

Грицака О. М.
Національний Науковий Центр «Ін-
ститут Механізації та Електрифікації
Сільського Господарства»

**МОЛОТИЛЬНО – СЕПАРУВАЛЬНІ
СИСТЕМИ – ВИРОБНИКІВ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

УДК. 631.361.022.

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

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, молотильно – сепарувальний пристрій, класифікація.

Постановка проблеми.

Розвиток конструкцій комбайнів на сучасному етапі характеризується суттєвим збільшенням їх продуктивності та покращення умов праці оператора.

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

Підвищення продуктивності комбайнів, сконструйованих за традиційними схемами, досягають шляхом збільшення потужності двигунів і геометричних параметрів молотильно-сепарувальних органів, ширини захвату хедерів, підвищення енергонасиченості комбайнів, застосування пристроїв, які інтенсифікують сепарацію дрібного вороху, використанню гідро трансмісій та покращення зручності їх експлуатації.

В молотарках використовують молотильні барабан переважно діаметром 600 мм і більше, соломотряси довжиною більше 4 м. На комбайнах високої продуктивності (понад 18 т/г) приміняють двигуни потужністю 350 – 370 кВт і більше. Фірма Claas (Німеччина) однією з перших почала приміняти двигуни великої потужності [6].

Однак проведені удосконалення комбайнів не дозволяють уникнути основні їх вади у зв'язку з чим питання модернізації комбайнів залишається актуальним. Саме тому, в ННЦ “ІМЕСГ” проведені дослідження з метою створення нових високоефективних робочих органів молотарок, зокрема багатобарабаних молотильно – сепарувальних пристрів.

Мета роботи.

Обґрунтування шляхів подальшої високоефективної модернізації зернозбиральних комбайнів з урахуванням відповідних технологічних досягнень провідних фірм – виробників зернозбиральних комбайнів.

Результати досліджень.

Удосконалення зернозбиральних комбайнів неможливе без глибокого аналізу стану і особливостей розвитку робочих органів, які впливають на якість і ефективність їх функціонування.

Важливою складовою комбайнів є молотильно – сепарувальна система (МСС). Вона призначена для обмолоту та сепарація грубого вороху з виділенням неочищеного зерна (дрібного вороху, що включає до 30% і більше незернових домішків і спрямову-

ється на очистку). Активне виділення зерна у МСС досягають завдяки більш жорсткого режиму її роботи. Це призводить до збільшення кількості травмованого зерна, що погіршує його якість [2].

З метою усунення недоліків і підвищення продуктивності комбайнів розробники їх конструкцій продовжують пошук нових схем модернізації МСС. На комбайнах встановлюють молотильні системи, привод яких розрахований на високі навантаження [6]. Молотильні барабани оснащують варіаторами приводу з електричними регуляторами, які дають можливість змінювати кутову швидкість у межах $210 - 625 \text{ хв}^{-1}$. Комбайни оснащують двигунами потужністю 282 – 390 кВт фірм – виробників Caterpillar, Daimler, Chrysler, Mercedes Benz, Iveco [6]. Широкий вибір потужних двигунів сприяє розширенню можливостей застосування різних типів молотарок з пропускнуою здатністю понад 10 кг/с.

Аналізом МСС, встановлено, наступні компоновальні схеми:

Т – традиційна (молотильний барабан з підбарабанням + відбійний бітер);

ББС – молотильний барабан з підбарабанням + молотильний бітер з сепарувальною решіткою + сепарувальний барабан з підбарабанням.

ПББ – барабан – прискорювач з підбарабанням + молотильний барабан з підбарабанням + відбійний бітер з гребінчастою решіткою

БВ – молотильний барабан з підбарабанням + молотильний барабан з підбарабанням;

БВС – молотильний барабан з підбарабанням + вирівнювальний бітер з підбарабанням + два розташованих поздовжньо сепарувальних пристроя.

ББСБ – молотильний барабан з підбарабанням + молотильний бітер з підбарабанням + пальцевий сепаратор + задній бітер з підбарабанням;

ПАР – барабан – прискорювач з підбарабанням + аксіальний ротор з підбарабанням;

БСС – молотильний барабан з підбарабанням + система сепарувальних роторів з підбарабанням;

ПББСС – барабан – прискорювач з підбарабанням + молотильний барабан з підбарабанням + відбійний бітер з підбарабанням + система сепарувальних роторів з підбарабанням;

АР – аксіальний ротор з підбарабанням;

АРР – два аксіальних ротори з підбарабанням;

ББР – молотильний барабан з підбарабанням + бітер з підбарабанням + обчисувальний барабан з підбарабанням + роторний двопоточний сепаратор;

ТР – поперечно розташований ротор з підбарабанням;

БД – приймальний бітер + молотильний барабан з підбарабанням + проміжний бітер з підбарабанням + молотильний барабан з підбарабанням + відбійний бітер з підбарабанням;

БВВ – молотильний барабан з підбарабанням + два відбійних бітери з підбарабанням;

ББПС – молотильний барабан з підбарабанням + бітер з підбарабанням + пальцевий сепаратор;

ОПДСП – Обчисувальні пристрої + домолочуючи молотильно – сепарувальні пристрої.

