- для ОРО: відносно значна, як відсоткова (до 3 % відносно маси коренеплодів), так і масова кількість налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів, а також відсоткова (від 0,5 до 1,5 % відносно маси коренеплодів) та масова кількість залишків гички на головках коренеплодів, що значно знижує залежно від культури, або в одному випадку, якість цукрової сировини та вихід цукру, або в іншому випадку – термін зберігання продукції. Крім того, разом із зібраними коренеплодами з полів вивозиться в середньому від 1,5...3,0 % родючого ґрунту залежно від урожайності культури [3, 14]. Аналіз конструктивно-технологічних процесів роботи КМ показав, що об'єктивною причиною технологічної недосконалості роботи існуючих ВРО і ОРО є те, що в них конструктивно та технологічно якісно неможливо одночасно поєднати під час збирання дві технологічні операції в одну – викопування та очищення вороху коренеплодів із одночасним видаленням залишків гички на їх головках, а також те, що очищення коренеплодів від домішок відбувається в одному технологічному потоці, коли коренеплоди і домішки пересуваються по поверхні очисних робочих органів у одному повздовжньому або поперечному напрямках, що значно утруднює процес відокремлення різного роду домішок від коренеплодів.

Пошук більш радикальних шляхів підвищення технологічної надійності роботи лемішних і вилкових копачів коренеплодів за рахунок збільшення активності їх робочих поверхонь було досягнуто за рахунок надання лемішним копачам коливних рухів, або вилковим копачам – обертального руху, що в суттєво підвищило повноту викопування і інтенсивність кришення грудок.

Найбільш універсальними вважаються дводискові копачі, характерною ознакою яких є вертикальне розташування двох сферичних дисків, при цьому вертикальні осі дисків утворюють кут розвалу, а горизонтальні – кут атаки.

Дводискові викопуючі робочі органи задовільно збирають коренеплоди у широких ґрунтово-кліматичних умовах: у порівнянні з лемішними або вилковими копачами, мають більш високу

грунтоподрібнюючу здатність; не втрачають працездатність при роботі на ділянках поля з підвищеною вологістю ґрунту та забур'яненістю посівів, мають значно більший ресурс напрацювання.

Дводискові копачі мають один суттєвий недолік – защемляють незруйновані грудки та подають їх на наступні системи машини, чим значно знижують, встановлені агротехнічними вимогами, показники якості роботи. Крім того, аналогічно до лемішних і вилкових копачів, у існуючих дводискових копачах конструктивно та якісно технологічно неможливо поєднати при збиранні одночасно дві технологічні операції – викопування коренеплодів із одночасним видаленням залишків гички на їх головках, незважаючи на всі інші конструктивні недоліки:

Із всієї різновидності копачів, однодискові сферичні, або так званий «євродиск» (рис. 1а), мають просту конструкцію, є найменш метало- та енергомісткими порівняно з іншими типами копачів, мають широкий спектр застосування для викопування коренеплодів при задовільних показниках якості їх роботи. Вісь обертання 2 сферичного диска 1 копача утворює кут атаки α в горизонтальній площині відносно осі рядка коренеплодів [15].

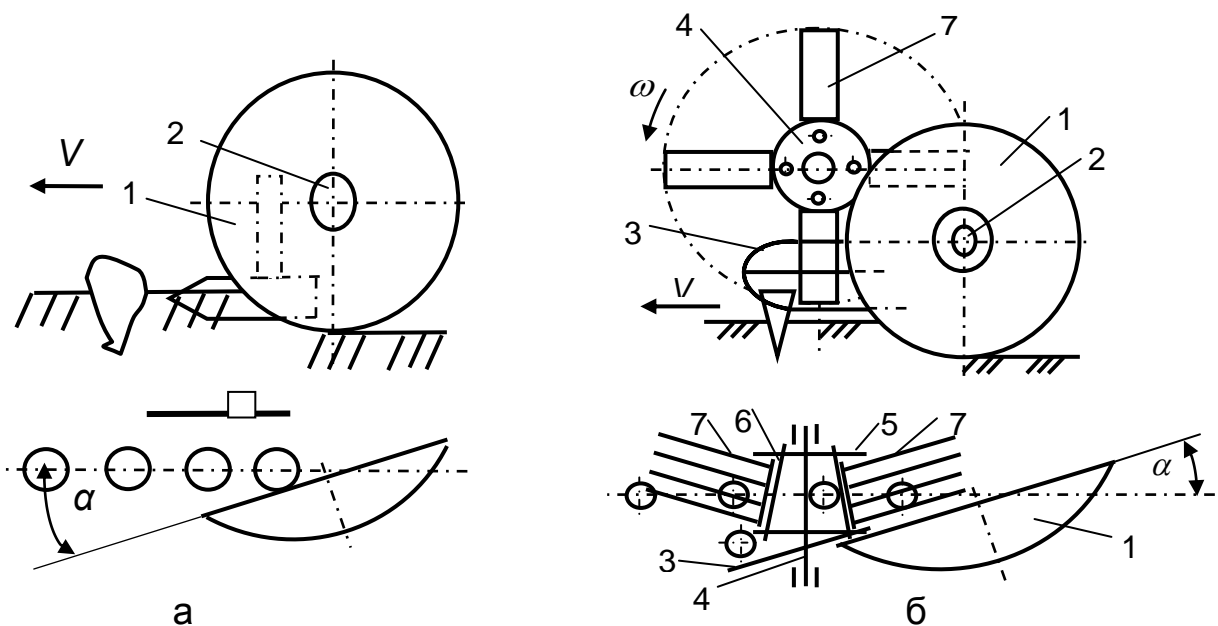


Рис. 1. Схеми ВРО: а – однодискового копача; б – базового Автокро.

Суттєві недоліки їх роботи, які полягають у незадовільному заглибленні робочої кромки диска в ґрунт при пониженій вологості

ґрунту, відсутності, одночасного з викопуванням коренеплодів видалення залишків гички на їх головках, можуть прогнозовано усуватися подальшим конструктивно-технологічним удосконаленням даного типу копача.

