

УДК 631.356.2

¹С. В. Синій, к.т.н., доцент
²Р. Б. Гевко, д.т.н., професор
²В. М. Осуховський, інженер**НОВИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ КОМБАЙН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ**¹Луцький національний технічний університет
²Тернопільський національний економічний університет

У статті викладено аналіз розвитку картоплезбиральної техніки, наведено будову та принцип роботи, технічні характеристики нової конструкції розробленого та виготовленого малогабаритного комбайна для збирання картоплі

Ключові слова: картопля, комбайн, сепарація, транспортер, бункер, вальці

Вступ

Культура картоплярства має велику історію та географію, високою є харчова та промислова цінність картоплі. Тому теоретичні та експериментальні дослідження технологій і машин (пристроїв) для збирання картоплі, їх виробничі випробування, експериментальні та теоретичні ведуться у світі давно – з часів розробки перших механізмів та машин. Передусім, це пов'язано з вагомою часткою ресурсозатрат процесів збирання у виробництві картоплі, які складають близько 60-70%. Активна механізація та систематизація усіх процесів виробництва картоплі, враховуючи збирання, пройшла у ХХ ст. В наш час відбувається вдосконалення існуючих технологій та машин відповідно до можливостей, створених науково-технічним прогресом. З іншого боку, технічна політика держави визначає темпи розвитку та фінансування актуальних розробок.

В Україні у 90-х роках минулого століття потребу у власній розробці та виробництві картоплезбиральних машин було реалізовано на Львівському заводі сільськогосподарських машин, Тернопільському комбайновому заводі, АО «Борекс» та інших підприємствах сільськогосподарського машинобудування. Випробування цих машин у виробничих умовах дали позитивні результати. Однак, до сьогодні не налагоджено вітчизняного серійного виробництва картоплезбиральної техніки, а тому український ринок заповнений переважно імпортними машинами.

Картопля традиційно є одним із найпоширеніших продуктів в Україні. Однак, економічні проблеми та невизначеність земельної реформи, низька державна підтримка розвитку сільськогосподарського машинобудування спричинили сучасний стан картоплярства в Україні – за останні роки промислові площі під вирощування картоплі скоротилися. При цьому, близько 95% виробленої картоплі припадає на присадибні господарства, де механізація процесів збирання гальмується дороговартісними лізинговими умовами із закордонними виробниками картоплезбиральної техніки. Одним із швидких та перспективних виходів з ситуації, що склалася, є потужна державна підтримка розвитку українського науково-виробничого потенціалу з комплексного впровадження прогресивних технологій і сучасної техніки на базі передового вітчизняного та світового досвіду.

Зважаючи на це, до актуальних завдань розвитку вітчизняної картоплезбиральної техніки належить розробка та виробництво картоплезбирального комбайна, адаптованого до сучасних вітчизняних виробничих та економічних вимог.

Аналіз досліджень і публікацій.

Проведений аналіз теоретичних та експериментальних досліджень, технологій і машин для збирання картоплі [1, 2, 6-10 та ін.] показав, що перевага традиційно надається створенню конструкцій з робочими процесами механічного впливу на ґрунт та рослини (ворох), основними з яких є: видалення бадилля (картоплиння); викопування та сепарація бульбоносного шару; сепарація, транспортування, сортування вороху картоплі. Основна причина поширення таких конструкцій – їх простота та надійність виконання робочих процесів при задовільному забезпеченні агротехнічних вимог до якості картоплі. При цьому, для підвищення якості зібраної картоплі механізовані операції кінцевої сепарації (очищення вороху від залишків бадилля, грудок, каміння), сортування бульб за фракціями досить часто суміщають з роботою людей вручну (на технологічних операціях перебирання) – на картоплезбиральних комбайнах, сортувальних столах і пунктах тощо.

