



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 631.358.44/45

Іванишин В. В.

доктор економічних наук, професор, ректор
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: v.v.ivanyshyn@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1255-1638

Грушецький С. М.

кандидат технічних наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152

Рудь А. В.

кандидат технічних наук, професор,
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: anatoliyrujd@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7206-7103

Корчак М. М.

кандидат технічних наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: nikolaykorchak@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8726-1881

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ГРУДКОРУЙНУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОРЕНЕБУЛЬБОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Анотація

Для успішного виходу України на західні ринки необхідно забезпечити конкурентоспроможність власної продукції, яка досягається завдяки комплексній механізації технологічних процесів, зниженню витрат праці, збільшенню врожайності та якості одержуваної продукції. Відповідно, метою дослідження було проведення порівняльного аналізу технологій і машин для збирання картоплі, розроблення моделі вдосконалення грудкоруйнуючих робочих органів й окреслення перспективних напрямів удосконалення коренебульбозбиральних машин.

Дослідження проводилися шляхом технологічно-конструкційного аналізу технологій і машин для збирання картоплі. У процесі досліджень використовувались методи порівняння та математичного моделювання конструктивно-технологічних схем грудкоруйнуючих робочих органів. Інформаційною базою досліджень слугували праці українських і зарубіжних науковців із технологій і машин для збирання картоплі.

На основі проведеного порівняльного аналізу технологій і машин для збирання картоплі виявлено основні конструктивно-технологічні схеми, що впливають на агротехнічні показники збиральної техніки, розроблено модель грудкоруйнуючих робочих органів (збиральних машин). Дана модель включає руйнування ґрунтових грудок: по-перше, катками безпосередньо перед підкопом бульбоносного пласта; по-друге, грудкоподрібноючими пристроями (балонами, бітерами або інтенсифікаторами сепарації) різних конструкцій у процесі виконання технологічних операцій картоплезбиральною машиною. Попереднє руйнування бульбоносного пласта проводиться безпосередньо перед його підкопуванням і в момент підкопування опорними катками різних типів та інших конструктивних і кінематичних параметрів робочих органів машин.

Ключові слова: модель, картопля, картоплезбиральна техніка, грудка, руйнування, бульбоносний пласт, збирання картоплі, конструктивно-технологічна схема.

Вступ. Картопля є однією з найбільш поширених культур в Україні, її виробляють більшість вітчизняних господарств – від населення до крупних агрофірм. Приблизно 95% виробленої картоплі припадає на присадибні господарства, для яких характерні широке використання ручної праці на більшості технологічних операцій збирання та низька механізація процесу збирання загалом [1].

Збирання залишається найбільш ресурсозатратним процесом у виробництві картоплі, адже натепер, як відомо, частки енерго- та працезатрат процесів збирання становить відповідно 50–60% та 60–70%. [2].

Як свідчать вітчизняні статистичні дані та ФАО, Україна практично щороку потрапляє в п'ятірку світових лідерів з обсягів виробництва картоплі. Однак такий вагомий результат досягається завдяки традиційно великим значенням показників валового збору, за незначних темпів росту інтенсифікації та механізації процесів виробництва. З огляду на зростання важливості продовольчої проблеми для світової спільноти та світові тенденції до виробництва екологічно чистої продукції «органічного рослинництва», Україна зможе і надалі утримувати провідні позиції на продовольчому ринку з низки сільськогосподарських культур, зокрема з картоплі, за умови впровадження високопродуктивних технологій механізованого виробництва, найвагомішими серед яких є технології збирання.

Зважаючи на викладене вище, до важливих наукових і практичних завдань сільськогосподарського виробництва варто віднести дослідження та впровадження перспективних технологій і машин для збирання картоплі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі вирощування та збирання картоплі присвячено чимало друкованих праць. Проблеми картопляної галузі розробляли та розробляють такі вчені, як С.М. Грушецький, Т.Д. Гуцол, В.М. Булгаков, С.В. Смолінський та інші [3–15].

Явище і моделювання процесу сепарації картопляного вороху досліджував у своїх працях Ю.П. Фірман [6]. Питаннями розроблення й обґрунтування параметрів ротаційного картоплекопача цікавився В.С. Бончик [8].

Останніми дослідженнями варто вважати науковий пошук і обґрунтування конструкції та параметрів спірального сепаратора картопляного вороху й обґрунтування параметрів поздовжніх транспортерів-сепараторів коренезбиральних машин В.М. Булгакова, С.В. Смолінського, І.В. Фльонц та інших [9–12].

Великим вкладом у теорію сепарації на решетах сипучих матеріалів стали праці д. ф. – м. н. Е.А. Напомнящего, який у низці своїх праць розглянув математичні основи цього процесу, Г.Д. Петров провів дослідження з визначення розмірної характеристики ґрунтових грудок, що утворюються під час підкопування бульбоносного шару [13].

