

## CONCEPTUAL BASES OF COMBINE CONSTRUCTION DEVELOPMENT IN UKRAINE: TYPE INDICATORS AND STRUCTURE OF BASIC MODELS

V. Sheichenko<sup>1</sup>, V. Niedoviesov<sup>2</sup>, A. Kuzmych<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

<sup>2</sup>National Scientific Center "Institute of Agricultural Engineering and Electrification", Glevakha, Ukraine



### Key words:

grain production,  
grain harvesting,  
grain harvester,  
parameters of grain  
harvester,  
basic models of mobile  
threshers

### Article history:

Received 22.10.2020

Accepted 15.11.2020

### Corresponding author:

vsheychenko@ukr.net

### ABSTRACT

*The research is aimed at increasing the efficiency of grain production by developing the conceptual basis for the development of structures and production of basic models of harvesters based on a three-drum threshing system. The research methods were based on the principles of structural-system analysis and synthesis of grain production systems. Agrotechnical and economic contradictions of grain harvesting technologies with laying of non-grain part of harvest in rolls are noted. The cost of fuel, funds and labor for harvesting of non-grain part is several times higher than the cost of harvesting grain. There is a contradiction in improving the efficiency of harvesting bread due to increased productivity of the thresher. Such dependence complicates efforts to minimize the economic performance of the process, energy consumption, negative impact on soil and the environment. It is noted that grain production remains costly due to excessive use of limited natural resources. Contradictions of incompatibility of economically conditioned methods of grain threshing with combines with high technical level and correspondingly high cost are established. It is advisable to focus on reducing the cost of combines, the service life of their mobile thresher, energy consumption, development of new principles and methods of threshing, full automation and robotization of technological processes. Conceptual bases of grain harvester development in Ukraine on the basis of basic models of mobile threshers with a throughput in ranges of 1.5 kg/s, 3–6 kg/s, 6–15 kg/s and 15–25 kg/s are developed.*

<https://doi.org/10.36910/acm.vi45.377>

УДК 631.354

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ  
КОМБАЙНОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ: ПОКАЗНИКИ ТИПАЖУ  
ТА СТРУКТУРА БАЗОВИХ МОДЕЛЕЙ****В.О. Шейченко<sup>1</sup>, В.І. Недовесов<sup>2</sup>, А.Я. Кузьмич<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна<sup>2</sup>Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, Глеваха, Україна**Ключові слова:**

виробництво зерна,  
збирання зернових,  
зернозбиральний  
комбайн,  
параметри  
зернозбирального  
комбайна,  
базові моделі  
мобільних молотарок

**Історія публікації:**

Отримано 22.10.2020

Затверджено 15.11.2020

**Автор для****листування:**

vsheychenko@ukr.net

**АНОТАЦІЯ**

Дослідження спрямоване на підвищення ефективності виробництва зернових культур шляхом аналізу протиріч між агротехнічними та економічними показниками їх збирання і розроблення концептуальних основ розвитку конструкцій та виробництва базових моделей зернозбиральних комбайнів. Методи досліджень базувалися на принципах структурно-системного аналізу та синтезу систем виробництва зернових. У технології збирання зернових культур із укладанням незернової частини урожаю у валки має місце агротехнічне та економічне протиріччя, оскільки витрати пального, коштів та праці на збирання незернової частини урожаю в декілька разів перевищують витрати на збирання зернової частини урожаю. Встановлено протиріччя несумісності економічно обумовлених способів обмолоту зернових культур зернозбиральними комбайнами із високим технічним рівнем і їх високою вартістю. За таких умов доцільно спрямувати зусилля на зменшення вартості зернозбиральних комбайнів, строку експлуатації мобільної молотарки, енергоємності, розроблення нових принципів і способів обмолоту, повної автоматизації та роботизації технологічних процесів. Розроблено концептуальні основи розвитку конструкцій і виробництва зернозбиральних комбайнів в Україні на основі базових моделей мобільних молотарок із пропускною здатністю 1,5 кг/с, 3–6 кг/с, 6–15 кг/с та 15–25 кг/с.

