

УДК 631.354.2.076

DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-45-51

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В КАМЕРЕ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

**А. В. Майоров, Н. В. Януков, Д. В. Лукина, А. И. Волков**

*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*

В рамках настоящей статьи проанализированы параметры воздушного потока в полости камеры очистки зерноуборочного комбайна с используемыми экспериментальными и серийными решетками. Задача в данном случае заключалась в необходимости определения характера зависимости воздушного потока от изменений в зазоре между гребенками верхнего жалюзийного решета. В рамках исследования проводилась оценка величины и направления ключевого вектора воздушного потока, а также его элементов. В процессе испытания очисток в комбайнах осуществлялись замеры показателей скорости воздушного потока над решетками. Динамический напор замерялся над решетом при помощи трубок Пито в 6 точках по показателю длины, в рамках каждой секции на расстоянии 50 мм от осей крепления жалюзи. В процессе очистки с серийным решетом со значением зазора между гребенками верхнего жалюзийного решета в  $S_{вр} = 7...13$  мм показатель скорости практически, постоянный, а в случае  $S_{вр} > 13$  мм скорость начинает постоянно сокращаться с 4 до 2,50 м/с. Обозначенная закономерность в изменении показателя скорости у серийных решет, бесспорно, негативно сказывается на выделении зерна. Действительно, в случае увеличения объема подачи соломистого вороха, размер зазора  $S_{вр}$  между жалюзи расширяют, в целях сокращения статического сопротивления сети. Тем не менее при увеличении  $S_{вр}$  снижается скорость воздушного потока и его рыхлящее влияние на ворох. Соответственно, одной из причин активного повышения потерь зерна в полове, в случае увеличенных подач соломистого вороха – снижение функции  $v(S_{вр})$ . Под влиянием вертикальной составляющей скорости и колебаний решет слой вороха трансформируется в псевдооживленное состояние, значение силы трения между частицами снижается, в силу чего облегчается процесс прохождения зерен через слой. Повышение  $S_{вр}$  между гребенками серийных решет обуславливает сокращение скорости при выходе из него, а в силу последнего происходит недостаточное разрыхление вороха.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, очистка, потери зерна, воздушный поток, сепарация, комбайн.

## STUDY OF THE AIR FLOW PARAMETERS IN THE CLEANING CHAMBER OF A COMBINE HARVESTER

**A. V. Mayorov, N. V. Yanukov, D. V. Lukina, A. I. Volkov**

*Mari State University, Yoshkar-Ola*

Within the framework of this article, the parameters of the air flow in the cavity of the cleaning chamber of a combine harvester with the use of experimental and standard sieves are analyzed. The task in this case was to determine the nature of the dependence of the air flow on changes in the gap between the combs of the upper louvre sieve. The study evaluated the magnitude and direction of the key vector of the air flow, as well as its elements. In the process of testing the cleanings in combines, measurements were made of the air flow speed over the sieves. Dynamic head was measured over the sieve with the help of Pitot tubes at 6 points in terms of length, within each section at a distance of 50 mm from the axes of fixing the louvre. In the process of cleaning with a standard sieve with the value of the gap between the combs of the upper louvre sieve of  $S_{vr} = 7...13$  mm, the speed index is practically constant, and in the case of  $S_{vr} > 13$  mm, the speed starts to constantly decrease from 4 to 2,50 m/s. The indicated regularity in the change of the speed index for standard sieves, undoubtedly, has a negative impact on the allocation of grain. Indeed, in the case of increasing the delivery volume of the straw heap, the size of the gap  $S_{vr}$  between the blinds is expanded, in order to reduce the static resistance of the network. Nevertheless, with an increase in  $S_{vr}$ , the airflow velocity and its loosening effect on the heap decrease. Accordingly, one of the reasons for the active increase in grain losses in chaff, in the case of increased supply of the straw heap is a decrease in the function  $v(S_{vr})$ . Under the influence of the vertical component of the velocity and oscillations of the sieves, the heap layer is transformed into a fluidized state, the value of the frictional force between the particles decreases, so that the process of grain passage through the layer is facilitated. The increase in  $S_{vr}$  between the combs of the standard sieves causes a reduction in the velocity at the exit from it, and due to the latter there is insufficient loosening of the heap.

