

УДК 631.356

В.Барановський, канд. техн. наук

Національний аграрний університет

ОСНОВНІ ЕТАПИ СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Викладено основні історичні етапи розвитку технологій і технічних засобів збирання коренеплодів та загальні сучасні принципи побудови і тенденції розвитку технологічних схем коренезбиральних машин, наведено їх класифікацію.

Актуальність питання. Головним критерієм подальшої інтенсифікації сучасного розвитку сільськогосподарського виробництва є матеріально-технічна база механізації всіх виробничих процесів на основі забезпечення та впровадження високоефективних ресурсозберігаючих технологій збирання культур.

Основною ознакою, яка характеризує ресурсозберігаючу технологію, є раціональне заощадження матеріальних і енергетичних ресурсів, тобто їх значне зменшення, у загальному аспекті технологічних операцій збирання спектру коренеплодів (СК) – цукрових, кормових, столових буряків і моркви.

Сучасний стан спеціальних засобів механізації збирання СК у світі, у тому числі і в Україні, у деякій мірі задовільний для реалізації технологічного процесу збирання у задані агротехнічні строки. На даному етапі істотно змінилися механіко-технологічні

принципи і конструктивно-технічні рішення, які використовуються при конструюванні коренезбиральних машин (КМ) на різних стадіях їх проектування, виготовлення, випробування та впровадження у серійне виробництво. У результаті підвищилася якість виконання технологічного процесу, збільшилась продуктивність праці на збиранні СК [1].

Дослідження послідовності історичного розвитку конструктивно-технологічних схем коренезбиральних машин, світового досвіду поетапного удосконалення технологічного процесу збирання СК є основою для подальшого формування наукового світогляду розробників коренезбиральної техніки.

Аналіз результатів попередніх досліджень. Аналізу загальних принципів розвитку коренезбиральних машин присвячено багато наукових праць видатних вчених Погорілого Л.В., Василенко П.М, Василенка А.А., науковців Татянка М.В., Брея В.В., Кравченка О.С., Смакоуза Г.М., Козіброди Я.І. та інш. [2, 3].

Технічний прогрес початку третього тисячоліття зумовив подальший розвиток сільськогосподарського машинобудування – у виробництво впроваджуються нові високоефективні коренезбиральні комплекси, побудовані на основі оригінальних конструктивних і технологічних схем. Відсутність їх аналізу зумовило проведення даних досліджень.

Мета досліджень. Метою досліджень є подальший розвиток загальної концепції раціональних обрисів коренезбиральної техніки шляхом аналітичного огляду та аналізу етапів еволюції удосконалення її конструктивно-компонувальних схем.

Результати досліджень. Загальні принципи еволюції технічних засобів, призначених для збирання СК, тісно пов'язані з основними загальними аспектами розвитку технологій і способів їх збирання, а також еволюцією окремих технологічних операцій, особливо таких, як доочищення залишків гички на головках коренеплодів, викопування коренеплодів, сепарації викопаного вороху та завантаження коренеплодів.

В загальному контексті конструктивно-технологічних тенденцій розвитку КМ – від об'єднання кінних знарядь в один збиральний агрегат, тобто відносного зростання коренезбирального комбайна (1920 р.), до надпотужних самохідних блочно-модульних бункерних машин з місткістю бункера до 40 м³, можна виділити основні п'ять періодів: ранній період розвитку знарядь збирання (1850-1910 рр.), період створення причіпних одно-трирядних коренезбиральних комплексів (1911-1945 рр.), період розробки і впровадження у виробництво шестирядних самохідних машин (1946-1980 рр.), період самохідних бункерних збиральних комбайнів з центральною повздовжньою подачею викопаного вороху (1981-2000 рр.); сучасний період однофазних самохідних надпотужних бункерних збиральних комбайнів з боковою повздовжньою подачею викопаного вороху (2000 р.-).

У основу розробки конструктивних схем КМ кожного історичного етапу розвитку завжди були покладені головні загальні принципи та тенденції розвитку домінуючої технології та способу збирання СК. Перші механізовані способи збирання коренеплодів, які поєднували у собі викопування, завантаження і транспортування технологічної маси цукрових буряків, розпочалися у другій половині ХІХ століття [3]. За відносно короткий термін, приблизно 150 років, розвиток і становлення техніки та механізованої технології збирання коренеплодів пройшло шлях від важкої ручної праці до кінних, тракторних і самохідних машин.

