

УДК 631.354.2

Толщина слоя вороха на решетке и её влияние на полноту выделения примесей

А.Д. Бекаров, канд. техн. наук; **Г.А. Бекаров**, канд. экон. наук;
А.Х. Габаев; канд. техн. наук; **А.А. Мишхожев**, канд. с-х. наук
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

В зерноуборочном комбайне в зависимости от целого ряда факторов на очистку может поступать зерновой ворох различной плотности. При постоянстве скорости перемещения вороха по решетку очистки различная подача вороха на очистку создаёт на решетке слой вороха разной толщины. При больших подачах вороха толщина этого слоя может оказаться слишком большой, что приводит к сбоям в процессе сепарации и потерям зерна. Слой вороха, меньший чем оптимум, может привести к нежелательно повышенной засорённости поступающего в бункер зерна. Поэтому для достижения двуединой задачи сепарации зернового вороха комбайновой очисткой (минимум потерь и минимум примесей в бункерном ворохе) необходимо поддерживать на очистке слой вороха, близкий к оптимальному (3–4 см). В комбайнах с ветрорешётной очисткой этого можно достичь путём изменения (уменьшения) поступательной скорости комбайна, что снижает его производительность. У этой очистки в системе привода конвейерного решета предусмотрен гидрофицированный клиноременный вариатор, позволяющий регулировать линейную скорость конвейерного решета, достигая тем самым толщину слоя вороха на решетке, близкую к его оптимальной величине. Экспериментально установлено, что и на конвейерной очистке толщина слоя вороха существенно влияет на показатели работы этого рабочего органа, в частности на полноту выделения примесей. Установлено, что с изменением толщины слоя от 1,7 до 4,7 см полнота выделения примесей растёт. Выявлены аппроксимацией уравнения регрессии, отражающие этот рост. Даны рекомендации по рациональной линейной скорости конвейерного решета при больших подачах в молотилку, следовательно, и на очистку вороха ржи, ячменя, овса.

Ключевые слова: комбайн, очистка, ворох, сепарация, конвейер, слой, толщина, примеси, выделение, оптимум, вариатор.

Плотность вороха, поступающего на очистку зерноуборочного комбайна, является неким комплексным показателем, характеризующим не только особенности и состояние убираемой культуры в момент уборки (соотношение зерна и соломы, влажность зерна, соломы и сопутствующих сорняков и даже биологические особенности последних), но и особенности конструкции и режим работы молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) и сепаратора грубого вороха комбайна. В зависимости от этих факторов на очистку комбайна может поступать зерновой

ворох различной плотности (кг/м^3), а в зависимости от плотности поступающего вороха при постоянстве скорости его перемещения на решетку очистки может образовываться слой вороха различной толщины [1, 2].

В зерноуборочном комбайне в зависимости от целого ряда факторов на очистку может поступать зерновой ворох различной плотности. При постоянстве скорости перемещения вороха по решетку очистки различная подача вороха на очистку создаёт на решетке слой вороха разной толщины. При больших подачах на очистку тол-

щина этого слоя может оказаться столь большой, что очистка не справится с задачей сепарации, и потери после неё могут стать неприемлемо большими [3, 4].

Следует отметить, что как толщина слоя вороха, превышающая некую оптимальную её величину ведёт к потере зерна, так и слой вороха, меньший, чем оптимум, также чреват нежелательной повышенной засорённостью поступающего в бункер зерна. Поэтому для достижения двуединой задачи сепарации зернового вороха комбайновой очисткой (минимум потерь и минимум примесей в бункерном ворохе) необходимо поддерживать на очистке слой вороха, близкий к оптимальному (3–4 см.) В комбайнах с ветрорешётной очисткой этого можно достичь разве что изменением (уменьшением) поступательной скорости комбайна, что снижает его производительность [5]. У конвейерной очистки в системе привода конвейерного решета предусмотрен гидрофицированный клиноремённый вариатор, позволяющий регулировать линейную скорость конвейерного решета, достигая тем самым толщину слоя вороха на решете, близкую к его оптимальной величине.

Материал и методы исследования. О существенном влиянии на качество сепарации толщины слоя грубого вороха на соломосепараторе и мелко вороха на решете очистки отмечено в работах М.Н. Летошнева, И.Ф. Василенко, С.А. Алфёрова. С.А. Алфёров, в частности, считает, что оптимальная толщина слоя вороха на очистке должна быть 3–4 см [6]. Академик И.Ф. Василенко также считает, что «... качество работы очистки зависит от толщины слоя вороха на грохоте...» [7]. Превышение этим показателем отмеченной величины ведёт к росту потерь зерна, а снижение – к росту засорённости бункерного вороха, т.е. к снижению полноты выделения примесей, содержащихся в исходном ворохе.

