
ECONOMY AGRIBUSINESS AND AGRICULTURE, RURAL SOCIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2023.1.39.001>

Hussein Ibrahim AdilHussein ^{1*}, Alshabebi al –KhattabNihadMusa ², Al-Gaylani Amar Abbas Abad ³

^{1,2,3} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

* Corresponding author (abu.alhumam6[at]gmail.com)

Received: 26.11.2022; Accepted: 13.12.2022; Published: 26.01.2023

A STUDY OF THE PRODUCTIVITY OF A THRESHING MACHINE DURING HARVESTING AND THE POSSIBILITY OF REDUCING LOSSES

Research article

Abstract

The most energy-consuming process on the farm is harvesting. The equipment used is quite expensive, so the process is accompanied by significant costs for the production and operation itself. At this stage of development, all work is done by machines. In connection with the restructuring of agricultural production and the creation of an extensive network of farms, leasing and joint-stock companies, an urgent task in the field of mechanization of agricultural production is the creation of small-sized mobile harvesting equipment that is cheap and affordable enough to purchase, as well as the creation of conditions for its rational use in the 70s of the last century, combine harvesters with coaxial rotary threshing and separating devices (MSO). The main idea of such a combination is to replace the bulky classical threshing system (MS), which includes a receiving beater, a threshing drum (less often two), a grinding beater and a straw cutter with a length of 4–6 m with one working body - an axial rotary MSU.

According to scientists and specialists [5], the axial-rotor MCU allowed to increase productivity, reduce the number of parts by up to 30%, simplify adjustment, reduce the dimensions and weight of the combine. The purpose of this work is to analyze the grain harvesting process, to study the threshing machine during grain harvesting used in this process. The objectives of this work are: to study the stages of grain harvesting; to study the conditions of grain harvesting processes; to study the equipment used in grain harvesting (threshing machine performance).

Keywords: grain harvesting, threshing machine, separation of ingredients, loss reduction.

Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн ^{1*}, Алшабеби аль –Хаттаб Нихад Муса ², Аль-Гайлани Аммар Аббас Убайд ³

^{1,2,3} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (abu.alhumam6[at]gmail.com)

Получена: 26.11.2022; Доработана: 13.12.2022; Опубликована: 26.01.2023

ИЗУЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОЛОТИЛЬНОЙ МАШИНЫ В ПРОЦЕССЕ УБОРКИ УРОЖАЯ И ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ

Научная статья

Аннотация

В результате исследований, проведенных по указанным результатам, представляем свои выводы для того, чтобы предоставить базу данных, которая помогает в выборе машин и оборудования для уборочных работ, что непосредственно способствует их эффективности и снижает потери, поскольку самым энергоэффективным процессом на ферме является сбор урожая. Используемое оборудование довольно дорогое, поэтому процесс сопровождается значительными затратами на само производство и эксплуатацию. На данном этапе разработки вся работа выполняется машинами. В связи с реструктуризацией сельскохозяйственного производства и созданием разветвленной сети фермерских хозяйств, лизинговых и акционерных компаний актуальной задачей в области механизации сельскохозяйственного производства является создание малогабаритной мобильной уборочной техники, достаточно дешевой и доступной для приобретения, а также создание условий для ее рационального использования. В 70-х годах прошлого века на мировом рынке появились зерноуборочные комбайны с соосными роторными молотильно-сепарирующими устройствами (MSO). Основная идея такой комбинации заключается в замене громоздкой классической молотильной системы (МС), включающей приемную колотушку, молотильный барабан (реже два), измельчающую колотушку и соломорезку длиной 4–6 м одним рабочим органом – осевым роторным МСУ.

По мнению ученых и специалистов [5] аксиально-роторный МСУ позволил повысить производительность, сократить количество деталей до 30%, упростить регулировку, уменьшить габариты и вес комбайна. Целями данной работы является: изучение этапов уборки зерна; изучение условий процессов уборки зерна; изучение оборудования, используемого при уборке зерна (производительность молотилки).