Ранній період розвитку перших знарядь характеризується розмежуванням і виділенням вузлових технологічних фаз збирання коренеплодів – обрізування гички, викопування та очищення вороху коренеплодів. Питання необхідності механізації основних операцій збирання врожаю дало поштовх до винаходів і виготовлення на машинобудівних підприємствах найпростіших, із сучасного погляду, кінних знарядь, які суттєво полегшили ручну працю на виробництві.

На перших порах, для механізації викопування коренів, яке було найбільш працемісткою операцією, застосовували примітивні кінні знаряддя – сохи, різного

профілю лемеші та плуги, які тільки підрихлювали ґрунт навколо коренеплоду для подальшого його ручного витягування за гичку. Однорядний німецький плуг-бурякопідіймач Р. Сакка (1853 р.) був першим більш-менш досконалим і працездатним механічним знаряддям, який мав передні опорні колеса. Подальше удосконалення кінних засобів механізації викопування коренеплодів було направлене на створення знарядь, які збільшували рядність машин з одночасною доробкою конструктивних схем – підкопуюча частина дворядного коренепідіймача В. Зідерслебена (1861 р.) була шарнірно прикріплена до осі передніх коліс і мала керування по рядках, спочатку за допомогою важеля, а потім кермового механізму; у двозубовому ручному копачі Поля О. Лекга (1878 р.) колісна вісь підкопуючої частини була прикріплена до рами копача за допомогою направляючої вертикальної осі, при цьому коренеплоди “витискалися” з ґрунту. У подальшому цей копач модернізували механізмом керування по рядках і гвинтовим механізмом регулювання глибини ходу зубових викопуючих робочих органів, які у подальшому назвали вилчастими. Поряд з лемішними і вилчастими копачами застосовувалися дводискові викопуючі робочі органи (бурякокопач Ф. Френч-Вотьє, К. Томана, 1900 р.) [3].

Другий період розвитку КМ характеризується створенням різних працездатних конструкцій гичкозрізаючих і викопувальних машин, а також розробкою перших прототипів однорядних комбайнів – фірма “Червінка” (Чехія) розробила оригінальний прототип майбутнього комбайна, у якому гичкозрізуючий апарат і вилчастий копач за допомогою копіїв полозкового типу направлялися по рядках коренеплодів. Дворядна машина “Марсо” (Данія) вкладала коренеплоди у валок. Трирядні машини фірми “Дегремон” (Франція) були першими прототипами двофазних машин – спочатку зрізували гичку і виконували дообрізуку її залишків на головках коренеплодів, а у другій фазі вилчастими копачами викопували корені. Модернізований варіант гичкорізувального робочого органу з дисковим копійром був використаний у подальшому (1950-1960 рр.) відомою фірмою “Моро” (Франція). З появою двигунів внутрішнього згорання інтенсивність процесу механізації збирання СК значно зросла.

Перший зразок дворядного українського комбайна (1930 р.) був аналогом комбайна “Зідерслебен” з дисковими гичкозрізувальними і лемішними викопувальними робочими органами [2].

У подальшому під керівництвом академіка А.А. Василенко (Український філіал ВІСГОМ, м. Харків) було розроблено сімейство удосконалених зразків дворядних комбайнів КС-4 – від копача-валкоутворювача, який передбачав викопування коренеплодів вилчато-лемішними замкнутими копачами з частковою сепарацією вороху та укладанням коренеплодів у валок і подальшим підбиранням його у періодично вивантажувальний бункер або безпосереднього завантаження вороху у бункер, до варіанта коренекопача брального типу [2], який передбачав підкопування коренеплодів підіймальними лапами з наступним витягуванням їх за гичку.

Дана конструкція брального апарату була використана для створення у кінці 1950-х рр. першого у світі трирядного комбайна брального типу СКЕМ-3. Поряд з академіком А.А. Василенком, вирішальний науково-конструкторський внесок у їх розробку і подальше поетапне удосконалення цих унікальних комбайнів вніс видатний вчений-теоретик Петро Мефодійович Василенко, який у Інституті машинознавства АН УРСР обґрунтував конструктивні форми копачів коренезбиральних машин на основі отриманих залежностей руху частинок ґрунту по робочому органу, виконаного у формі тригранного клина, які зв’язували параметри копачів і їх опір переміщенню у ґрунті.