<https://doi.org/10.36910/acm.vi45.377>

### Стан питання та постановка проблеми

У суспільних дискусіях щодо способів подолання економічної кризи зазначається, що “за параметрами віддачі на кожную вкладену державну гривню в короткостроковій перспективі аграрному сектору зараз немає рівних” [1]. Проте у рекомендаціях аграрних експертів пропозицій щодо варіантів реалізації технічної політики не наведено. На жаль, без належної уваги держави продовжують залишатися вузлові питання ґрунтової підтримки життєво необхідної та стратегічної ланки – сільськогосподарського машинобудування, як базису сучасного високомеханізованого сільгоспвиробництва, зрештою, основи продовольчої безпеки держави. Нехай, не вводять в оману високі урожаї зернових та олійних культур, що вирощені за останні декілька років, оскільки кризові явища продовжують розвиватися.

Радикальне оновлення техніко-технологічного забезпечення аграрного виробництва, підвищення технічного рівня та здешевлення техніки й енергетичних засобів можливо досягти завдяки більшій довірі та увазі до досягнень вітчизняних науковців. Без сумнівів, не обійтися без невідкладних екстраординарних дій на усіх рівнях державного, регіонального та відомчого керівництва, головним чином у напрямі жорсткого спрямування наявних ресурсів на довгострокові пільгові кредити для розроблення новітньої техніки, реконструкції машинобудівних заводів, забезпечення їх якісними конструкційними матеріалами, придбання техніки селянами і відродження системи якісного технічного сервісу та ремонту [2, 3]. Країні необхідно залучати закордонні інвестиції для модернізації і розвитку окремих, найбільш відсталих, але вкрай важливих виробництв – двигунів, потужних універсальних енергетичних засобів, складних систем гідравліки й автоматики тощо. Необхідно сміливіше опрацьовувати та реалізовувати актуальні інноваційні проекти як у машинобудуванні, так і в сільгоспвиробництві [4].

Намічений рівень інтенсифікації виробництва, який повинен бути досягнутий завдяки підвищенню продуктивності праці, скороченню використання палива і металу, вимагає докорінного перегляду і переоцінювання напрямів наукових досліджень, їх методологічної основи, здійснення цілеспрямованої технічної політики у машинобудуванні, що уможливить безумовне виконання планів виробництва сільськогосподарської продукції і ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів.

Якщо за останні 20 років збільшення виробництва продукції, продуктивності праці у сільському господарстві досягалось завдяки

використанню все більш потужної техніки, за умов зростаючого споживання палива, то в умовах нинішньої економічної політики такий шлях неприйнятний. Рівень валового виробництва сільськогосподарської продукції вимагає перегляду вимог до її витратної частини, суттєвого зменшення загальних затрат рідкого палива за безумовних пріоритетів екологічних показників. Подальша інтенсифікація сільського господарства, що орієнтується тільки на збільшення енергоресурсів, вимагала б величезних матеріальних затрат, причому в цьому випадку приріст продукції не відповідає рівню витрат, що різко зростають [4].

Нинішня ситуація характеризується посиленням деградації технічного потенціалу підприємств-виробників сільськогосподарської техніки. Звичними стали глобальні економічні кризи, перерозподіл, а частіше – втрата кваліфікованих науково-технічних кадрів. Виправлення такого стану тільки на підставі привабливих ринкових лозунгів є мало ймовірне. Оскільки АПК є основною ланкою забезпечення життєздатності країни, то його оновлення повинно отримати незмінне дієве піклування держави [5].

Розвиток внутрішніх індустрій і підтримка реального сектора завжди себе виправдовують – це урок, який Україна має черговий раз вивчити і зробити із нього висновки, бажано, практичні [5].

**Мета дослідження** – підвищення ефективності виробництва зерна завдяки розкриттю протиріч збирання зернових та розробленню концептуальних основ розвитку конструкцій і виробництва зернозбиральних комбайнів на базі трибарабанної системи обмолоту.

### **Матеріали і методи**

Методи досліджень базувалися на загальних принципах структурно-системного аналізу та синтезу систем виробництва зернових культур, конструкційних схем сучасних зернозбиральних комбайнів, протиріч збирання зернових культур.

### **Результати дослідження та обговорення**

У Національному науковому центрі “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України (ННЦ “ІМЕСГ” НААНУ) протягом останніх років проводилися дослідження із розвитку наукових основ енерготехнологічного і енергетичного забезпечення агропромислового комплексу (АПК), зокрема й тих, що стосуються збирання зернових культур, розвитку конструкцій зернозбиральних комбайнів і комбайнобудування в Україні.

Відмічене, у широкому розумінні, представляє складну наукову, науково-практичну проблему, що вимагає системно узгоджених дій з аналізу, вивчення протиріччя та пошуку раціональних варіантів рішення. Важливою передумовою успішного вирішення проблеми є її правильна постановка. Проблеми – це ситуації, що мають протиріччя. Тому протиріччя є сутністю проблеми в об'єктах, що розглядаються. Головна ознака проблеми – принципова неможливість повного її вирішення (повного уникнення протиріччя).