За конструкцією робочих молотильних елементів сучасні МСС поділяють на бильні, штифтові, гребінчасті, лопатеві, маятникові, планетарні та ін. За кількістю молотильних барабанів – одно-дво та багато барабанні. За напрямком подачі на обмолот роєлинної маси, відповідно: поперечні, поперечно – зміщені та поздовжні комбіновані.

У однобарабанній МСС в 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

Аналіз літературних джерел і ринку зернозбиральних комбайнів свідчать про наявність тенденції збільшення кількості робочих органів барабанно – декового типу в одній молотарці [9].

Встановлено, що МСС, з поперечною подачею стеблової маси, перпендикулярно осі молотильного барабана, при порівняно менших питомих енерговитратах. Таким конструкціям притаманна висока пропускна здатність і якість обмолоту. Повздовжнім МСС притаманна висока продуктивність, і якість обмолоту урожаю, але суттєвим їх недоліком є порівняно велика (більша на 20 – 40%) питома енергоємність обмолоту зерна [3].

Найбільшого розповсюдження набули наступні типи МСС (Таблиця 1)

Таблиця 1.

Схеми молотильно – сепарувальних систем та марки зернозбиральних комбайнів

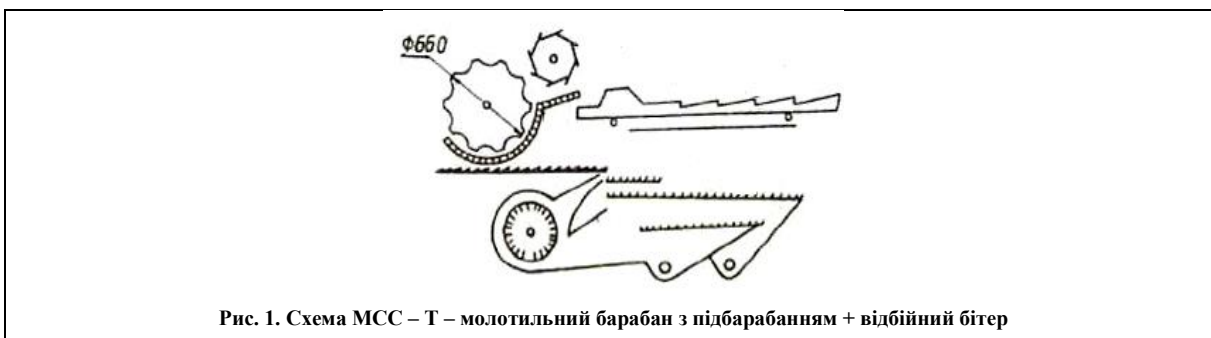
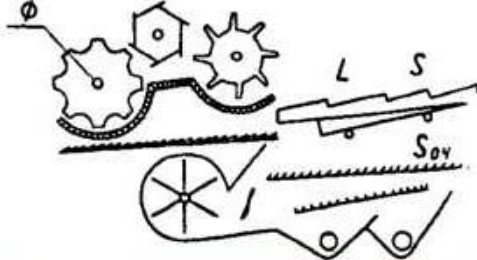
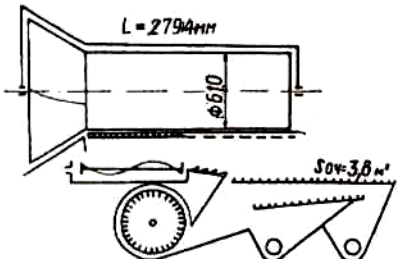


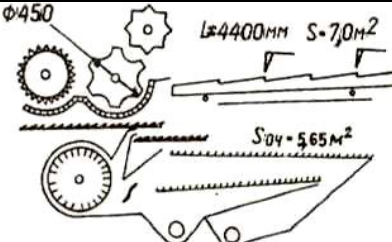
Рис. 1. Схема МСС – Т – молотильний барабан з підбарабанням + відбійний бігер