Результаты исследования. Применительно к конвейерной очистке, решето которого представляет собой решётчатый конвейер, образованный отдельными секциями, закреплёнными на лапках специальной транспортёрной цепи, толщина слоя вороха на решете при прочих равных условиях зависит от линейной скорости решета $V_{л}$.

При постоянной подаче вороха на очистку Δq_{04} и его плотности γ_b путём изменения линейной

скорости конвейерного решета в наших экспериментах изменяли толщину слоя вороха на решете и определили полноту выделения примесей (ξ), которую вычисляли по выражению [8, 9]:

$$\xi = (\alpha'_{пр} - \alpha''_{пр})/\alpha'_{пр},$$

где $\alpha'_{пр}$ и $\alpha''_{пр}$ – содержание примесей в ворохе соответственно до и после его обработки на очистке, %.

Получаемая по этому выражению полнота выделения примесей (ξ) имеет размерность в долях единицы. При умножении получаемой величины на 100 результат будет выражен в процентах.

Эксперимент проводили на обработке вороха трёх культур: ржи, ячменя и овса. Содержание примесей в среднем в ворохе ржи составляло 34,1 %, ячменя – 13 % и овса – 17,82 %.

Полученные данные аппроксимировали и представили графически (табл. 1, рис. 1).

Как видно по рисунку, тенденция при обработке вороха всех трёх культур одна – полнота выделения содержащихся в ворохе примесей с увеличением толщины слоя вороха на решете

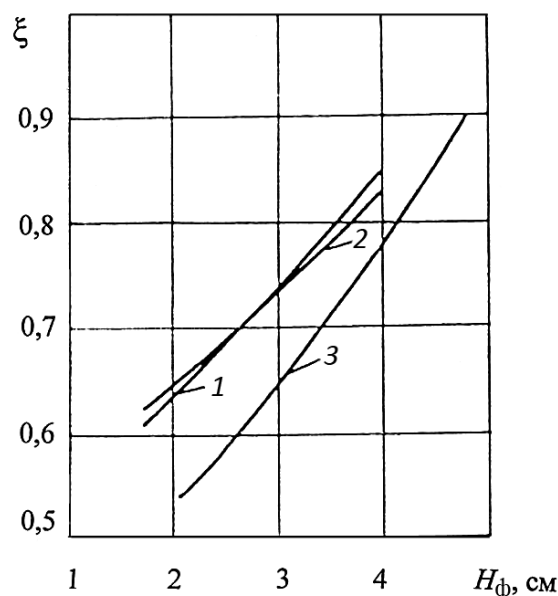


Рис. 1 – Влияние толщины слоя вороха на конвейерном решете (H_{ϕ}) на полноту выделения примесей (ξ) из ржаного (1), ячменного (2) и овсяного вороха при постоянной подаче на очистку

1. Полнота выделения примесей (ξ) в зависимости от толщины слоя вороха (H_{ϕ}) на конвейерном решете

Уравнение регрессии	Индекс корреляции	Ошибка индекса корреляции	Достоверность индекса корреляции	Ошибка уравнения регрессии
Рожь: $\xi = 0,476e^{0,144H_{\phi}}$	0,95	0,047	19,81	0,03
Ячмень: $\xi = 35,3 - \frac{185,18}{H_{\phi}} + \frac{231,57}{H_{\phi}^2}$	0,91	0,089	10,09	2,57
Овёс: $\xi = 0,367e^{0,185H_{\phi}}$	0,87	0,117	7,407	0,08

растёт. Соответственно в бункер комбайна будет поступать более очищенный ворох. Чем тоньше этот слой, тем активнее мелкие компоненты вороха проходят сквозь решето. С увеличением толщины этого слоя значительная часть мелких компонентов вороха за счёт взаимного сцепления его частиц и создания более труднопроходимой пространственной решётки из его компонентов, остаётся на решете и идёт в сходовую фракцию.