Жодна із проблем комбайнового збирання зернових культур та подібних їм культур ще й досі не має вирішення, яке б задовольняло фахівців та виробників зерна. Це турбує суспільство. Характерним у виробництві зерна є те, що збирання урожаю було й залишається найбільш витратною технологічною операцією (до 50% від загальних витрат коштів, праці та енергії на вирощування) [6–10].

Викремимо такі протиріччя збирання зернових культур:

1. Виробництво зерна залишається занадто витратним, внаслідок орієнтації, здебільшого, на надмірне використання обмежених природних ресурсів. Таке протиріччя у виробництві зерна є ознакою загальносвітової проблеми, обумовленою неухильним зростанням попиту в усіх країнах світу на продукти харчування. Проте аналіз тенденцій розвитку сучасних конструкцій комбайнів для збирання зернових у найближчу перспективу не залишає надії на покращення економічності, екологічності та поліпшення культури землеробства.

2. Протиріччя своєчасного обмолоту зерна, що полягає в неможливості комбайнового збирання урожаю в найбільш придатні терміни, тобто в період найбільшої кількості та найкращої якості зерна (стадія середини воскової стиглості). Уникнути його надзвичайно проблематично, практично неможливо. Часткове рішення проблеми – двофазне збирання зернових культур.

3. Протиріччя несумісності економічно обумовленого (дешевого) способу обмолоту зерна зернозбиральними комбайнами, що мають високий технічний рівень і, відповідно, високу вартість. За таких умов доцільно спрямувати зусилля на зменшення вартості комбайнів, строку експлуатації їхньої мобільної молотарки, енергоємності, розроблення нових принципів і способів обмолоту, повної автоматизації та роботизації технологічних процесів. Перспективним є розроблення та використання мобільного енергетичного засобу – “Агропроцесора”.

4. Агротехнічне та економічне протиріччя використання незернової частини урожаю, викликане необхідністю розкидання її поверхнею поля з метою поповнення органічної речовини в ґрунті. Такі дії

провокують засмічення полів бур'янами та хворобами рослин, боротьба з якими вимагає значних коштів та зусиль.

5. Агротехнічне та економічне протиріччя технологій збирання зернових із укладанням незернової частини урожаю (НЧУ) у валки. За таких умов витрати палива, коштів та праці на збирання НЧУ в декілька разів більші, ніж на збирання зерна як основного продукту. Солома у валках стримує своєчасний обробіток ґрунту, призводить до надмірної втрати вологи (до 100 т/га).

6. Протиріччя покращення економічності збирання зернових культур унаслідок підвищення продуктивності молотарки, вплив якої на загальну вартість комбайна та його масу є визначальним. Унаслідок такої залежності складно мінімізувати економічні показники технологічного процесу, енерговитрати, негативний вплив на ґрунт та навколишнє природне середовище. Протиріччя може вирішуватися завдяки новим принципам обробітку технологічної маси (стрічкова технологія).

7. Протиріччя компоновки комбайна із можливістю встановлення двигуна далі від кабіни, завдяки чому зменшується шум. Проте переміщення двигуна від споживачів енергії призводить до суттєвого зменшення ККД трансмісії, збільшує її вартість та погіршує поперечну стійкість комбайна. Вирішення проблеми – раціональна компоновка мобільної молотарки.

8. Протиріччя формування та обробітку потоку технологічного матеріалу на шляху від жниварки до молотильного пристрою, що полягає у звуженні його жниваркою та розтягуванні молотильним пристроєм. Вирішення можливе завдяки зменшенню співвідношення між шириною жниварки та молотарки.

9. Протиріччя рівня вимог до втрат і пошкодження зерна молотаркою та високими показниками технічного рівня й вартості сучасних комбайнів. Дозволені вихідними вимогами втрати зерна за молотаркою (1,5%) залишаються незмінними понад 50 років, незважаючи на те, що технічний рівень сучасних комбайнів незрівнянно підвищився, як і зросла їх вартість більше, ніж на порядок.

10. Клавішний соломотряс комбайна є стримувальним робочим органом на шляху підвищення продуктивності обмолоту, проте його використовують у більшості моделей зернозбиральних комбайнів. Цієї вади клавішного соломотряса можна позбутися лише відмовившись від його використання.