Для конструкцій сучасних комбайнів, в яких здійснено поєднання операцій механізованих та вручну, а також насичення різноманітними допоміжними робочими операціями та функціями (великі бункери зі складними вивантажувальними транспортерами; багатоступеневі елеватори та транспортери вороху, бульб, бадилля; місткості для тимчасового накопичення каміння тощо) характерні значні габаритні розміри, маса, енергомісткість роботи. Це є однією з причин помітної в останні роки тенденції до виготовлення самохідних картоплезбиральних комбайнів, наприклад 2- та 4-рядкових провідної німецької фірми «Grimme» [10]. Фактично, повторюється недавня історія розвитку конструкцій потужних бурякозбиральних комбайнів для індустріальних технологій виробництва на плантаціях великих розмірів [4]. Для картоплі такими можна вважати технології гребеневого збирання з міжряддями 70-90 см на площах в 100 га і більше. Однак, зараз в Україні обмаль господарств з такими площами під картоплю, а тому і мінімальний попит на такі комбайни.

До сталих напрямків розвитку конструкцій комбайнів, актуальних і сьогодні, слід віднести виготовлення 1-3-рядкових, рідше – 4-рядкових причіпних, напівпричіпних комбайнів з інтенсифікацією механізованих робочих процесів. Цей напрямок найбільш поширений у світі, а тому характеризується великою різноманітністю конструкцій за складністю та кількістю робочих органів і технологічних процесів.

В Україні враховуючи значну вартість імпортованих комбайнів та малу кількість господарств, здатних їх придбати, найбільш поширеним на сьогодні є спосіб збирання, при якому підкопана та частково відсепарована картопля збирається вручну з валка після проходження картоплекопалки.

Проведений аналіз сучасних ринкових вимог до роботи та вартості картоплезбиральної техніки з боку дрібних та середніх господарств (з площами під картоплю до 50 га), показав, що домінуючою є вимога до повної механізації трудомістких технологічних операцій збирання картоплі, що дозволить знизити її собівартість. Тобто, визначена на сьогодні тенденція до заміни картоплекопачів на прості, дешеві та надійні в роботі картоплезбиральні комбайни є перспективною. Аналогічна тенденція спостерігається і в Росії [1, 7].

З точки зору конструювання, на відміну від таких безумовних функціональних вимог до комбайна як забезпечення якісного викопування та сепарації, операції перебирання та сортування вороху можна виконувати окремо, наприклад просто вручну чи на сортувальних столах та пунктах. Тобто комбайн, як мінімум, повинен накопичити ворох зібраної картоплі у бункері та перевозити його до заданого місця на краю поля. Причому, при сприятливих погодних умовах відкриті тимчасове зберігання картоплі покращує підсихання та світлове закалювання бульб, що позитивно впливає на її придатність до сортування та тривалого зберігання [3, 9, 10].

Зважаючи на тенденції економічного розвитку таких країн, як Україна, Росія, Білорусь, в яких суттєва частина частка від загального виробництва картоплі припадає на приватні та фермерські господарства, доцільно розробляти прості та надійні конструкції комбайнів, які здатні механізовано виконувати основні операції технології збирання – викопування, сепарацію, а також вивантаження в транспортний засіб або на край поля для вивантаження в бурт чи тару для наступного сортування.

Мета дослідження

Метою даного дослідження була розробка, виготовлення та виробнича перевірка нової компактною конструкції комбайна для збирання картоплі, в тому числі – на малих полях приватних та фермерських господарств.

Результати дослідження

За результатами проведеного аналізу технологій та машин для збирання картоплі, а також поставленої мети досліджень, розроблено та виготовлено малогабаритний комбайн картоплезбиральний бункерний КПБ-1 (рис.1-3). Комбайн напівначіпний агрегується з тракторами класу 0,6-1,4 тс. Він призначений для 1-рядкового збирання картоплі, посадженої з шириною міжряддя 50-70 см.

За основу розробки конструкції комбайна КПБ-1 взято конструктивно-функціональну схему з винаходу [5], яка зображена на рис.2.

Основними складальними одиницями картоплезбирального комбайна є рама 1, ходові колеса 2, опорний коток 3, пасивні копачі (два відрізи диски 4, два лемеші 5), сепаруючі робочі органи елеваторного типу (три пруткові транспортери: приймальний 6, передавальний Г-подібний 7, завантажувальний 11), приймальний 8 та відбійний 10 вальці, бадиллевловлювальні прутки 9, бункер 13 вантажопідйомністю 750 кг, причіпний пристрій, механізми привода та гідросистема.

