УДК 631.354.2.001.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНОЇ МОДЕЛІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ФІРМИ «SAMPO ROSENLEV» – SR-3085 «SUPERIOR»

В. Кравчук, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України*
М. Занько, *канд. техн. наук*
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Наведено результати досліджень зернозбирального комбайна SR-3085 «SUPERIOR» фірми «Sampo Rosenlev» (Фінляндія) в польових умовах України на збиранні озимої пшениці та сої.

Ключові слова: *зернозбиральний комбайн, молотарка, пропускна здатність, продуктивність, якість роботи.*

Суть проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. На ринок України сьогодні постачається близько трьохсот моделей зернозбиральних комбайнів різних фірм та типів (барабанні, роторні, комбіновані). Усі вони характеризуються різною пропускною здатністю та мають відповідну продуктивність, і тому по праву займають відповідний кількісний сектор у складі комбайнового парку України. Об'єктивно можна та необхідно констатувати, що серед них особливе місце займають малі комбайни, тобто – з невисокою продуктивністю, оскільки саме вони виконують збирання хлібів на малих площах та в невеликих господарствах. До недавнього часу цю роботу виконували комбайни типу СК-5 «Нива» та СК-6 «Колос» [1]. Однак часи змінились, і на ринку з'явилися й інші комбайни аналогічного класу, але сучасного технічного рівня. Вони успішно справляються з покладеним на них завданням: збирати продуктивно, економічно ефективно та з малими втратами. Проте достовірної та широкої інформації про них поки що бракує.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання означеної проблеми. Насамперед доцільно зазначити, що до комбайнів невисокої продуктивності відносяться комбайни з пропускною здатністю на рівні 5-8 кг/с [2-4]. За поширеної в умовах України соломистості зернової культури 1:1,2 та урожайності зерна 35-40 ц/га продуктивність по намолоту зерна за 1 годину основного часу цих комбайнів становить відповідно 8-13 тонн. Досвід ефективності експлуатації комбайнів такого класу свідчить, що коефіцієнт використання часу зміни – невисокий і ледве досягає 0,65. Тому, продуктивність комбайнів цієї групи за 1 годину змінного часу становить всього 5,2-8,5 тонн зерна, а за зміну – 52-60 тонн. Для порівняння можна навести аналогічні показники сучасних роторних

комбайнів IV покоління, що мають пропускну здатність 20 кг/с: вони забезпечують змінну продуктивність 26 тонн та намолот за зміну до 260 тонн!

Українські умови зерновиробництва надзвичайно строкаті як за урожайністю, так і за площею посівів. Згідно з базою статистичних даних, до малих відносяться господарства з площею до 500 га. У відповідності із їх сівозміною середня площа зернових в них ледве досягає 47 га, а урожайність зерна знаходиться на рівні 35 ц/га. Разом з тим, такі господарства займають площу майже 1166 тис. га. Для збирання урожаю з такої площі, за нормативного сезонного завантаження одного комбайна 160 га, необхідно близько 7,3 тис. комбайнів малої продуктивності, що становить 17 % проектного парку в 42 тис. комбайнів (таблиця 1).

Таблиця 1 – **Розміри сільськогосподарських підприємств України, посівна площа зернових для комбайнування та необхідна оптимальна кількість зернозбиральних комбайнів (проект)**

Розмір підприєм-ства, га // клас ком-байна, кг/с	**Кількість підприємств**		**Площа с.-г. угідь**		**Площа комбайнування**	
	шт.	**%**	тис. га	**%**	тис. га /за-безпечення комбайна-ми / %	**%** / середня площа 1 гос-подарства
до 500 // 5-8 кг/с	42619/ 82,8	82,8	2898	14,1	1166 / 7300*/ 17%	14,4 / 47
500,1- 3000 // 10-12 кг/с	7239/14,1	14,1	9717	47,5	3863/ 19300*/ 46%	47,7 / 926
3000,1- 5000 // 14-16 кг/с	1113/2.2	2,2	4229	20,6	1660 / 8300** / 20 %	20,5 / 2584
Більше 5000 // > 16 кг/с	485/ 0,9	0,9	3647	17,8	1409 / 7000**/ 17%	17,4 / 5039
Всього:	51456/ 100	100	20491	100	8100 / 42000 / 100%	100,0 / -