Підвищення технологічних показників і показників якості роботи існуючих копачів коренеплодів, а в загальному – всієї АКМ, вирішується застосуванням базового варіанту АВТОКРО (рис. 1б), або додатковим установленням у передній зоні роботи сферичного диска 1 корененапрямляча 3 та горизонтального очисного вала 4, на якому радіально закріплено фланці 5. Між фланцями по їх колу послідовно встановлено паралельні осі 6, які повернуті відносно осі очисного вала під гострим кутом. На паралельних осях шарнірно закріплені секції плоскі пружні лопаті 7. Під час руху АВТОКРО, корененапрямляч 3 зміщує, попередньо вибиті під час зрізування гички робочими органами гичкозбиральної машини коренеплоди із рядка до його центру, а сферичний диск 2 викопує коренеплоди. Одночасно з викопуванням коренеплодів сферичним диском, за рахунок обертання очисного вала, плоскі пружні лопаті контактують з головками коренеплодів, очищуючи їх головки від залишків гички на них за рахунок їх контактної взаємодії з залишками гички. Поворот паралельних осей на гострий кут відносно осі очисного вала дозволяє плоским пружним лопатям наносити удари по головкам коренеплодів збоку рядка, що покращує очищення різновисоких коренеплодів, при цьому високий коренеплід не прикриває низький коренеплід від косоного удару. Крім того плоскі пружні лопаті також взаємодіють ще із грудками ґрунту, при цьому відбувається руйнування грудок ґрунту та проштовхування викопаного вороху коренеплодів на наступні адаптовані ТТС, що підвищує технологічні можливості АКМ [16].

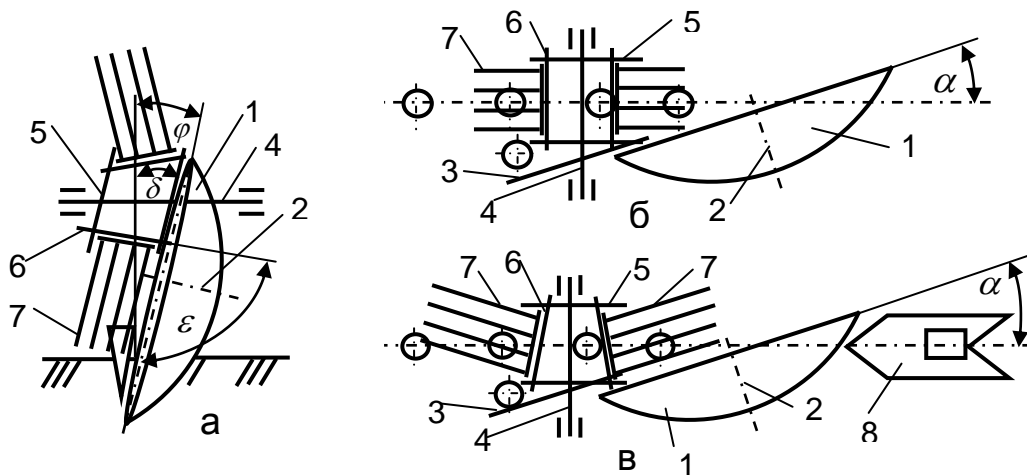


Рис. 2. Схеми Автокро.

Під час викопування коренеплодів в умовах сухого твердого ґрунту відбувається пошкодження хвостової частини коренеплодів внаслідок їх злому за рахунок недостатньої вертикальної сили виштовхування коренеплодів, що призводить до їх значних втрат. Для усунення злому хвостової частини коренеплодів або їх втрат, сферичний диск 1 (рис. 2а) встановлюють під гострим кутом φ , а фланці 5 – під кутом δ до вертикальної площини, при цьому вісь 6, яка займає на фланці крайнє нижнє положення, утворює з площиною, яка проходить через лезо сферичного диска кут ε , рівний або близький 90° . Односторонній сферичний диск 1 викопує коренеплоди шляхом підймання їх вгору за рахунок виникаючої при цьому додаткової проекції бокової сили виштовхування, яка спрямована на вертикальну площину. У момент удару плоских пружних лопатей 7 по головці коренеплоду відбувається їх поворот навколо своїх осей 6 і в площині удару за рахунок встановлення фланців 5 під кутом φ до вертикалі та повернутими осями на кут відносно осі вала 4. Тому що осі в нижньому положенні перпендикулярні площині, яка проходить через лезо сферичного диска, або нахилені до неї під кутом, близьким до прямого, то плоскі пружні лопаті в нижньому положенні паралельні цій площині та не контактують з поверхнею сферичного диска, що знижує їх зношення [17]. Для підвищення ступеня відокремлення залишків гички з головок коренеплодів, особливо цукрових буряків і моркви та ступеня руйнування грудок ґрунту, за рахунок збільшення сили контактної взаємодії (сили прямого центрального удару) плоских пружних лопатей по головці коренеплодів і грудкам ґрунту, паралельні осі 6 (рис. 2б), які розміщено на фланцях 5 горизонтального очисного вала 4 та на яких закріплено плоскі пружні лопаті 7, встановлюють паралельно осі обертання очисного вала. Одночасно з викопуванням коренеплодів, за рахунок обертання очисного вала, плоскі пружні лопаті взаємодіють з головками коренеплодів і грудками ґрунту, при цьому відбувається прямий удар плоских пружних лопатей із наступним видаленням залишків гички з головок коренеплодів і руйнуванням грудок ґрунту [18].

Для викопування коренеплодів, які глибоко залягають відносно поверхні ґрунту (цукрові буряки, деякі сорти моркви) застосовують розрихлювачі 8, встановлені позаду ходу сферичного диска 1 (рис. 2в), які можуть бути виконані у вигляді культиваторної лапи або долота. У процесі роботи розрихлювач 8, переміщуючись вперед, попередньо підкопує коренеплоди, при цьому порушуються зв'язки коренеплодів з ґрунтом, тобто відбувається попереднє кришення пласта ґрунту. Коренеплоди, зв'язок яких з ґрунтом порушується, далі легко викопуються із розкришеного ґрунту сферичним диском 1

і зміщуються ним у напрямку площини, яка проходить через лезо сферичного диска. При цьому маємо можливість вглиблювати сферичний диск до раціональної глибини з таким розрахунком, щоб не втрачати коренеплоди та подавити на адаптовані очисні ТТС АКМ мінімум ґрунту та рослинних домішок [19].