Ключевые слова: уборка зерна, молотильная машина, разделение ингредиентов, снижение потерь.

1. Введение

Зерновые культуры являются одной из важных культур. Из-за большого значения, как основного источника пищи для человека и животных, который считается показателем продовольственной безопасности стран.

В настоящее время процесс уборки зерна является одним из важнейших и наиболее сложных технологических в аграрном секторе. Для получения высококачественного зерна и семян требования к чистоте варьируются в зависимости от уровня качества производимого зерна. По этим причинам мир постоянно развивается на всех этапах механизации сельского хозяйства, особенно уборки урожая [1]. Этапы уборки урожая разделены на несколько процессов, и каждый этап имеет определенную цель, наиболее важным из этих этапов является процесс обмолота, как показано на рисунке 1.

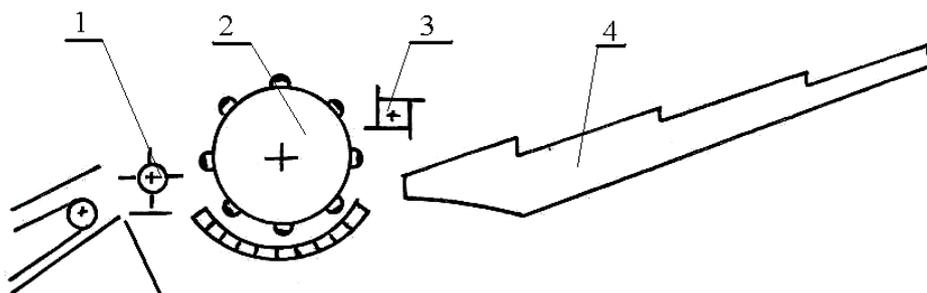


Рис. 1 – Схема «классической» системы разделения уроков:

1 – приемная колотушка; 2 – молотильная машина; 3 – измельчающая колотушка; 4 – соломенная колотушка [3]

Представленная система разделения уроков была названа «классической» из-за ее широкого распространения. В таблице 1 приведены основные технические характеристики некоторых современных комплектов.

На качественные и количественные показатели действия этих веществ влияют величина восстановленного корма, содержание влаги в хлебной массе и ее обмолочивающая способность, направление подачи колосьев, тип обмолота [5].

Многие ученые в нашей стране занимались теоретическими и экспериментальными исследованиями этих материалов и внешних устройств, диаметра барабана, количества и типа хлыстов, скорости вращения периферийного барабана, длины и живого сечения барабана, зазоров между барабанными хлыстами и стержнями.

Чтобы повысить производительность и получить наименьший процент потерь, мы изучили технологические характеристики в классическом scholar, зависящие от многих факторов.

В этих работах определены направления повышения производительности молотильной машины: первое включает в себя работу по:

- интенсификации урока и аудиторных процессов в аппарате урока;
- повышению эффективности автоматической уборки урожая;
- выборочному расположению этапов сбора;
- увеличению численности членов, работающих в этой области.

Второе – это использование дополнительных рабочих органов (дополнительных барабанов, рычагов и т.д.) [2].

2. Обсуждение

Проводя реальное сравнение ряда марок ряда групп, мы отмечаем, что существуют различия в основных технических характеристиках центра управления двигателем некоторых современных установок с классическим центром управления двигателем, как показано в таблице (1).