Постановка цих машин на серійне виробництво у 1950-1960 рр. на Дніпропетровському комбайновому заводі була суттєвим проривом у світовому комбайнобудуванні та розвитку технологій збирання СК – у європейських країнах у цей час переважали низькопродуктивні 1-2-рядні комбайни [1].

Шестирядні навісні комплекси (гичкозбиральна машина, коренекопач-валкоутворювач, підбирач-навантажувач) для 2-3 фазного способу збирання

коренеплодів у Європі (фірми “Моро”, “Еріо”, “Стенден”, “Кляйне”) і США (“Фармхенд”, “Джон Дир”) були розроблені тільки у 1960-1970 рр., які завдяки підвищенню потужності тракторів до 90-120 к.с. розміщували на передній і задній навісках трактора.

Розробки перших зразків самохідних КМ почалися у Західній Європі і США у 1960-1970 рр. – шестирядна самохідна КМ фірми “Парма” (США) у якості енергетичного засобу мала встановлені на її рамі трактор потужністю 115 к.с., дискові копачі, шнековий очисник вороху і бункер-компенсатор ємністю 5,5 м³. Ця розробка дала поштовх для подальшого удосконалення конструктивних схем і технологій збирання коренеплодів у Європі та УРСР.

Проведені наукові розробки академіком П.М. Василенком, так і наступні дослідження вчених теоретиків і конструкторів М.В. Татьянка, В.В. Брея, М.І. Кривоногова, Ю.Б. Аванесова, О.С. Кравченко, В.Г. Кузьміна, М.Г. Данильченко, Г.М. Смакоуза та інш. дозволили створити високопродуктивний комплекс шестирядних машин для роздільного двофазного способу збирання коренеплодів з використанням самохідних КМ: КС-6, РКС-6, які значно перевищували у 1970-1980 рр. існуючі світові рівні технологій збирання.

Четвертий етап розвитку КМ характерний стрімким переходом до однофазного способу збирання коренеплодів, який поєднував 2-3-фазне збирання коренеплодів самохідним коренезбиральним комбайном бункерного типу великої ємності (“Кляйне”, “Ропа”). Конструктивний прорив настав після розробки компактних гичковидальючих і викопувальних робочих модулів, теоретичні основи функціонування яких були також обґрунтовані П.М. Василенком, систем очищення вороху і автоматичного керування машини по рядках коренеплодів. Подальше конструктивне удосконалення цих машин призвело до розміщення гичкозбиральних робочих органів разом з копачами за межами бази машини на передній навісці – самохідний комбайн “Бета Кінг” (ФРН) мав двостадійний агрегат для видалення гички і дводискові односторонні приводні копачі, які були навішені в передній частині направляючого моста.

У 1982 р. на базі спільних наукових розробок УкрНДІСГОМ і “Ваймар-Комбінату” (НДР) був виготовлений і апробований макетний зразок шестирядного бункерного комбайна з ємністю бункера 20 м³, у якому гичкозрізувальний модуль, подібний гичкозбиральній машині БМ-6, навішувався спереду ведучих коліс, а викопуючий модуль – за ними. На той час дослідний зразок комбайна мав прогресивні базові параметри, які співставні з розробленими пізніше комбайнами фірм “Кляйне”, “Мотро”, “Ропа”. У результаті до кінця 1980-х років на основі успішних попередніх конструктивних розробок у європейських країнах було впроваджено однофазні високопродуктивні бункерні комбайни місткістю бункера до 30 м³, які могли формувати великі польові кагати коренеплодів або вивантажувати коренеплоди у магістральні транспортні засоби залежно від застосованої технології збирання.

Особливістю конструктивної схеми таких комбайнів було центральне повздовжнє транспортування викопаного вороху коренеплодів, що вносило свої відповідні корективи у компоновальні схеми розміщення базових вузлів на основній рамі машини.