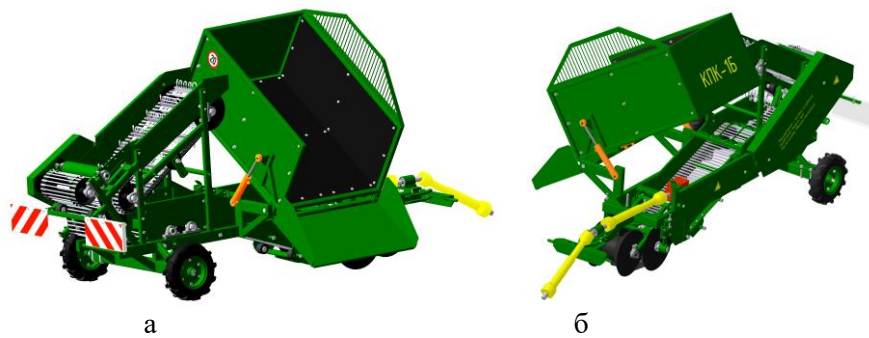


Рис. 1. Загальний вигляд картоплезбирального комбайна ПБ-1 з піднятим бункером:
а, б – вигляд справа, зліва (за ходом комбайна)

Рама 1 приєднується до трактора через причіпний пристрій. Привід робочих органів (транспортерів, вальців) – від ВВП трактора (500 об/хв) через карданну передачу, редуктори, ланцюгові передачі. Комбайн має два ходових колеса 2, з яких праве по ходу руху можна перемішувати для роботи на задану ширину міжрядь.

Опорний коток 3 має форму порожнистого циліндра-котушки, закріпленого через вісь до шарнірних стійок рами. Під час роботи він копіює поверхню гребенів, утримує на заданій глибині підкопувальний леміш. При копіюванні гребенів приминається і вертикальні деформації дозволяють частково порушити зв'язки в структурі ґрунту гребеня ще до підкопування.

Кожен з двох відрізних плоских дисків 4 встановлений на осі з невеликим розхилом і кріпиться стійкою до рами. Два дзеркально-симетричні підкопувальні лемеші 5 мають трапецієподібну форму і в задній частині обладнані відкидними клапанами. Клапани покращують просівання ґрунту, запобігають заклинюванню та пошкодженню прутків елеватора (приймального транспортера 6) твердими грудками та камінцями. Заглиблення в ґрунт дисків та лемешів регулюється. Бульбоносний шар ґрунту при викопуванні деформується по-горизонталі (стискається дисками) та по-вертикалі (підкопується лемешами), тобто в комбайн на сепарацію поступає скиба ґрунту з попередньо порушеними зв'язками в її структурі.

На приймальний транспортер 6 елеваторного типу припадає основна частка сепарації вороху – відділення ґрунту та видалення бадилля. При цьому ворох переміщується вгору до приймального вальця 8 та передавального Г-подібного транспортера 7.

Прикріплені шарнірно до рами бадиллевловлювальні прутки 9 (S-подібної форми) вільним кінцем притискаються до полотна приймального транспортера і служать для видалення залишків бадилля і бур'янів з вороху (відривання бадилля від бульб, затримання та викидання бадилля та інших рослинних решток на поле). Компактне конструктивне рішення – застосування бадиллевловлювальних прутків 9 та приймального вальця 8, прийнято для покращення сепарації вороху.

Приймальний валець 8 (пустотілий циліндр), що обертається назустріч полотну приймального транспортера, виконує кілька функцій: сприяє відриванню бадилля від бульб та очищенню бадиллевловлювальних прутків; струшує і прокручує, приминає до полотна приймального транспортера складові вороху та скидає дрібні домішки (ґрунт, грудки, камінці, бадилля) на викопане поле; гасить висоту падіння вороху на передавальний транспортер, що пом'якшує силу співудару бульб з полотном транспортера.