Таблица 1 – Основные технические характеристики центра управления двигателем некоторых современных групп с классическим центром управления двигателем

Марка комбайна, страна	Пропускная способность, кг/с	Параметры рабочих органов							
		Барабан			Подбарабанье		Соломотряс		
		Диаметр, Мм	Ширина, мм	Частота вращения, об/мин	Угол охвата, град	Площадь, м ²	Число клавиш	Длина, м	Площадь, м ²
СК-5 «Нива» – Россия	5	600	1185	740-1250	146	0,93	4	3,62	4,34
Дон-1500 – Россия	7-8	800	1484	445-900	130	1,38	5	4,1	6,15

Окончание таблицы 1 – Основные технические характеристики центра управления двигателем некоторых современных групп с классическим центром управления двигателем

Марка комбайна, страна	Пропускная способность, кг/с	Параметры рабочих органов							
		Барабан			Подбарабанье		Соломотряс		
		Диаметр, Мм	Ширина, мм	Частота вращения, об/мин	Угол охвата, град	Площадь, м ²	Число клавиш	Длина, м	Площадь, м ²
Vector- 410 – Россия	5-7	800	1200	420-945	130	1,096	4	5,1	5
ACROS-530/580 – Россия	7-8	800	1500	400-1045	130	1,38	5	5,1	6,15
Mega-204 Claas – Германия	4-5	450	1320	600-1500	151	н.д.	5	4,4	5,8
MF-40RS New Holland – Канада	н.д.	н.д.	1680	н.д.	151	2,25*	н.д.	3,98	6,68
CX-840 New Holland – Бельгия	7	750	1500	400-1045	130	1,38	5	4,1	6,15
Палессе GS14 – Беларусь	7-8	450+600	1500	395-1150	н.д.	1,8*	6	н.д.	9,66

Примечание: * – зона игры на барабанах без предварительных перерывов

Исследования Серого Г.Ф. [2] доказали, что увеличение ширины молотильного барабана и сенорезки уменьшает толщину слоя растительной массы, а процесс измельчения и отделения зерна происходит более интенсивно. В современных комбайнах ширина молотилки достигает 1500 («без – 1500») – 1700 мм (класс LexION-404). Еще одно увеличение представленного исследования будет сложным, поскольку требует от студента предоставить фактическое исследование, и есть много экспериментальных исследований, которые специализируются на этом вопросе.

Получается, что когда [2] зерновая масса транспортируется в молотильном пространстве барабана с диаметром барабана 550–600 мм и углом охвата обмолачиваемой поверхности катком 120–1400, кнуты наносят на 9 колосьев ... 15 ударов. Для повышения эффективности очистки предусмотрено увеличение диаметра барабана и угла его охвата барабанами.

Исследования молотильного аппарата показали, что при изменении диаметра барабана с 550 до 825 мм и увеличении длины барабана с 684 до 1064 мм количество ударов, наносимых клювами по колосьям, увеличивается в 1,2–1,5 раза, производительность повышается в 1,5 раза [4].

Тесто молочная машина с барабаном диаметром 800 мм, на котором установлены 12 кнутов и 12 гребенок (рис. 2). При допустимой потере 1,5% за урок производительность комбинации с этим машинным уроком составила 5,9 кг/с, в то время как стандартный СК-4А составлял 4,1 кг/с.

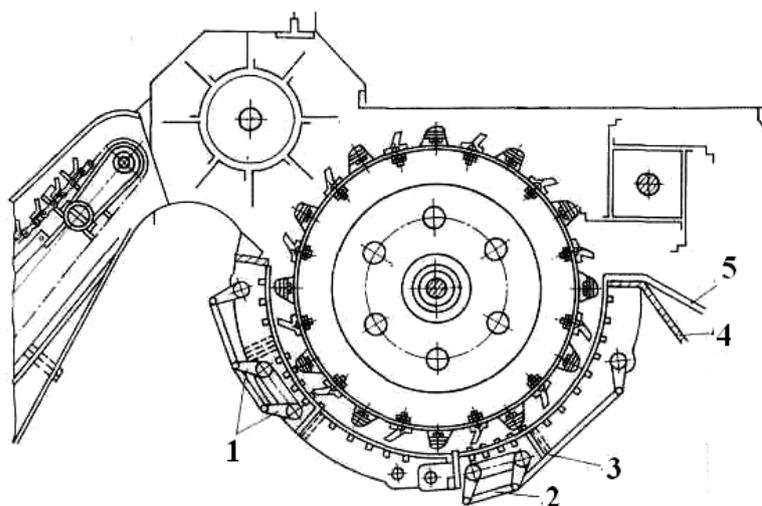


Рис. 2 – Молотильная машина с пятисекционным барабаном и барабаном диаметром 800 мм:
1 – переменная ступень; 2 – упор; 3 – регулировочный рычаг; 4 – монорешетка; 5 – грохот [1], [9]