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, Starliner 4040	Sampo Rosenlew, SR2025	John Deere, 1158
Deutz Fahr, Starliner 4045 H	Sampo Rosenlew, SR2045	John Deere, 1169 HSII
Deutz Fahr, Topliner 4060 H	Sampo Rosenlew, SR690 Turbo	John Deere, 1166 SII
	Sampo Rosenlew, SR2050	John Deere, 1174 SII Hydro 4
Claas, Dominator 48S	Sampo Rosenlew, SR2055	John Deere, 1177 SH
Claas, Dominator 58 Spezial	Sampo Rosenlew, SR2060	John Deere, 1177 SII Hydro 4
Claas, Dominator 68S	Sampo Rosenlew, SR2045	John Deere, 1188 SII Hydro 4
Claas, Dominator 78 Classic	Vision plus	John Deere, W540
Claas, Dominator 88 Classic		John Deere, W550
Claas, Dominator 88 SL Maxi	Massey Ferguson, MF21M	John Deere, W650
Claas, 203 Mega	Massey Ferguson, MF21-H	John Deere, W660
Claas, Dominator 108 Classic	Massey Ferguson, MF 24	
Claas, Dominator 108 SL Maxi	Massey Ferguson, MF 27	New Holland, TC 54
Claas, Dominator 118 SL Maxi-plus 3	Massey Ferguson, MF 30	New Holland, TC 56
	Massey Ferguson, MF 32	
	Massey Ferguson, MF 34	MDW, E514
	Massey Ferguson, MF 38	MDW, E514S
АТ “Таганрогський комбайновий завод” КЗС-3	Massey Ferguson, MF 5650	MDW, E524
АТ “Красноярський завод комбайнів” “Снісей – 900”	Massey Ferguson, MF Activa	MDW, E524S
АТ “Ростсільмаш, “СК - 5М Нива”	Agromet, Bizon Record Z 058	Fiatagri, 3500
АТ “Ростсільмаш, “Дон - 1200,” “Дон - 1200Б”	Agromet, Bizon Z 058	Fiatagri, 3750
АТ “Ростсільмаш, “Дон – 1500” “Дон - 1500Б”	Agromet, Bizon BS Z 110	Fiatagri, L 517 H
		Fiatagri, L 517 Integrate
	АТ Ростсільмаш, Niva	Fiatagri, L 517 M
	АТ Ростсільмаш, Vector 410	Fiatagri, 3790

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
 Technical service of agriculture, forestry and transport systems

“Єнісей - 1200-1” “Єнісей - 1200-1М” КЗС -9-1 “Славутич” КЗС - 7 “Палесьє GS07” КЗС - 10К “Палесьє GS10” КЗС - 812 “Палесьє GS812”	АТ Ростсільмаш, Vector 420 АТ Ростсільмаш, Acros 530 АТ Ростсільмаш, Acros 531 СКІФ - 230 СКІФ - 230А СКІФ – 250	Fiatagri, 3890 Fendt 5160 C Fendt 5180 C Fendt 5220 Fendt 5250 AL Fendt 6250 E Fendt 5251 Fendt 5270 C Fendt 6300 Fendt 8300 Fendt 8300 AL Fendt 8370 P
 <p>Рис. 2. Схема МСС – ББС – молотильний барабан з підбарабанням + молотильний бітер з сепарувальною решіткою + сепарувальний барабан з підбарабанням</p>		
Deutz Fahr, Topliner 4060 HTS Deutz Fahr, Topliner 4065 H Deutz Fahr, Topliner 4070 HTS 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 II Deutz Fahr, Topliner 5690 HTS Deutz Fahr, C9205 HTB Deutz Fahr, C9206 HTB Лида – 1300 Лида - 1600	Massey Ferguson, MF 36 RS Massey Ferguson, MF 40 RS Massey Ferguson, MF 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 30 New Holland, TX 33 New Holland, TX 34E 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
 <p>Рис. 3. Схема МСС – АР – аксіально – роторні</p>		
New Holland, TR 97 New Holland, CR 8070 SCR New Holland, CR 9080 Elevation New Holland CR 9090 Raupe New Holland CR 9090 SCR	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 Case IH, AF 1680

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
 Technical service of agriculture, forestry and transport systems

АТ Ростільмаш, Tozum 740 СКІФ - 330	АТ “Таганрогський комбайновий завод,” “СК - 10В” “Дон Ротор” АТ “Ростільмаш,” “Дон – 2600”	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
		
<p align="center">Рис. 4. Схема МСС – ПББ – барабан з підбаранням – прискорювач + молотильний барабан з підбаранням + відбійний бітер</p>		
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 Tiner 3 Tucano 480 Claas Lexion 770 Lexion 770 Terra Trac Lexion 780 Terra Trac	КЗС - 1218 Палессе GS12 КЗ - 14 Палессе GS14 СКІФ - 250Р СКІФ - 290

В конструкціях зернозбиральних комбайнів домінуючою залишається Т схема обмолоту (молотильний барабан з підбаранням + бітер). Її переваги простота конструкції, менші порівняно з нетрадиційними схемами питомі затрати енергії. Недолік – наявність клавішних соломотрясів, що ускладнюють конструкцію молотарки і стримують підвищення її продуктивності.

