

УДК 631.354.2.076

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
ВЫРАВНИВАНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПО ШИРИНЕ ОЧИСТКИ НА
РЕШЕТНОМ СТАНЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

Андрей Владимирович Бутовченко

доктор технических наук, профессор

butovchenkoav@yandex.ru

Дмитрий Сергеевич Конон

магистрант

di161ma@yandex.ru

Артем Вадимович Новиков

магистрант

novikov.artem808010@gmail.com

Донской Государственный Технический университет

г. Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. В статье проведён анализ эффективности работы устройств для выравнивания зернового вороха по ширине решета при эксплуатации на склоновых участках, а также пассивной системы компенсации поперечного наклона зерноуборочного комбайна. Оценка проводилась на основе критерия равномерности распределения вороха по поверхности очистки в зависимости от двух ключевых параметров: величины подачи и угла наклона обрабатываемого поля.

Ключевые слова: решетный стан, уклон, очистка, зерноуборочный комбайн.

Равнинные зерноуборочные комбайны рассчитаны на эксплуатацию на полях с уклоном, не превышающим 8 градусов. Однако даже при работе на уклоне в 5 градусов наблюдаются значительные потери зерна, которые могут увеличиваться в два раза по сравнению с работой на полях без уклона [1]. Основной причиной этого является неравномерное распределение зернового вороха на поверхности решета. При работе на склонах зерновой ворох смещается в сторону наклона, что приводит к перегрузке одной части решета и недостаточной загрузке другой. Это явление снижает общую эффективность работы комбайна, вызывает ускоренный износ элементов очистки и увеличивает потери зерна на этапе сепарации.

Для решения данной проблемы производители зерноуборочной техники разработали специализированные системы, среди которых наиболее эффективной и широко применяемой является устройство зерноуборочного комбайна для выравнивания по ширине зернового вороха на решете при работе на склоне – патент RU2041594C1. Данная технология позволяет компенсировать влияние уклона, обеспечивая равномерное распределение зернового вороха по поверхности решета, что способствует повышению производительности, снижению износа оборудования и минимизации потерь зерна.

Анализ патентов устройств, позволяющих повысить эффективность работы комбайнов на склонах позволил выявить наиболее перспективные с точки зрения возможности реализации в реальной конструкции зерноуборочного комбайна классической схемы. Суть данного решения заключается в том, что при работе комбайна на склоне маятник отклоняется от первоначального положения на угол, равный уклону местности. Автоматическим включением гидроцилиндров корпус переместится на тот же угол, а вместе с корпусом переместится тяга, которая развернет поворотную опору [2].

Устройство зерноуборочного комбайна для выравнивания по ширине зернового вороха на решетке при работе на склоне содержит установленное в боковинах молотилки комбайна 1 на подвесках 2 решето 3, автоматическую систему слежения за боковыми наклонами комбайна, включающую, например, маятник 4, размещенный в корпусе 5, шарнирно соединенный с гидроцилиндром 6 и посредством тяги 7 с поворотной опорой 8. Поводок 9 соединен с решето 3 посредством шарового шарнира 10 и с поворотной опорой 8 посредством шарнира 11, при этом поводок 9 выполнен из двух кинематических звеньев 12 и 13, соединенных между собой вращательной парой 14 5-го класса.