Стратегічні питання з вирощування картоплі в Україні з використанням найсучасніших технологій і техніки, які б мали конкурентоспроможні якісні показники, дослідники у своїх працях, на жаль, оминають, аналіз сучасного стану картоплярства в Україні є завжди актуальною проблемою.

Мета. Метою публікації є модель удосконалення конструктивно-технологічних схем грудкоруйнуючих робочих органів, намічені перспективні напрями коренезбиральних машин.

Методологія дослідження. Дослідження проводилися шляхом технологічно-конструкційного аналізу технологій і машин для збирання картоплі. У процесі досліджень використовувались загальні методи дослідження, порівняння, моделювання конструктивно-технологічних схем грудкоруйнуючих робочих органів, порівняльний аналіз.

Результати. На основі проведеного аналізу технологій і машин для збирання картоплі нами виявлено серйозну проблему для багатьох фермерів, наявність великої кількості грудок ґрунту під час збирання картоплі. У деяких господарствах грудки становили третю частину врожаю, який перевозили з поля. Це значно знижувало продуктивність приймальних комплексів під час закладання картоплі на зберігання. Вибирати грудки доводилося в основному вручну із транспортерів. Але частина їх усе одно залишалася. У деяких господарствах вміст землі в завантаженому до сховищ врожаї досягав 15–20%.

Яка головна причина появи значної кількості грудок землі під час збирання врожаю? Звісно, це ущільнення ґрунту під час передпосадкового обробітку та посадки. Ми не будемо розглядати тему деградації ґрунту внаслідок дії ходових систем сільськогосподарських машин. У виробництві картоплі використовувати широкі шини малого тиску та гусеничні рушії поки неможливо. Також не можна відмовитися від ґрунтообробних знарядь з активними робочими органами. Ці два чинники призводять до руйнування ґрунтової структури (ґрунтових агрегатів). Неструктуровані ґрунти злежуються і, як наслідок, утворюються грудки.

Агрономи знають, що основним винуватцем значного ущільнення ґрунтів під час весняно-польових робіт є вологість. Ґрунт, насичений вологою, легко ущільнюється. Період релаксації ґрунтів після ущільнення зазвичай

триває набагато довше, ніж вегетація картоплі. Заклавши у гребінь ущільнений ґрунт, ми з величезною ймовірністю отримаємо грудки під час збирання врожаю.

Є таке поняття, як «найменша вологоємність ґрунту» (далі – НВ) – максимальна кількість води, яку ґрунт у природному заляганні може утримувати в підвишеному стані після припинення вільного відтоку гравітаційної води (табл. 1). Виражається вона у відсотках від ваги або обсягу ґрунтів. Зумовлюється гранулометричним, мінералогічним і хімічним складом ґрунту, його структурою, щільністю, пористістю – чинниками, на які ми, знову ж таки, оперативного впливу не можемо.

Таблиця 1. Інтервал вологості ґрунту для його якості обробітку

Тип ґрунту	Межа вологості			
	Нижня (обробіток ґрунту ускладнений, неможливо зруйнувати грудки, пил)	Нижня (ґрунт липкий, утворення ущільнених грудок)	Агротехнічно допустима для обробітку ґрунту	Для високоякісного обробітку та найменшого опору
Дерново-підзолисті	11	22	12–21	15–18
Сірі лісові	14	24	15–23	17–18
Чорноземи	13	25	15–24	15–18
Каштанові	12	24	13–23	14–16
Каштанові солонцюваті	12	21	13–20	16–17
Сіро-бурі та бурі	13	21	14–20	15–17
Сіроземи	14	21	14–21	–

Інакше кажучи, це вже не багнока, але в разі стиснення ґрунту в цьому стані грудка не руйнується під час падіння на землю.

Оптимальними строками проведення обробки ґрунту є період, коли він перебуває у стані так званої фізичної стиглості. Для важких суглинних ґрунтів це 40–70% НВ, для легких – 40–60%. Якщо перевести це у процентний вміст води у ґрунті, отримаємо 12–24%, залежно від типу ґрунтів.

Як видно з таблиці, допустимим періодом для підготовки ґрунту та посадки є час, коли вологість ґрунту становить у середньому 15–20%. Це приблизно 7–10 днів.

Створення високопродуктивних картоплезбиральних машин, що забезпечують дотримання всіх агротехнічних вимог (далі – АТВ), утруднено у зв'язку з низкою складних завдань, одним із яких є руйнування та відділення ґрунтових грудок. В умовах нашої країни це становище посилюється систематичним порушенням технологій передзбиральної обробки ґрунту і недотриманням усіх АТВ під час обробітку цієї культури. У більшості комбайнів (наприклад, сімейство комбайнів «КПК» та інші) передбачене ручне доочищення вороху. Відділення ґрунтових грудок від бульб картоплі в комбайні відбувається ручним способом на перебиральному столі. Однак навіть за наявності перебирального столу, якщо надходить велика кількість великих і дрібних ґрунтових грудок, обслуговуючий персонал комбайна не справляється з високою подачею вороху і в бункер надходять домішки.