**Keywords:** grain crops, cleaning, grain losses, air flow, separation, combine harvester.

**Введение.** Аппараты очищения современных зерноуборочных комбайнов функционируют при повышенных нагрузках и не обладают достаточным запасом пропускной способности в целях обеспечения минимального объема потерь в сходах с очистки в случае любых условиях уборки. Пониженный уровень пропускной способности очистки обуславливает сдерживание дальнейшей интенсификации процесса обмолота и сепарации соломистого вороха, соответственно увеличение пропускной способности комбайна.

На процесс сепарации зерна в рамках очистки зерноуборочного комбайна оказывает влияние множество факторов: размер подачи незерновой фракции, особенности состава и содержания соломистых примесей в ворохе, параметры влажности зерна и незерновой фракции, степень равномерности подачи, комплекс конструктивных и кинематических параметров очистки, параметры работы воздушной системы и другое [1; 2; 3; 11].

Размер подачи на очистку и особенности состава соломистого вороха определяет подача растительной массы в полость молотилки комбайна, ее технологические параметры, конструктивные и кинематические параметры молотильно-сепарирующего аппарата (МСУ).

Факторы, оказывающие влияние на объемы подачи соломистого вороха на очистку, не поддаются регулированию (технологические параметры растительной массы) или не могут изменяться (объемы подачи растительной массы в МСУ, характеристики МСУ) в виде желая обеспечить максимальную полноту выделения зерна из соломы и максимальный показатель производительности молотильно-сепарирующего аппарата [4].

Процесс сепарации зерна в рамках ветро-решетных очисток во многом обуславливается их конструктивными и кинематическими параметрами, при изменении которых можно обеспечить повышение уровня интенсивности выделения зерна из соломистого вороха и сократить объемы потерь.

**Цель:** провести исследование параметров воздушного потока в рамках камеры очистки зерноуборочного комбайна, оснащенного экспериментальными и серийными решетками.

**Материалы и методы.** В рамках исследования проводилась оценка величины и направления главного вектора воздушного потока, а также его элементы. Динамический напор измерялся над решетом при помощи трубок Пито в 6 точках

в зависимости от длины, в каждой секции на расстоянии 50 мм от осей крепления жалюзи.

**Результаты исследования, обсуждения.** Общую картину процесса для решет, в отношении которых проводятся эксперименты, можно представить в следующем виде.

Воздушный поток с серийным решетом, при выходе из горловины вентилятора [5; 6], поперечный брус нижнего решета подразделяет на две неравные части (рис. 1). Верхняя, маленькая часть воздушного потока, в процессе огибания бруса, подается под углом 75–80° в плоскость нижнего щитка жалюзийной гребенки верхнего решета и протекает через 6–9 рядов гребенок. Вторая часть воздушного потока продвигается между нижним и верхним решетками. В данном случае при набегании на нижние щитки гребенки верхнего решета некоторая ее часть протекает между ними, в силу чего формируются завихрения, и поэтому неэффективным становится продувание слоя вороха на верхнем решете. Нижняя, большая часть струи набегаем на нижнее решето, подается через первые 10–12 рядов гребенок. После чего на длине 2/3 решета между гребенками происходит формирование [7; 8] интенсивных вторичных вихревых течений – «отрывные пузыри», что обуславливает расположение нижних щитков (элементы гребенок под большим углом к большей части потока). В результате образуется ситуация лобового удара и отрыва пограничного слоя. В данном случае происходит снижение сечения потока воздуха между гребенками в силу формирования вихря и расход воздуха через решето. Это обуславливает сокращение в 1,50 раза (с 4 до 2,30 м/с) скорости воздушного потока, который выходит из серийного решета. Воздушный поток утрачивает способность к продуванию и разрыхлению толстого слоя соломистого вороха, в силу чего повышаются объемы потерь за очисткой. Более того, зерно, просеянное через слой и поступившее на поверхность жалюзийной гребенки, повторно сбрасывается вихревым потоком в ворох. У экспериментальных решет угол между направлением воздушной струи и плоскостью нижнего щитка гребенки сравнительно невелик, в силу чего не допускается удар воздушного потока по ним. Динамический напор изменяется в меньшей степени, нежели в серийных решетках, поэтому ликвидируются вихревые потоки в зоне между щитками. В силу отсутствия завихрений повышается скорость прохода зерна в рамках

пространства, образованного щитками, и сокращается объем повторного выброса зерна в поток, продвигающийся над решетками. Более того, направление воздушного потока, который выходит из пространства между щитками, изменяется в соответствии с положением жалюзи незначительно. Ключевой вектор его наклоняется к плоскости продвижения вороха под большим углом.

