

УДК. 631.361.022.

## **КОНСТРУКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРОВІДНИХ ФІРМ – ВИРОБНИКІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.**

**О. М. Грицака, асп. — ННЦ «ІМЕСГ»**

*Наведено аналіз розвитку конструкцій молотильно-сепарувальних систем провідних фірм-виробників зернозбиральних комбайнів.*

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, молотильно-сепарувальний пристрій, класифікація.

**Постановка проблеми.** Розвиток комбайнобудування на сучасному етапі характеризується суттєвим збільшенням продуктивності машин, автоматизацією основних виробничих процесів.

Провідні комбайнобудівні фірми випускають широку гаму комбайнів, які відповідають запитам споживачів. Удосконалення машин відбувається у напрямку забезпечення сталого протікання технологічного процесу, скорочення до мінімуму втрат та пошкодження зерна, створення комфортних і безпечних умов роботи механізаторам, меншого впливу рушіїв на ґрунт, широкого застосування електроніки.

Підвищення продуктивності комбайнів, сконструйованих за традиційними схемами, відбувається завдяки збільшенню потужності двигунів і габаритів молотильно-сепарувальних органів, ширини захвату хедерів, обмолочувальних пристрій, сепарувальних органів, підвищенню енергонасиченості комбайнів, застосуванню різних пристройів, які інтенсифікують сепарацію зерна, використанню гідротрансмісій і гідропривода найскладніших органів.

Щодо молотильних барабанів, то переважно використовують барабан діаметром 600 мм і більше, клавіші соломотряса довжиною більше 4 м. Для комбайнів високої продуктивності характерні двигуни потужністю 350 — 370 кВт і більше. Фірма Claas (Німеччина) однією з перших перейшла на двигуни великої потужності [6].

Поряд з удосконаленням комбайнів ведуться дослідження з пошуку принципово нових конструктивно-технологічних схем обмолоту та сепарації. Саме тому, проведення досліджень з метою створення в Україні вітчизняної трибарабанної молотарки є актуальним і важливим завданням.

**Мета роботи.** Обґрунтування шляхів підвищення ефективності використання зернових комбайнів завдяки дослідженням конструктивно-технологічних параметрів молотильно-сепарувальних систем провідних фірм — виробників зернозбиральних комбайнів.

**Результати досліджень.** Удосконалення зернозбирального комбайна неможливе без глибокого аналізу стану і особливостей розвитку його робочих органів, які впливають на якість і ефективність їх функціонування.

Основним робочим органом комбайнів є молотильно-сепарувальна система (МСС). Вона призначена для виділення зерна, яке надходить у систему з хлібною масою і сепарується через підбарабання. При цьому з хлібної маси відділяється і спрямовується на очистку до 85 % зерна. Збільшення виділення зерна у МСС досягають завдяки більш жорстким режимам його роботи. Проте це призводить до збільшення кількості травмованого зерна, та, відповідно, зменшення його якості [2].

З метою усунення зазначених проблем і підвищення продуктивності комбайнів розробники зернозбиральної техніки багато уваги приділяють вдосконаленню і створенню нових схем МСС. Наприклад, на комбайнах встановлюють молотильні системи, привод яких розраховані на високі навантаження [6]. Молотильні барабани оснащують електричними регуляторами, які дають можливість змінювати кутову швидкість у межах 210 — 625<sup>1</sup>. Комбайни оснащують двигунами потужністю 282 — 390 кВт від фірм — виробників Caterpillar, Daimler, Chrysler, Mercedes Benz, Iveko [6]. Широкий вибір потужних двигунів сприяє розширенню можливостей застосування різних типів молотарок.

Проаналізувавши МСС, встановлено, що у їх конструкціях застосовують такі схеми:

- Т — традиційна (молотильний барабан + бітер);
- ББС — молотильний барабан + молотильний бітер з сепарувальною решіткою + сепарувальний барабан;
- ПББ — барабан — прискорювач + молотильний барабан + відбійний бітер;
- БВ — молотильний барабан + молотильний барабан з сепарувальною решіткою;