Характерною ознакою сучасного етапу розвитку КМ є те, що в процесі еволюційного розвитку конструктивних і технологічних рішень коренезбиральної техніки за останні 5 років активно удосконалювалися конструкції гичкозрізувальних, викопувальних, очисних і транспортуючих робочих органів, а також ходових систем і бункерів, що дозволило розробити і впровадити у виробництво принципово нову конструктивну схему самохідного бункерного комбайна нового покоління SF-20 (фірма “Кляйне”) з боковим транспортуванням викопаного вороху у бункер машини. Таке розташування робочих органів дозволило більш компактно розмістити на рамі машини основні складові елементи КМ – трансмісію, гідросистему, двигун, бункер і кабінку, засоби контролю і управління тощо.

Класифікаційна схема коренезбиральних машин наведена на рис. 1. На рис. 2

подано загальні основні вигляди коренезбиральних машин у аспекті наведеної класифікаційної схеми.

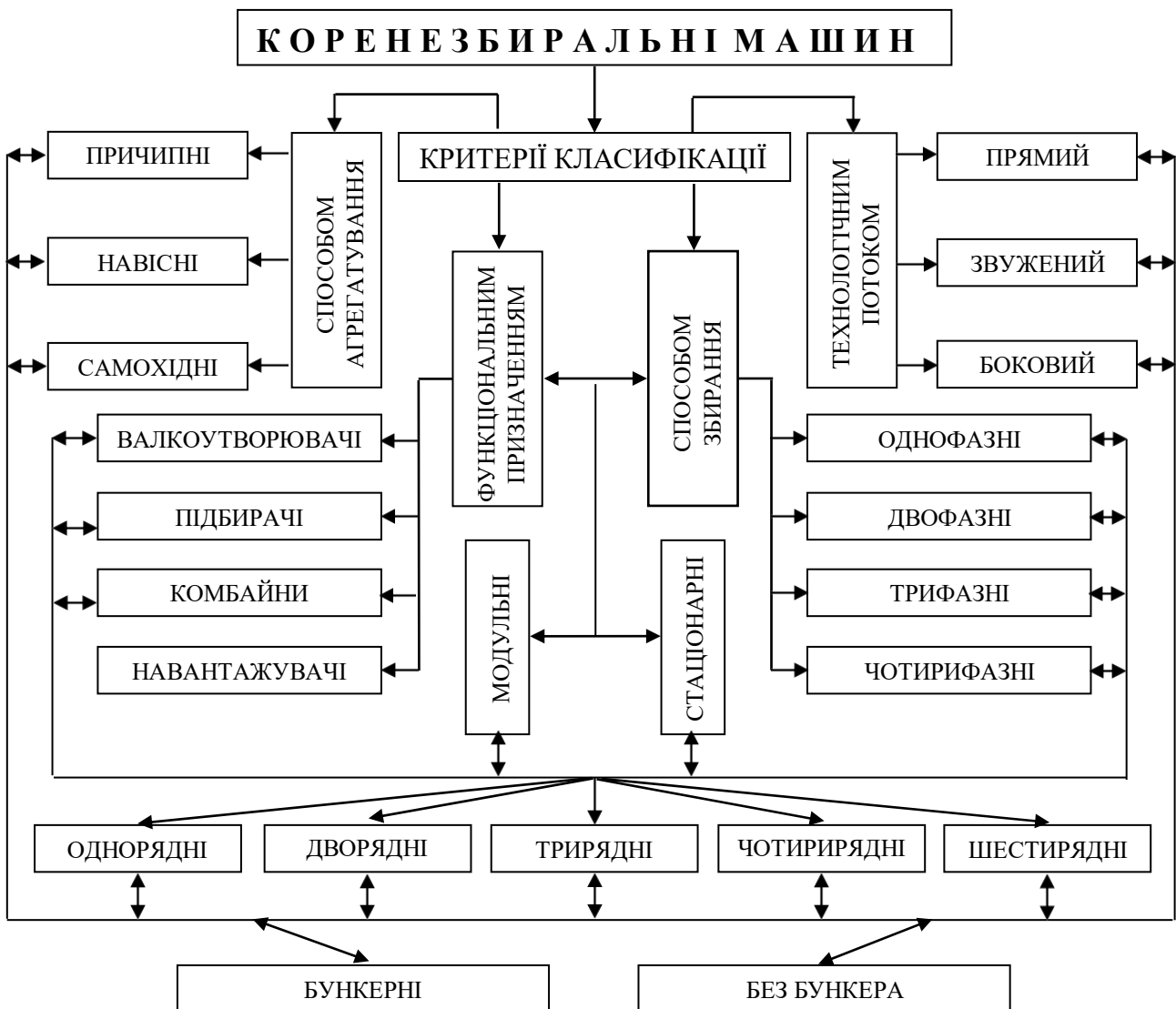


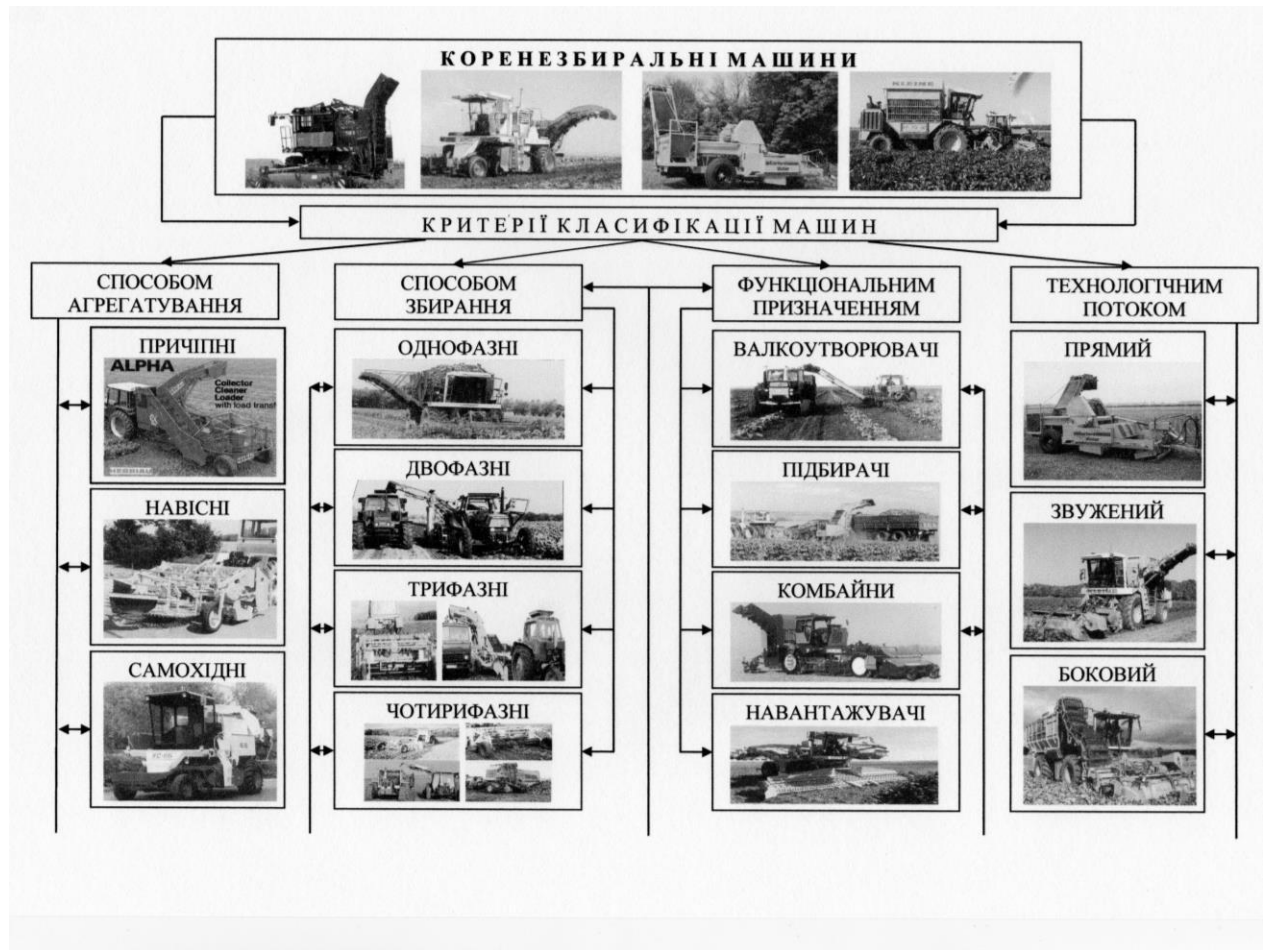
Рисунок 1 - Класифікаційна схема КМ

У зв'язку з великою різноманітністю конструктивних схем і технологічного призначення КМ, за основу побудови класифікаційної схеми були прийняті чотири головні критерії класифікації – класифікація КМ за функціональним призначенням, способом збирання СК, способом агрегування машин і напрямком технологічного потоку викопаного вороху коренеплодів. У сукупності дані критерії для побудови класифікації КМ покладені вперше.