Нормативно-планове завантаження комбайна: * – 160 га/сезон;
** – 200 га/сезон

Малі комбайни пропускною здатністю 4-7,5 кг/с на ринок України постачають вітчизняні підприємства-виробники та фірми-постачальники (табл. 2). Найбільш «невідомим» комбайном на ринку України, із зазначених, є комбайни серії «Sampo Rosenlev» фірми «Sampo Rosenlev» (Фінляндія) [3]. Фірма «Sampo» заснована в1853 році. Перша назва фірми – "W. Rosenlew & Co". Розташована вона в невеликому фінському містечку Порі на східному березі Ботнічної затоки Балтійського моря. З початку XX століття її заводи виробляли сільськогосподарські знаряддя для фермерів: плуги, борони, пізніше – стаціонарні молотарки. З 1957 року налагоджено серійне виробництво зернозбиральних самохідних комбайнів серії «Sampo Rosenlev» (табл. 3). Причому, номенклатура, технічний рівень та продуктивність цих комбайнів, що постачаються в Україну, постійно оновлюються і зростають. І як результат – в щорічному оновленні вони досягли 1,5 % від загального числа. І ця цифра в останні роки має тенденцію до збільшення. Однак, з різних причин комбайни залишаються поки що невідомими українським аграріям, і це не сприяє їх бажаному збільшенню на ланах нашої держави. Тому комбайни фірми «Sampo Rosenlev» потребують більш детального розгляду та оцінювання. Це дозволить споживачам вибрати собі комбайн згідно з його функціональними можливостями та можливим виробничим навантаженням під час жнив.

Таблиця 2 – **Основні комбайни-представники малого класу в Україні**

Фірма-виробник	**Комбайн (марка)**	**Ширина молотар-ки, мм**	**Діаметр барабана, мм**	**Пропускна здатність, кг/с**
Компанія CLAAS	AVERO-130	1010	450	4,0-4,5
Компанія New Holland	TC-54 «New Holland»	1040	606	4,0-4,5
Фірма «Sampo Rosenlev»	SR-2035 «Sampo Rosenlev»	1110	500	3,5-4,0
Пред- во «Ростсільмаш» в Україні	«Нива «ЕФЕКТ»	1200	600	5,0
ТОВ «БКТЗ»	«Єнісей КЗС- 950 »	1200	720	6,0
Компанія John Deere	1450 John Deere	1300	606	7,0
Пред- во «Ростсільмаш» в Україні	VEKTOR-410	1200	800	7,0-7,5
Група компаній «Техноторг»	КЗС-812	1200	800	7-7,5

Таблиця 3 – **Технічна характеристика сучасних базових моделей зернозбиральних комбайнів фірми «Sampo Rosenlev»* [3]**

Показники// Модель	Значення показника			
	SR - 2045	SR - 2065	SR 3065 «Tornado»	SR- 3085 «Superior»
Ширина захвату жниварки, м	3,1-3,9	3,9-4,2	4,2-5,7	4,8-5,7
Потужність двигуна, к.с.	114	129	210	250
Діаметр молотиль-ного барабана, мм	500	500	500	500
Ширина молотарки, мм	1110	1110	1330	1330
Кількість клавіш соломотряса, шт.	4	5	6	6
Площа підбарабання, $м^2$	0,51	0,51	0,85 (0,34 + 0,51)	1,03 (0,40 + 0,62)
Площа сепарації зерна, $м^2$	4,8	4,8	5,8	6,3
Довжина соломо-тряса, м	4,72			
Площа системи очищення зерна, $м^2$	3,4			4,5
Місткість бункера, $м^3$	3,7	3,7	5,2	8,1
Маса (з жниваркою), т	6,0	7,7	8,6	12,6
Заводська ціна*, € (Incoterms-2000)	93409	97822	143475	171305

* проспектні дані представництва “Сампо-Розенлев» в Україні

Комбайни «Sampo Rosenlev» впродовж останнього десятиліття зазнають оновлення і нарощують свою продуктивність, величина якої в значній мірі і визначає їх використання. Одна з останніх розробок – комбайн SR-3085 «Superior» в умовах України не піддавався широкому та об’єктивному оцінюванню.

