

Научная статья

УДК 631.354

EDN SXQKCW

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0480-0-316-323>

**Определение влияния осевых вентиляторов
на равномерность распределения воздушного потока
в диффузоре штатного вентилятора воздушно-решетной очистки**

Алексей Алексеевич Кувшинов¹, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Владимир Александрович Сахаров², старший научный сотрудник

Дмитрий Станиславович Котенко³, младший научный сотрудник, аспирант

^{1, 2, 3} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

³ Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ kyaa@vniisoi.ru, ² sakharov.v.a@mail.ru, ³ diman99sport@gmail.com

Аннотация. Представлены данные по поисковым исследованиям изменения скоростей воздушного потока на выходе из диффузора модернизированного вентилятора с дополнительными разнонаправленными крыльчатками осевых вентиляторов. Установка лопастных крыльчаток на входе воздушного потока в вентиляторе значительно выравнивает эпюру распределения скоростей воздушного потока по диффузору при номинальной частоте вращения.

Ключевые слова: скорость воздушного потока, вентилятор, частота вращения

Для цитирования: Кувшинов А. А., Сахаров В. А., Котенко Д. С. Определение влияния осевых вентиляторов на равномерность распределения воздушного потока в диффузоре штатного вентилятора воздушно-решетной очистки // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 316–323.

Original article

**Determination of the effect of axial fans on the uniformity of air flow
distribution in the diffuser of a standard air-sieve cleaning fan**

Alexey A. Kuvshinov¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

Vladimir A. Sakharov², Senior Researcher

Dmitry S. Kotenko³, Junior Researcher, Postgraduate Student

^{1, 2, 3} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russia

³ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ kyaa@vniiso.ru, ² sakharov.v.a@mail.ru, ³ diman99sport@gmail.com

Abstract. Data on exploratory studies on the change in air flow velocities at the outlet of the diffuser of an upgraded fan with additional multidirectional axial fan impellers are presented. The installation of vane impellers at the air flow inlet in the fan significantly aligns the plot of the distribution of air flow velocities along the diffuser at the nominal speed.

Keywords: air flow rate, fan, rotation speed

For citation: Kuvshinov A. A., Sakharov V. A., Kotenko D. S. Determination of the effect of axial fans on the uniformity of air flow distribution in the diffuser of a standard air-sieve cleaning fan. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 316–323), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Исследования по оптимизации конструктивно-режимных параметров воздушно-решетной очистки и совершенствованию процесса воздушно-решетной очистки комбайнов в настоящее время проводятся отечественными и зарубежными учеными.

В работе [1] представлены результаты анализа, полученные при варьировании воздушных масс в очистительной системе зерноуборочной машины КЗС-1319 («Гомсельмаш»). Установлено, что для различных конфигураций проточных частей добавление регулирующих элементов в области выхода воздушного потока из вентиляторной установки обеспечивает возможность эффективного контроля скорости воздушного потока и его распределения в пределах всего объема очистительной системы. Это позволяет оптимизировать процесс очистки зерна от примесей и повысить производительность уборочной машины.

В исследовании [2] результаты показали, что скорость высокоскоростного потока, создаваемого системой двойных вентиляторов, в задней части се-

парирующего устройства составила 4,76 м/с (моделирование) и 4,03 м/с (эксперимент), что привело к значительному очищающему действию на нерассыпавшиеся зерна, длинные и короткие части стеблей. Конструкция очистки с двумя вентиляторами, состоящая из поперечного и центробежного вентиляторов, может значительно улучшить эффект очистки.

В статье [3] рассматривается возможность использования частотного преобразователя в совокупности с двигателем асинхронного типа для привода вентилятора. Данное решение обеспечивает регулировку скорости вращения вала вентилятора в пределах, установленных производителем. При этом частота вращения вала вентилятора не зависит от рабочих режимов двигателя внутреннего сгорания зерноуборочной машины. Предлагаемая конструкция может способствовать улучшению качества уборочных работ, снижению потерь зерна в процессе очистки зерноуборочной машины и уменьшению содержания посторонних примесей. Использование частотного преобразователя позволит более точно управлять воздушным потоком, что, в свою очередь, оптимизирует процесс сепарации зерна от соломы и прочих включений. Это приведет к повышению эффективности работы зерноуборочной машины и увеличению выхода чистого зерна.