Пошук більш радикальних шляхів підвищення технологічної ефективності роботи очисних систем вороху коренеплодів шляхом збільшення активності їх робочих поверхонь було досягнуто за рахунок розмежування в процесі очищення вороху руху базових потоків коренеплодів і домішок на два взаємно перпендикулярні напрямки, яке реалізовано на основі застосування комбінованого очисника вороху [20], який складається з подавального горизонтального пруткового транспортера 1 (рис. 3) та встановленого із зазором над прутками 2 та перпендикулярно напрямку швидкості руху V_{mp} робочої гілки горизонтального транспортера відвідний шнека 3. Відвідний шнек виконаний у вигляді труби 4, на поверхні якої по гвинтовій лінії встановлено спіральні витки 5. Відвідний шнек обертається зустрічно напрямку руху подавального пруткового транспортера з кутовою швидкістю ω .

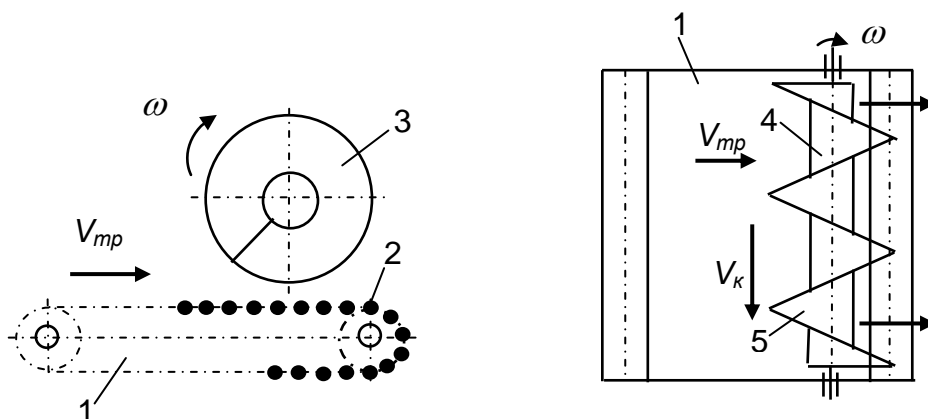


Рис. 3. Схема комбінованого очисника.

При подачі вороху до шнека, складовими компонентами якого є коренеплоди з налиплим ґрунтом і залишками гички на їх головках і без них, вільні ґрунтові та рослинні домішки відбувається заповнення ворохом простору між спіральними витками шнека та простору між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера. Спіральні витки шнека, взаємодіючи з коренеплодами, пересувають їх в бік, тобто знімають їх з подавального транспортера, при цьому відбуваються випадки співудару грудок ґрунту з гвинтовою поверхнею шнека. Грудки землі руйнуються і весь сипкий ґрунт і дрібні рослинні домішки просіюються в отвір між прутками

подавального транспортера, а не просіяні – сходять з нього, проходячи через зазор між витками шнека і робочою гілкою подавального транспортера.

Принциповим загальним недоліком роботи даного та технічно реалізованого типу комбінованого очисника залишається значна кількість ґрунтових і рослинних домішок, при цьому до 70 % від їх загальної кількості складає маса вільного та налиплого ґрунту, до 10 % - залишків гички на головках коренеплодів.

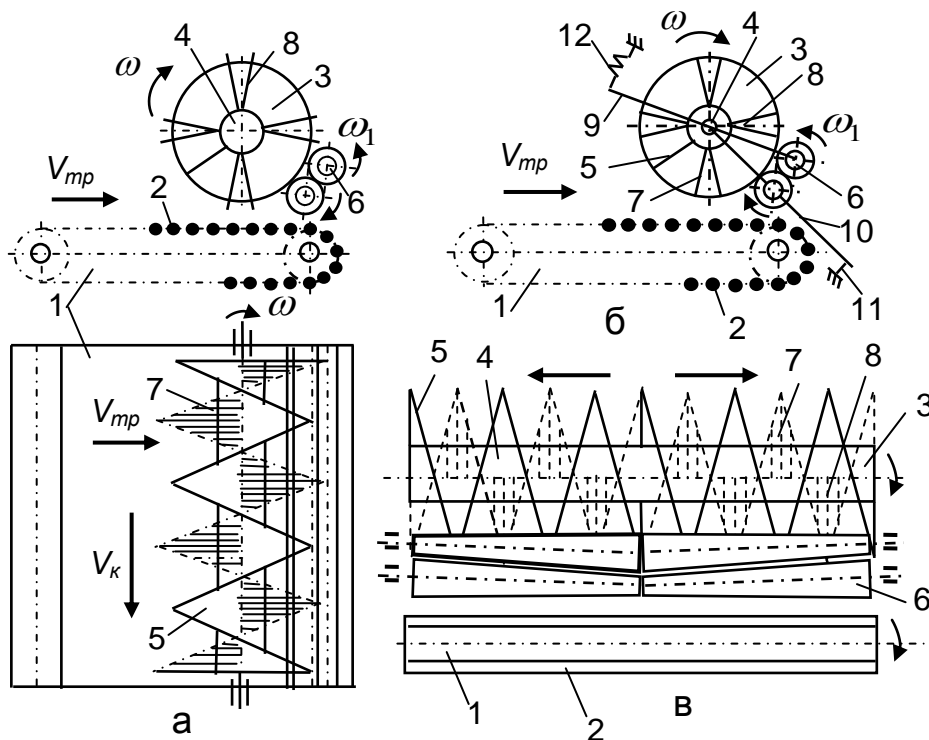


Рис. 4. Схема базового Атокро.