На рисунке 2 схематично отображены направления главного вектора струи воздуха над решетками при серийной (а) и экспериментальной (б) очистке.

Согласно рисунку, направление главного вектора в рамках очистки с серийным решетом претерпевает изменения в интервале  $\beta = 35 \dots 60^\circ$  с открытием  $S_{вр}$  жалюзи 13–20 мм. В случае использования экспериментального решета вектор отклоняется от плоскости решета с образованием большого угла  $\beta$  ( $65 \dots 90^\circ$  при  $S_{вр} = 13 \dots 20$  мм). Если  $S_{вр} \leq 10$  мм, угол направления ключевого вектора в рамках экспериментальной очистки в 2 раза выше, в сравнении с серийной, т. е.  $55$  и  $25^\circ$ .

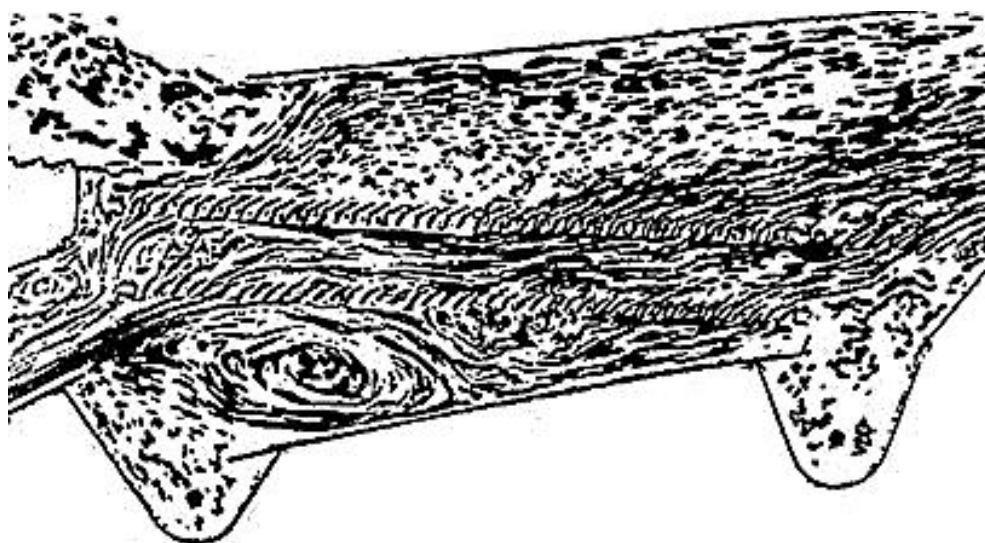


Рис. 1. Фото воздушных завихрений в массовых решетках в секции очистки комбайна СК-5МЭ-1 «Нива-Эффект» /  
 Fig. 1. Photo of air swirls in mass sieves in the cleaning chamber of the combine harvester SK-5ME-1 "Niva-Effect"

