7. Динамика автомобиля / Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. Под ред. М. А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 424 с.

Рецензент д.т.н.,проф. В.А. Войтов

УДК 631.361

© В.М. Барановський, к.т.н.
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ОЧИСНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ АДАПТОВАНОЇ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Наведено етапи удосконалення, будову та принцип функціонування адаптованих робочих органів очисних транспортно-технологічних систем коренезбиральної машини, яка призначена для одночасного збирання коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви.

КОРЕНІ, БУРЯКИ, ОЧИСНИК, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ОРГАН.

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.

Ефективність і якість роботи машин у значній мірі залежить від конструктивно-компонувальної схеми та ефективності процесу роботи очисників вороху, які повинні відокремити із складу викопаного вороху не менше 92 % домішок за вихідними вимогами до КМ, дотримуючись при цьому допустимих значень втрат і пошкодження коренеплодів [1].

Різноманітність конструктивних схем очисних робочих органів КМ в прямій залежності пов’язана як із технологічними процесами відокремлення домішок від коренеплодів, так і з конструктивно-технологічними вимогами до якості їх очищення.

Незважаючи на доволі складні багатовузлові транспортно-технологічні системи (ТТС) робочих органів для очищення вороху

коренеплодів, після очищення енергоємними багатоступеневими 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, незважаючи при цьому, що загальна протяжність очисних поверхонь сягає 8…10 м [2].

Сучасні напрямки розвитку КМ передбачають розробку та впровадження в агропромисловий комплекс високопродуктивних, енергозберігаючих і технологічно надійних технічних засобів, які є адаптованими до одночасного збирання коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви однією адаптованою коренезбиральною машиною (АКМ).

Аналіз конструктивно-технологічних процесів сепарації домішок показав, що головним загальним недоліком роботи очисних робочих органів у важких умовах збирання коренеплодів є те, що очищення коренеплодів від домішок відбувається в одному технологічного потоці, коли коренеплоди і домішки пересуваються по поверхні сепарувальних робочих органів у одному повздовжньому або поперечному напрямках, що значно утруднює процес відокремлення домішок від коренеплодів [3].

Крім того, в існуючих типах очисників вороху від домішок технологічно неможливо одночасно поєднати під час збирання коренеплодів дві технологічні операції – відокремлення вільних домішок від коренеплодів із одночасним видаленням залишків гички на їх головках.

Тому поєднання операції видалення залишків гички на головках коренеплодів одночасно з процесом відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок, є подальшим кроком розробки та впровадження в виробництво ТТС комбінованих очисних робочих органів АКМ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі результати наукових досліджень, які наведені в працях [4–6 та ін.], як правило характеризують тільки основні принципи функціонування очисних робочих органів (ОРО) без критеріального аналізу загальних аспектів та шляхів підвищення їх показників якості роботи та КМ в цілому. Дані дослідження є подальшим розвитком технологічних засад функціонування ТТС очисних робочих органів АКМ.

Мета дослідження. Метою даного дослідження є підвищення техніко-економічних показників технологічного процесу збирання коренеплодів АКМ при задовільних показниках якості їх збирання шляхом застосування ТТС очисних робочих органів.

Результати дослідження. У сучасних умовах функціонування багатогалузевих сільськогосподарських підприємств (особливо фермерських), які займаються виробництвом коренеплодів цукрових, кормових, столових буряків і моркви, актуальною економічною проблемою є окупність використання технічно складних і занадто дорогих (вартістю 150…350 тис. грн за одиницю) КМ, що викликано суттєвими обмеженими кліматичними термінами (у межах одного календарного місяця) та технологічними особливостями (на незначних площах, особливо кормових, столових буряків і моркви) їх застосування.

Зростання економічної ефективності виробничої діяльності фермерських господарств може досягатися розробкою технологічної гнучкості використання АКМ відносно циклічності строків планування збирання різних за своїми агрофізичними та агротехнологічними характеристиками культур коренеплодів і в умовах різних ґрунтових фонів і погодно-кліматичних умов.