11. Протиріччя полягає в тому, що в конструкціях зернозбиральних комбайнів використовують складні, дорогі, недостатньо надійні

варіатори частоти обертань барабанів, тоді як для обмолоту зерна всіх зернових та їм подібних культур достатньо двох або трьох режимних клинопасових приводів молотильного барабану. Як варіант вирішення – безваріаторний привод молотильного барабана.

12. Протириччя щадної дії на зерно та ґрунт. Загальновідомі вади збирання зернових культур комбайнами пов'язані із пошкодженням зерна та переуцілінням ґрунту. Проте цьому питанню не приділяється належної уваги конструкторами комбайнів та науковцями. Необхідні відповідні фундаментальні розробки.

13. Протириччя роботизації збирання зернових культур. За сучасних можливостей комп'ютерних технологій для керування рухом та режимами роботи комбайна все ще використовують людську працю, що негативно впливає на якість роботи та продуктивність збирального агрегату.

Розглянемо концептуальні основи розвитку конструкцій і комбайнобудування в Україні. Для природно-виробничих умов України рекомендовано не більше чотирьох базових моделей зернозбиральних комбайнів із характеристиками, що представлені у таблиці.

**Таблиця** – Показники типу та структури базових моделей зернозбиральних комбайнів

Втрати зерна молотаркою, %	Продуктивність молотарки, кг/с			
	1	2	3	4
1,5	1,5–3	3–6	6–15	15–25
1,0	1,5	1,5–3	3–9	9–15
1. Молотарка барабанно-декова із решітно-повітряною очисткою зерна, подрібнювачем соломи та можливістю адаптації до умов і технологій збирання зернових				
2. Забезпечення (за замовленням) мобільності	само- хідний, навісний, при- чіпний	само- хідний	само- хідний	само- хідний
3. Ходова частина мобільної молотарки	колісна	колісна, гусе- нична	колісна, гусе- нична	колісна, гусе- ничну

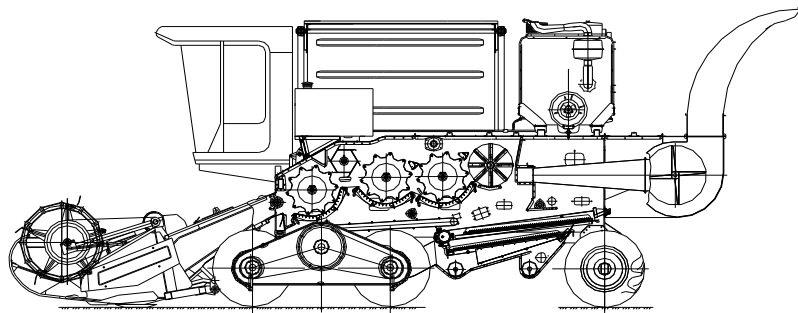
Продовження таблиці

1	2	3	4	5
4. Забезпечення (за замовленням) функціональними пристроями (адаптерами)	ПВ, К, С, НТ, ПС, УВ, ХС, КН	ПВ, К, С, НТ, ВХ, ПС, УВ, НС, РС, УТ, КС, ХС, МР, РИС, ПК, КН, АП	ПВ, К, С, НТ, ВХ, ПС, УВ, НС, РС, КС, ХС, ПК, РИС, КН, АП	ПВ, К, С, НТ, ВХ, ПС, УВ, НС, РС, КС, ХС, ПК, РИС, КН, АП
<b>5. Конструкційно-технологічні параметри:</b>				
5.1. Потужність двигуна, кВт	15–80	130–150	180–260	260–300
5.2. Маса (основна комплектація), т	4,3–4,5	10,0–10,5	13,0–13,5	13,5–14,0
5.3. Захват хедера (за замовленням), м	3; 4,5	5; 6	7; 8; 10	8; 10
5.4. Об'єм бункера, м <sup>3</sup>	3	6–7	6–7	7–8
5.5. Швидкість руху, км/год.	0–25	0–40	0–40	0–40
5.6. Транспортна ширина, м	2,5	2,5	2,5	3,0
5.7. Кут охоплення барабана підбарабанням, град.	130–140	130–140	130–140	130–140
5.8. Площа решіт очистки (загальна), м <sup>2</sup> :	2,6–3,0	5,5–5,8	5,5–5,8	6,0–6,5
- верхнього решета	1,4–1,7	3,0–3,2	3,0–3,2	3,2–3,5
- нижнього решета	1,2–1,3	2,5–2,6	2,5–2,6	2,8–3,0
5.9. Ширина молотарки, м	1,2–1,3	1,5–2,0	1,5–2,0	2,0–2,5
5.10. Швидкість ножа хедера (середня), м/с	1,8–2,5	1,8–2,5	1,8–2,5	1,8–2,5
5.11. Енергосміність, кВт/кг/с	24–25	22–25	15–17	14–15
6. Потреба в 2010–2020 рр., тис. од.	15	17	115	3
7. Орієнтовна площа збирання, тис. га	337,5	1150,0	11762,5	750,0