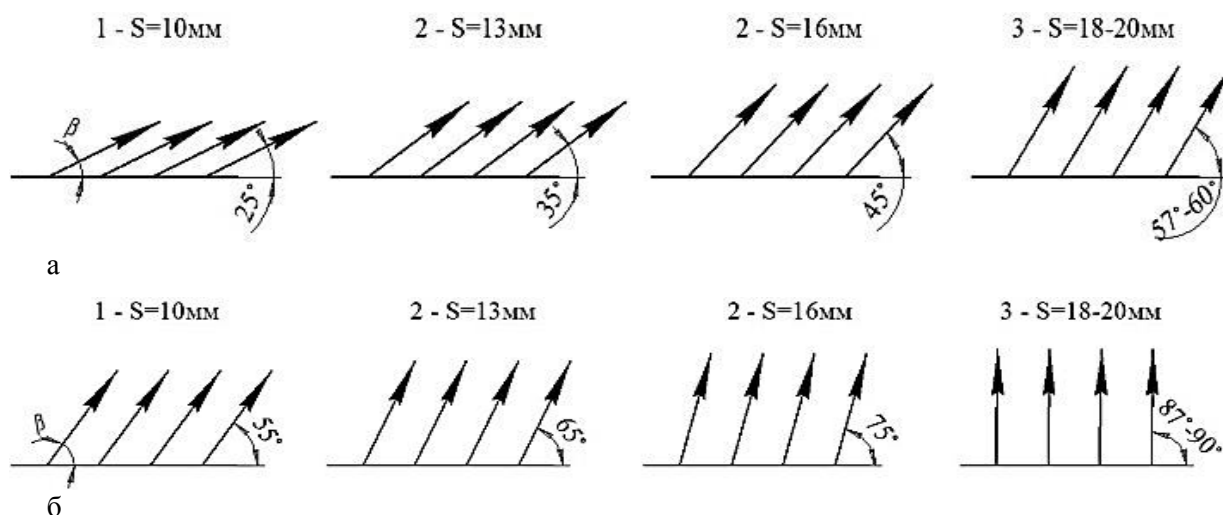


Рис. 2. Характер направления ключевого вектора воздушного потока над решетками  
 а – серийное решето, б – разработанное решето /  
 Fig. 2. The nature of the direction of the key airflow vector over the sieves;  
 а – standard sieve, б – experimental sieve



Характер направления ключевого вектора оказывает значительное влияние на процессы взаимодействия воздушного потока с ворохом: в рамках экспериментальной очистки (рис. 3) воздух с большей интенсивностью осуществляет рыхление и вдувание вороха и в меньшей степени обуславливает его транспортирование вдоль решета, в рамках серийной очистки его транспортирующее значение, в особенности при  $S_{вр} \leq 13$  мм, значительно [9; 10].



Рис. 3. Фото взаимодействия воздушного потока с ворохом над верхним решетом / Fig. 3. Photo of the interaction of airflow with a heap over the upper sieve

Нужно указать один характерный момент, что средняя скорость ключевого вектора воздушного потока в рамках очистки с опытным решетом меняется (рис. 4) при повышении  $S_{вр}$  от 7 до 13 мм с большим уровнем интенсивности, нежели при  $S_{вр} > 13$  мм. Когда  $S_{вр} > 13$  мм,  $v = 5$  м/с.

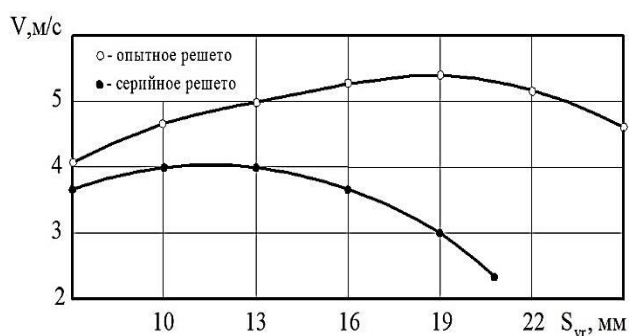


Рис. 4. График перемы средней скорости ключевого векторагазовоздушной струи над решетами от изменения расстояния  $S_{вр}$  между жалюзи верхнего решета / Fig. 4. The graph of the change in the average velocity of the key vector of the gas-air jet over the sieves from the change in the  $S_{вр}$  distance between the blinds of the upper sieves

**Результаты исследования, обсуждения.**  
В процессах очистки с серийным решетом в слу-

чае, когда  $S_{вр} = 7...13$  мм значение скорости будет практически постоянным, а в случае, когда  $S_{вр} > 13$  мм она активно снижается с 4 до 2,50 м/с.

Приведенная закономерность изменения скорости у серийных решет, бесспорно, негативно сказывается на процессах выделения зерна. В действительности, в случае увеличения подачи соломистого вороха зазор  $S_{вр}$  между жалюзи увеличивается для снижения показателя статического сопротивления сети. Тем не менее при повышении  $S_{вр}$  уменьшается скорость воздушного потока и показатель его рыхлящего воздействия на ворох. Соответственно, одна из причин активного роста потерь зерна в полове, в случае увеличенных подач соломистого вороха – это снижение функции  $v(S_{вр})$ .

Дополняет представление об итогах регулирования зависимость вертикальной  $v_y$  и горизонтальной  $v_x$  составляющей средней скорости  $v$  от открытия жалюзи (рис. 5). Нужно указать, что горизонтальная составляющая обуславливает скорость передвижения соломистого вороха по решетам, а вертикальная обуславливает характер разрыхляющего действия. При увеличении открытия жалюзи серийных решет изменение вертикальной составляющей скорости характеризуется как слабое, а горизонтальная составляющая имеет постоянное значение, до момента открытия жалюзи на 10 мм, а после плавно сокращается. У опытных решет вертикальный элемент скорости может повышаться с 2,40 до 3,60 м/с, а горизонтальная снижается от 2 до 1,40 м/с.