Підвищення показників якості роботи комбінованих очисників вороху коренеплодів, а в загальному – всієї АКМ, вирішується застосуванням базового варіанту Атокро (рис. 4а), або додатковим встановленням за шнеком 3, в сторону вихідного кінця горизонтального подавального транспортера 1 пари приводних циліндричних відминальних вальців 6, які встановлені один над одним і над подавальним транспортером на деякій відстані від прутків 2 робочої гілки. Відминальні вальці обертаються назустріч один одному з кутовою швидкістю ω_1 . Крім того на трубі 4 шнека по гвинтовій лінії змонтовано очисні пружні елементи 7, які набрані із пучків ворсу 8. Напрямок навивання гвинтової лінії спіральних витків 5 і очисних пружних елементів, встановлених на трубі 4 шнека, зустрічний [21].

Коренеплоди без залишків гички на їх головках і з її залишками та налиплим ґрунтом на поверхні тіла коренеплодів, а також непросіяні домішки переміщуються витками шнека уздовж осей обертання спіральних витків, очисних пружних елементів і відминальних вальців. Зазначаючи підпирання зі сторони нової подачі вороху, який надходить по робочій гільці подавального транспортера та за мірою його пересування до відминальних вальців відбувається зтягування залишків гички на головках коренеплодів і рослинних домішок між поверхнями відминальних вальців у силу їх зустрічного напрямку обертання. Пройдені між вальцями рослинні домішки поступають на вихідний кінець подавального транспортера. Залишки гички на коренеплодах, зазначаючи подвійної дії зусиль втягування робочими поверхнями відминальних вальців і переміщення коренеплодів витками шнека вздовж його осі обертання, відділяються від головки коренеплодів методом відминання та аналогічно всім домішкам виносяться подавальним транспортером за його межі. Крім того, очисні пружні елементи приводного взаємодіють на тіло коренеплодів, очищаючи при цьому їх поверхню від налиплого ґрунту та в силу їх зустрічного обертання відносно руху спіральних витків шнека переміщують рослинні домішки в протилежному напрямку вивантажувальної зони очисника, тобто в сторону протилежну руху коренеплодів, збільшуючи час знаходження домішок на робочій гільці подавального транспортера.

Таким чином, покращення технологічного процесу очищення коренеплодів від домішок, особливо відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів і залишків гички з їх головок, досягається в першому випадку шляхом динамічної дії пружних очисних елементів, які змонтовані на трубі шнека на компоненти домішок вороху коренеплодів, а в другому випадку – зтягуванням залишків гички між робочі поверхні відминальних вальців.

Для підвищення надійності роботи АТОКРО та ступеня відокремлення залишків гички з головок коренеплодів за рахунок усунення технологічних зупинок під час попадання інеродніх тіл у зазор між нижнім відминальним вальцем і робочою гілкою пруткового транспортера у першому випадку та збільшення сили контактної взаємодії (притискання) робочих поверхонь відминальних вальців у другому випадку, відминальні вальці 6 (рис. 4б) встановлені на шарнірно закріплених верхньому 9 та нижньому 10 важелях, шарніри яких закріплені на кінцях вала шнека та співвісні з ним. Поворот нижнього важеля обмежений встановленими упорами 11, а верхній відминальний вілець за рахунок пружини 12 виконаний підпружиненим відносно нижнього відминального вальця [22].

При попаданні каменів або твердих предметів між транспортером і нижнім відминальним вальцем відбувається одночасний поворот вгору відминальних вальців на шарнірних важелях, долаючи опір пружини. Зазор між нижнім відминальним вальцем і робочою гілкою транспортера стає рівним висоті інородніх тіл, які вільно проходять через даний зазор і виносяться транспортером за межі очисника, а вальці повертаються в початкове положення, при цьому нижній важіль упирається в упор.

Крім того підвищення технологічної ефективності процесу відокремлення рослинних домішок відбувається за рахунок виконання шнека 3 (рис. 4в) двосекційним, при цьому напрямком навивання спіральних витків 5 однієї секції протилежний напрямку навивання спіральних витків іншої секції та спрямований у сторону відповідних вихідних кінців шнека. За кожною секцією двосекційного шнека, в сторону вихідного кінця подавального транспортера 1, розмішена пара приводних відминальних вальців 6, які встановлені консольно один над одним і над подавальним прутковим транспортером. Кожен приводний відминальний валець відповідної пари виконаний у формі усіченого конуса, причому конуси розташовані один над одним, відповідно, великою та малою основами [23].

Для інтенсифікації процесу відокремлення налиплого ґрунту з поверхні тіла коренеплідів запропоновано удосконалену конструкцію Атокро, конструктивна схема якої наведена на рис. 5 [24].

На відміну від базового Атокро (рис. 4а, б) приводний шнек 3 виконаний у вигляді пустотілого гвинтового циліндра змонтованого консольно на опорах 4 шнека. Витками 5 шнека є навита по гвинтовій лінії труба 6 круглого перерізу, яка закріплена збоку опор шнека на фланці 7. Шнек за допомогою веденої зірочки 8 приводу 9 шнека обертається назустріч руху подавального транспортера з кутовою швидкістю ω . В порожнині пустотілого гвинтового циліндра шнека розміщено приводний очисний вал 10 на трубі 11 якого по гвинтовій лінії закріплено очисні пружні елементи 12, причому очисний вал змонтовано консольно на опорах 13 очисного вала, які розміщені з протилежного боку консольних опор шнека. Очисний вал за допомогою веденої зірочки 14 приводу 15 очисного вала обертається назустріч руху шнека з кутовою швидкістю ω_2 . За шнеком, аналогічно попереднім АТОКРО, встановлена пара відминальних вальців 16. За рахунок виконання окремих приводів, відповідно, шнека і очисного вала можна незалежно один від одного регулювати числові значення кутових швидкостей обертання гвинта ω і очисного вала ω_2 , тобто встановлювати незалежно від кутової

швидкості обертання шнека більшу кутову швидкість обертання очисного вала, що значно підвищує очисний ефект відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів.