Аналіз зарубіжних досліджень також показує [12], що під час роботи на важких ґрунтах зі зниженою вологістю спостерігається значна кількість не зруйнованих ґрунтових грудок. Професор Г.Д. Петров зазначає [13], що підвищення АТВ у разі ручного сортування бульб від домішок не можна домогтися тільки збільшенням числа робочих на перебиральному столі. Отже, як і на картоплекопачах-навантажувачах, на комбайнах також необхідне використання грудкоруйнуючих пристроїв, особливо у важких умовах роботи (знижена вологість ґрунту), для підвищення АТВ і продуктивності праці робітників на перебиранні (скорочення числа обслуговуючого персоналу). Ще одним можливим аргументом, який підтверджує перспективність розвитку грудкоруйнуючих робочих органів, є світова тенденція до потепління клімату. У разі вологості ґрунту менше 16–18% на сепаруючих робочих органах комбайна підкопуючий бульбоносний пласт розпадається на грудки, частина яких має розміри та твердість, збігові з характеристиками коренебульбоплодів. Ці грудки не завжди можуть бути відокремлені органами сепарації збиральних машин [3–5].

З усього розмаїття досліджених і вищевказаних робочих органів для руйнування ґрунтових грудок у збиральних машинах [13] варто виділити такі основні конструктивно-технологічні схеми (рис. 1). Руйнування ґрунтових грудок може здійснюватися: по-перше, катками безпосередньо перед підкопом бульбоносного пласта; по-друге, грудкоподрібновальними пристроями (балонами, бітерами або інтенсификаторами сепарації) різних конструкцій у процесі виконання технологічних операцій картоплезбиральної машиною [13]. Попереднє руйнування бульбоносного пласта [13] проводиться безпосередньо перед його підкопуванням і в момент підкопування опорними катками різних типів (рис. 2).

Катки можуть бути із гладкою, ребристою, прутковою або іншою робочою поверхнею.

Катки призначені для контролю глибини ходу лемешів, водночас вони здійснюють і часткове руйнування ґрунтових грудок, розташованих у верхньому шарі бульбоносної грядки. У бульбоносному пласті є компоненти, у яких внутрішні зв'язки можна порушити лише у процесі руху картопляного вороху робочими органами збиральної машини. Відзначимо, що катки можуть використовуватися лише як додатковий грудкоруйнуючий чинник впливу на бульбоносний пласт.