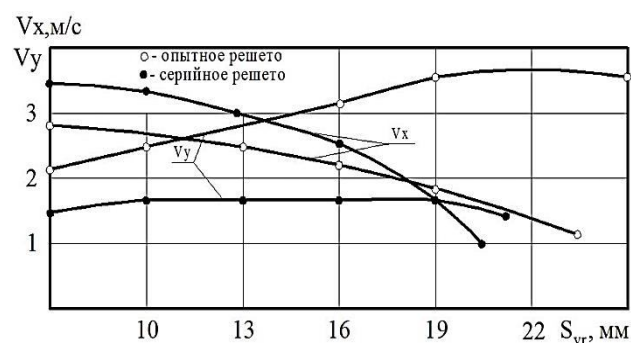


Рис. 5. Зависимость расстояния  $S_{вр}$  между жалюзи решет на горизонтальную  $v_x$  и вертикальную  $v_y$  составляющие скорости потока над решетами / Fig. 5. Dependence of the distance  $S_{вр}$  between the blinds of sieve to the horizontal  $v_x$  and vertical  $v_y$  components of the flow velocity over the sieves

В силу влияния вертикального элемента скорости и колебаний решет слою вороха придается псевдооживленное состояние, значение силы

трения между частицами снижается, что облегчает прохождение зерен через слой.

В случае испытания очисток в комбайнах осуществлялись замеры показателя скорости воздушного потока над решетками. Скорость струи воздуха над решетками при эксперимен-

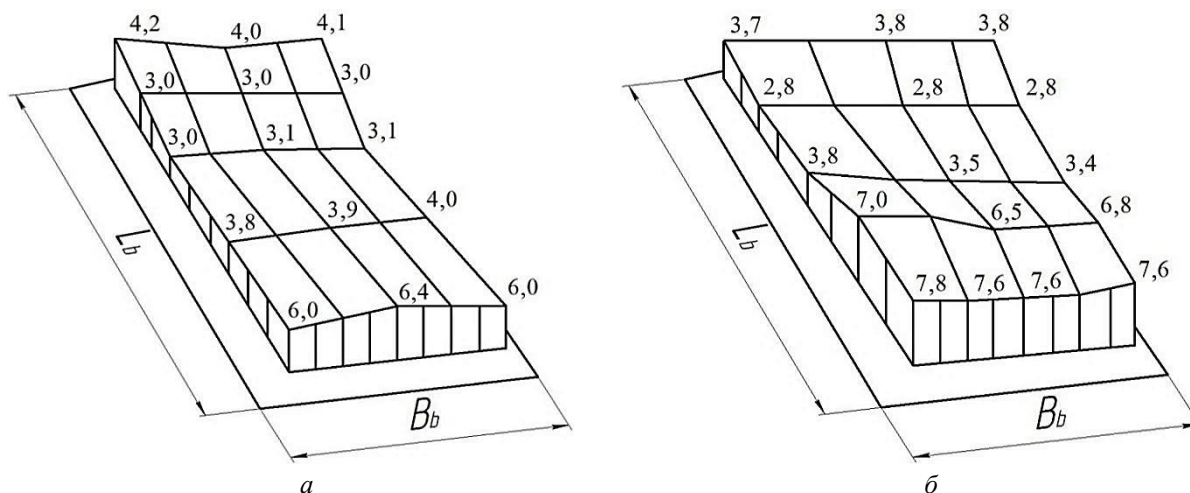


Рис. 6. График зависимости разделения скоростей воздушного потока над решетками очистки комбайна СК-5МЭ-1 «Нива-Эффект»: а – экспериментальные,  $n = 610 \text{ мин}^{-1}$ ;  $S_{\text{вр}} = 22 \text{ мм}$ ; б – серийные,  $n = 610 \text{ мин}^{-1}$ ;  $S_{\text{вр}} = 18 \text{ мм}$  /  
Fig. 6. The graph of the dependence of the separation of airflow velocities over the sieves of cleaning chamber of the combine harvester SK-5ME-1 "Niva-Effect": a – experimental,  $n = 610 \text{ мин}^{-1}$ ;  $S_{\text{вр}} = 22 \text{ мм}$ ; b – standard,  $n = 610 \text{ мин}^{-1}$ ;  $S_{\text{вр}} = 18 \text{ мм}$

Из рисунка 6,б можно заключить, что показатель скорости у серийной очистки снижается от 6 до 3 м/с при расстоянии 200–300 мм от начальной секции решета, а затем при длине 1,20 м будет оставаться на уровне 3,50 м/с.