Таким чином, інтенсифікація технологічного процесу очищення коренеплодів від домішок, особливо відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів, досягається шляхом динамічної дії очисних пружних елементів, які змонтовані на трубі приводного очисного вала на компоненти домішок вороху коренеплодів за рахунок можливості встановлення необхідної кутової швидкості обертання приводного очисного вала ω_2 при раціональному значенні кутової швидкості обертання шнека ω .

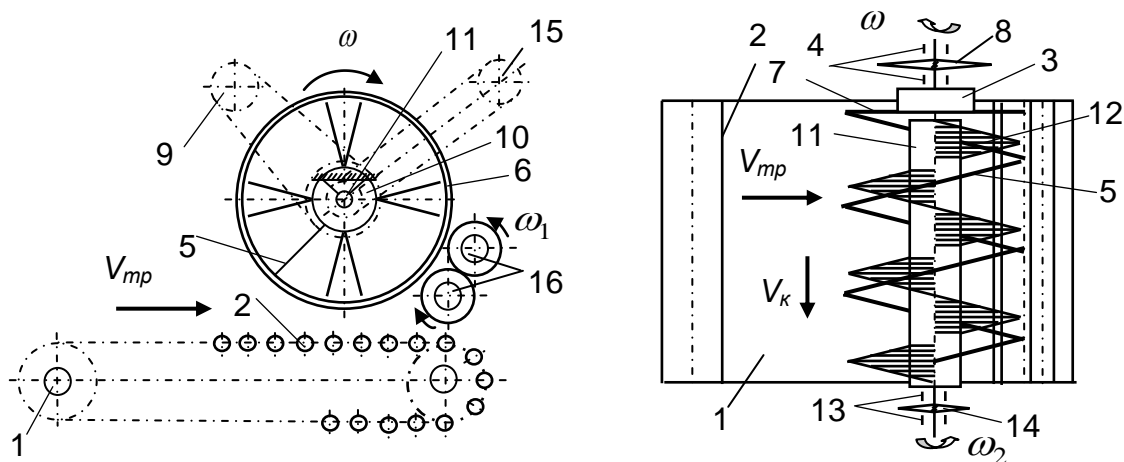


Рис. 5. Схема удосконаленого базового Атокро

На основі проведеної ідентифікації (аналізу та синтезу) аналогів попередніх Автокро і Атокро, нами запропоновано удосконалені конструкції Автокро і Атокро, які можуть бути прийняті за основний базовий варіант, відповідно, дворядного Автокро і Атокро проектованої АКМ. Вони поєднують одночасно в собі всі позитивні сторони та переваги відносно існуючого однодискового сферичного копача (рис. 1) і комбінованого очисника (рис. 3) та застосовуються в умовах надмірної вологості ґрунту та значної забур'яненості поля.

Конструктивна схема дворядного Атокро наведена на рис. 6, вигляд зверху.

Дворядний Атокро складається із встановлених під кутом α до відповідної осі рядка коренеплодів двох сферичних дисків 1, які вільно посаджені на своїй осі обертання 2. У передній зоні робочої кромки кожного з дисків 1 встановлено корененапрямляч 3. Над дисками 1 перпендикулярно напрямленню робочої швидкості руху

копача V_k встановлено горизонтальний приводний вал 4. Горизонтальний приводний вал містить барабан 5, несучий фланці 6. Барабан горизонтального вала виконаний трисекційним. Між фланцями барабана по його колу встановлено послідовно осі 7, 8, 9 на яких встановлено плоскі пружні лопаті 10, 11. Осі 7, 8 двох крайніх секцій 12, 13 барабана утворюють усічений конус, причому секції 12, 13 направлені одна до одної меншими основами. Осі 9 середньої секції 14 утворюють циліндр. Площини, які проходять через осі 7, 9 або 8, 9 суміжних секцій 12, 14 або 13, 14 утворюють між собою тупий кут [25].

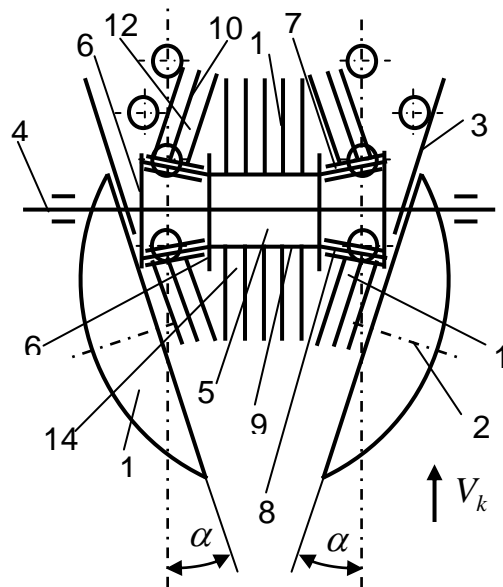


Рис. 6. Конструктивна схема дворядного Автокро АКМ.

Комбінований дворядний АВТОКРО АКМ працює наступним чином. Під час руху АВТОКРО АКМ, корененапрямляч 3 зміщує вибиті із рядка коренеплоди до його центру, а сферичний диск 1 викопує коренеплоди. Одночасно з викопуванням коренеплодів, за рахунок обертання горизонтального приводного вала 4, плоскі пружні лопаті 10 двох крайніх секцій 12, 13 взаємодіють з головками коренеплодів, при цьому одночасно відбувається очищення головок коренеплодів від залишків гички з двох суміжних рядків коренеплодів і руйнування грудок ґрунту. Крім того, плоскі пружні елементи 11 середньої секції 14 також одночасно взаємодіють з коренеплодами та грудками ґрунту, при цьому відбувається очищення поверхні тіла коренеплодів від налиплого ґрунту та руйнування грудок землі з одночасним проштовхуванням вороху,

який знаходиться у просторі сферичних дисків 1, що прискорює його подачу на наступні технологічні системи АКМ.

Таким чином можна констатувати, що встановлення приводного вала із змонтованими на ньому плоскими лопатями, дозволяє одночасно з викопуванням коренеплодів відокремлювати залишки гички з головкою коренеплодів і зменшувати секундну подачу домішок за рахунок контактної взаємодії плоских лопатей з компонентами вороху, при цьому підвищується технологічна надійність процесу викопування коренеплодів і, як наслідок – продуктивність роботи копача та АКМ.