Выводы. При чрезмерно большой (7–10 см) толщине слоя вороха на конвейерном решете полнота выделения им примесей резко ухудшается, но в том-то и состоит одно из преимуществ конвейерной очистки, что в ней предусмотрена возможность оперативного регулирования линейной скорости конвейерного решета с помощью гидрофицированного клиноременного вариатора. Увеличение этой скорости позволяет уменьшить толщину слоя вороха на решете до оптимальных значений. При малой толщине слоя вороха на решете также можно оперативно довести её до оптимального значения снижением линейной скорости конвейерного решета с помощью того же вариатора, так как малая толщина слоя вороха снижает полноту выделения примесей. В целом, как показала экспериментальная проверка, оптимальной можно считать линейную скорость конвейерного решета $V_{л} = 0,997$ м/с – для уборки ржаного вороха, 1,09 – ячменного и 0,875 м/с –

для овсяного. При этих скоростях конвейерного решета толщина слоя вороха на очистке даже при больших расчётных подачах в молотилку (и соответственно – на очистку) обеспечивается толщина слоя вороха, близкая к её оптимальному значению.

Литература

1. Бекаров А.Д. Аналитическое определение амплитуды колебаний конвейерного решета для сыпучих материалов // Материалы науч.-практич. конф. КБГСХА (инженерно-технические науки). Ч. 3: Нальчик, 1995. С. 56–60.
2. Бекаров А.Д. Экспериментальная проверка влияния линейной скорости решета конвейерной очистки зерноуборочного комбайна на показатели её работы // Материалы науч.-практич. конф. КБГСХА (технические науки). Вып. 2. Нальчик, 1996. С. 65–68.
3. Бекаров А.Д. Экологически безопасные методы борьбы с сорняками путём совершенствования рабочих органов уборочных машин // Экология и сельскохозяйственная техника: матер. 2-й науч.-практич. конф. СПб. – Павловск, 2000. С. 66–69.
4. Бекаров А.Д. Некоторые результаты испытания зерноуборочного комбайна с усовершенствованными рабочими органами // Материалы юбилейной конф., посвящ. 20-летию КБГСХА. Нальчик, 2001. С. 49–53.
5. Бекаров А.Д. Характеристика движения частиц вороха, сепарируемого на горизонтально расположенном в комбайне конвейерном решете // Материалы науч.-практич. конф., посвящ. 25-летию КБГСХА. Нальчик, 2006. С. 23–29.
6. Воронков И.М. Курс теоретической механики. Изд. 11-е. М.: Наука, 1964. 596 с.
7. Тарасенко А.П. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 192 с.
8. Максимов И.И. Роторные зерноуборочные комбайны: учебное пособие. СПб.: Лань, 2015. 416 с.
9. Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие. СПб.: Академия, 2015. 264 с.

Бекаров Аламахад Дошаевич, кандидат технических наук, доцент

Бекаров Гумар Аламахадович, кандидат экономических наук, доцент

Габаев Алий Халисович, кандидат технических наук

Мишхожжев Азамат Асланбиевич, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

Россия, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина 1в

E-mail: gumar02@mail.ru; alii_gabaev@bk.ru

Thickness of the heap layer on the sieve and its impact on the complete separation of impurities

Bekarov Alamakhad Doshavich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Bekarov Gumar Alamakhadovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Gabaev Aliy Khalisovich, Candidate of Technical Sciences

Mishkhozhev Azamat Aslanbievich, Candidate of Agricultural Sciences

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova

1v, Lenin Ave., Nalchik, Kabardino-Balkar Republic, 360030, Russia

E-mail: gumar02@mail.ru; alii_gabaev@bk.ru

In a combine harvester, depending on a number of factors, grain heaps of various densities may be supplied for cleaning. With a constant speed of movement of the heap along the cleaning sieve, different feeding of the heap for cleaning creates on the sieve a layer of heap of different thickness. At high heap feeds, the thickness of this layer can be too large, which leads to failures in the separation process and grain loss. A heap layer that is less than optimal can lead to an undesirably increased contamination of the grain entering the bunker. optimal (3–4 cm.) In harvesters with wind-screen cleaning, this can be achieved by changing (decreasing) the forward speed of the harvester, which reduces its productivity. For this cleaning, a hydraulic V-belt variator is provided in the drive system of the conveyor sieve, which makes it possible to regulate the linear speed of the conveyor sieve, thereby achieving the thickness of the heap layer on the sieve close to its optimal value. It has been experimentally established that during conveyor cleaning, the thickness of the heap layer significantly affects the performance of this working body, in particular, the completeness of the release of impurities. It was found that with a change in the layer thickness from 1.7 to 4.7 cm, the completeness of the release of impurities

increases. Revealed by approximation of the regression equations reflecting this growth. Recommendations are given for the rational linear speed of the conveyor sieve at high feeds into the thresher, and hence for cleaning a heap of rye, barley, oats.

Key words: *harvester, cleaning, heap, separation, conveyor, layer, thickness, impurities, separation, optimum, variator.*