Это можно объяснить тем, что в случае  $S_{\text{вр}} = 18 \text{ мм}$  ( $65^\circ$ ) в рамках жалюзийного пространства происходит сокращение показателя циркуляции скорости и завихрения воздушного потока. Показатель скорости воздушного потока при выходе из решет в данном случае снижается, в силу чего в недостаточной степени разрыхляется ворох. Основная масса воздуха протекает между верхним и нижним решетками.

В процессе экспериментальной очистки (рис. 6,б) осуществляется плавное снижение показателя скорости воздушного потока от нача-

тальной очистке замерялась с зазором  $S_{\text{вр}}$  между жалюзи 22 мм, а при серийных очистках – при  $S_{\text{вр}} = 18 \text{ мм}$ .

На рисунке 6 продемонстрированы эпюры распределения скорости струи воздуха над решетками очисток.

ла к концу решет (от 7,60 до 3,50 м/с), в силу чего слой вороха в достаточной степени разрыхляется. В данном случае потери зерна снижаются в сравнении с серийной очисткой.

**Заключение.** Из представленного выше можно заключить, что при повышении зазора  $S_{\text{вр}}$  между гребнями экспериментальных решет повышается значение скорости воздушного потока у выхода. В данном случае происходит увеличение вертикальной составляющей скорости, и в силу этого солоmistый ворох, пребывая во взвешенном состоянии, активно продувается и разрыхляется.

При увеличении  $S_{\text{вр}}$  между гребенками серийных решет возникает ситуация снижения показателя скорости на выходе из него, и поэтому недостаточному разрыхлению вороха.

### Литература

1. Бердышев В. Е., Ломакин С. Г. Влияние типа устройства, транспортирующего мелкий ворох, на потери зерна очисткой аксиально-роторного зерноуборочного комбайна // Вестник КрасГАУ. 2011. № 7. С. 186–190. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipa-ustroystva-transportiruyuschego-melkiy-voroh-na-poteri-zerna-ochistkoy-aksialno-rotornogo-zernouborochnoy-kombayna> (дата обращения: 23.12.2017).
2. Московский М. Н., Погорелов А. В. Моделирование процесса фракционирования солоmistого вороха в аспирационном пневмоканале с вероятностными характеристиками распределения солоmistого вороха и воздушного потока // ИВД. 2011. № 1. С. 219–225. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsessha-fraktsionirovaniya-solomistogo-voroha-v-aspiratsionnom-pnevmoKANALE-s-veroyatnostnymi-harakteristikami> (дата обращения: 23.12.2017).