Мета дослідження: визначити функціональні можливості комбайна SR-3085 «Superior» в умовах зерновиробництва України.

Виклад основного матеріалу досліджень. *Конструкційно-технологічні особливості будови***.** Комбайн SR-3085 «SUPERIOR» (під логотипом «Сампо-Україна-300», рис. 1) представляє ТОВ «Холдингова компанія «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»). У відповідності з технічною комплектацією комбайн призначений для збирання зернових колосових

культур (пшениці, ячменю, вівса, жита), зернобобових, сої, а з використанням додаткових пристроїв – збирання ріпаку, суріпиці, тимофіївки, конюшини, соняшнику та кукурудзи на зерно. Для ефективного завантаження молотарки використано зернову жниварку шириною захвату 5,7 м, яка агрегатується з комбайном за допомогою похилої камери (рис. 2). Швидкість різання ножа жниварки становить 1020 циклів/хв. Для забезпечення надійного положення жниварки по висоті зрізування технологічної культури використано гідроакумулятори (рис. 3). Молотарка – барабанного типу (рис. 4). Вона побудована за схемою: «барабан попереднього обмолоту (20) + молотильний барабан (6) + відбійний бітер (8) + соломотряс клавішного типу (17; рис. 5) + вітрорешітна система очищення зерна (15; рис. 5)». В капот молотарки вмонтовано барабанно-ножеву систему RECORD (рис. 6) для подрібнення та розкидання соломи і полови по полю на ширину захвату жниварки. Комбайн обладнано сучасною кабіною (рис. 7).

Рисунок 1 – **Комбайн SR-3085 «SUPERIOR» (Сампо-Україна – 300) в режимі прямого комбайнування на збиранні озимої пшениці**

Рисунок 2 – **Похила камера з елементами агрегатування: контрпривідний вал (1) та блок гідророз'ємів (2) для приведення робочих систем жниварки**

Рисунок 3 – **Гідроакумулятори жниварки**

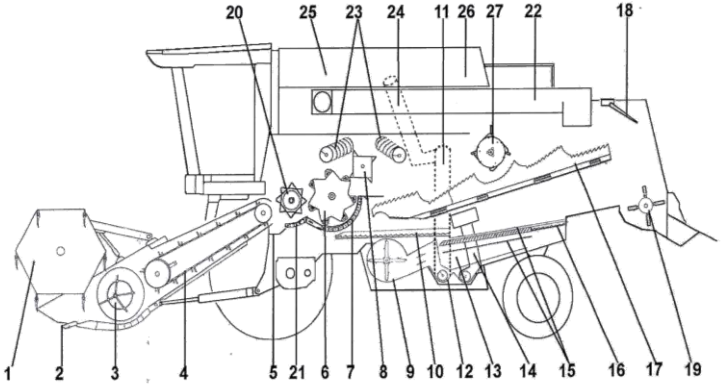

Рис. 4 – Конструкційно-технологічна схема комбайна SR- 3085 «SUPERIOR»: *1 – мотовило; 2 – різальний ніж жниварки; 3 – подавальний шнек; 4 – транспортер похилої камери; 5 – каменеуловлювач; 6 – молотильний барабан; 7 – підбарабання основне; 8 – бітер; 9 – вентилятор; 10 – струсна дошка; 11 – зерновий елеватор; 12 – зерновий шнек; 13 – скатна дошка; 14 – система домолоту; 15 – решітний стан; 16 – подовжувач решіт; 17 – соломотряс; 18 – сигналізатор наповнення соломою капота; 19 – подрібнювач-розкидач соломи; 20 – попередній молотильний барабан; 21 – підбарабання; 22 – вивантажувальний шнек; 23 – шнеки бункера; 24 – шнек подачі зерна в бункер; 25 – зерновий бункер; 26 – моторна установка; 27 – барабан-соломорозпушувач*