Різноманітність конструктивних схем очисних робочих органів КМ в прямій залежності пов’язана, як із технологічними процесами збирання, так і з конструктивно-технологічними вимогами до якості відокремлення домішок від 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 КМ шляхом розробки та обґрунтування параметрів і загальних конструктивно-технологічних принципів і аспектів використання АКМ, побудованих на основі розробки та дослідження її адаптованих ТТС очисних робочих органів.

Алгоритм побудови конструктивно-компонувальної схеми АКМ повинен базуватися на застосуванні в її функціональній схемі адаптованого транспортно-очисного комбінованого робочого органу (АТОКРО), принцип функціонування якого регламентований загальними властивостях технологічного процесу роботи адаптерів багатофункціонального типу. Тому класифікований підхід з урахуванням особливостей робочих органів, схем їх компонування та способів функціонування, забезпечить можливість проведення ідентифікації необхідної конструктивно-технологічної схеми очисника вороху коренеплодів для конкретних умов експлуатації АКМ.

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 [7], який складається з подавального горизонтального пруткового транспортера (рис. 1) та встановленого із зазором над прутками та перпендикулярно напрямку швидкості руху $V_{тр}$ робочої гілки горизонтального транспортера відвідного шнека. Відвідний шнек виконаний у вигляді труби, на поверхні якої по гвинтовій лінії встановлено спіральні витки. Відвідний шнек обертається зустрічно напрямку руху подавального пруткового транспортера з кутовою швидкістю ω.

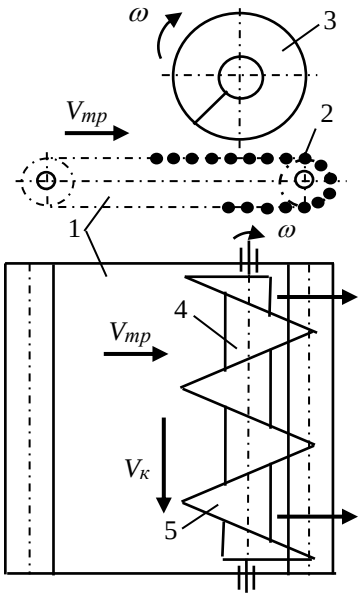

Рис. 1 – Схема комбінованого очисника:
1 – транспортер;
2 – пруток; 3 – шнек;
4 – труба; 5 – виток

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 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.

Підвищення показників якості роботи комбінованих очисників

вороху коренеплодів, а в загальному – всієї АКМ, вирішується застосуванням базового варіанту АТОКРО (рис. 2, а), або додатковим встановленням за шнеком, в сторону вихідного кінця горизонтального пруткового подавального транспортера пари приводних циліндричних відминальних вальців, які встановлені один над одним і над подавальним транспортером на деякій відстані від прутків робочої гілки. Відминальні вальці обертаються назустріч один одному з кутовою швидкістю ω_1. Крім того на трубі шнека по гвинтовій лінії змонтовано очисні пружні елементи, які набрані із пучків ворсу.

Напрямок навивання гвинтової лінії спіральних витків і очисних пружних елементів, встановлених на барабані шнека, зустрічний [8].

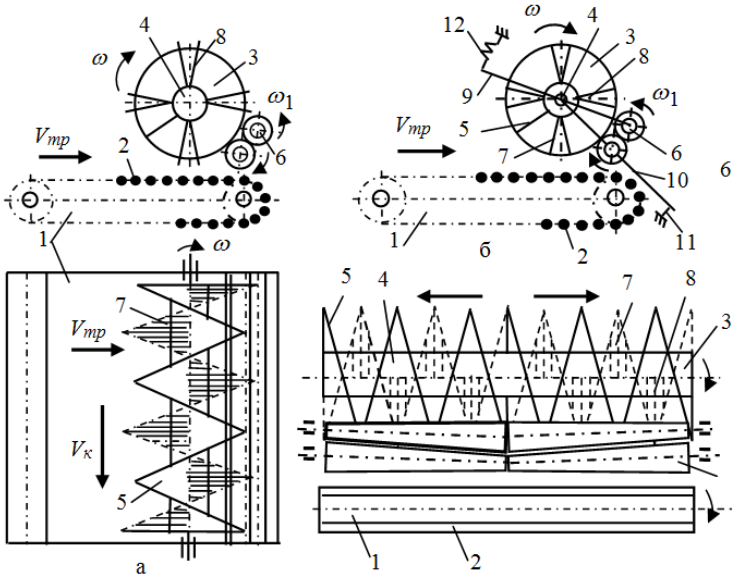

Рис. 2 – Схема базового АТОКРО: 1 – транспортер; 2 – пруток; 3 – шнек; 4 – труба; 5 – виток; 6 – відминальні вальці; 7 – очисні пружні елементи; 8 – пучки ворсу; 9 – важіль верхній; 10 – важіль нижній; 11 – упор; 12 – пружина

