

УДК 631.363.2

АНАЛІЗ СХЕМ СУЧАСНИХ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ КОНСТРУКЦІЙ

В.Ф. Кузьменко, канд. техн. наук,
В.В. Максіменко, мол. наук. співр.,
С.М. Ямпольський, мол. наук. співр.

ННЦ "ІМЕСГ"

Проаналізовано технологічні схеми сучасних кормозбиральних комбайнів, систематизовано основні параметри робочих органів, виділено особливості конструкцій кормозбиральних комбайнів.

Проблема. Відомо, що до 70% у кормовій базі ВРХ складають сочкові та грубі (стеблові) корми, а основна їх частина (сінаж, силос) заготовляються за допомогою кормозбиральних комбайнів.

Основними функціями кормозбирального комбайна є скошування підбирання маси, подрібнення та вантаження її у транспортні засоби.

В Україні випускається причіпний кормозбиральний комбайн КПІ-2,4А, та були спроби випуску аналога комбайна Є-281 "Марал-125". В зв'язку із зменшенням поголів'я ВРХ, ці комбайні випускаються тепер лише на замовлення. Конструкції вказаних комбайнів застарілі, вони не забезпечують доподрібнення зерна при заготівлі силосу із кукурудзи воскової стигlostі. В зв'язку з цим, все ширше використовуються комбайні іноземних фірм-виробників. Різноманітність конструкцій, наявність комбайнів різної продуктивності, економічні вимоги до сівівартості збирання стеблових кормів, зміна вимог до кормів ставлять питання про обґрунтованість та перспективність технологічних схем та окремих конструкційних рішень кормозбиральних комбайнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основи теорії процесів виконуваних робіт кормозбиральними комбайнами та перспективи їх розвитку викладено в монографії Н.Е. Резника [1] та інших працях [9–11]. Однак розвиток технології заготівлі кормів, вимоги до комбайнів призвели до зміни окремих елементів конструкцій.

Так, практично зникли з ринку силосозбиральні комбайні, призначенні для заготівлі кормів лише із товстостеблових культур (кукурудза, соняшник, топінамбур), а кормозбиральні комбайні, які використо-

© В.Ф. Кузьменко, В.В. Максіменко, С.М. Ямпольський.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 94. 2010.

вуються, здатні заготовляти корми з травостоїв, валків (сінаж) та високостеблових культур.

Для заготівлі сінажу комбайни обладнуються універсальними підбирачами барабанного типу шириною 1,6–4,2 м [1]. На сьогодні фірма “Кроне” випускає барабаний підбирач, в якому відсутня направляюча доріжка, пружинні пальці встановлено під незмінним кутом до радіуса барабана [2]. Ця особливість дає змогу підвищити технічну надійність та пропускну здатність підбирача.

Для скошування трав використовуються жатки сегментно-пальцеві шириною 4–6 м (в залежності від потужності комбайна). Однак із-за значних габаритів та низької робочої швидкості для високопродуктивних комбайнів фірми “Кроне” та “Клаас” випускають ротаційні жатки шириною захвата до 6,2 м з нижнім приводом [2, 3]. Їх особливістю є наявність звужуючого шнека діаметром 0,9 м та ротора з гнучкими лопатями, які підводять масу до шнека, забезпечуючи її надійне транспортування. Ротаційні жатки дозволяють працювати із швидкістю до 15 км/год [2, 3].

Для скошування високостеблових культур використовувалися платформенні жатки. Однак збільшення висоти кукурудзи із урожайністю до 4 м, необхідність збільшення ширини захвату і робочої швидкості призвели до появи двобрабанних жаток, в яких нижній (ножовий) диск обертався із великою швидкістю, забезпечуючи скошування всієї стеблової маси, а верхні диски транспортували скошені стебла до приймальної горловини. Такі двороторні жатки, вирішуючи питання підвищення швидкості, не дозволяють збільшити ширину захвату понад 3,6–3,8 м. На зміну їм фірми “Claas” і “Kemper”, знижуючи металомісткість, стали випускати чотирироторні, а згодом і шести- та восьмироторні жатки [3, 4]. Складний привод, велика кількість роторів змусила фірму “Krone” випустити конвеєрну з ланцюговим приводом жатку з максимальною шириною захвату 10,5 м [2]. Використання широкозахватних жаток дозволяє рухатися по полю з меншою швидкістю та зменшувати число проходів по полю як комбайна, так і транспортних засобів. Живильно-подрібнювальні апарати кормозбиральних комбайнів можна класифікувати за кількістю живильних вальців, конструкції барабана, наявності доподрібнювальних пристроїв та прискорювального пристрою для викидання.