Несмотря на проводимые научные изыскания, совершенствование процесса воздушно-решетной очистки комбайнов с целью непосредственного получения в процессе уборки сои семян, не требующих последующей обработки, является актуальным.

При изучении характера воздушного потока в диффузоре вентилятора комбайна в 2023 г. выявлено неравномерное распределение его скорости по площади сечения диффузора во всем исследованном диапазоне изменения числа оборотов вентилятора. Выдвинута **рабочая гипотеза**: *устранения неравномерности скоростей на выходе из диффузора вентилятора можно добиться установкой во всасывающих окнах вентилятора на валу его крылача*

разнонаправленных крыльчаток нагнетающих осевых вентиляторов.

Результаты исследований. Поисковый опыт по оценке изменения скоростей на выходе диффузора модернизированного вентилятора с дополнительными разнонаправленными крыльчатками осевых вентиляторов проводился на лабораторной установке, представленной на рисунке 1.



общий вид установки



установленные на оси крыльчатка
6-лопастные крыльчатки

**Рисунок 1 – Лабораторная установка для осуществления
поисковых опытов по определению характеристик
усовершенствованного вентилятора очистительной системы**

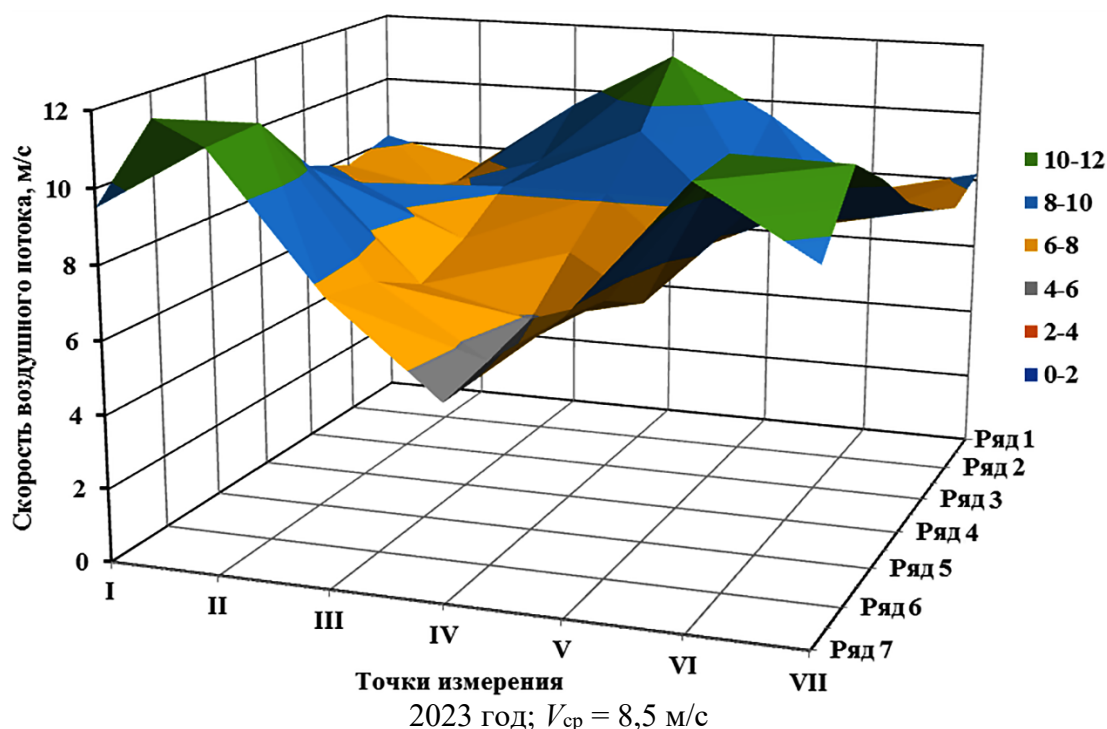
Контроль за частотой вращения вентилятора реализовывался посредством применения частотного преобразователя в связке с микроконтроллером. Измерение скорости потока воздуха осуществлялось с использованием цифрового термоанемометра модели МЕГЕОН 11001.