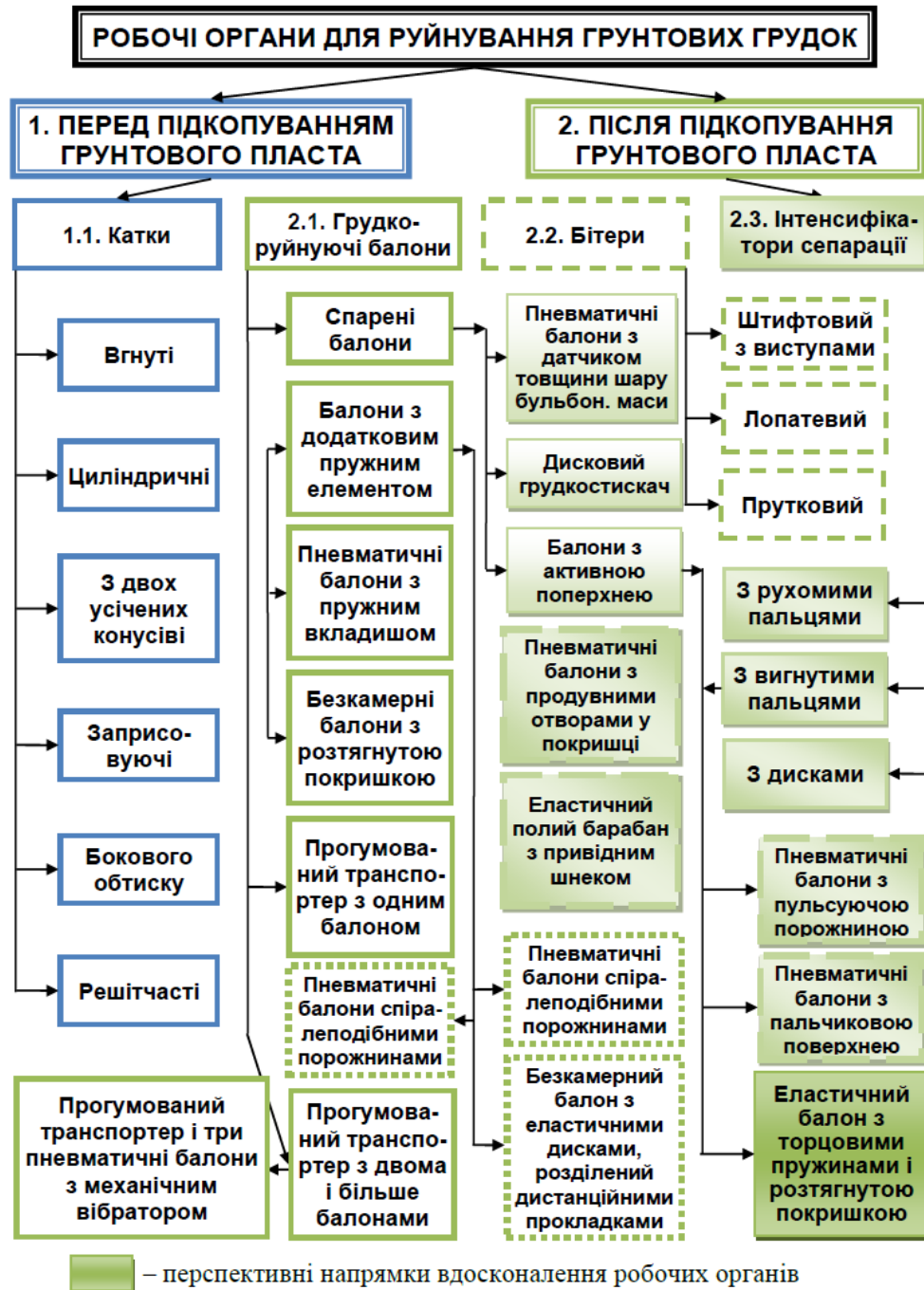


Рис. 1. Класифікація грудкоруйнуювальних робочих органів

Бітери за видом робочої поверхні поділяють на лопатеві (рис. 3а), пруткові (рис. 3б), штифтові (рис. 3в) та інші. Практика застосування лопатевих (комбайн КК-2) і пруткових бітерів, установлених на початку технологічного процесу збиральної машини, показала, що ці пристрої не забезпечують виконання всіх АТВ, що пов'язано з неповним руйнування ґрунтових грудок і можливістю згужування ґрунту.

У розроблених конструкціях (рис. 3г – 3е) інтенсифікація впливу на бульбоносний пласт і ґрунтові грудки досягається використанням рухливих, щодо осі обертання, – прямих пальців (рис. 3г), а також складного просторового обертально-поступального руху робочих елементів – дисків (рис. 3д) або вигнутих пальців (рис. 3е).

Проведемо аналіз найбільш ефективних і цікавих із технічного погляду грудкоподрібноувальних балонів (рис. 4–6). Зустрічно-оберткові пневматичні балони (рис. 3в) є найпоширенішим конструктивно-технологічним рішенням для грудкоруйнівних робочих органів. Класичний грудкоподрібноувач (рис. 4) широко застосовувався на більшості вітчизняних і зарубіжних картоплюзбиральних комбайнах і копачах-навантажувачах, наприклад: Е-372, Е-675, Е-665, Е-684, Е-686 (НДР), “Grimme DR-1500” (ФРН), КОК-2, ККР-2, ККР-2Б, К-3, ККУ-2, КСК-4-1, КПК-2-01 і КПК-3, “Grimme SE 75-40” та “Grimme SE 15060 UB”. Однак до основних його недоліків варто віднести: значні пошкодження бульб і можливість згужування бульбоносного вороху перед балонами.

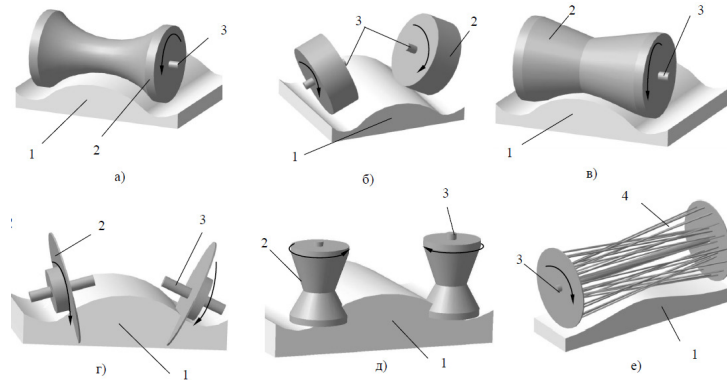


Рис. 2. Схеми опорних і грудкоруйнувальних робочих органів:

а – каток з увігнутою поверхнею; б – циліндричні катки; в – каток із двох усічених конусів;
г – обпресовувані катки; д – катки з боковим обтисненням; е – прутковий каток;
1 – поле (бурбоносної грядки); 2 – каток; 3 – вісь катка; 4 – прутки

Міцні грудки важко зруйнувати тільки за допомогою транспортерів або грохотів. Ґрунтові грудки можуть бути подрібнені динамічним впливом, у технологічному процесі роботи картоплезбиральної машини, наприклад за допомогою різних бітерів та інтенсифікаторів сепарації (рис. 3).