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. Зазнаючи підпирання зі сторони нової подачі вороху, який надходить по робочій гільці подавального транспортера та за мірою його пересування до відминальних вальців відбувається затягування 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, зазнаючи 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 – затягуванням 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 інородніх 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 (рис. 2б) встановлені на шарнірно закріплених верхньому та нижньому важелях, шарніри яких закріплені на кінцях вала шнека та співвісні з ним. Поворот нижнього важеля обмежений встановленими упорами, а верхній відминальний вілець за рахунок пружини виконаний підпружиненим відносно нижнього відминального вальця [9].

При попаданні каменів або твердих предметів між транспортером і нижнім відминальним вальцем відбувається одночасний поворот вверх 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 (рис. 2, в) у вигляді двох секцій, при цьому напрямок навивання спіральних витків 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, розмішена пара приводних відминальних вальців, 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 [10].

Для інтенсифікації процесу відокремлення налиплого ґрунту з поверхні тіла коренеплодів запропоновано удосконалену конструкцію АТОКРО, конструктивна схема якої наведена на рис. 3 [11].

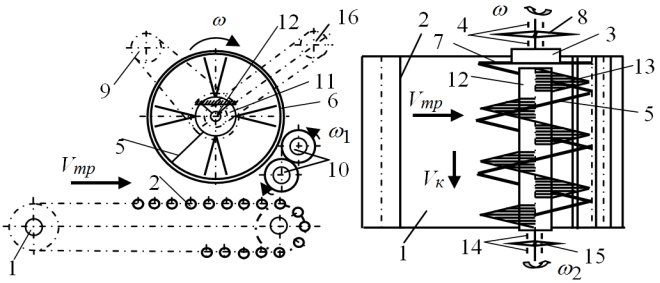

Рис. 3 – Схема удосконаленого базового АТОКРО: 1 – транспортер; 2 – пруток; 3 – шнек; 4 – опора шнека; 5 – виток; 6 – труба; 7 – фланець; 8 – ведена зірочка шнека; 9 – привод шнека; 10 – відминальні вальці; 11 – очисний вал; 12 – труба очисного вала; 13 – очисні пружні елементи; 14 – опора очисного вала; 15 – ведена зірочка очисного вала; 16 – привод очисного вала

На відміну від базового АТОКРО (рис. 2, а, б) приводний шнек виконаний у вигляді пустотілого гвинтового циліндра змонтованого консольно на опорах шнека. Витками шнека є навита по гвинтовій лінії труба круглого перерізу, яка закріплена збоку опор шнека на

фланці. Шнек за допомогою веденої зірочки приводу шнека обертається назустріч руху подавального транспортера з кутовою швидкістю ω. В порожнині пустотілого гвинтового циліндра шнека розміщено приводний очисний вал на трубі якого по гвинтовій лінії закріплено очисні пружні елементи, причому очисний вал змонтовано консольно на опорах очисного вала, які розміщені з протилежного боку консольних опор шнека. Очисний вал за допомогою веденої зірочки приводу очисного вала обертається назустріч руху шнека з кутовою швидкістю ω_2. 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.

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

Конструктивні схеми удосконалених АТОКРО наведені на рис. 4, вигляд зверху.

Відмінність конструктивних схем удосконалених АТОКРО (рис. 4) відносно наведених схем (рис. 2, а, 3) полягає в тому, що шнек і відминальні вальці (рис. 4, а) та шнек, відминальні вальці і приводний очисний вал (рис. 4, б), які розміщені над прутками горизонтального подавального транспортера встановлені під деяким кутом α до напрямку швидкості руху $V_{тр}$ робочої гілки пруткового подавального транспортера [12, 13].