Для зниження подачі ґрунтових домішок, під час роботи дворядного АВТОКРО в умовах сухого та твердого ґрунту, на зовнішній стороні кожної плоскої пружної лопаті 11 (рис. 7а) середньої секції 14 встановлюють підпружинений пруток 15, який виконано у вигляді двосекційної пружини 16, яка жорстко закріплена на кожній осі 9 середньої секції 14 [26].

Одночасно з викопуванням коренеплодів, за рахунок обертання горизонтального приводного вала 4, плоскі пружні лопаті 10 двох крайніх секцій 12, 13 взаємодіють з головками коренеплодів, а плоскі пружні лопаті 11 середньої секції – з викопаними сферичними дисками 1 грудками ґрунту, при цьому одночасно відбувається очищення головок коренеплодів від залишків гички з двох суміжних рядків коренеплодів і інтенсивне руйнування грудок ґрунту за рахунок ударного контакту внутрішньої сторони плоских пружних лопатей 11 із грудками ґрунту. Крім того, плоскі пружні лопаті середньої секції одночасно з руйнуванням грудок ґрунту проштовхують викопаний сферичними дисками ворох, який знаходиться у просторі між ними, тим самим прискорюючи його переміщення на наступні технологічні системи АКМ.

Для регулювання сили контакту плоских пружних лопатей 10 (рис. 7б) двох крайніх секцій 12, 13 із головкою коренеплодів під час їх викопування, або забезпечення максимального ступеня очищення залишків гички з головок коренеплодів і одночасного узгодження компромісу відносно ступеня пошкодження коренеплодів, які не повинні перевищувати межу згідно з агротехнічними вимогами, запропоновано встановлювати на зовнішній стороні кожної плоскої пружної лопаті двох крайніх секцій 12, 13 трисекційного барабана 5 підпружинений пруток 17, який виконано у вигляді двосекційної пружини 18. Двосекційна пружина жорстко закріплена на кожній осі 7, 8 трисекційного барабана. Сила контакту плоских лопатей двох крайніх секцій регулюється за допомогою повороту кожної осі секцій, що призводить до зміни сили закручування двосекційної пружини та сили приживання підпружиненого прутка [27].

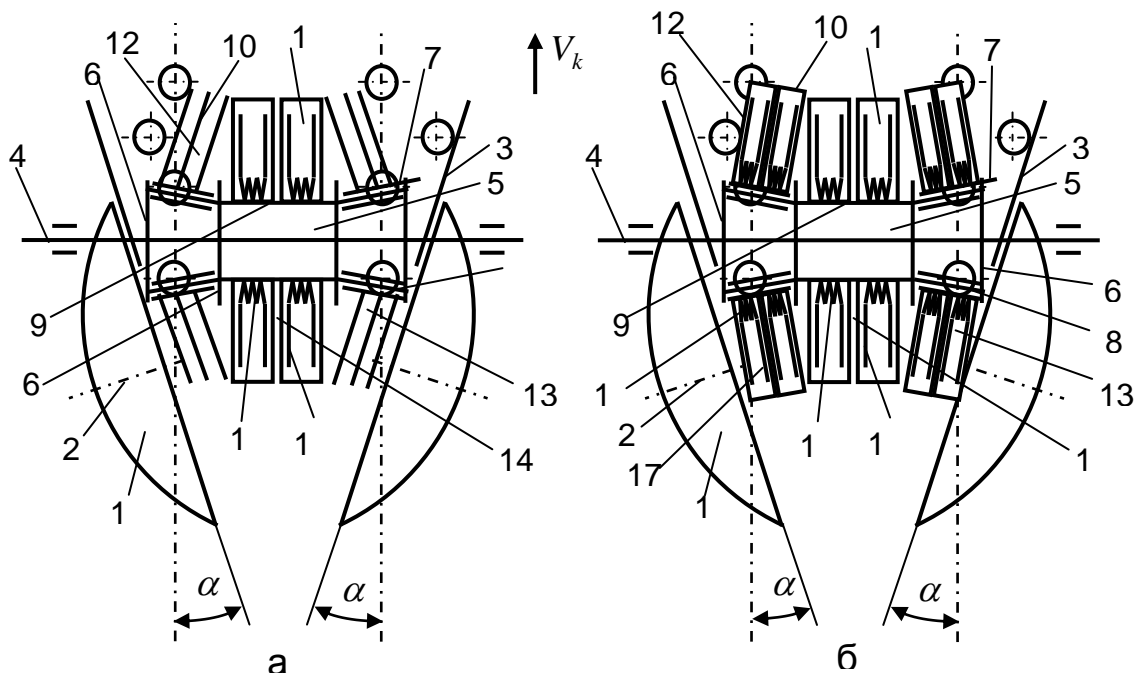


Рис. 7. Удосконалені дворядні АВТОКРО.

Таким чином, знижується подача ґрунтових домішок за рахунок їх динамічного руйнування лопатями середньої секції та підвищується технологічна надійність процесу викопування коренеплідів, що дозволяє підвищити продуктивність роботи копача та АКМ в цілому.

Конструктивні схеми удосконалених АТОКРО наведені на рис. 8, вигляд зверху.