За функціональним призначенням розрізняють наступні типи КМ валкоутворювачі (копачі-валкоутворювачі з 2-х, 3-х, 4-х, 6-и і 12-и рядків), підбирачі (підбирачі валків), комбайни (для одно-, дво- та трифазного способу збирання), навантажувачі (навантажувачі коренеплодів з кагатів).

За способом збирання коренеплодів КМ поділяють на однофазні, двофазні, трифазні та чотирифазні, відповідно, коли всі фази (стадії) збирання коренеплодів, залежно від застосованої технології збирання, виконуються однією, двома, трьома або чотирма збиральними машинами.

За способом агрегування КМ бувають навісні (як правило, при валковій технології збирання СК і блочно-модульному принципі побудови технологічної схеми КМ), причіпні та самохідні.



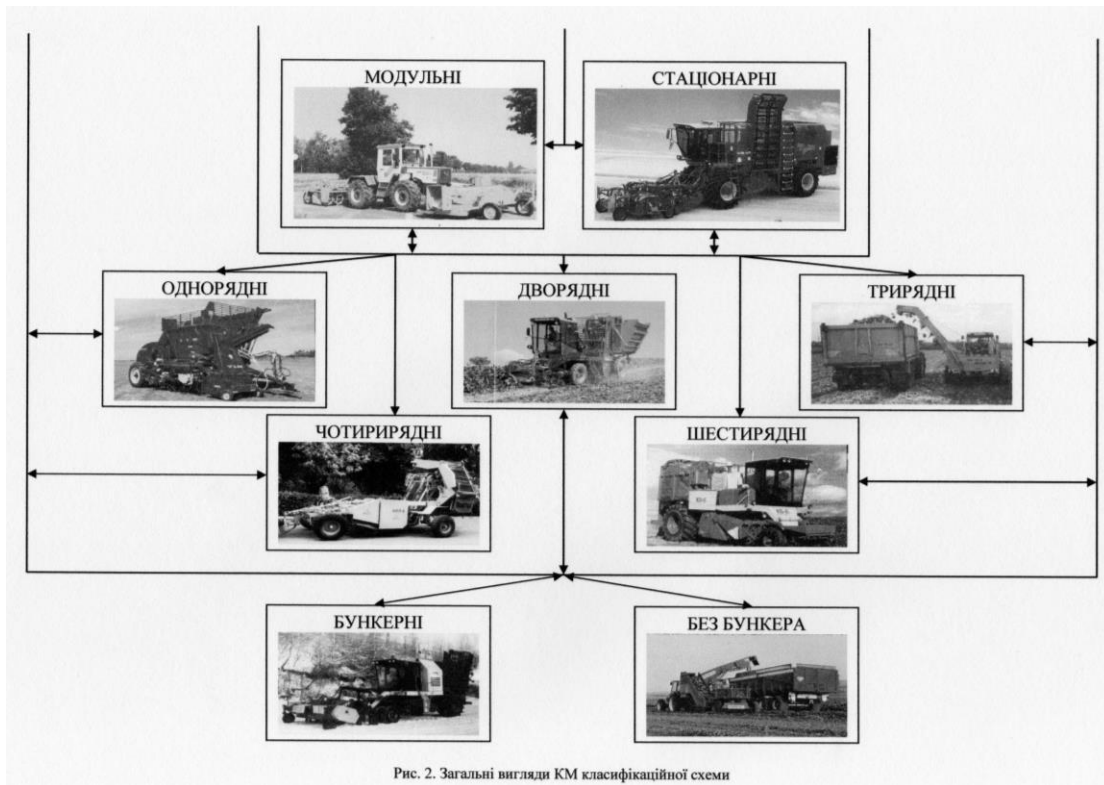


Рисунок 2 - Загальні вигляди КМ класифікаційної схеми

За напрямком руху технологічного потоку викопаного вороху коренеплодів можна виділити основні три групи технологічного потоку його транспортування – прямий повздовжній центральний потік, коли весь завершений цикл транспортування і обробки потоку викопаного вороху відбувається без початкової зміни його напрямку руху (коренезбиральні машини із постійною шириною технологічного потоку або прямоточні машини); звужений повздовжній центральний потік, коли початковий цикл транспортування і обробки потоку викопаного вороху спочатку звужується до центру робочих органів, а далі переміщується аналогічно прямому потоку (коренезбиральні машини із змінною шириною технологічного потоку); боковий повздовжній потік, коли початковий цикл транспортування і обробки центрального потоку викопаного вороху спочатку звужується в бік робочих органів, а далі переміщується збоку конструктивної схеми машини.

У цьому плані характерною ознакою подальшого розвитку сучасних КМ є розробка і дослідження адаптивних комбінованих робочих органів викопувально-транспортних та транспортно-сепарувальних типів, призначених для збирання СК з незначними переобладнаннями відповідних модулів енергетичного засобу [4, 5].

Розробка самохідної бункерної КМ для 2-х фазного збирання ЦБ в Україні почалася на початку 21-го століття спеціалістами СКБ ВАТ “Тернопільський комбайновий завод”, подальше удосконалення якої призвело до створення експериментальних зразків бункерних машин – самохідної коренезбиральної машини КБ-6-10 та комбайна КБ-6 “Збруч”, призначених, відповідно, для дво- та однофазного збирання ЦБ [3].

Висновки