Число живильних вальців залежить від місця розташування вивантажувальної горловини жатки (підбирача) комбайна та приймальної горловини барабана. Воно коливається в межах від 8 у €-281 “Марал-125”

до 4 у “Ягуара” восьмисотої серії. Вальці, подаючи масу в подрібнювальний барабан з різною заданою швидкістю, дозволяють регулювати задану довжину різки. Верхні вальці встановлюються підпружинено з можливістю переміщення, що дає можливість пропускати потік маси різної товщини.

Подрібнювальні робочі органи (дискові або барабанні) пройшли в своєму розвитку шлях, який призвів до спрощення конструкції. Перші барабани мали гвинтоподібні ножі Г-образної форми (аналог КСС-2,6А). Такий ніж забезпечує постійність кутів різання, однак він складний у виготовленні. Вони були замінені на плоскі, встановлені під кутом до протирізальної пластини. На сьогодні, в зв'язку із збільшенням довжини барабанів, вони виконуються секційними (2–4 секції), що дозволяє забезпечити прийнятні кути установки ножів, швидко змінювати пошкоджені ножі, вони прості у виготовленні.

Мета дослідження: визначити особливості схем різально-транспортувальних органів сучасних кормозбиральних комбайнів, встановити тенденції їх розвитку.

Результати дослідження. Аналізуючи наявну інформацію [2–6], слід відзначити, що переважно використовуються комбайни з барабанними подрібнювачами завдяки їх високій пропускній здатності та можливості працювати з рівномірним навантаженням на валу. Особливістю кращих конструкцій кормозбиральних комбайнів є розташування осей енерго затратних органів паралельно осі колінчатого вала двигуна. Прикладом таких рішень є комбайни фірми “Claas” восьмисотої серії з поперечним розташуванням двигуна та “Полісся-1500” при агрегатуванні з енергозасобом УЄС-250/280 з поздовжнім розташуванням двигуна.

Основною вимогою до кормозбиральних комбайнів є забезпечення якості подрібнення, що включає в себе середньозважену довжину різки, показники розщеплення стебел та дроблення зерна. Ці величини визначаються технічними умовами на заготівлю силосу та сінажу [7, 8].

На рис. 1 представлено схеми кормозбиральних комбайнів з різальними апаратами з решітчастим рекатором (А), з тертовим доподрібнювачем (Б), з доподрібнювальними вальцями та прискорювачем (В), з кормовивідним каналом прямолінійної форми (Г), з різальним апаратом з обертанням барабана за годинниковою стрілкою (Г').

Використовуючи барабан лише для різання стеблової маси, а для її транспортування кидалку (схема А, рис. 1) можливо було використати решітчасті доподрібнювальні (рекатори). Однак із-за складності при-