Рисунок 5 – **Соломотряс у складі 6-ти клавіш (1) та верхнє решето (2) системи очищення зерна з високими вертикальними ребордами (3)**

Рисунок 6 – **Система «RECORD» (1) для подрібнення та розсівання соломи по полю**

Слід відзначити, що технологічна схема молотарки (рис. 4) відповідає сучасним тенденціям щодо збільшення інтенсифікації процесів обмолоту і основної сепарації зерна в системі обмолоту та на соломотрясі [4]: для цього в її складі використано трибарабану систему обмолоту та основної сепарації зерна. Перший – 400-міліметровий молотильний барабан (20), виконує функцію попереднього обмолоту в «м'якому» режимі, наступний за ним – основний молотильний (6), має діаметр 500 мм. Третій барабан – бітер (8), спрямовує обмолочену масу на соломотряс. Четвертий барабан (27) – розпушує солому над клавішами і обумовлює більш ефективне виділення зерна, що знаходиться в ній та «готове» перейти в категорію втрат. Фактично аналогічна технологічна схема молотарки застосована у комбайнах компанії CLAAS [2] – серії W-600. Обидва барабани (6 і 20) обладнані молотильно - сепарувальними деками, які при ширині молотарки 1300 мм мають сумарну площу обмолоту та сепарації зерна 1,03 м². Комбайн SR-3085 «SUPERIOR» першочергово розроблено для роботи в умовах Фінляндії, для якої характерною є значна вологість соломи. Тому, для ефективної сепарації залишків зерна з такої соломи використано потужний соломотряс у складі 6-ти клавіш довжиною аж 4,7 (!) метра. Для порівняння: у комбайна СК-5 «Нива» аналогічний показник дорівнює лише 3,85 м, у комбайна Дон-1500 – 4,1 м. Потужність двигуна комбайна дорівнює 250 к.с.

Рисунок 7 – **Ергономічна сучасна кабіна має зручний вхід до неї і надійне огородження вхідної площадки**

Оцінювання функціональних можливостей комбайна. Для визначення продуктивності та якості роботи комбайна SR-3085 «SUPERIOR» в умовах Лісостепової зони України проведено експлуатаційно-технологічне оцінювання [5-6] на збиранні озимої пшениці та сої (рис. 7-8). Умови роботи (табл. 4) – урожайність зерна, соломистість незернової частини урожаю, вологість зерна і соломи знаходились на рівні вимог до комбайнового збирання хлібів.

Експлуатаційно-технологічні показники комбайна SR-3085 «SUPERIOR» визначені згідно з ГОСТ 24055-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки» та ГОСТ 24057-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки машин» на збиранні озимої пшениці та сої (табл. 6). На збиранні характерної культури – озимої пшениці комбайн працював зі швидкістю 4,9 км/год. При цьому продуктивність за годину основного часу становила 11,1 т/год. Якість роботи – рівень сумарних втрат зерна за комбайном: «втрати за жниваркою + втрати за молотаркою» та кількість дробленого зерна у складі бункерного в цілому задовольняють вимоги (не більше 2 %). Система очищення зерна забезпечує добре очищення зерна від незернових домішок рослинного походження, внаслідок чого засміченість бункерного зерна – незначна (0,9 % – 1,1 %) і не перевищує допустимої.

Таблиця 4 – **Умови проведення експлуатаційних випробувань**

Показник	**Значення показника**	
Місце проведення випробувань	Київська обл., Васильківський р-н	
Культура	Озима пшениця	Соя
Урожайність зерна, ц/га	**41,1**	**19,8**
Маса 1000 зерен, г	36,7	144
Висота рослин, см	79	84
Полеглість, %	15	1 : 1,0
Співвідношення зерна і соломи	1 : 1,0	1 : 1,0
Вологість, %: зерна /соломи	12,4/12,5	11,5/12,3
Забур′яненість, %	1,8	0,1
Висота кріплення нижнього боба, см	-	14,8