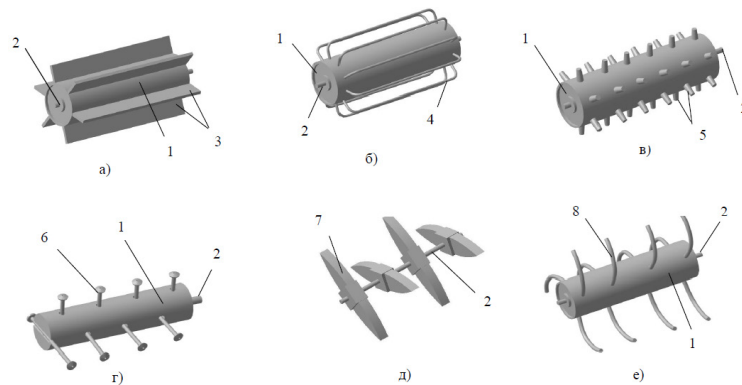


Рис. 3. Схеми грудкоподрібнювальних бітерів і інтенсифікаторів сепарації:

а – бітер лопатевий; б – бітер прутковий; в – штифтовий бітер (з виступами); г – інтенсифікатор сепарації з рухомими пальцями; д – дисковий інтенсифікатор сепарації; е – інтенсифікатор сепарації з вигнутими пальцями;
1 – бітер; 2 – вісь бітера або інтенсифікатора сепарації; 3 – лопаті; 4 – прутки; 5 – виступи (штифти);
6 – прямі рухливі пальці; 7 – диски у формі пелюстки; 8 – вигнуті пальці

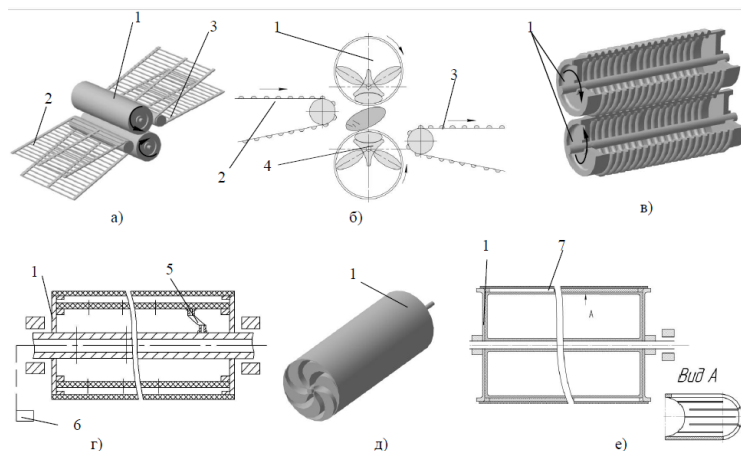


Рис. 4. Схеми спарених грудкоподрібнювальних робочих органів із пневматичними і пружними балонами:

а – спарені пневматичні балони; б – дискові балони; в – балон із пальчиковою поверхнею; г – пневматичний балон із пульсуючою порожниною; д – пневматичний балон зі спіральною порожниною; е – пневматичний балон із пружним вкладишем; 1 – балони грудкоподрібнювачі; 2 – перший транспортер; 3 – другий транспортер;
4 – екстрітетний вузол; 5 – перепускний клапан; 6 – пневматичний насос; 7 – порожнина з повітрям

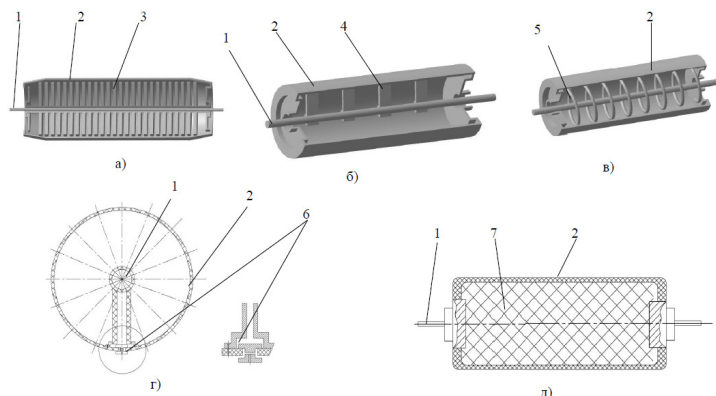


Рис. 5. Схеми грудкоподрібнюючих пружних балонів:

а – безкамерний балон з еластичними дисками, розділеними дистанційними прокладками; б – пневматичний балон із датчиком товщини шару бульбоносної маси; в – еластичний порожнистий барабан із пружним елементом; г – балон, заповнений еластичним наповнювачем пневматичний; д – балон із продувними отворами в покришці; 1 – вісь грудкоподрібнювача; 2 – балони грудкоподрібнювача; 3 – еластичні диски; 4 – датчик; 5 – пружний елемент; 6 – клапан; 7 – еластичний наповнювач

Перспективними залишаються пристрої для руйнування ґрунтових грудок, що працюють спільно з сепаруючими транспортерами (рис. 6г – 6е). Подібні пристрої (рис. 6г) застосовувалися на картоплезбиральних комбайнах: “Shatsgreber 1020” (Швеція) та Е-372 (НДР), К-1, ККР-2, ККР-2Б, КГП-2 тощо. Таке технічне рішення дозволяє зменшити масогабаритні характеристики грудкоподрібнювальних балонів і дає можливість застосовувати грудкоподрібнювачі на більшості картоплезбиральних машин.

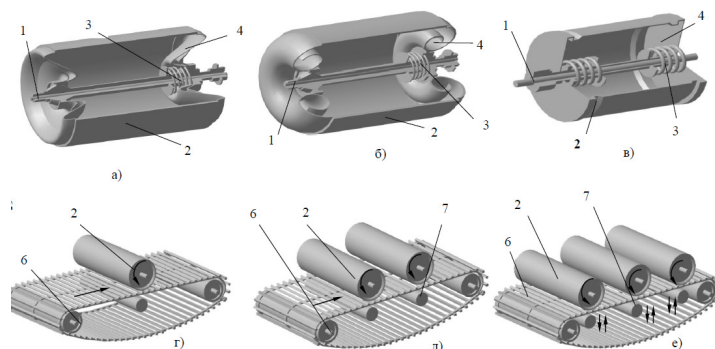


Рис. 6. Схеми грудкоподрібнюючих робочих органів і балонів з активною поверхнею:

а – балон із торцевими пружинами і розтягнутою покришкою; б – балон із радіальними пружинами і розтягнутою покришкою; в – пневматичний безкамерний балон із розтягнутою покришкою; г – пневматичний балон над прогумованим транспортером; д – два пневматичні балони над прорезиненим транспортером; е – три пневматичні балони з вібраторами під транспортером; 1 – вісь балона грудкоподрібнювача; 2 – балон грудкоподрібнювача; 3 – пружина; 4 – торцевий диск; 6 – транспортер; 7 – підтримуючий ролик

Аналіз проблем механізованого збирання картоплі підтверджує актуальність створення і використання надійних високопродуктивних грудкоподрібнюючих робочих органів, що забезпечують низький рівень пошкоджень бульб картоплі.

Розглянуті конструкції існуючих робочих органів для руйнування ґрунтових грудок здебільшого мають низку недоліків: низьку продуктивність і АТВ за кількістю ушкоджень, значні габарити, матеріаломісткість і, як наслідок, вартість.

Найбільш перспективними, на нашу думку, є пневматичні грудкоподрібнювачі з активною поверхнею. Однак необхідно підвищити активність поверхні балона, що дозволить знизити всередині нього тиск, а це приведе до зменшення пошкоджень бульб.

Висновки і перспективи. На основі проведеного порівняльного аналізу технологій і машин для збирання картоплі виявлено основні конструктивно-технологічні схеми, що впливають на агротехнічні показники збиральної техніки, розроблено модель грудкоруйнуючих робочих органів (збиральних машин). Дана модель включає руйнування ґрунтових грудок: по-перше, катками безпосередньо перед підкопом бульбоносного пласта; по-друге, грудкоподрібнювальними пристроями (балонами, бітерами або інтенсификаторами сепарації) різних конструкцій у процесі виконання технологічних операцій картоплезбиральної машиною. Попереднє руйнування бульбоносного пласта проводиться безпосередньо перед його підкопуванням і в момент підкопування опорними катками різних типів та інших конструктивних і кінематичних параметрів робочих органів машин.