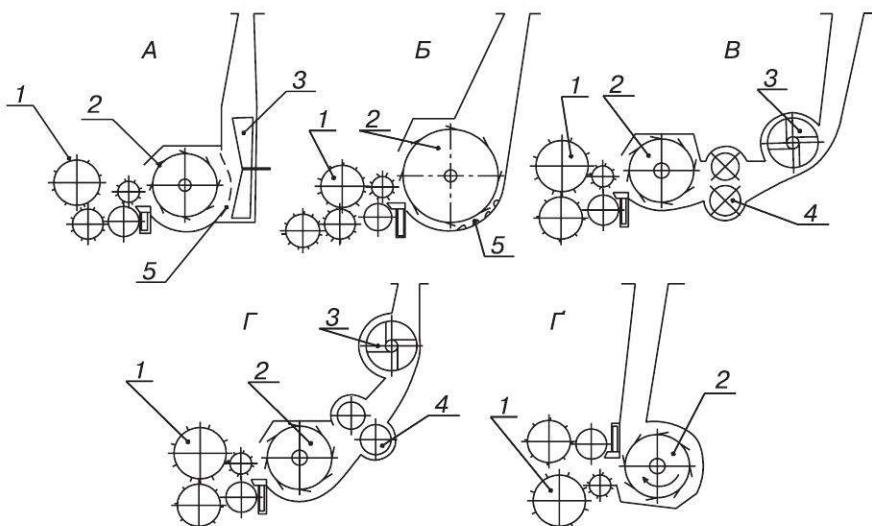


Рис. 1. Основні типи подрібнювально-транспортувальних робочих органів кормозбиральних комбайнів: 1 — вальці; 2 — барабан подрібнювальний; 3 — ротор прискорювальний; 4 — вальці доподрібнювальний; 5 — рекатер доподрібнювальний

воду робочих органів, зниження продуктивності — такі схеми комбайнів на сьогодні маловживані. Більш поширені завдяки своїй простоті схеми комбайнів з різально-кидалальними барабанами. Доподрібнення зерна та розщеплення стебел, в цьому випадку, виконується за рахунок непропускного рекатера (схема Б, рис. 1), що являє собою ребристу поверхню, встановлену замість частини піддона барабана. Однак і в цьому випадку продуктивність комбайна зменшується на 20–30%.

Гарантоване доподрібнення зерна та розщеплення стеблової маси забезпечує використання доподрібнювальних вальців (схема В, рис. 1), що працюють із зазором 1–6 мм [2, 3, 5, 6]. При заготівлі корму без необхідності доподрібнення вальці з кормовивідного каналу демонтуються. Принципово розрізняються дві конструкції доподрібнювальних вальців. Перший тип використовується в схемах комбайнів з прискорювачем, а другий — без прискорювача.

В першому варіанті використовуються рифлені циліндричні вальці, встановлені на відстані 500–800 мм позаду подрібнювального барабана. Діаметр вальців — 200–300 мм, обертаються вони із швидкостями, які різняться на 20–40%. При роботі вальці налаштовуються на зазор

в 2–4 мм, через який проходить вся маса, тому вони практично перепиняють рух повітря по каналу і виникає потреба у обов'язковому використанні прискорювача.

В другому варіанті валці виготовляють наборними із рифлених конічних дисків, тому, якщо центральний зазор в них також перекривається, то на периферії існують канали для проходження повітря. Це дає змогу працювати без додаткового прискорювача, однак швидкість потоку втрачається.

В комбайні “Дон 680М” (БАТ “Ростсільмаш”) в якості активного доподрібнювача використовується молотковий робочий орган, який безпідпорно розщеплює частки та доподрібнює зерно, прискорюючи при цьому потік маси.

Інформація про конструкційні показники доподрібнювальних валців представлена в таблиці.

Компромісом між розташуванням різального барабана, балки переднього моста, кабіною є схема комбайнів (“Claas” (800-ї серії), “Krone”), які вирізняються плавним контуром кормовивідного каналу від різального барабана до вертикальної ділянки та значно вищим розташуванням прискорювального ротора (рис. 1, схема Г). Це дозволяє зменшити питомі енергозатрати. Діаметр подрібнювального барабана в комбайнах з прискорювачами коливається в межах 550–660 мм, подрібнювально-кидалльні барабани – 750–800 мм [2, 3, 5, 6, 10, 11]. Частота обертання барабанів – 80–120 с^{-1} , швидкість різання – 35–40 м/с. Барабани, як правило, встановлюються з 10–12 ножами, однак із збільшенням їх ширини ножі встановлюють у 2 або 4 ряди. Поряд з цим у деяких комбайнах встановлюють 14 (“Гігант-400”) або 18 ножів (BiG X 1000) по довжині кола. Ширина барабана забезпечує значні розміри приймальної горловини комбайна, площа перерізу якої в сучасних комбайнах складає 1300–1450 см^2 .

Прискорювачі в кормозбиральних комбайнах – це роторні, найчастіше чотирилопатеві кидалки діаметром 500–700 мм. У високопотужних комбайнах ротори виконано дво- або трисекційними. Частота їх обертання співрозмірна із частотою обертання барабанів, для забезпечення рівності швидкостей кромок ножів і кінців лопаток.