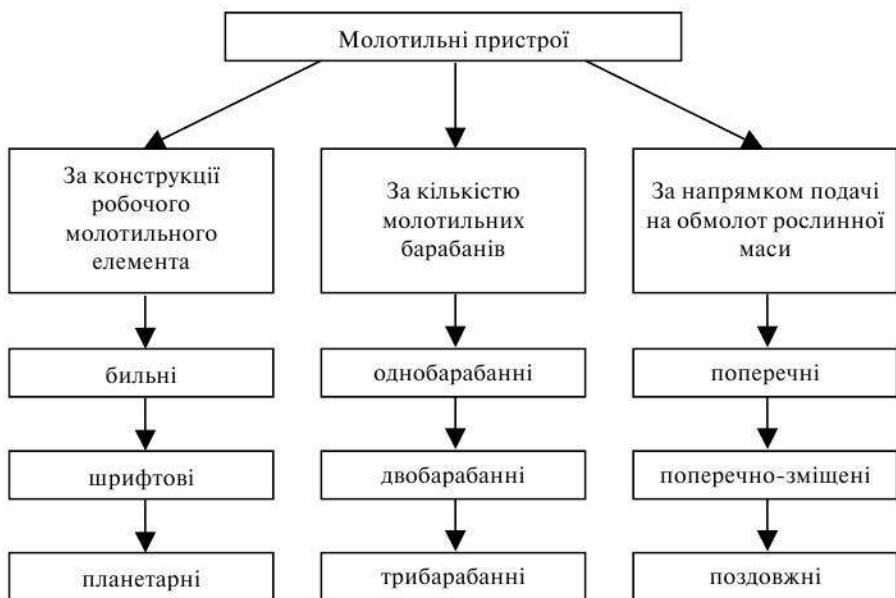
- БВС — молотильний барабан + вирівнювальний бітер + два розташованих поздовжньо сепарувальних ротори;
- ББСБ — молотильний барабан + молотильний бітер + пальцевий сепаратор + задній бітер;
- ПАР — барабан прискорювач + аксіальний ротор;
- БСС — молотильний барабан + система сепарувальних роторів;
- ПББСС — барабан прискорювач + молотильний барабан + відбійний бітер + система сепарувальних роторів;
- АР — аксіальний ротор;
- APP — два аксіальних ротори;
- ББР — молотильний барабан + бітер + обчисувальний барабан + роторний двопоточний сепаратор;
- ТР — поперечно розташований ротор;
- БД — приймальний бітер + молотильний барабан + проміжний бітер + молотильний барабан + відбійний бітер;
- БВВ — молотильний барабан + два відбійних бітери;
- ББПС — молотильний барабан + бітер + пальцевий сепаратор.

Нами запропонована класифікація молотильних пристроїв за такими ознаками: конструкція молотильного елемента, кількість барабанів, а також напрям подачі рослинної маси на обмолот (рис. 1).

За конструкцією робочого молотильного елемента сучасні МСС поділяють на бильні, штифтові, планетарні. За кількістю молотильних барабанів — одно-дво та трибарабанні, за напрямком подачі на обмолот рослинної маси, відповідно, поперечні, поперечно — зміщені та поздовжні.

У однобарабанній МСС у процесі обмолоту задіяно один молотильний барабан і одне підбарабання; двобарабанних — відповідно два молотильні барабани і два підбарабання. Проведеними в останній час дослідженнями підтверджено перспективність збільшення кількості молотильних барабанів до трьох [11].

Проаналізувавши МСС, за напрямком подачі на обмолот рослинної маси встановлено, що для поперечних характерна подача стеблової маси, перпендикулярна осі молотильного барабана. Таким конструкціям притаманна висока пропуска здатність і якість обмолоту. Повздовжні характеризуються високою продуктивністю. Вимолот і сепарація зерна із соломи здійснюється ротором, вісь обертання якого паралельна повздовжній осі молотарки [3].



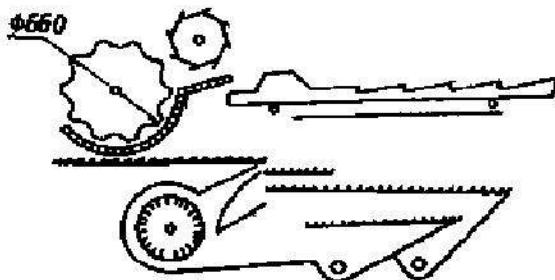
*Рис. 1. Схема класифікації молотильних систем зернозбиральних комбайнів*

В таблиці 1 наведено чотири найбільш розповсюджених типи МСС.

Як було визначено вище, в конструкціях зернозбиральних комбайнів провідні фірми — виробники застосовують більше десяти видів (МСС). Проте домінуючою залишається традиційна схема обмолоту (молотильний барабан + бітер), до переваг якої можна віднести: простота конструкції, менші порівняно з нетрадиційними схемами енергетичні затрати. До недоліків — не повний вимолот зерна в межах 85 %, а також малу сепарувальну дію.