В качестве итогового показателя работы вентилятора использовалось среднее значение скорости воздушного потока. Данная величина рассчитывалась как усредненная скорость воздушного потока в поперечном сечении диффузора, расположенного на выходе из вентилятора, принимая во внимание результаты измерений для всей совокупности точек $n = 1, \dots, i, \dots, 49$.

Измерения скорости потока проводились в 49 точках диффузора вентилятора при частоте вращения 690 об./мин в 7-ми горизонтальных рядах (1–7) по

7 точек (I–VII) измерения в каждом. Максимальные значения скоростей потока выявлены в середине верхнего ряда и по краям трех нижних рядов на уровне 9,5–11,5 м/с. При этом наблюдается значительное снижение скоростей воздушного потока посередине диффузора в нижней его части – 6 м/с и менее.

Представленное на рисунке 2 явление, вероятно, объясняется следующим образом: воздух, засасываемый с боковых сторон вентилятора, перемещается от периферии к центру под воздействием инерции. В центральной зоне потоки воздуха сталкиваются и одновременно направляются лопастями вверх, формируя максимальную скорость воздушного потока в центральной верхней части диффузора. При этом основная часть воздуха, поступившая в вентилятор, направляется лопатками крыла вдоль боковых стенок корпуса.



**Рисунок 2 – Распределение скоростей воздушного потока
в диффузоре вентилятора без дополнительных осевых вентиляторов**

Установив с двух сторон вентилятора крыльчатки разнонаправленных осевых вентиляторов на валу штатного центробежного вентилятора, при значении числа оборотов 690 об./мин оценивали среднюю скорость воздушного

потока на выходе диффузора вентилятора и характер изменения объемной диаграммы скорости воздушного потока по площади сечения диффузора (рис. 3).