3. Ермольев Ю. И., Муратов Д. К. Моделирование процесса функционирования центробежных вентиляторов в воздушно-решетной очистке зерноуборочного комбайна // Вестник ДГТУ. 2011. № 8-1. С. 1238–1246. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsesta-funktsionirovaniya-tsentrobezhnyh-ventilyatorov-v-vozdushno-reshetnoy-ochistke-zernouborochnogo-kombayna> (дата обращения: 24.12.2017).
4. Котов А. В., Чаус В. П. Совершенствование системы очистки зерноуборочного комбайна при уборке зерновых на склонах // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2010. № 2 (41). С. 035–042. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-ochistki-zernouborochnogo-kombayna-pri-uborke-zernovykh-na-sklonah> (дата обращения: 24.12.2017).
5. Миренков В. В., Хиженок В. Ф., Родзевич П. Е. Анализ работы вентилятора системы очистки зерноуборочного комбайна // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2012. № 2 (49). С. 018–025. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raboty-ventilyatora-sistemy-ochistki-zernouborochnogo-kombayna> (дата обращения: 24.12.2017).
6. Миренков В. В., Хиженок В. Ф. Анализ работы турбинного вентилятора очистки зерноуборочного комбайна и оптимизация качественной характеристики воздушного потока // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2012. № 4 (51). С. 011–020. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raboty-turbinnogo-ventilyatora-ochistki-zernouborochnogo-kombayna-i-optimizatsiya-kachestvennoy-harakteristiki-vozdushnogo> (дата обращения: 24.12.2017).
7. Муратов Д. К. Относительное перемещение компонентов зернового материала по лепесткам жалюзи жалюзийного решета // Вестник ДГТУ. 2012. № 7 (68). С. 115–119. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otnositelnoe-peremeschenie-komponentov-zernovogo-materiala-po-lepestkam-zhalyuzi-zhalyuziynogo-resheta> (дата обращения: 24.12.2017).
8. Ряднов А. И., Тронева С. В., Скворцов И. П. Теоретическая оценка пропускной способности рабочих органов зерноуборочного комбайна // Известия НВ АУК. 2014. № 2 (34). С. 189–194. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskaya-otsenka-propusknoy-sposobnosti-rabochih-organov-zernouborochnogo-kombayna> (дата обращения: 24.12.2017).
9. Януков Н. В., Михеева Д. А., Майоров А. В., Novoselova I. Yu. Направления интенсификации процесса выделения зерна в ветрорешетных очистках // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы VII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». Сборник научных трудов. Киров: Вятская ГСХА, 2014 (15). С. 265–268. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27484616> (дата обращения: 24.12.2017).
10. Януков Н. В., Майоров А. В., Михеева Д. А. Оптимальные режимы работы решета с вогнутым профилем жалюзи // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки» 2015. Т. 1. № 1 (1). С. 40–42. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimalnye-rezhimy-raboty-resheta-s-vognutym-profilem-zhalyuzi> (дата обращения: 24.12.2017).
11. Górnicki K., Kaleta A. Resistance of bulk grain-airflow – a review. Part I: Equations for airflow resistance. Ann. Warsaw Univ. Life Sci. SGGW, Agricult. 65, 2015: 31-41.

## References

1. Berdyshev V. E., Lomakin S. G. Vliyanie tipa ustrojstva, transportiruyushchego melkij vorokh, na poteri zerna ochistkoy aksial'no-rotornogo zernouborochnogo kombajna [Influence of the type of device conveying a small heap on the loss of grain by cleaning of an axial rotary combine harvester]. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasSAU*, 2011, no. 7, pp. 186–190. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipa-ustrojstva-transportiruyushchego-melkij-vorokh-na-poteri-zerna-ochistkoy-aksialno-rotornogo-zernouborochnogo-kombayna> (accessed 23.12.2017). (In Russ.).
2. Moskovskij M. N., Pogorelov A. V. Modelirovanie protsesta fraktsionirovaniya solomistogo vorokha v aspiratsionnom pnevmokanale s veroyatnostnymi kharakteristikami raspredeleniya solomistogo vorokha i vozdushnogo potoka [Modeling of the process of straw heap fractionation in an aspiration pneumatic channel with probabilistic characteristics of straw heap and air flow distribution]. *IVD = Engineering Journal of Don*, 2011, no. 1, pp. 219–225. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsesta-fraktsionirovaniya-solomistogo-vorokha-v-aspiratsionnom-pnevmokanale-s-veroyatnostnymi-kharakteristikami> (accessed 23.12.2017). (In Russ.).
3. Ermolaev Yu. I., Muratov D. K. Modelirovanie protsesta funktsionirovaniya tsentrobezhnykh ventiljatorov v vozdushno-reshetnoj ochistke zernouborochnogo kombajna [Modeling of centrifugal fan performance in air-screen separator of combine harvester]. *Vestnik DGTU = Vestnik of DSTU*, 2011, no. 8-1, pp. 1238–1246. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsesta-funktsionirovaniya-tsentrobezhnyh-ventilyatorov-v-vozdushno-reshetnoy-ochistke-zernouborochnogo-kombayna> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).
4. Kotov A. V., Chaus V. P. Sovershenstvovanie sistemy ochistki zernouborochnogo kombajna pri uborke zernovykh na sklonakh [Improvement of the cleaning system of a combine harvester when harvesting cereals on slopes]. *Vestnik GGTU im. P. O. Sukhogo = Bulletin of GSTU named after P. O. Sukhoi*, 2010, no. 2 (41), pp. 035–042. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-ochistki-zernouborochnogo-kombayna-pri-uborke-zernovykh-na-sklonah> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).
5. Mirenkov V. V., Khizhenok V. F., Rodzevich P. E. Analiz raboty ventiljatora sistemy ochistki zernouborochnogo kombajna [Analysis of the fan operation of the combine harvester cleaning system]. *Vestnik GGTU im. P. O. Sukhogo = Bulletin of GSTU named after P. O. Sukhoi*, 2012, no. 2 (49), pp. 018–025. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raboty-ventilyatora-sistemy-ochistki-zernouborochnogo-kombayna> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).
6. Mirenkov V. V., Khizhenok V. F. Analiz raboty turbinnogo ventiljatora ochistki zernouborochnogo kombajna i optimizatsiya kachestvennoj kharakteristiki vozdushnogo potoka [Analysis of the turbine fan cleaning of the combine harvester and optimization of quality characteristics of the air flow]. *Vestnik GGTU im. P. O. Sukhogo = Bulletin of GSTU named after P. O. Sukhoi*, 2012, no. 4 (51), pp. 11–20. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raboty-turbinnogo-ventilyatora-ochistki-zernouborochnogo-kombayna-i-optimizatsiya-kachestvennoy-harakteristiki-vozdushnogo> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).