В представленной конструкции угол охвата барабанов составляет 1800. Дальнейшее увеличение угла охвата увеличивает вероятность выброса массы через барабан, и, следовательно, его засорения. В серийных комбайнах угол охвата цилиндра не превышает 1500.

Исследование, проведенное Шрейдер Ю.М. [6], [8], показало, что увеличение диаметра барабана до 1200 мм при совмещении операций обмола и сепарирования должно повысить производительность комбайна и снизить травмирование зерна. В то же время было установлено, что с увеличением диаметра барабана увеличивается путь

прохождения исследуемой массы в молотильном зазоре и увеличивается количество ударов, наносимых клювами по колосьям, увеличивается отделение зерен от колоса и их сепарация. Существует также более крупное дробление зерен при меньшем диаметре барабана [11].

В последнее время фермеры приобрели сорта зерновых культур с урожайностью до 100 ц/га и выше, которые трудно собирать из-за недостаточной производительности комбинации с классическими микроконтроллерами. Одним из способов повышения производительности до 10–12 кг/с является использование осевого роторного молотильно-сепарирующего устройства в зерноуборочных комбайнах. [4], [10]. Осевой ротор МСУ отличается от молотилки классической схемы (однобарабанной или двухбарабанной) тем, что молотилка и клавиатурный фильтр (или просто сито) заменены единым рабочим устройством: вращающийся ротор в разбитом цилиндрическом корпусе расположен в основном вдоль комбайна.

Следует отметить, что производство зерноуборочных комбайнов с ротационным осевым разделением впервые было начато в Мичиганском университете, как показано в Таблице 2, ведущими зарубежными компаниями в конце 70 – начале 80-х годов прошлого века [7]. Зерноуборочный комбайн International Harvester – 1480 оснащен осевым вращающимся агрегатом MSU, который обогащает зерновую массу и отделяет зерно от стога сена, при этом конструкция осевого ротора МСУ остается неизменной [5].

Таблица 2 – Демонстрация основных технических характеристик комбинации с осью МСУ

Марка комбайна, страна	Пропускная способность q , кг/с	Параметры осевого роторного МСУ					Мощность двигателя N , кВт /л.с.
		Ротор		Угол охвата ротора решетчатой поверхностью подбарабана α , град	Площадь решетчатой поверхности подбарабана S , м ²	Степень использования поверхности кожуха ротора, %	
		Длина, L_p , мм	Диаметр, мм				
New Holland TR-85(95)*США	7–8	2×2240	2×430	96	1,97(2,5)	н.д.	125/168 (146/196)
International Harvester 1460(1480)** США	7 (7,5–8)	2743	610(76)	107	1,7(2,08)	30(31)	125/168 (154/210)
International Harvester CX-185	7,5–8	2743	760	175/325*	3,2	47	182/248
White-9700 США	8–9	4267	800	165	4,01	37,1	182/248
СК-10В СССР	10–12	3100	770	360	7,7	90	187/250
Дон-2600ВД Россия	10–12	2600	770	360	6,5	90	187/250
TORUM-740 Россия	10–14	3100	770	360	7,7	90	300/410

Примечание: * – В числителе – в молотильной секции, в знаменателе – в сепарирующей секции;

** – данные о последней модификации представлены в скобках

Несмотря на наличие различных моделей, оптимальная конструкция и параметры соосного ротора MS еще не определены. Между отечественными и зарубежными экспертами нет единого мнения в оценке перспектив использования таких комплектов, но в данном исследовании самое важное примечание: ** данные о последней модификации представлены в скобках.