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 привід порівняно із традиційною схемою, та потребу в додатковому сепараторі грубого вороху.

До переваг МСС (АР – аксіально – роторні) відносять спрощену трансмісію, зменшення пошкодження 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 ця залежність є показниковою функцією. До недоліків відносять габаритну металоємну конструкцію, принаймні в 2 рази яка потребує питомих затрат енергії на привід, більшу чутливість до вологості технологічного матеріалу, більшу її металоємність, енергоємність та собівартість виготовлення [9].

До переваг схем МСС (ПББ – барабан – прискорювач + молотильний барабан + відбійний бітер); відносять особливість конструкції барабана – прискорювача, який забезпечує більш рівномірну подачу технологічного матеріалу на обмолот, що призводить до покращення вимолоту та зменшення пошкодження зерна. Недоліки – більша метало-ємність конструкції, питомі більші затрати енергії на привід порівняно із тра-

диційною схемою.

Висновки.

Всі основні схеми МСС не мають суттєвих переваг відносно одна одної і тому їх порівняно шороко приміняють в молотарках комбайнів. В конструкціях МСС все більше надають перевагу збільшенню кількості, молотильних та сепарувальних барабанів Це пов'язано з недостатньою ефективністю сепарації грубого вороха клавшними соломотрясами, що стримує створення високопродуктивних комбайнів.

Отже, як показує аналіз зарубіжних матеріалів, ведучі західні фірми найбільш широко рекламують комбайни високої потужності. Очевидно, що і вітчизняним комбайнобудівникам потрібно продовжувати роботу в цьому напрямку.

Багатобарабанні МСС є привабливими об'єктами для досліджень з метою створення високопродуктивних комбайнів.

Литература

1. *Научно-аналитический обзор* (по материалам Международной выставки SI-MA-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 / ВНИИПИ. – М., 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. – КГАУ. Краснодар, 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. *Гольяпин В.Я.* Современные роторные зерноуборочные комбайны // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. - №4. – с. 25 – 29.
8. *Гольяпин В.Я.* Современные зерноуборочные комбайны с роторной и комбинированной молотилками // Техника и оборудование для села. – 2008. - №6,7. – с. 35 – 38.
9. *Обзорная информация*. // Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение. Серия 2 . Сельскохозяйственные машины и орудия. Выпуск 7. Аксиально-роторные комбайны. ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш. М. – 1984 – 46 с .

Gritsak O.M. **Trash - separovalni system - virobnikiv zernobiralnih kombayniv**

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

Keywords: combine harvester, threshing - separovalnyy device classification

References

1. A.A. Ezevskuy, V.I. Chernov, V.F. Fedorenko Nauchno, analiticheskuy obzor ("po materialam Mezhdunarodnoy vustavku SIMA – 2005").
2. U.G. Smernov, A.R. Barsov, M.V. Kyzmun. Molotulno – separeryuchue ystroistva, Obzornai enforntatsei. Ser. Selskoe chozaistvo, VNEEPE, M., 1991, p 76.
3. E.I. Trybilin, V.A. Ablikov. Mashunu dla yborku selskochozaistvennuch kylytyr (konstryksiu, teoriu i raschet): Ucheb. Pos, 2 izd. Pererab. I dopoln, KGAY. Krasnodar, 2010, p. 325.
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. [Elektronni resyrs], Dostyp: http://www.mascus.ua/specs/zernov%D1%96-kombaini_985586_brands.
6. Technologichskui protes, nastroiika, regylirovka i control kachestva rabotu zernouborochnuch kombainov: Praktichskoe posobie, V.R. Petrovets, N.I. Dydko, V.L. Samsonov, Gorku: BGSCKA, 2012, p. 56.: il
7. Goltaipin V. Sovremenu rotornue zernouborochnue kombainu. Traktoru i selskochozaistvenue mashunu., 2008, No 4, pp. 25 – 29.
8. Goltaipin V. Sovremenu zernouborochnue kombainu s rotornou i kombinirovanoy molotilkamu, Technuka i oborudovane lda cela., 2008, No 6, 7 pp. 35 – 38.
9. Obzornai enforntatsei, Traktornoe i selskochozaistvenoe mashunostroenie, Ceria 2, selskochozaistvenue mashunu i orydia, Vipysk No 7, Aksialno rotornue kombainu, traktoroselckozmash, Mockva, 1984, p 46.