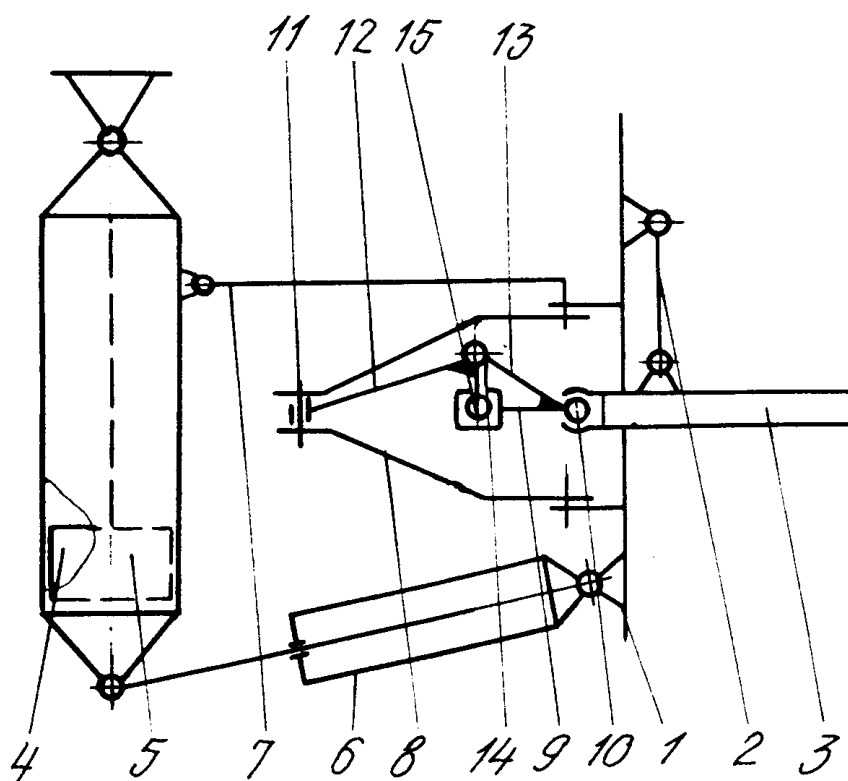


Рисунок 1 – Схема устройства для выравнивания по ширине зернового вороха на решетке при работе на склонах – Патент RU2041594C1.

Несмотря на широкую востребованность устройства для выравнивания по ширине зернового вороха на решетке при работе на склонах, её применение связано с существенными затратами и высокой металлоемкостью конструкции. Поскольку данная система представляет собой активный механизм компенсации поперечного уклона, её внедрение требует значительных

ресурсов. В целях снижения стоимости и упрощения конструкции, компания «Ростсельмаш» разработала альтернативное решение в виде пассивной системы [3]. Данная система включает в себя комплект делителей, которые монтируются на верхнее решето параллельно продольной оси симметрии комбайна. Устройство пассивной компенсации поперечного наклона содержит следующие конструктивные элементы 1 - верхний решетный стан; 2 - разделитель; 3 - универсальный крепеж.

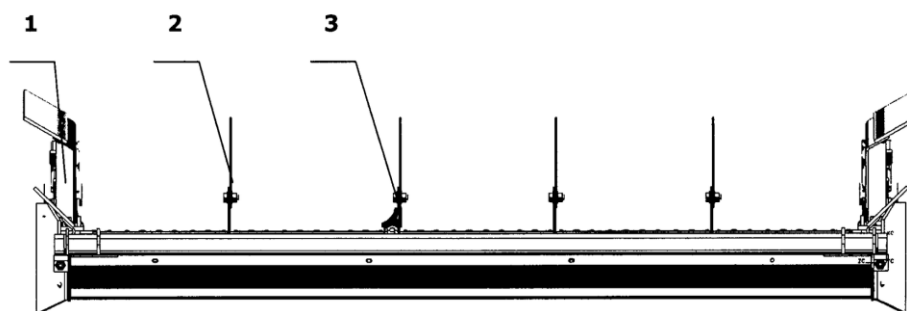


Рисунок 2 – Устройство пассивной компенсации поперечного наклона зерноуборочного комбайна –
Общий вид верхнего решета с делителями – Патент RU 197711 U1.

Данное конструктивное решение предотвращает смещение зернового вороха при работе на склонах с уклоном до 8 градусов за счёт пространственного разграничения потока зерновой массы между соседними делителями, установленными на верхнем решете. Это обеспечивает равномерное распределение зернового вороха по всей рабочей площади решета, минимизируя перегрузку одной его части и недостаточную загрузку другой. В результате повышается эффективность сепарации, снижаются потери зерна и уменьшается износ элементов очистки, что способствует оптимизации работы комбайна в условиях сложного рельефа.

Компания «John Deere» предложила более совершенное решение, направленное на обеспечение равномерного распределения зернового вороха в пространстве между соседними делителями. Для этого в конструкцию верхнего решета были интегрированы дополнительные направлятели, которые устанавливаются на делители параллельно продольной оси симметрии комбайна. Данное усовершенствование позволяет более эффективно

контролировать поток зерновой массы, предотвращая её смещение и обеспечивая оптимальное распределение по всей поверхности решета. Комплект SideHill от компании «John Deere» содержит следующие конструктивные элементы 1 – разделителей ; 2 – направителей.