Список використаних джерел

1. Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines / S.M. Hrushetsky et al. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 59. № 3. P. 101–110. DOI: 10.35633/INMATEH-59-11.
2. The heap parts movement on the share-board surface of the potato / S. Hrushetskyi et al. *Harvesting machine bulletin of the Transilvania university of Braşov series II: Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering*. 2021. Vol. 14 (63). №. 1. S. 127–140. DOI: 10.31926/but.fwiafe.2021.14.63.1.122.
3. The technological process pattern of potato root harvester / С.М. Грушецький та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець-Подільський, 2019. № 31. DOI: 10.37406/2706-9052-2019-2-7.
4. Грушецький С.Н. Модель технологических процессов картофелеуборочных машин. *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве* : материалы Международной научно-практической конференции, 24–25 октября 2019 г. : в 2-х ч. Минск : БГАТУ, 2019. Ч. 1. С. 125–127. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/8670/1/27.pdf>.
5. Грушецький С.М., Підлісний В.В. Аналіз конструкцій та результати досліджень сепараторів картопляного вороху. *Сучасний рух науки : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції журналу "WayScience"*. 4–5 квітня 2019 р. Дніпро, 2019. С. 274–282. URL: http://dSPACE.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/13556/1/kostuyk_3-1.pdf.
6. Фирман Ю.П., Грушецький С.Н. Кинематический анализ работы динамического ленточного сепаратора. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol. 17. № 1. P. 11–16. URL: <file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/11-16-1.pdf>.
7. Modelling of the separation process of the potato stack. *Agricultural Engineering : czasopismo / Taras Hutsol et al. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej*. 2017. Vol. 21. № 4. P. 27–35.
8. Бончик В.С., Федирко П.П. Результаты экспериментальных исследований геометрических параметров картофельной грядки при работе картофелеуборочных машин. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol. 17. № 5. P. 3–6.
9. Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor / V. Bulgakov et al. *Agronomy Research*. 2018. № 16 (1). P. 52–63. DOI: 10.15159/AR.18.037.
10. Плоскі вертикальні криві, які забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки / В.М. Булгаков та ін. *Вібрації в техніці та технологіях* : всеукраїнський науково-технічний журнал. 2014. Вип. 1 (73). С. 5–12.
11. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural / E. Aliev et al. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54. № 1. P. 95–104.
12. Theoretical study on sieving of potato heap elements in spiral separator / S. Pascuzzi et al. *Agronomy Research*. 2019. № 17 (1). P. 33–48. DOI: 10.15159/AR.19.073.
13. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. *Машиностроение*. 1984. 320 с.
14. Analysis of separation and transportation mechanisms for root potato harvesters / S.N. Hrushetskiy et al. *Engineering of nature management*. 2021. № 4 (22). P. 63–72.
15. Дослідження якості сепарації картопляного вороху підкопувальними робочими органами картоплезбиральної машини / С.М. Грушецький та ін. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 1 (96). С. 125–140. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1-14.

Ivanyshyn V.V.

*Doctor of Economic Sciences, Professor, Rector
Institution of higher education "Podilskyi State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: v.v.ivanyshyn@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1255-1638*

Hrushetskyi S. M.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Institution of higher education "Podilskyi State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152*

Rud A. V.

*Candidate of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Agricultural Engineering and System Engineering
Institution of higher education "Podilskyi State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: anatoliyrujd@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7206-7103*

Korchak M. M.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Institution of higher education "Podilskyi State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: nikolaykorchak@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8726-1881*

**MODELING AND PROSPECTIVE DIRECTIONS OF STRUCTURAL
AND TECHNOLOGICAL SCHEMES OF DESTRUCTIVE WORKING BODIES
OF POTATO HARVESTING MACHINES**

Abstract

Introduction. In order for Ukraine to successfully enter the Western markets, it is necessary to ensure the competitiveness of its own products, which is achieved through the comprehensive mechanization of technological processes, the reduction of labor costs, and the increase of the yield and quality of the obtained products.

Purpose. The purpose of the publication is the model of improvement of the structural and technological schemes of the crushing working bodies and the intended promising directions of root and tuber harvesting machines.

Research methodology. The research was carried out through technological and structural analysis of technologies and machines for harvesting potatoes. In the process of research, general methods of research, comparison, modeling of structural and technological schemes of breast crushing working bodies, comparative analysis were used.

Results. Analysis of the problems of mechanized harvesting of potatoes confirms the relevance of creating and using reliable high-performance lump-shredding working bodies that ensure a low level of damage to potato tubers.

The considered designs of available working bodies for the destruction of soil clods, in most cases, have some disadvantages, as follows: low productivity and ATV in terms of the number of damages, significant dimensions, material consumption and, as a result, cost.

The most promising, in our opinion, are pneumatic lump crushers with an active surface. However, it is necessary to increase the activity of the surface of the cylinder, which will allow reducing internal pressure that will lead to a reduction of tuber damage.

Conclusion. Based on the comparative analysis of technologies and machines for harvesting potatoes, the main structural and technological schemes affecting the agrotechnical indicators of harvesting equipment were identified, and a model of lump-breaking working bodies (harvesting machines) was developed. The model includes the destruction of soil clods: firstly, by rollers immediately before digging up the tuber-bearing layer; secondly, by clod crushing devices (balloons, beaters or separation intensifiers) of various designs in the process of technological operations by a potato harvester. The preliminary destruction of the tuberous layer is carried out immediately before its digging and at the time of digging with support rollers of various types and other structural and kinematic parameters of the working bodies of machines.