До переваг МСС (ББС — молотильний барабан + молотильний бітер з сепарувальною решіткою + сепарувальний барабан) відносять рівномірну подачу маси на обмолот, покращення вимолоту зерна за рахунок сепарувального барабана; до недоліків — більшу металоємність конструкції, більші витрати енергії на привод порівняно із традиційною схемою.

**Таблиця 1.** Класифікація молотильно-сепарувальних систем та марки зернозбиральних комбайнів

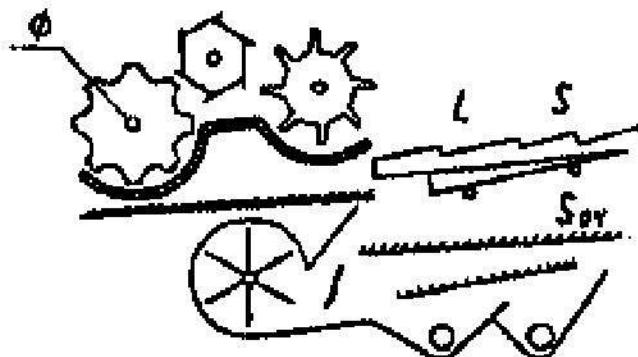


**Рис. 2. Схема MCC — Т — традиційна (молотильний барабан + бітер)**

Deutz Fahr, M.33.60	Sampo Rosenlew, SR580	John Deere, 1144
Deutz Fahr, M1202	Sampo Rosenlew, SR2020	John Deere, 1155
Deutz Fahr, Powerliner 4030	Sampo Rosenlew, SR680	John Deere, 1157
Deutz Fahr, Starlincr 4040	Sampo Rosenlew, SR2025	John Deere, 1158
Deutz Fahr, Starlincr 4045 H	Sampo Rosenlew, SR2045	John Deere, 1169 HSII
Deutz Fahr, Topliner 4060 H	Sampo Rosenlew, SR690 Turbo	John Deere, 1166 SII John Deere, 1174 SII
Claas, Dominator 48S	Sampo Rosenlew, SR2050	Hydro 4
Claas, Dominator 58 Spezial	Sampo Rosenlew, SR2055	John Deere, 1177 SH
Claas, Dominator 68S	Sampo Rosenlew, SR2060	John Deere, 1177 SII
Claas, Dominator 78 Classic	Sampo Rosenlew, SR2045 Vision plus	Hydro 4
Claas, Dominator 88 Classic		John Deere, 1188 SII
Claas, Dominator 88 SL Maxi	Massey Ferguson, MF21M	Hydro 4
Claas, 203 Mega	Massey Ferguson, MF21-H	John Deere, W540
Claas, Dominator 108 Classic	Massey Ferguson, MF 24	John Deere, W550
Claas, Dominator 108 SL Maxi	Massey Ferguson, MF 27	John Deere, W650
Claas, Dominator 118 SL Maxi-plus 3	Massey Ferguson, MF 30	John Deere, W660
AT «Таганрозький комбайнівий завод» КЗС-3	Massey Ferguson, MF 32	New Holland, TC 54
AT «Красноярський завод комбайнів» «Єнісей — 900»	Massey Ferguson, MF 34	New Holland, TC 56
AT «Ростсільмаш», «CK — 5M Нива»	Massey Ferguson, MF 38	
	Massey Ferguson, MF 5650	MDW, E514S
	Massey Ferguson, MF Activa	MDW, E514S
	Agromet, Bizon Record Z 058	MDW, E524S
		MDW, E524S

Продовження табл. 1

AT «Ростсільмаш,» «Дон — 1200,» «Дон — 1200Б»	Agromet, Bizon Z 058 Agromet, Bizon BS Z 110	Fiatagri, 3500 Fiatagri, 3750 Fiatagri, L 517 H
AT «Ростсільмаш,» «Дон — 1500» «Дон — 1500Б» «Єнісей — 1200-1» «Єнісей — 1200-1М» КЗС -9-1 «Славутич»	AT Ростсільмаш, Niva AT Ростсільмаш, Vector 410 AT Ростсільмаш, Vector 420 AT Ростсільмаш, Acros 530 AT Ростсільмаш, Acros 531	Fiatagri, L 517 Integrate Fiatagri, L 517 M Fiatagri, 3790 Fiatagri, 3890
K3C — 7 «Палес'є GS07»	СКІФ — 230	Fendt 5160 C
K3C — 10K «Палес'є GS10»	СКІФ — 230A	Fendt 5180 C
K3C — 812 «Палес'є GS812»	СКІФ — 250	Fendt 5220
		Fendt 5250 AL
		Fendt 6250 E
		Fendt 5251
		Fendt 5270 C
		Fendt 6300
		Fendt 8300
		Fendt 8300 AL
		Fendt 8370 P