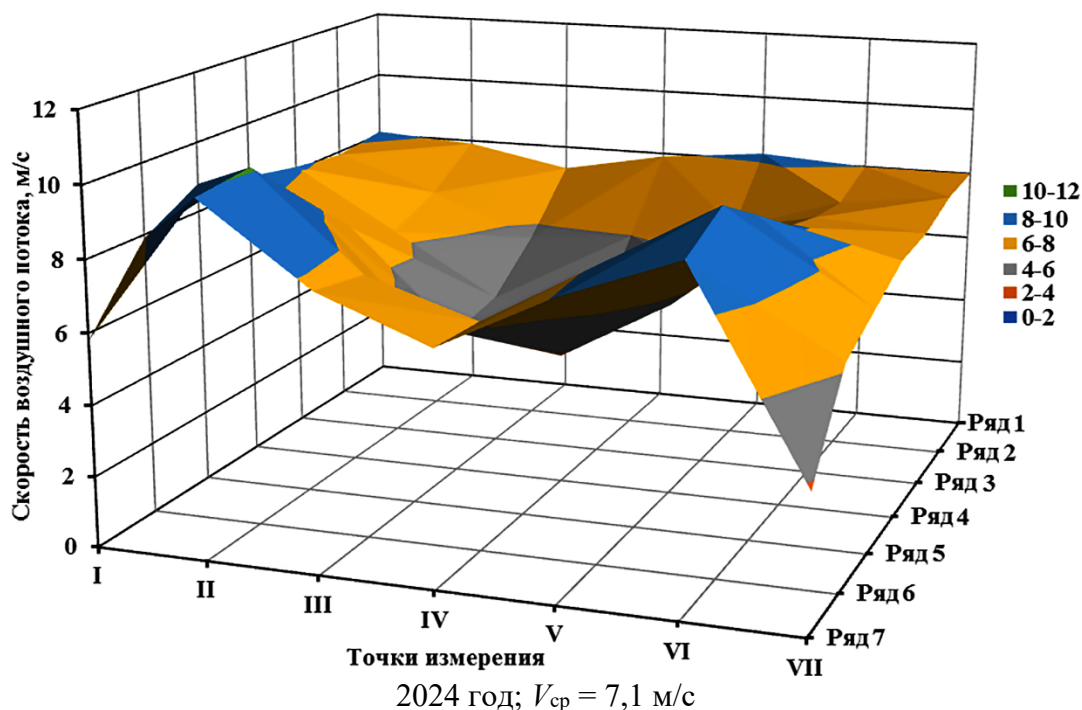


Рисунок 3 – Распределение скоростей воздушного потока в диффузоре вентилятора с дополнительными осевыми вентиляторами

Эпюра распределения скоростей потока воздуха в диффузоре вентилятора значительно выровнялась, но при этом: 1) снизилось значение средней скорости воздушного потока с 8,5 до 7,1 м/с; 2) значительно снизилась скорость воздушного потока снизу по краям диффузора.

Повышение частоты вращения вала крыла вентилятора ведет к увеличению скорости воздушного потока, не меняющему распределение скоростей потока по диффузору вентилятора.

Увеличение частоты вращения в 1,55 раза (с 690 до 1 070 об./мин) привело к наибольшему приросту скорости снизу по краям диффузора – в 2,5 раза; наименьший наблюдается в центре диффузора – в 1,1 раза, что увеличило дифференциацию потока.

Изменения, представленные на рисунках 2 и 3, связаны с тем, что произ-

водительность лопастных крыльчаток оказалась ниже потенциальной производительности штатного крыла вентилятора, и они играли роль воздушных заслонок, а их функция перенаправления потока воздуха к центру диффузора реализуется только при номинальной скорости вращения.

Заключение. 1. Установка лопастных крыльчаток на входе воздушного потока в вентиляторе значительно выравнивает эпюру распределения скоростей воздушного потока по диффузору при номинальной частоте вращения.

2. Увеличение скоростей воздушного потока вентилятора в целом путем повышения частоты вращения крыла вентилятора с лопастными крыльчатками на входе потока приводит к значительному провалу скорости потока в центре диффузора.

3. Для выравнивания скоростей потока по диффузору необходимо увеличить частоту вращения лопастных крыльчаток на входе вентилятора, не меняя частоту вращения крыла, а также обеспечить подачу дополнительного воздуха в центре штатного крыла вентилятора.

Список источников

1. Баран И. А., Труханович С. В., Иванов Д. Н. Исследование изменения распределения воздушных потоков в системе очистки зерноуборочного комбайна КЗС-1319 в зависимости от геометрических параметров проточных облатей // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 1 (45). С. 29–38.

2. Liang Yaquan, Tang Zhong, Zhang Hao, Li Yaoming, Ding Zhao, Su Zhan. Cross-flow fan on multi-dimensional airflow field of air screen cleaning system for rice grain // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2022. Vol. 15. P. 223–235.

3. Ловчиков А. П., Кулагин С. Н. Обоснование совершенствования ветро-решетной очистки зерноуборочного комбайна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 185–189.

References

1. Baran I. A., Truhanovich S. V., Ivanov D. N. Investigation of changes in the distribution of air flows in the cleaning system of the combine harvester KZS-1319

depending on the geometric parameters of the flow areas. *Vestnik agrarnoi nauki Dona*, 2019;1(45):29–38 (in Russ.).

2. Liang Yaquan, Tang Zhong, Zhang Hao, Li Yaoming, Ding Zhao, Su Zhan. Cross-flow fan on multi-dimensional airflow field of air screen cleaning system for rice grain. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2022; 15:223–235.

3. Lovchikov A. P., Kulagin S. N. Justification for improving the wind-sieve cleaning of a combine harvester. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;1(99):185–189 (in Russ.).

© Кувшинов А. А., Сахаров В. А., Котенко Д. С., 2025

Статья поступила в редакцию 02.04.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 22.07.2025.

The article was submitted 02.04.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 22.07.2025.