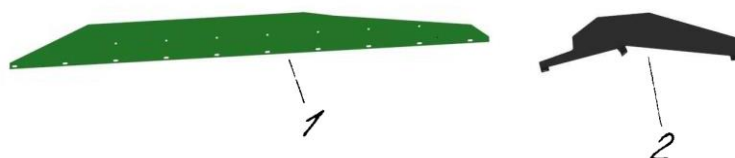


Рисунок 3 – Комплект Side Hill от компании «John Deere» [4].

Для оценки эффективности предложенных конструктивных решений было проведено имитационное моделирование процесса сепарации зернового вороха на решете при различных углах наклона 4 и 8 градусов, что соответствует типичным условиям эксплуатации зерноуборочных комбайнов на склонах. В рамках моделирования проводилось сравнение модифицированных конструкций между собой. Результаты моделирования, представленные в таблице 1, позволили провести оценку эффективности предложенных конструктивных, используя параметр среднего относительного отклонения распределения зернового вороха по поверхности решета в зависимости от величины подачи и уклона поля. Данный параметр выбран в качестве ключевого критерия, поскольку именно неравномерность распределения зернового вороха на решете является основной проблемой при эксплуатации зерноуборочных комбайнов на склонах. Чем меньше значение среднего относительного отклонения, тем более равномерно распределена зерновая масса по площади решета, что напрямую влияет на снижение потерь зерна, повышение эффективности сепарации и уменьшение износа элементов очистки.

Таблица 1

Сравнительная таблица результатов имитационного моделирования.

Угол наклона	Добавление делителей (Патент RU 197711 U1)	Добавление делителей и направителей (John Deere Side Hill)
	Среднее относительное отклонение, %	
8	40,7	35,7

4	33,2	30,1
0	25,6	25,2
-4	34,9	31,4
-8	42,0	37,3

Вывод. Проведенный сравнительный анализ показал, что применение устройства по патенту RU 197711 U1 обеспечивает повышение эффективности сепарации зернового вороха на поверхности зернового вороха, однако установка комплекта делителей и направителей от компании «John Deere» позволяет достичь дальнейшего прироста производительности сепарции на 10% относительно решения, описанного в RU 197711 U1. Таким образом, модернизация решетного стана с использованием патентованного решения RU 197711 U1 демонстрирует улучшение сепарации зернового вороха, однако наиболее эффективным вариантом является его комбинация с делительно-направительной системой SideHill (John Deere), обеспечивающей максимальную эффективность очистки в условиях сложного рельефа. Данные результаты подтверждают целесообразность применения комбинированных технических решений для оптимизации работы зерноуборочных комбайнов на склоновых участках.

Список литературы:

1. Сороченко С.Ф. Система очистки зерноуборочного комбайна для работы на склонах: монография / Барнаул: АлтГТУ. 2023. 148 с.
2. Яценко Е. М., Песков Ю. А., Мещеряков И. К. и др. Устройство зерноуборочного комбайна для выравнивания по ширине зернового вороха на решетке при работе на склонах: пат. № 2041594 Рос. Федерация: МПК A01D 41/127, A01D 41/12. № 92001222/15; заявл. 20.10.1992; опубл. 20.08.1995 / заявитель АО "Ростсельмаш". EDN MFQQAI.
3. Ольшанский А. Е., Лесик М. А., Иванов А. В. Устройство пассивной компенсации поперечного наклона зерноуборочного комбайна: пат. на полезную модель № 197711 Рос. Федерация: МПК A01F 12/44. №

2019129922; заявл. 23.09.2019; опубл. 25.05.2020 / заявитель ООО "Комбайновый завод "Ростсельмаш". EDN KPXIME.

4. John Deere // Официальный сайт – URL: <https://shop.deere.com/> (дата обращения: 28.03.2025).

УДК 631.354.2.076

**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DEVICES FOR ALIGNING
THE GRAIN PILE BY THE CLEANING WIDTH ON THE GRATE BED OF
THE COMBINE HARVESTER**

Andrey V. Butovchenko

doctor of technical sciences, professor

butovchenkoav@yandex.ru

Dmitry S. Konon

master student

di161ma@yandex.ru

Artem V. Novikov

master student

novikov.artem808010@gmail.com

Don State Technical University

Rostov-on-Don, Russia

Abstract. The article analyzes the performance efficiency of devices for uniform grain distribution across the sieve width when operating on sloping terrain, as well as a passive compensation system for the combine harvester's lateral tilt. The evaluation was based on the criterion of material distribution uniformity across the cleaning surface, depending on two key parameters: feed rate and field inclination angle.

Key words: grain cleaning shoe, slope, cleaning, combine harvester.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.