Передавальний Г-подібний транспортер 7 елеваторного типу призначений для інтенсивної сепарації вороху і транспортування бульб із залишками домішок на скребковий завантажувальний транспортер 11. Прийняте конструктивне рішення передавального транспортера дозволило вдало поєднати в одному компактному транспортері переваги двох робочих органів – елеватора та гірки. Так, передня частина полотна передавального транспортера нахилена під кутом, близьким до кута нахилу полотна приймального транспортера комбайна та інтенсивно виконує аналогічну сепарацію вороху. Крутіший нахил задньої частини полотна передавального транспортера дозволяє при очищенні вороху виносити рослинні рештки, за принципом доочисної гірки, та викидати їх на викопане поле. При цьому сепарація супроводжується скочуванням бульб у Г-подібний згин транспортера. Для зменшення пошкоджень при транспортуванні картоплі прутки транспортера 10 прогумовані через один.

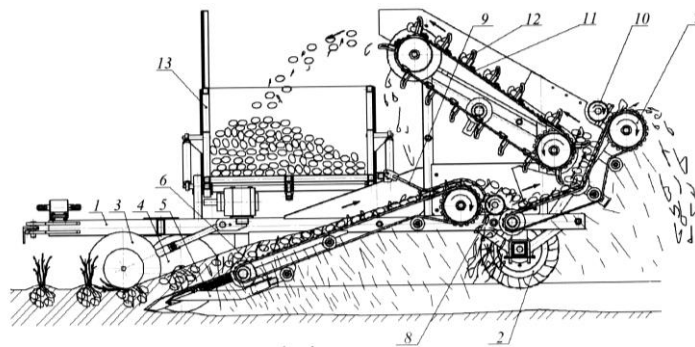


Рис. 2. Конструктивно-функціональна схема картоплезбирального комбайна КПБ-1: 1 – рама; 2 – ходові колеса; 3 – опорний коток; 4 – відрізні диски; 5 – лемеші; 6 – приймальний транспортер; 7 – передавальний Г-подібний транспортер; 8 – приймальний валець; 9 – бадиллєвловлювальні прутки; 10 – відбійний валець; 11 – завантажувальний транспортер; 12 – скребки завантажувального транспортера; 13 – бункер

Відбійний валець 10 обертається в тому ж напрямку, що і ведучий вал передавального транспортера 7 і призначений для виключення можливості винесення цим транспортером бульб разом з рослинними залишками на викопане поле. В залежності від умов роботи здійснюється регулювання відстані між вальцем і транспортером.

Конструктивно передбачено, що завантажувальний транспортер 11 скребками 12 захоплює бульби з вигину передавального транспортера 7 та транспортує її для завантаження у бункер 13. Прийняте компактне розташування робочих поверхонь цих двох транспортерів та відбійного вальця сприяє інтенсивній сепарації вороху при переміщенні його на завантажувальний транспортер. Скребки, розташовані з кроком через чотири прутки, порційно несуть та скидають бульби у бункер. Ведений барабан завантажувального транспортера встановлений вище бункера із зазором відносно нього, що дозволяє картоплі попадати в бункер, а рослинним залишкам – вниз перед бункером, на транспортер 6 чи викопане поле.



Рис.3. Картоплезбиральний комбайн КПБ-1: а, в – на збиранні картоплі в агрегаті з трактором Т-25; б – на демонстраційному майданчику виставки «Агро 2010»

Бункер-накопичувач 13 виконано у вигляді короба, права стінка якого відкидається за допомогою гідроциліндра. Конструкцією комбайна передбачено бокове вивантаження зібраної в бункер картоплі за принципом роботи самоскида – гідроприскоє відкривають праву стінку та нахиляють дно. При цьому картопля вивантажується на землю в борт або місткість для проведення додаткового перебирання та сортування. Прийнята у конструктивному рішенні компактного комбайна порівняно невелика місткість бункера (750 кг) з відкидною бічною стінкою забезпечує: малі габарити машини (а отже добру маневреність), незначне ущільнення ґрунту при роботі, бережливе висипання картоплі з малої висоти зі спрямуванням на низько розташовану поверхню.

Гідросистема комбайна складається із гідророзподільника, маслопроводів, гідроциліндрів для піднімання дна бункера та відкривання його бічної стінки.