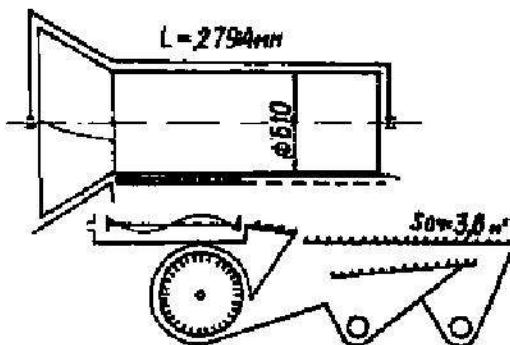


**Рис. 3. Схема МСС — ББС — молотильний барабан + молотильний бітер з сепарувальною решіткою + сепарувальний барабан**

Deutz Fahr, Topliner 4060 HTS Deutz Fahr, Topliner 4065 H Deutz Fahr, Topliner 4070 HTS	Massey Ferguson, MF 36 RS Massey Ferguson, MF 40 RS Massey Ferguson, MF	New Holland, TX 30 New Holland, TX 33 New Holland, TX 34E
---	---	---

*Продовження табл. 1*

Deutz Fahr, Topliner 4075 H Deutz Fahr, Topliner 4075 HTS Deutz Fahr, Topliner 4080 H Deutz Fahr, Topliner 4080 HTS Deutz Fahr, Topliner 4090 HTS Deutz Fahr, Topliner 4090 HTS Deutz Fahr, Topliner 5690 HTS Deutz Fahr, C9205 HTB Deutz Fahr, C9206 HTB  Лида — 1300 Лида — 1600	Activa S 7347 MCS Massey Ferguson, MF Beta 7370 Para Lev Massey Ferguson, MF Centora 7382  MDW, E525 MDW, E525H MDW, E527 ST MDW, E527 STS  Fiatagri, L 524 MCS Fiatagri, L 521 Integrate Fiatagri, L 624 MCS Fiatagri, L 626 MCS Fiatagri, L 626 Integrate	New Holland, TX 34 New Holland, TX 68 New Holland, TX 6E New Holland, TX 66  Laverda 184 AL Laverda 225 REV Laverda AL rev MCS Laverda 225 AL 4WD Laverda M 303 Laverda AL quattro Laverda M 304 Laverda M 304 LS 4WD Laverda M 304 Riso Laverda 296 CSL Laverda M 305 Laverda M 306 Laverda M 306 LS 4WD
---	--	--



*Рис. 4. Схема MCC — AP — аксіально — роторні*

New Holland, TR 97 New Holland, CR 8070 SCR New Holland, CR 9080 Elevation	Fendt 9300 R Fendt 9460 R Fendt 9470 X Fendt 9470 XAL	Case IH, 1640 Case IH, AF 2144 Case IH, AF 1660 Case IH, AF 2166
---	--	---

Закінчення табл. 1

New Holland CR 9090 Raupe New Holland CR 9090 SCR	AT «Таганрозький комбайновий завод,» «CK – 10В» «Дон Ротор»	Case IH, AF 1680 Case IH, AF 2188 Case IH, AF 5130 Case IH, AF 5088 Case IH, AF 2388 X Clusive Case IH, AF 6130 Case IH, AF 2388 Case IH, AF 8120 Case IH, AF 8230 Case IH, AF 9230
AT Росстільмаш, Торум 740 СКІФ – 330	AT «Ростсільмаш,» «Дон – 2600»	

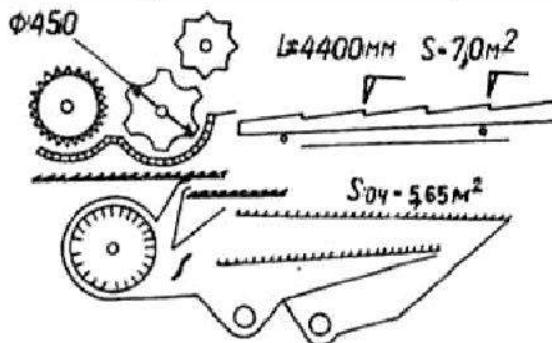


Рис. 5. Схема МСС – ПББ – барабан – прискорювач + молотильний барабан + відбійний бітер