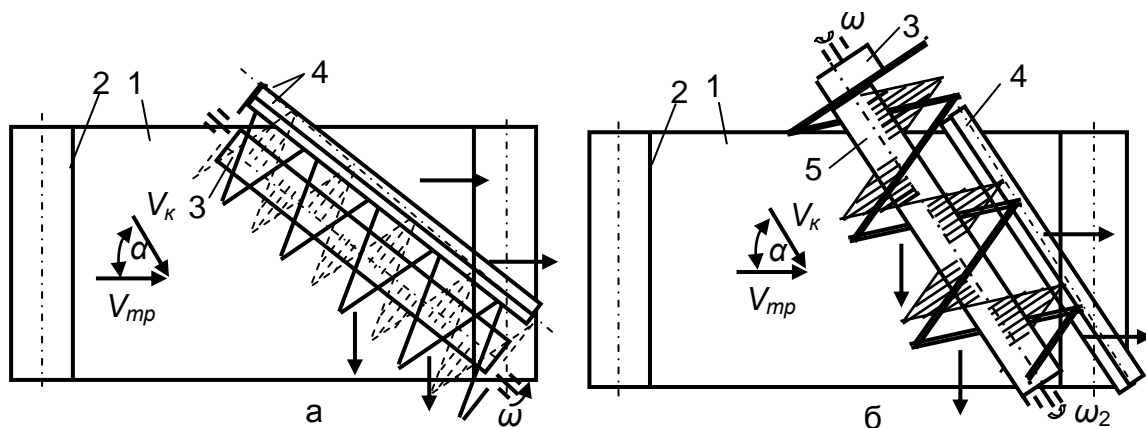


Рис. 8. Схеми удосконалених Атокро.

Відмінність конструктивних схем удосконалених Атокро (рис. 8) відносно схем (рис. 4а,в, рис. 5) полягає в тому, що шнек 3 і відминальні вальці 4 (рис. 8а) та шнек 3, відминальні вальці 4 і

приводний очисний вал 5 (рис. 8б), які розміщені над прутками 2 горизонтального подавального транспортера 1 встановлені під деяким кутом α до напрямку швидкості руху $V_{тр}$ робочої гілки пруткового подавального транспортера [28, 29].

Таким чином, за рахунок встановлення шнека під гострим кутом α до напрямку руху робочої гілки подавального транспортера, відбувається підвищення технологічної ефективності роботи пристрою за рахунок інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів шляхом збільшення шляху переміщення домішок по робочій гілці подавального транспортера, або часу перебування домішок на робочій гілці подавального транспортера.

Таким чином, застосування удосконалених конструкцій АВТОКРО і АТОКРО дозволяє підвищити показники якості роботи АКМ шляхом значного зменшення подачі домішок, особливо грудок ґрунту та залишків гички на головках коренеплодів, налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів за рахунок додаткової інтенсифікації дії на ворох базових структурних елементів копача та очисника.

Висновок. На основі проведеного аналізу технологічних процесів роботи викопувальних і очисних робочих органів КМ можна констатувати, що ідентифікація процесу розробки АКМ повинна базуватися на застосуванні удосконалених АВТОКРО і АТОКРО, що дозволить значно підвищити показники якості роботи АКМ.

Список літератури

1. *Погорілий М.* Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціональних обрисів вітчизняних машин / *Максим Погорілий* // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 8–12.
2. *Гевко Р.Б.* Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і розрахунок / *Р.Б. Гевко.* – Тернопіль, 1997. – 120 с.
3. *Погорельй Л.В.* Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / *Л.В. Погорельй, М.В. Татьяна* – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
4. *Барановський В.* Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин / *Віктор Барановський* // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. – Тернопіль : ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 2. – С. 67–75.
5. *Барановський В.М.* Конструктивно-технологічні принципи застосування адаптивного викопувального робочого органу коренезбиральної машини / *В.М. Барановський* // Науковий вісник НАУ. – Вип. 73. – Ч. 1. – 2004. – С. 249–255.
6. *Барановський В.М.* Конструктивно-технологічні принципи адаптизації транспортно-очисного комбінованого робочого органу коренезбиральних машин / *В.М. Барановський* // Сільськогосподарські машини. – Луцьк : ЛДТУ, 2005. – Вип. 13. – С. 18–24.
7. *Булгаков В.М.* Теория свеклоуборочных машин : Монография / *В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень.* – Кировоград : "КОД", 2009. – 256 с.
8. *Аванесов Ю.Б.* Свеклоуборочные машины / *Ю.Б. Аванесов, В.И. Бессарабов, И.И. Русанов.* – М., 1979. – 351 с.

9. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів / *В.Ю. Рамш, В.М. Барановський, М.Р. Паньків* [та ін.] // Наукові нотатки. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – Вип. 31. – С. 298–305.
10. *Барановський В.М.* Конструктивно-технологічні принципи адаптованого застосування коренезбиральних машин / *В.М. Барановський, М.Р. Паньків* // Зб. наук. праць міжн. наук.-практ. конф. “Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин”. – Тернопіль : ТДТУ, 2004. – С. 192–198.
11. Сучасні тенденції розвитку конструкції сільськогосподарських машин / *Під ред. Кравчука В.І., Грицишина М.І., Ковалю С.М.* – К. : Аграрна наука, 2004. – 353 с.
12. *Кравчук В.І.* Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин / *В.І. Кравчук* // Монографія. – К. : НАУ, 2005. – 208 с.
13. *Барановський В.М.* Прогнозування кількості ґрунту на поверхні тіла коренеплоду / *В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, Кропивко С.В* [та ін.] // “MOTROL 03”, IV. – Люблін-Київ. –Т. 6. – Вид. НАУ, 2003. – С. 164–172.
14. Паньків М. Аналіз процесу роботи доочисних пристроїв коренезбиральних машин / *Марія Паньків, Віктор Барановський, Наталя Дубчак* // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. – Тернопіль : ТДТУ, 2007. – Т. 12. – № 1. – С. 76–81.
15. *Ямков О.В.* Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів бурякозбирального агрегату з системним трактором : автореф. дис. на здобуття наук. ступення канд. техн. наук : спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / *О.В. Ямков.* – К., 2007. – 20 с.
16. Пат. 7359 Україна МКИ А 01 Д 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів // *Барановський В.М., Гурченко О.П., Завгородній А.Ф., Булгаков В.М.*; заявник Український науково-дослідний інститут механізації та електрифікації сільського господарства. – А1 1672964; заявл. 17.08.93; опубл. 29.09.1995. Бюл. № 5.
17. Пат. 19526 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів / *Барановський В.М., Паньків М.Р., Герасимчук Г.А., Маранда С.А.*; заявник і власник Національний аграрний університет. – № у 2006 07381; заявл. 03.07.2006.; опубл. 15.12.2006. Бюл. № 12.
18. Пат. 44747 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів / *Паньків М.Р., Барановський В.М., Герасимчук Г., Рамш В.Ю.*; заявник і власник Тернопільський державний технічний університет. – № у 200905065; заявл. 22.05.2009.; опубл. 12.10.2009. Бюл. № 19.
19. Пат. 62598 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів / *Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.Р., Герасимчук Г.А.*; заявник і власник Тернопільський національний технічний університет. – № у 201014801; заявл. 10.12.2011.; опубл. 12.09.2011. Бюл. № 17.
20. А.с. № 1523085 СССР, МКИ А 01Д 33/08. Устройство для отделения примесей от корнеплодов / *Гурченко А.П., Барановський В.Н., Булгаков В.М.*; заявитель Украинский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – 4386472/30 - 15; заявл. 29.02.88; опубл. 23.11.89. Бюл. № 43.
21. А.с. № 1547752 СССР, МКИ А 01Д 33/08. Устройство для отделения примесей от корнеплодов / *Гурченко А.П., Барановський В.Н., Завгородній А.Ф., Булгаков В.М.* ; заявитель Украинский научно-

исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – 4369084/15; заявл. 25.01.88; опубл. 07.03.90. Бюл. № 9.

22. А.с. № 1806528 СССР, МКИ А 01Д 33/08. Устройство для отделения примесей от корнеплодов / Гурченко А.П., Барановський В.Н., Булгаков В.М., Гурченко Л.А. ; заявитель Украинский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – 4907206/15; заявл. 01.02.91; опубл. 07.04.93. Бюл. № 13.

23. Пат. 74629 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 33/08. Пристрій для відокремлення домішок від коренеплодів / Кравченко І.Є., Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.Р., Труханська О.О. ; заявник і патентовласник Вінницький національний аграрний університет. – № у 201103172; заявл. 19.03.2012; опубл. 12.11.2012. Бюл. № 21.

24. Пат. 64372 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 33/08. Очисник вороху коренеплодів / Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.Р., Дубчак Н.А., Паньків В.Р.; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. – № у 201103196; заявл. 18.03.2011; опубл. 10.11.2011. Бюл. № 21.

25. Пат. 66680 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Комбінований копач коренеплодів / Барановський В.М., Підгурський М.І., Герасимчук Г.А, Паньків М.Р.; заявник і власник Тернопільський національний технічний університет. – № у 201108202; заявл. 30.06.2011.; опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1.

26. Пат. 76009 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Комбінований копач коренеплодів / Барановський В.М., Підгурський М.І., Герасимчук Г.А, Паньків М.Р., Паньків В.Р.; заявник і власник Тернопільський нац. технічний університет. – № у 201205533; заявл. 07.05.2012.; опубл. 25.12.2012. Бюл. № 24.

27. Пат. 77568 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Комбінований копач коренеплодів / Кравченко І.Є., Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.Р., Труханська О.О.; заявник і власник Вінницький національний аграрний університет. – № у 201107310; заявл. 15.06.2012.; опубл. 25.02.2013. Бюл. № 4.

28. Пат. 77981 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 33/08. Пристрій для відокремлення домішок від коренеплодів / Барановський В.М., Підгурський М.І., Труханська О.О., Паньків М.Р.; заявник і патентовласник Вінницький національний аграрний університет. – № у 201207308; заявл. 15.06.2012; опубл. 11.03.2013. Бюл. № 5.

29. Пат. 74625 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 33/08. Пристрій для відокремлення домішок від коренеплодів / Кравченко І.Є., Труханська О.О., Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.Р.; заявник і патентовласник Вінницький національний аграрний університет. – № у 201203159; заявл. 19.03.2012; опубл. 12.11.2012. Бюл. № 21.

Приведены этапы совершенствования, устройство и принцип функционирования адаптированных рабочих органов выкапывающих и очистных транспортно-технологических систем корнеуборочных машин, которая предназначена для одновременного сбора корнеплодов сахарной, кормовой, столовой свеклы и моркови. На основе идентификации объектов исследования (существующих типов копателей и очистителей вороха корнеплодов) определены основные пути и принципы разработки, или алгоритм построения конструктивно-компоновочной схемы адаптированной корнеуборочные машины.

Ворох, корнеплоды, примеси, транспортно-технологическая система, комбинированный рабочий орган, копатель, очиститель, адаптирована корнеуборочная машина.

The stages of improvement, structure and principle of functioning of adapted workings organs of diggings up and cleansing transport technological systems, are resulted root of harvester which is intended for simultaneous collection of root crops of sugar, feed, table beet and carrot. On basis of authentication of research (existent types of dig and purifiers to lots of root crops) objects certainly basic ways and principles of development, or algorithm of construction, structurally layout chart adapted root of harvester.

Lots, root crops, admixtures, transport-technological system, combined working organ, dig, purifier, adapted root harvester.

УДК 620.92:631.11

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПАЛИВА В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Д.М. Бурдейний, здобувач

С.В. Кропивко, кандидат технічних наук

**ВП НУБіП України «Боярський коледж екології і природних
ресурсів»**

Проаналізовано доцільність використання поновлюваних джерел енергії в агропромисловому комплексі України в умовах енергетичної залежності від викопних джерел енергії та перспективи енергетичної стратегії держави до 2030 року.

Біомаса, біопаливо, енергетична ефективність, альтернативна енергетика, поновлювальні джерела енергії.

Постановка проблеми. Невпинний технічний прогрес вимагає від людей все більше ресурсів для задоволення швидко зростаючих проблем. Ми живемо в той час, коли енергія, а саме їх джерела, є чи не найпроблемнішим питанням для країн з розвинутою економікою, адже свій бюджет необхідно розраховувати згідно з цінами на нафту і газ. Все це в свою чергу призводить до міжнародних конфліктів, напруження світової економічної ситуації і несе значну загрозу людству через техногенні небезпеки.

© Д.М. Бурдейний, С.В. Кропивко, 2013