Вивантажувальні силосопроводи комбайнів забезпечують подачу маси на висоту 5–6 м, що дозволяє завантажувати транспорт з високими надставними бортами. Кут повороту силосопровода 190°–200°, що дозволяє легко працювати з транспортом з довжиною кузова понад 6 м. Для переїзду силосопровід складається. В сучасних конструкціях

Таблиця. Конструкційні показники дододрібновальних валців кормозбиральних комбайнів

Показники	Кормозбиральні комбайні. фірми-виробники						
	BiG X 500; 650; 800; 1000	FX 300; 375; 450	JOHN DEERE 7300; 7800	MAMMUT	JAGUAR 695; 690; 685; 682	JAGUAR 880; 860; 840; 820	JAGUAR 890; 870; 850; 830
KRONE	NEW HOLLAND	JOHN DEERE	MENGELE	CLAAS			
Потужність двигуна, кВт/к.с.	357/486 459/624 351/477+ 237/313 351/477+ 375/510	225/300 280/375 335/450	305/415 487/660	260/354 232/316 184/250 158/215	354/481 305/415 268/364 230/313	445/605 370/503 322/438 286/389 236/321	
Діаметр валців, мм	250	200	216 240			196	250; 196
Швидкість обертання валців, об./хв		3350 3640				3550 4265	
Різниця швидкості обертання валців, %	20 (40)		17			20	20 (40)
Крок рифів (кількість зубів)	6,38 (123); 5,45 (144); 4,72 (166)					(80; 100)	(80; 100)
Зазор між валцями, мм	0,5–10	1–20	0–15	1–13	1–13	1–13	1–13

для уникнення поломок силосопровода при торканні ним перепон передбачено запобіжні пристрой.

Зростання продуктивності комбайнів забезпечується за рахунок збільшення їх потужності (рис. 2). Так, якщо потужність зросла з 50 к.с. до 1000 к.с. (в 20 разів), то ширина різального барабана збільшилася з 450 мм до 800 мм (в 1,8 раза). Це призводить до збільшення енергonoасиченості барабана із зростанням встановленої потужності двигуна комбайна.

Зменшуються енергозатрати виконання різального апарату по схемі Г (рис. 1) за рахунок уникнення енергозатрат на протягування різаної маси по піддону барабана. Однак такі схеми використовуються лише в причіпних комбайнах.

Окрім раціональної схеми комбайна, потужності двигуна не менш важливими чинниками, що забезпечують високі показники роботи комбайна, є наявність метало- та каменедетектора, заточувального пристрою та механізму регулювання зазору в різальній парі.

Датчик металодетектора встановлюється в першому нижньому вальці живильного механізму, датчик каменедетектора — на важелі рухомого першого вальця, тому перша пара вальців виготовляється

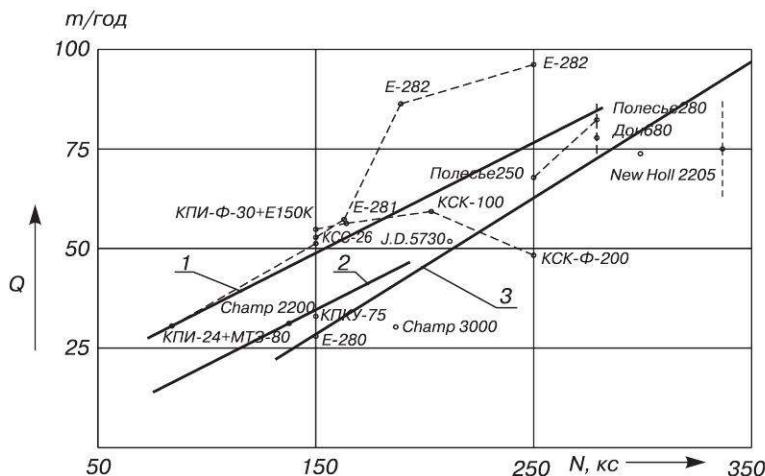


Рис. 2. Залежність пропускної здатності кормозбиральних комбайнів від потужності при заготівлі кукурудзяного силосу вологістю 76–79%: 1 — пропускна здатність комбайна (за результатами випробувань); 2 — продуктивність комбайнів за нормами виробітку; 3 — продуктивність комбайнів європейських виробників

з матеріалу, який практично не впливає на електромагнітний датчик металодетектора. Наявність метало- та каменедетекторів передбачає в механізмі приводу вальців муфту, яка автоматично перериває крутний момент, що передається на вальці та жатку.