При роботі комбайна опорний коток 3 копіює рельєф гребеня, частково руйнуючи його, та задає глибину ходу лемешів 5. Відрізні диски 4 та підкопувальні лемеші 5 вирізають скиби з бульбоносного шару ґрунту, формуючи їх та направляючи на приймальний транспортер 6 елеваторного типу. Приймальний транспортер 6 просіює між прутками значну частину ґрунту, а за допомогою бадиллєвловлювальних прутків 9 з приймальним вальцем 8 відриває бадилля від бульб і скидає бадилля, інші рослинні залишки та частинки ґрунту на викопане поле.

На наступному передавальному Г-подібному транспортері 7 проходять процеси інтенсивної сепарації та викидання задньою частиною транспортера бадилля, інших рослинних домішок на викопане поле позаду комбайна. Через крутий нахил задньої частини транспортера 7 та встановленого біля неї відбійного вальця 10 ворох додатково очищується, а чисті бульби та залишки вороху скочуються до вигину транспортера, де порційно захоплюються скребками 12 завантажувального транспортера 11, переносяться та скидаються у бункер-накопичувач 13. Бокове висипання бульб з бункера комбайна виконується з правого боку на поверхню поля у бурт.

У червні 2010 року комбайн КПБ-1 (рис. 3,б) демонструвався на III Спеціалізованій виставці нової вітчизняної аграрної техніки «ЕхроАгроТех» [11], яка проходила в рамках традиційної XXII-тої Міжнародної агропромислової виставки «Агро 2010» (Київ-Чубинське, 15-19.06.2010р.).

Основні технічні характеристики комбайна наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Технічна характеристика картоплезбирального комбайна причіпного бункерного КПБ-1

Показник	Значення показника
Тип	1-рядний причіпний
Агрегагування	Трактор класу 0,6-1,4 тс, (Т-25, Т-35, Т-40, МТЗ-80, ЮМЗ-6)
Габаритні розміри:	
- довжина, мм	4035
- ширина, мм	1875
- висота, мм	1930
Маса, кг	1350
Місткість бункера, т	0,75
Ширина міжряддя, мм	500...700
Робоча швидкість, км/год	5,0
Транспортна швидкість, км/год	20,0
Продуктивність, га/год	0,20
Глибина підкопування, см	25

Висновки. Для технічного підтримання українських присадибних та фермерських господарств, які на сьогодні є домінуючим національним виробником картоплі (їх частка близько 95 % від виробленої в Україні картоплі), актуальним завданням є розробка, виробництво та впровадження картоплезбирального комбайна, прийнятеного для цього сектору господарств за технічними, виробничими та економічними показниками. Розроблений картоплезбиральний комбайн КПБ-1 є інноваційною спробою виготовлення та впровадження української розробки такого рівня, зорієнтованої передусім на вітчизняні виробничі вимоги. Проведена відповідно до цих вимог перевірка показників роботи комбайна (рис.3,а,в) показала позитивні результати.

Список використаної літератури

1. Борычев С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием совершенствованных копателей, копателей-погрузчиков, и комбайнов: автореф. дисс. на соиск. научн. степ. д-ра техн. наук: спец. 05.20.01 - „Технологии и средства механизации сельского хозяйства" С.Н. Борычев - Рязань, 2008.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004.- 552 с.
3. Зубков В.Е. Совершенствование процесса сепарации корнеклубнеплодов: автореф. дисс. на соискание научн. степени д-ра техн. наук: спец. 05.20.01 - „Технологии и средства механизации сельского хозяйства" В.Е. Зубков – Воронеж, 2010.
4. Гевко Р.Б. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки / Р.Б. Гевко, І.Г.Ткаченко, С.В. Синій та ін. – Луцьк: ЛДТУ, 1999. – 168 с.
5. Осуховський В.М., Сапуцький В.М. Картоплезбиральний комбайн. Патент України № 51984.
6. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
7. Рейнгарт Э. С., Сорокин А. А., Пономарев А. Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2006. - № 10. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.avtomash.ru/gur/2006/20061003.htm>
8. Хайлис Г.А. Основы теории и расчёта сельскохозяйственных машин.- К: Изд. УСХА, 1992. – 240с.
9. XXII Міжнародна агропромислова виставка “АГРО-2010” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.agroexpo.org.ua/node/2>
10. Grimme. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.grimme.de/>