Основываясь на накопленном опыте, продолжении доработки предыдущих разработок, в частности конструкторских бюро Красноярского и Тульского комбайновых заводов, исследователи в этой области разработали ряд моделей зерноуборочных комбайнов с осевым ротором различной производительности (таблица 3). В таблице 3. приведены характеристики прототипов комбинации с поворотно-осевым МСС.

Таблица 3 – Характеристики прототипов комбинации с поворотной осевой МСС

Марка комбайна	Пропускная способность q , кг/с	Ротор	
		Диаметр d , мм	Длина, L_p , мм
Нива-Ротор	6–7	650	2700
Samro-500*	3	500	2500
Samro-650*	3–4	550	2500
Samro-900*	5–6	600	2600
КЗСР-3-2	4–5	550	2700
Кедр РВ	6–7	550	2600
КЗПН-3**	3–4	600	2600
КПР-2000	3–4	560	2000
ПК-3М	3–4	570	1870
Дон-2600***	10	760	3100
TORUM-740***	10–14	760	3100

Примечание: * – ГСКБ г. Таганрога по заказу фирмы «Samro-Rosenlev» (Финляндия); ** – ВИСХОМ; *** – ОАО Ростсельмаш

Несмотря на наличие различных моделей, оптимальная конструкция и параметры соосного ротора МСУ еще не определены [3], [9]. Среди отечественных и зарубежных экспертов также нет единого мнения в оценке возможностей использования таких комплектов, но есть несколько научных попыток получить наилучшие результаты, в том числе это исследование, которое показало некоторые факторы, влияющие на потери зерна при уборке, и возможность их снижения, самое главное, что было затронуто, это место сбора соломы, угол охвата в барабане и диаметр круга в дополнение к ширине ленты, как показано в таблицах 1 и 2.

3. Выводы

Исходя из вышеизложенного, с целью увеличения производства зерна и сокращения потерь, мы хотели бы показать, что с семидесятых годов прошлого века проводилось множество экспериментов и окончательных результатов достигнуто не было, но благодаря этому исследованию можно сделать вывод, что увеличение ширины молотильного барабана и измельчителя соломы уменьшает толщину слоя растительной массы, и процесс измельчения и отделения зерна происходит интенсивно в современных комбайнах, и что, когда диаметр барабана изменяется с 550 до 825 мм, а длина барабана увеличивается с 684 до 1064 мм, в молотильной машине они вызваны клювами на колосья величиной 1,2–1,5 раза, урожайность повышается в 1,5 раза.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

References

1. Четыркин Б.Н. Молотильно-сепарирующее устройство с осевой подачей хлебной массы : автореферат дис... канд. с.-х. наук / Б.Н. Четыркин, Р.Х. Музюпов. — 1995.
2. Серый Г.Ф. Зерноуборочные комбайны / Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов и др. — М. : МИИСП, 2017. — 187 с.
3. Золотов А.А. Влияние геометрических размеров аксиально-роторных молотилок зерноуборочных комбайнов на показатели работы / А.А. Золотов. — М. : МГАУ, 2017 — 22–27 с.
4. Исследование и разработка молотильно-сепарирующих устройств с аксиальной подачей массы (научный отчет по теме 5.81). Гос. регистрационный N 81093989, инв. N 0080795. — М. : МИИСП, 2020.
5. Соломон Н.И. Исследование передовых российских и зарубежных практик в области повышения производительности труда в сфере производства зерна / Н.И. Соломон. — 2019. — С. 11–17.
6. Шрейдер Ю.М. Дробление зерна в аксиально-роторных молотильно-сепарирующих устройствах / Ю.М. Шрейдер // Сб. научн. тр. МИИСП: Сельскохозяйственные машины и орудия для интенсивных технологий. — М. : 2018. — с. 102–108.
7. Hussein I. A. Russian Improving the quality of harvesting grain crops in the conditions of agricultural enterprises of the Republic of Iraq / I. A. Hussein. — 2017. — P. 82–77
8. Al-Zubaidi Iman Khalil Abdulkarim. Agriculture. University of Baghdad. Changes in rice seeds during storage / Al-Zubaidi Iman Khalil Abdulkarim // Master's thesis. Faculty. — 2019. — P. 14–18