Оскільки процес подрібнення в комбайні супроводжується безперервним погіршенням якості різання, потрібні щозмінні короткочасні підточки і регулювання зазору в різальній парі. На сучасних комбайнах для цього передбачено заточувальні механізми, які дозволяють виконувати цю операцію з мінімальними витратами часу. Заточувальний камінь переміщається вручну або за допомогою гідро- чи електропривода. Для якісного заточування слід передбачати зміну напрямку обертання барабана, для чого встановлюється окремий привод. Для якісного різання зазор в різальній парі не повинен перевищувати 0,3-0,4 мм. Оскільки доступ до протирізальної пластини утруднено, для її переміщення використовують гвинтово — важільні механізми. В комбайнах останніх моделей як заточування, так і регулювання зазору в різальній парі можливо виконувати з місця оператора.

Висновки. Таким чином, особливостями конструкцій сучасних кормозбиральних комбайнів є наступне:

- підвищення потужності двигуна понад 500 к.с.;
- збільшення ширини захвату кукурудзяних жаток до 10,5 м, використання ротаційних косарок для скошування трав;
- наявність три-, чотиришивидкісного приводу подаючих вальців, металодетектора, датчик якого встановлений в першій парі вальців, механізму відключення приводу та миттєвої зупинки вальців;
- використання дво- або чотирисекційного барабана збільшеної до 800 мм ширини захвату, заточувального пристрою з гідроприводом, механізму регулювання зазору в різальній парі барабана;
- використання пари доподрібнюючих вальців збільшеного до 250 мм діаметра з регулюванням зазору в межах від 1–6 мм до 40 мм;
- використання дво- чи трисекційного прискорювача різаної маси з можливістю регулювання дії на стеблову масу;
- використання вивантажувального силосопровода з висотою вантаження до 6 м, кутом повороту 220°, дистанційно керованим спрямовуючим козирком та запобіжним пристроям для уникнення поломок при торканні силосопроводом перепон.
- використання електроніки для визначення показників якості корму, обліку об'ємів робіт та спрощення управління.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Резник Н.Е. Кормоуборочные комбайны. — М: Машиностроение. 1980. — 375 с.
2. Проспект фірми “Krone” (ФРН).
3. Проспект фірми “Claas” (ФРН).
4. Проспект фірми “Kemper”.
5. Проспект фірми “John Deere” (США).
6. Проспект фірми “Mengele”.
7. ДСТУ 4684—2006 Сінаж. Технічні умови. — К: Держспоживстандарт України, 2005. — 27 с.
8. ДСТУ 4782 — 2007 Силос із зелених рослин. Технічні умови. — К: Держспоживстандарт України, 2005. — 28 с.
9. Особов В.И. Тенденции развития самоходных кормоуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. — 2002. — № 10. — С. 28–33.
10. Чепурной А.И., Козлов В.В. Перспективные кормоуборочные комбайны и технологии // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2005. — № 6. — С. 14–18.
11. Осьмак В.Я., Качан І.В. Класифікація та прогноз розвитку конструкцій кормозбиральних комбайнів // Зб. наук. праць Укр. Укр НДІПВТ. — Дослідницьке, 2003. — Вип. 6 (20), кн. 2. — С. 250–254.

АНАЛИЗ СХЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ КОНСТРУКЦИЙ

Проанализированы технологические схемы современных кормоуборочных комбайнов, систематизированы основные параметры рабочих органов, выделены особенности конструкций кормоуборочных комбайнов.

ANALYSIS OF THE PATTERNS OF MODERN HARVESTERS AND FEATURES OF THEIR STRUCTURES

Analyzed the technological scheme of modern harvesters, classifies the main parameters of working, constructional features of selected harvesters.