Умовні позначення в таблиці: ПВ – підбирач валків; К – кукурудзозбиральний; С – соняшникозбиральний; НТ – збирання насінників трав; ПС – подрібнювач соломи; УВ – утворювач валків; КН – копнувач начіпний; ПК – причіп-копнувач; НС – навантажувач соломи; АП – автопричіп; УТ – утворювач тюків соломи; ВХ – візок для хедера; ХС – хедер для сої; МР – модель ріпакова; РИС – модель рисозбиральна.



Зернозбиральні комбайни із трибарабанною системою обмолоту, концепт-модель одного з яких представлена на рисунку, що розроблені в ННЦ “ІМЕСГ” НААНУ, будуть достойною заміною комбайнів як класичного, так і аксіально-роторного типу.



**Рис.** – Концепт-модель зернозбирального комбайна КЗС-6-15

Базові моделі – це мобільні молотарки зернозбиральних комбайнів, економічно доцільні, конструкційні й технологічно достатні для комбайнів із пропускною здатністю: 1,5 кг/с; 3–6 кг/с; 6–15 кг/с та 15–25 кг/с.

### **Висновки**

Відзначено, що виробництво зерна залишається витратним унаслідок надмірного використання обмежених природних ресурсів. Це узгоджується із проблемою, викликаною неухильним зростанням попиту на продукти харчування.

Встановлено протиріччя несумісності економічно обумовлених способів обмолоту зерна комбайнами із високим технічним рівнем і, відповідно, високою вартістю. За таких умов доцільно спрямувати зусилля на зменшення вартості комбайнів, строку експлуатації їхньої мобільної молотарки, енергоємності, розроблення нових принципів і способів обмолоту, повної автоматизації та роботизації технологічних процесів.

Розроблено концептуальні основи розвитку конструкцій і виготовлення зернозбиральних комбайнів в Україні на основі базових моделей мобільних молотарок із пропускною здатністю: 1,5 кг/с; 3–6 кг/с; 6–15 кг/с та 15–25 кг/с.

### **Список посилань**

1. Маргинюк, М. (2020). Черга за порядком. Дзеркало тижня. [http://dt.ua/internal/cherga-za-poryatunkom-347648\\_.html](http://dt.ua/internal/cherga-za-poryatunkom-347648_.html)

2. Адамчук, В.В., Булгаков, В.М., Гринник, І.В. (2013). Перспективи розвитку і застосування у сільському господарстві сучасних високотехнологічних засобів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, 17(31), 22–33.
3. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва. (2012). За ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. Аграрна наука, Київ, 416.
4. Погорілий, Л.В. (2003). Випробування – плідний рушій прогресу сільськогосподарської техніки і машинознавства. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Збірник наукових праць УкрНДШПВТ, 6(20), 6–13.
5. Сільське господарство України: криза та відновлення. (2004). За ред. Ш. Фон Крамона-Таубаделя, С. Дем'яненка, А. Куна. Гарант Сервіс, Київ, 207.
6. Шейченко, В. и др. Пути повышения эффективности уборки зерновых зерноуборочными комбайнами зарубежного производства. In: Scientific proceedings IV International Scientific and Technical Conference “Agricultural Machinery”. Varna, Bulgaria, 2, 74–76.
7. Shpokas, L., Adamchuk, V., Bulgakov, V., Nozdrovicky, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. Research in Agricultural Engineering, 62, 106–112.
8. Тарасенко, А.П. и др. (2014). Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации. Росинформагротех, Москва, 60.
9. Zielinski, A., Mos, M. (2009). Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars. Cereal Research Communications, 37(2), 277–286.
10. Шейченко, В., Недовесов, В., Кузьмич, А., Грицака, А., Шевчук, М. (2016). Исследование кривошипно-шатунного привода режущего аппарата жатки. MOTROL Commission of Motorization and Energetic in Agriculture an International Journal on Operation of Farm and Agri-Food Industry Machinery, 18(3), 96–101.