7. Muratov D. K. Otnositel'noe peremeshchenie komponentov zernovogo materiala po lepestkam zhaljuzi zhaljuzijnogo resheta [The relative movement of the components of the grain material on the petals of the louver sieves]. *Vestnik DGTU* = Vestnik of DSTU, 2012, no. 7 (68), pp. 115–119. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/otnositelnoe-peremeschenie-komponentov-zernovogo-materiala-po-lepestkam-zhalyuzi-zhalyuzijnogo-resheta> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).

8. Ryadnov A. I., Tronev S. V., Skvortsov I. P. Teoreticheskaja otsenka propusknoj sposobnosti rabochikh organov zernouborochnogo kombajna [Theoretical assessment of the capacity of the working bodies of a combine harvester]. *Izvestija NV AUK* = Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex, 2014, no. 2 (34), pp. 189–194. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskaya-otsenka-propusknoj-sposobnosti-rabochih-organov-zernouborochnogo-kombayna> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).

9. Yanukov N. V., Mikheeva D. A., Mayorov A. V., Napravlenija intensivatsii protsessa vydelenija zerna v vetroreshetnykh ochistkakh [Directions of intensification of the process of grain separation in wind-sieve cleanings]. *Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelej sel'skokhozhajstvennoj energetiki: materialy VII Mezhdunar. nauchno-praktich. konf. «Nauka – Tekhnologija – Resursosberezhenie» Sbornik nauchnyh trudov. Kirov: Vjatskaja GSHA* = Improving the operational performance of agricultural energy: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference "Science – Technology – Resource Saving" Collection of scientific works. Kirov, Vyatka State Agricultural Academy, 2014 (15). pp. 265–268. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27484616> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).

10. Yanukov N. V., Mayorov A. V., Mikheeva D. A. Optimal'nye rezhimy raboty resheta s vognutym profilem zhaljuzi [Optimum operating modes of a sieve with a concave profile of blinds]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skokhozhajstvennye nauki. Jekonomicheskije nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2015, vol. 1, no. 1 (1), pp. 40–42. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimalnye-rezhimy-raboty-resheta-s-vognutym-profilem-zhalyuzi> (accessed 24.12.2017). (In Russ.).

11. Górnicki K., Kaleta A. Resistance of bulk grain-airflow – a review. Part I: Equations for airflow resistance. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. SGGW, Agricul.* 65, 2015: 31-41.

Статья поступила в редакцию 4.04.2018 г.

Submitted 4.04.2018.

---

**Для цитирования:** Майоров А. В., Януков Н. В., Лукина Д. В., Волков А. И. Исследование параметров воздушного потока в камере очистки зерноуборочного комбайна // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3. С. 45–51. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-45-51

**Citation for an article:** Mayorov A. V., Yanukov N. V., Lukina D. V., Volkov A. I. Study of the air flow parameters in the cleaning chamber of a combine harvester. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2018. vol. 4, no. 3, pp. 45–51. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-45-51

---

**Майоров Андрей Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Януков Николай Вадимович**, кандидат технических наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Лукина Дарья Владимировна**, кандидат технических наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Волков Александр Ильич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Andrei V. Mayorov**, Ph. D. (Engineering), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Nikolai V. Yanukov**, Ph. D. (Engineering), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Dar'ya V. Lukina**, Ph. D. (Engineering), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)

**Aleksandr I. Volkov**, Ph. D. (Agriculture), associate professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [ao\\_maiorov@mail.ru](mailto:ao_maiorov@mail.ru)