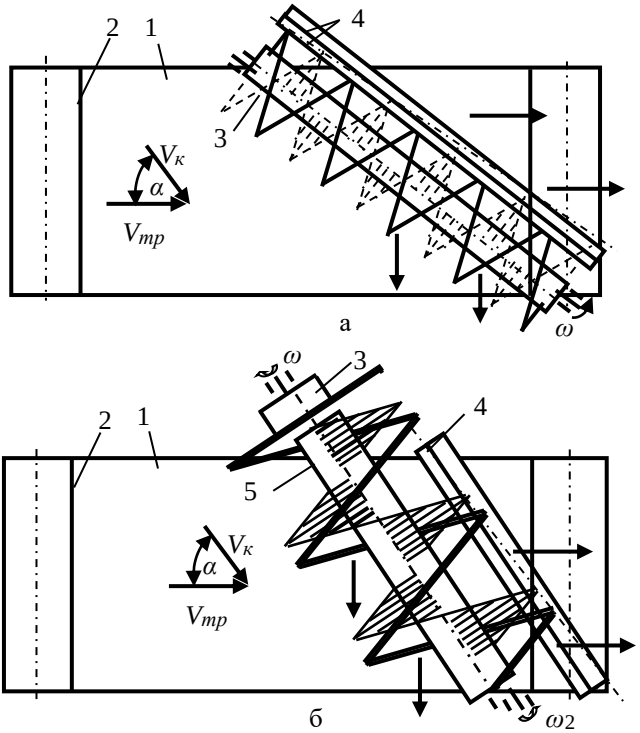

Рис. 4 – Схеми удосконалених АТОКРО: 1 – подавальний транспортер; 2 – пруток; 3 – шнек; 4 – відминальні вальці; 5 – приводний очисний вал

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.

Висновки. Застосування комбінованого очисника вороху коренеплодів побудованого на основі АТОКРО дозволяє значно зменшити подачу 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 очисника.

Література

1. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьянко. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

2. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і розрахунок / Р.Б. Гевко. – Тернопіль, 1997. – 120 с.

3. Рамш В.Ю. 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.

4. Погорілий М. Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціональних обрисів вітчизняних машин / Максим Погорілий // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 8–12.

5. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин: Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград: ”КОД”, 2009. – 256 с.

6. Аванесов Ю.Б. Свеклоуборочные машины / Ю.Б. Аванесов, В.И. Бессарабов, И.И. Русанов. – М., 1979. – 351 с.

7. 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.

8. А.с. № 1547752 СССР, МКИ А 01Д 33/08. Устройство для отделения примесей от корнеплодов / Гурченко А.П., Барановський В.Н., Завгородний 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.

9. 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.

10. Пат. 74629 Україна, МКИ[7] 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. – № u 201103172; заявл. 19.03.2012; опубл. 12.11.2012. Бюл. № 21.

11. Пат. 64372 Україна, МКИ[7] 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. – № u 201103196; заявл. 18.03.2011; опубл. 10.11.2011. Бюл. № 21.

12. Пат. 74625 Україна, МКИ[7] 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. – № u 201203159; заявл. 19.03.2012; опубл. 12.11.2012. Бюл. № 21.

13. Пат. 77981 Україна, МКИ[7] 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. – № u 201207308; заявл. 15.06.2012; опубл. 11.03.2013. Бюл. № 5.

Рецензент д.т.н., проф. О.А. Науменко.

УДК 62-192: 620.177

© А.І. Бойко, д.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
О.В. Бондаренко к.т.н.
Миколаївський національний аграрний університет
В.М. Савченко к.т.н.
Житомирський національний агроекологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПАСИВНО РЕЗЕРВОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПОШКОДЖЕНОМУ ОСНОВНОМУ І СПРАВНОМУ ДУБЛЮЮЧОМУ ЕЛЕМЕНТАХ

У статті наведено дослідження змін показників надійності пасивно резервованої системи при пошкодженому основному і справному дублюючому елементах

НАДІЙНІСТЬ, СИСТЕМА, ЕЛЕМЕНТ, РОБОТОЗДАТНІСТЬ

Важливу роль при експлуатації системи з ненавантаженим пасивним резервуванням відіграє другий роботоздатний стан "10" [1].