Key words: model, potato, potato harvesting equipment, lump, destruction, bulbous layer, picking potatoes, structural and technological scheme.

References

1. Hrushetskiy, S.M., Yaropud, V.M., Duganets, V.I., Duganets, V.I., Pryshliak, V.L. Kurylo, V.M. (2019). Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH-Agricultural Engineering*. Vol. 59, 3, 101–110 [in English].
2. Hrushetskiy, S., Yaropud, V., Kupchuk, I., Semenyshena, R. (2021). The heap parts movement on the share-board surface of the potato. Harvesting machine bulletin of the Transilvania university of Braşov series II. *Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering* Vol. 14 (63), 1, 127–140 [in English].
3. Hrushetskiy, S.M., Rud, A.V., Semenyshyna, I.V., Medvedyev, YE.P. (2019). The technological process pattern of potato root harvester [The technological process pattern of potato root harvester]. *Zhurnal "Podil's'kyy visnyk: sil's'ke hospodarstvo, tekhnika, ekonomika"*, 31. Kam'yanets'-Podil's'kyy, 52–62 [in English].
4. Hrushetskiy, S.N. (2019). Model' tekhnolohycheskoy protsessov kartofeleuborochnykh mashyn [Model of technological processes of potato harvesting machines]. *Tekhnicheskoe y kadrovoe obespechenye ynnovatsyomnykh tekhnolohyy v sel'skom khozyaystve: materyaly Mezhdunarodnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy*, V 2 ch. Mynsk, BHATU, 1, 125–127.
5. Hrushetskiy, S.M., Pidlisnyy, V.V. (2019). Analiz konstruksiy ta rezul'taty doslidzhen' separatoriv kartoplyanoho vorokhu [Analysis of designs and research results of potato pile separators]. *Suchasnyy rukh nauky : tezy dop. VI mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi zhurnalu "WayScience"*. Dnipro, 274–282 [in Ukrainian].
6. Fyrman, Yu.P., Hrushetskiy, S.N. (2015). Kynematycheskyy analiz raboty dynamycheskoho lentochnoho separatora [Kinematic analysis of the operation of a dynamic belt separator]. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Vol. 17, 1, 11–16.
7. Hutsol, Taras, Firman, Jurii, Komarnitsky, Sergiy. (2017). Modelling of the separation process of the potato stack. *Agricultural Engineering : czasopismo. Polskie Towarzystwo Inzynierii Rolniczej*. Vol. 21, 4, 27–35 [in English].
8. Bonchik, V.S., Fedirko, P.P. (2015). Rezul'taty eksperymental'nykh issledovaniy geometricheskikh parametrov kartofel'noy gryadki pri rabote kartofeleuborochnykh mashin [The results of experimental studies of the geometric parameters of the potato beds during the work of potato harvesters]. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Vol. 17, 5, 3–6.
9. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V.Z., and Olt J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*. 16 (1), 52–63 [in English].
10. Bulhakov, V.M., Pylypaka, S.F., Zakharova, T.N., Kaletnik, H.M., Yaropud, V.M. (2014). Ploski vertykal'ni kryvi, yaki zabezpechuyut' postiyini tysk i shvydkist' rukhu material'noyi tochky [Flat vertical curves that provide constant pressure and velocity of material point]. *Vseukrayins'kyy naukovo-tekhnichnyy zhurnal "Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh"*. VNAU. Vyp. 1 (73), 5–12 [in Ukrainian].
11. Aliev, E., Bandura, V., Pryshliak, V., Yaropud, V., Trukhanska, O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural [Modeling of mechanical and technological processes of agricultural]. *INMATEH – Agricultural Engineering*. Vol. 54, 1, 95–104 [in English].
12. Pascuzzi, S., Bulgakov, V., Santoro, F., Sotirios, A., Anifantis, Olt J., Nikolaenko, S. (2019). Theoretical study on sieving of potato heap elements in spiral separator. *Agronomy Research*. 17 (1), 33–48 [in English].
13. Petrov, G.D. (1984). Kartofeleuborochnyye mashyny [Potato harvesting machines]. *Engineering*. Hrushetskiy, S.N., Korchak, N.N. and Zaharevich, T.S. (2021). "Analysis of separation and transportation mechanisms for root potato harvesters", *Engineering of nature management*, (4 (22)), pp. 63–72 [in Ukrainian].
14. Hrushetskiy, S.M., Yaropud, V.M., Babyn, I.A. (2020). Doslidzhennia yakosti separatsii kartoplyanoho vorokhu pidkopoval'nymy robochymy orhanamy kartoplezbyral'noi mashyny [Investigation of the quality of potato heap separation by digging working bodies of a potato harvester]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh*, 1 (96). Vinnytsia, 125–140 [in Ukrainian].