9. Al-Saidi Mohammed Abdul. IsaGrain technology / Al-Saidi Mohammed Abdul. — Mosul University Press Directorate, 2018. — P. 24–26
10. Mohammed Ibrahim al-Jubouri. Provoked mycotoxins and their dangers / Mohammed Ibrahim al-Jubouri. — Faculty of Agriculture, University of Baghdad, 2018. — P. 7–12
11. Al-Yahya S. A. University of Baghdad College of Agriculture Effect of Storage Conditions on Germination In Wheat / S. A. Al-Yahya. — 2017. — P. 6–8

References in English

1. Chetyrkin B.N. Molotil'no-separirujushhee ustrojstvo s osevoj podachej hlebnoj massy [Threshing and separating device with axial supply of grain mass] : dis... of PhD in Agricultural Sciences / B.N. Chetyrkin, R.H. Muzjupov. — 1995 [in Russian]
2. Seryj G.F. Zernouborochnye kombajny [Combine harvesters] / G.F. Seryj, N.I. Kosilov et al. — M. : MIISP, 2017. — 187 p. [in Russian]
3. Zolotov A.A. Vlijanie geometricheskikh razmerov aksial'no-rotornykh molotilok zernouborochnykh kombajnov na pokazateli raboty [Influence of geometric dimensions of axial-rotary threshers of grain harvesters on performance indicators] / A.A. Zolotov. — M. : MGAU, 2017 — 22–27 p. [in Russian]
4. Issledovanie i razrabotka molotil'no-separirujushhih ustrojstv s aksial'noj podachej massy [Research and development of threshing and separating devices with axial supply of mass] (scientific report on topic 5.81). State. registration N 81093989, inv. N 0080795. — M. : MIISP, 2020 [in Russian]
5. Solomon N.I. Issledovanie peredovykh rossijskikh i zarubezhnykh praktik v oblasti povyshenija proizvoditel'nosti truda v sfere proizvodstva zerna [Study of advanced Russian and foreign practices in the field of increasing labor productivity in the field of grain production] / N.I. Solomon. — 2019. — P. 11–17 [in Russian]
6. Shrejder Ju.M. Droblenie zerna v aksial'no-rotornykh molotil'no-separirujushhih ustrojstvakh [Grain crushing in axial-rotary threshing and separating devices] / Ju.M. Shrejder // Sb. nauchn. tr. MIISP: Sel'skohozjajstvennyye mashiny i orudija dlja intensivnykh tehnologij [Collection of scientific papers IISP: Agricultural machines and implements for intensive technologies]. — M. : 2018. — p. 102–108 [in Russian]
7. Hussein I. A. Russian Improving the quality of harvesting grain crops in the conditions of agricultural enterprises of the Republic of Iraq / I. A. Hussein. — 2017. — P. 82–77
8. Al-Zubaidi Iman Khalil Abdulkarim. Agriculture. University of Baghdad. Changes in rice seeds during storage / Al-Zubaidi Iman Khalil Abdulkarim // Master's thesis. Faculty. — 2019. — P. 14–18
9. Al-Saidi Mohammed Abdul. IsaGrain technology / Al-Saidi Mohammed Abdul. — Mosul University Press Directorate, 2018. — P. 24–26
10. Mohammed Ibrahim al-Jubouri. Provoked mycotoxins and their dangers / Mohammed Ibrahim al-Jubouri. — Faculty of Agriculture, University of Baghdad, 2018. — P. 7–12
11. Al-Yahya S. A. University of Baghdad College of Agriculture Effect of Storage Conditions on Germination In Wheat / S. A. Al-Yahya. — 2017. — P. 6–8