Sampo Rosenlew, SR3065 L Sampo Rosenlew, SR3085	Claas, 202 Mega Claas, 204 Mega Claas, 208 Mega Claas, 218 Mega Claas, Lexion 510 Claas, Lexion 530 Montana Claas, Medion 310 Tucano 450 Tirer 3 Tucano 480 Claas Lexion 770 Lexion 770 Terra Trac Lexion 780 Terra Trac	K3C – 1218 Палесце GS12 K3 – 14 Палесце GS14 СКІФ – 250Р СКІФ – 290
--	---	--

До переваг МСС (АР — аксіально — роторні) відносять майже 96 % вимолот зерна. Варто відзначити, що залежність втрат зерна від збільшення пропускної здатності (кількості маси, яка подається на обмолот) у аксіально — роторної схеми близька до лінійної функції, в той час як у традиційної схеми характеризується показниковою функцією. До недоліків відносять габаритну металоємну конструкцію, яка потребує значних витрат енергії на привод [11].

До переваг схем МСС (ПББ — барабан — прискорювач + молотильний барабан + відбійний бітер) відносять особливість конструкції барабана — прискорювача, який забезпечує рівномірну подачу маси на обмолот, що призводить до покращення вимолоту зерна. Недоліки — більша металоємність конструкції, більші витрати енергії на привод порівняно із традиційною схемою.

**Висновки.** За результатами досліджень запропоновано систему класифікації МСС, провідних фірм-виробників зернозбиральних комбайнів.

Проведено аналіз МСС за конструкціями робочого молотильного елемента, кількістю молотильних барабанів, а також напрямком подачі на обмолот рослинної маси.

За кількістю молотильних барабанів перспективним є запровадження трибарабанної МСС, яка забезпечить підвищення якості обмолоту, зменшить втрати і пошкодження зерна.

## Бібліографія

1. Научно-аналитический обзор (по материалам Международной выставки SIMA-2005») А.А. Ежевский, В. И. Черноиванов, В. Ф. Федоренко.
2. Ю. Г. Смирнов, А. Р. Барсов, М. В. Кузьмин. Молотильно — сепарирующие устройства // Обзорная информация. Сер. Сельское хозяйство. — М.: ВНИИПИ, 1991. — 76 с.
3. Е. И. Трубилин, В.А Абликов. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет): Учеб. Пос. — 2 изд. Перераб. и дополн. — Краснодар: КГАУ, 2010. — 325 с.
4. Finck, Charlene. What gives a combine class?/ Farm Journal, 01 — OCT — 03. [http://www.accessmylibrary.com/com2/summary—0286—4749169\\_ITM](http://www.accessmylibrary.com/com2/summary—0286—4749169_ITM).

5. [Електронний ресурс]. — Доступ: [http://www.mascus.ua/specs/zernov%D1%96-kombaini\\_985586\\_brands](http://www.mascus.ua/specs/zernov%D1%96-kombaini_985586_brands).
6. Технологический процесс, настройка, регулировка и контроль качества работы зерноуборочных комбайнов: Практическое пособие / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, В. Л. Самсонов. — Горки: БГСХА, 2012. — 56 с.: ил.
7. Гольтяпин В. Я. Современные роторные зерноуборочные комбайны // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2008. — № 4. — С. 25 — 29.
8. Гольтяпин В. Я. Современные зерноуборочные комбайны с роторной и комбинированной молотилками // Техника и оборудование для села. — 2008. — № 6,7. — С. 35 — 38.
9. Машини для збирання зернових та технічних культур / За ред. В.І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. — Дослідницьке: Укр. НДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. — 296 с.
10. Основные направления развития технологических схем и рабочих органов по обмолоту и сепарации зерновых культур / За ред. И. С. Иванов Обзор. М.: Вып. № 6. — 1978. — 50 с.
11. Обзорная информация. // Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение. Серия 2. Сельскохозяйственные машины и орудия. Выпуск № 7. Аксиально-роторные комбайны. — М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1984. — 46 с.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИХ СИСТЕМ ВЕДУЩИХ ФИРМ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

*В статье приведен анализ развития конструкций молотильно — сепарирующих систем ведущих фирм — производителей зерноуборочных комбайнов.*

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, молотильно — сепарирующее устройство, классификация.

## DESIGN FEATURES THRESHING-SEPARATING SYSTEM LEADING MANUFACTURERS OF COMDINE HARVESTERS

*In the article the analysis of structures threshing — separating systems of leading manufacturers of combine harvesters.*

**Key words:** combine harvester, threshing — separating device classification.