Таблиця 5 – **Режим та якість роботи при прямому комбайнуванні пшениці і сої**

Найменування показника	**Значення показника згідно з вимогами**	
Культура	Озима пшениця	Соя
Ширина захвату, м	5,5	5,5
Швидкість руху, км/год	4,9	7,0
Висота зрізу, см	15	13,4
Втрати зерна за комбайном (всього), % в тому числі:	1,19-2	1,94
- за жниваркою	0,28-0,35	0,45
- за молотаркою	0,91-1,49	0,24
Дроблення зерна, %	1,97	1,42
Засміченість зерна, %	0,9-1,0	2,2

Рисунок 8 – **Комбайн SR-3085 «SUPERIOR» в режимі прямого комбайнування збирає сою**

Таблиця 6 – **Експлуатаційно-технологічні показники комбайна**

Найменування показника	Значення показника за результатами випробувань	
Культура	Озима пшениця	Соя
Продуктивність, т/год (га/год), за годину часу:		
- основного	11,1 (2,70)	7,61 (3,84)
- змінного	7,9 (1,92)	5,48 (2,76)
- експлуатаційного	7,88 (1,92)	5,48 (2,76)
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти:		
- надійності технологічного процесу	1,0	1,0
- використання змінного часу	0,71	0,72
Питомі витрати палива, л/т (л/га)	3,1 (12,7)	-

Під час проведення досліджень встановлено, що комбайн на збиранні зернових колосових культур забезпечує робочу швидкість навіть до 10 км/год, що перевищує «стандартний» показник для цього процесу майже в 2 рази. Продуктивність при цьому досягає 15 тонн за годину, але втрати за молотаркою при цьому дещо перевищують регламентовані 1,5%.

Збирання сої, урожайність якої становила 19,8 ц/га, проводили на робочій швидкості 7,0 км/год та відповідно з продуктивністю 7,61 тонн за годину основного часу.

Збирання пшениці та сої проводили прямим комбайнуванням з одночасним подрібненням та розкиданням соломи по полю. Система «RECORD» (рис. 6) забезпечує добре подрібнення та розсівання соломи по полю. Фракційність розсіяних подрібнених частинок соломи відповідає вимогам.

Аналіз структури балансу часу за нормативну тривалість зміни (10 годин) свідчить, що коефіцієнт технологічного обслуговування становить 0,95. Коефіцієнт використання змінного часу дорівнює 0,71.

Економічні показники роботи комбайна SR-3085 «SUPERIOR» визначені згідно з ДСТУ 4397 :2005 «Методи економічного оцінювання техніки…». Затрати праці на збиранні озимої пшениці становлять 0,13 люд.-год/т, сума прямих експлуатаційних витрат роботи випробовуваного комбайна – 226,0 грн/т.

Результати випробувань свідчать, що конструкція комбайна зернозбирального самохідного SR-3085 «SUPERIOR» за показниками безпечності та ергономічності (рис. 7) відповідає вимогам нормативних документів ГОСТ 12.2.019, ДСТУ EN 632 і ДСТУ EN 1553.

Позитивні особливості конструкції комбайна. Великий діаметр мотовила та значна відстань між ножем різального апарата і шнеком жниварки дозволяють ефективно використовувати комбайн на збиранні довгостеблих соломистих культур. Висока швидкість різання ножа жниварки – 1020 цикл/хв знаходиться на рівні сучасних комбайнів – >1000 цикл/хв, що дозволяє виконувати процес прямого комбайнування при робочій швидкості до 10 км/год; це є основою для досягнення високої подачі і як результат – продуктивності (для порівняння: оптимальна робоча швидкість зернових комбайнів аналогічного класу при ширині захвату жниварки 5,7 м знаходиться в межах 4-6 км/год.). Гідравлічна система копірування жниварки – гідроакумулятори забезпечують надійне (по горизонталі) положення жниварки по висоті зрізу, що гарантує високотехнологічну надійну робочу швидкість комбайна. Молотильно-сепарувальна система (МСС), що складається з трьох барабанів – «попереднього обмолоту + основного молотильного + відбійного бітера» відповідає сучасним тенденціям в побудові системи обмолоту, забезпечує більшу інтенсивність процесу обмолоту та продуктивність комбайна (в порівнянні з однобарабанною МСС). Це дозволяє при відносно невеликій ширині молотарки (1330 мм) та молотильного барабана (діаметр – 500 мм) досягти пропускної здатності на рівні 7 кг/с.