Загальні тенденції розвитку конструктивно-компонувальних і функціональних схем КМ у світі, починаючи від 50-х років 20-го століття, характеризуються поступовим удосконаленням 2-3-4 стадійної технології збирання СК у напрямку суміщення складових її операцій у одному робочому процесі та повного усунення, у міру можливості, ручних робіт на операції доочищення викопаного вороху коренеплодів, тобто застосування однофазного способу збирання СК, який передбачає виконання одним коренезбиральним агрегатом всіх технологічних операцій в залежності від застосованої технології збирання, тобто зрізування гички коренеплодів та доочищення її залишків на їх головках, викопування коренеплодів і сепарацію викопаного вороху, завантаження коренеплодів у транспортні засоби, що рухаються поруч з коренезбиральним агрегатом, або в його бункер-накопичувач [6].

У розвинутих коренесіючих країнах Європи та Америки, де значні посівні площі, особливо ЦБ, впровадження у виробництво самохідних бункерних однофазних комбайнів почалося на початку 90-х років 20-го століття в зв'язку з стрімким підвищенням урожайності і подальшим удосконаленням перевалочної технології збирання коренеплодів [7].

The basic historical stages of development of technologies and hardwares are expounded collections of root crops and general modern principles of construction and progress trend of flowsheets of machines, their classification is resulted.

Література

1. Свеклоуборочные машины: (Конструирование и расчет) / Л.В. Погорельый, Н.В. Татьяна, В.В. Брей и др.; Под общ. ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, 1983. – 168 с.
2. Василенко А.А. Бурякозбиральні машини ОНТИ. Держ. наук.-техн. видавництво України. – Київ-Харків, 1937. – 340 с.
3. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорельый, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
4. Барановський В.М., Паньків М.Р. Конструктивно-технологічні принципи адаптованого застосування коренезбиральних машин // Зб. наук. праць 1-ої міжн. наук.-практ. конф. “Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин”. - ТДТУ, 2004. – С. 192-198.
5. Гурченко О. П., Барановський В.М, Кобець А. С. Конструювання універсальної коренезбиральної

машини // Вісник ХДТУСГ. – Вип. 8. Підвищення надійності відновлюємих деталей машин”. Том 2. – Харків, 2001. – С. 63-68.

6. Погорілий М. Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціональних обрисів вітчизняних машин // Техніка АПК. № 3, 1999. – С. 8-12.
7. Кузьминов В.Г., Кузьминов Г.В., Завгородний А.Ф., Гурченко А.П. Кормовая свекла в ГДР // Кормовые культуры. - № 3, 1989. – С. 26-30.

Одержано 05.12.2005 р.