Застосований для сепарації грубого вороху соломотряс клавішного типу є найбільш універсальним соломосепаратором, що дозволяє використовувати комбайн для обмолоту значної гами культур з широким рядом агрофізичних

характеристик. Ефективності роботи соломосепаратора сприяють конструкційні параметри: він п'ятикаскадний та супердовгий (довжина клавіш становить 4,7 м). Барабан-розпушувач (27; рис. 4) гальмує солому в процесі її руху по клавішах. Це сприяє більш інтенсивній сепарації зерна, яке знаходиться в соломі та «готове» перейти в категорію «втрати». Внаслідок цього кількість втрат зерна за молотаркою – зменшується. Вітрорешітна система очищення зерна, з наявними вертикальними ребордами на верхньому решеті (рис. 5) , під час роботи комбайна на нерівних полях – на схилах, попереджує «однобоке» накопичення очищуваної зернової маси вздовж однієї із сторін молотарки і тим самим забезпечує необхідні умови для якісного очищення зерна. Дизельний двигун Sisu Disel, потужністю 250 к.с., повною мірою відповідає енергопотребам комбайна такого класу.

Комбайн SR-3085 «SUPERIOR» – технічно надійний: відмов за період випробувань не відмічено. Він відповідає всім вимогам ергономічності, охорони та безпеки праці.

Технічний рівень та рівень елементної бази комбайна досить високі. Техніко-технологічні рішення, використані в його конструкції, відповідають сучасним тенденціям комбайнобудування.

Висновки.

Результати тестувань свідчать, що згідно з технологічною схемою і технічними рішеннями, використаними в конструкції, за параметрами системи обмолоту і основної сепарації зерна, ширини молотарки, довжини клавіш соломотряса і здатності жниварки працювати в режимі високих робочих швидкостей комбайн SR-3085 «SUPERIOR» забезпечує технологічно надійну та продуктивну роботу з намолотом до 11-15 тонн зерна за 1 годину основного часу на невеликих полях з урожайністю 35-40 ц/га. Тобто, комбайн має пропускну здатність на рівні 7-8 кг/с. Комбайни з таким рівнем продуктивності нині є затребуваними у зерновиробництві України. Вони забезпечують економічно ефективну роботу в фермерських господарствах та невеликих зерновиробних підприємствах.

Література

1. Машини для збирання зернових та технічних культур: **п**осібник; за ред. В.І. Кравчука та Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009. – 296 с.

2. Требования растут /Линейка продукции 2011 года КЛААС КГаА гмбХ, п/я 1163, Харзенвинкель, Германия. www.claas.com

3. Die neue 3000 Baureihe // Sampo Rosenlev: Werk und Hauptverwaltung? Sampo Rosenlew Oy, Finnland. www.iok.net/sampo

4. Коваль С., Войтюк Д. Напрямки розвитку і особливості конструкцій зернозбиральних комбайнів // Техніка АПК. – 2007. – №7. – С.6-17.

5. Протокол державних приймальних випробувань дослідного зразка № 01-17-2012 «Комбайн зернозбиральний самохідний «Сампо-Україна – 300». – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2012. – 51 с.

6. ГОСТ 24055-88. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения.

7. ГОСТ 28301-89 (СТ СЭВ 6542-88). Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний.

Аннотация

Приведены результаты исследований зерноуборочного комбайна SR-3085 «SUPERIOR» фирмы «Sampo Rosenlev» (Финляндия) в полевых условиях Украины при уборке озимой пшеницы и сои.

Наведено результати досліджень зернозбирального комбайна SR-3085 «SUPERIOR» фірми «Sampo Rosenlev» (Фінляндія) в польових умовах України на збиранні озимої пшениці та сої.

Summary

The article present results of the studies of combine harvester SR-3085 «SUPERIOR» of «Sampo Rosenlev» company (Finland) in the field conditions in Ukraine when harvesting wheat and soybeans.