

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В КАМЕРЕ ОЧЕСА ЛЬНОКОМБАЙНА

INFLUENCE OF THE DESEEDING DEVICE DESIGN ON THE AIR FLOW CHARACTERISTICS IN THE COMBING CHAMBER OF THE FLAX HARVESTER

Д.А. ШИШИН

Всероссийский научно-исследовательский институт
механизации льноводства (ФГБНУ ВНИИМЛ), Тверь,
Россия, d.shishin@vniiml.ru

D.A. SHISHIN

All Russian Research Institute for Flax Production (VNIIML), Tver,
Russia, d.shishin@vniiml.ru

Проведены исследования скорости и распределения воздушного потока в выходном окне камеры очеса льнокомбайна. Целью исследования является определение влияния конструкции очесывающего устройства на скорость и распределение воздушного потока на выходе из камеры очеса льнокомбайна. При проведении исследований использовалась методика выявления средней скорости воздуха путем исследования поля скоростей воздушного потока. В эксперименте применялись серийное и новое очесывающие устройства, установленные на устройство, позволяющее моделировать процессы очеса стеблей льна и сборку вороха. Эксперимент проводился при частоте вращения барабана 230, 280 и 330 мин⁻¹. Математическая обработка результатов данных проводилась в программах Stadia и Excel. Представлены графики распределения скоростей воздушного потока в выходном окне камеры очеса льнокомбайна. Получены уравнения регрессии, характеризующие скорость воздушного потока в зависимости от частоты вращения очесывающего барабана. Сделан вывод, что воздушный поток по площади поперечного сечения выходного окна распределяется неравномерно. Наибольшая скорость потока имеет место в верхней и левой частях окна. Установлено, что изменение конструкции очесывающего устройства практически не влияет на среднюю скорость воздушного потока. Очесывающие устройства рекомендуется применять при частоте оборотов 275...285 мин⁻¹.

Ключевые слова: очесывающее устройство, гребневой барабан, воздушный поток, скорость воздуха, камера очеса.

The speed and airflow distribution at the exits window of the combing chamber of flax harvester were studied. The aim of this study is to determine the influence of the design of the deseeding combing device on the speed and distribution of the airflow at the outlet of the comb-chamber. Standard metric technique was used to detect the average air speed by examining the field of airflows. In the experiment, the serial and new designed deseeding devices were installed on an laboratory facility that allows modeling the processes of combing of flax stems and heaping. The experiment was carried out at a drum rotation frequency of 230, 280 and 330 min⁻¹. Mathematical processing of the data was carried out with «Stadia»© and «MS Excel»© programs. The graphs of airflows' distribution at the outlet of comb chamber are presented. Obtained equations shows regressions of the speed of the airflow from the speed of the combing drum. It is concluded that the airflow over the cross-sectional area at outlet of window in deseeding device is unequal. The highest flow rate occurs in the upper and left parts of the window. It is established that the change in the design of the stripper device has practically no effect on the average speed of the air flow. Speed of the combing devices in rate of 275...285 min⁻¹. have been recommended to use as an optimal one.

Keywords: combing device, comb-drum, air flow, air flow speed, chamber of combing.

Введение

В настоящее время при уборке льна применяют устройства, основным рабочим органом которых является гребневой барабан с круговым поступательным движением зубьев (рис. 1, *а, б*) [1].

Основными недостатками этих устройств являются значительные повреждения стеблей и потери семян при очесе семенных коробочек [2, 3].

С целью повышения качества выполнения технологического процесса разработано новое очесывающее устройство с измененной формой зубьев (рис. 1, *в, з*) [4, 5].

Одним из факторов, влияющих на потери семян, является скорость и распределение воздушного потока на выходе из камеры очеса [6].

Цель исследования

Целью исследования является определение влияния конструкции очесывающего устройства на скорость и распределение воздушного потока в выходном окне камеры очеса льнокомбайна.

Материалы и методы исследования

Для выполнения поставленной цели на базе ФГБНУ ВНИИМЛ (г. Тверь) была проведена сравнительная техническая оценка серийного и нового очесывающих устройств.

При проведении эксперимента использовались методика выявления средней скорости воздуха путем исследования поля скоростей

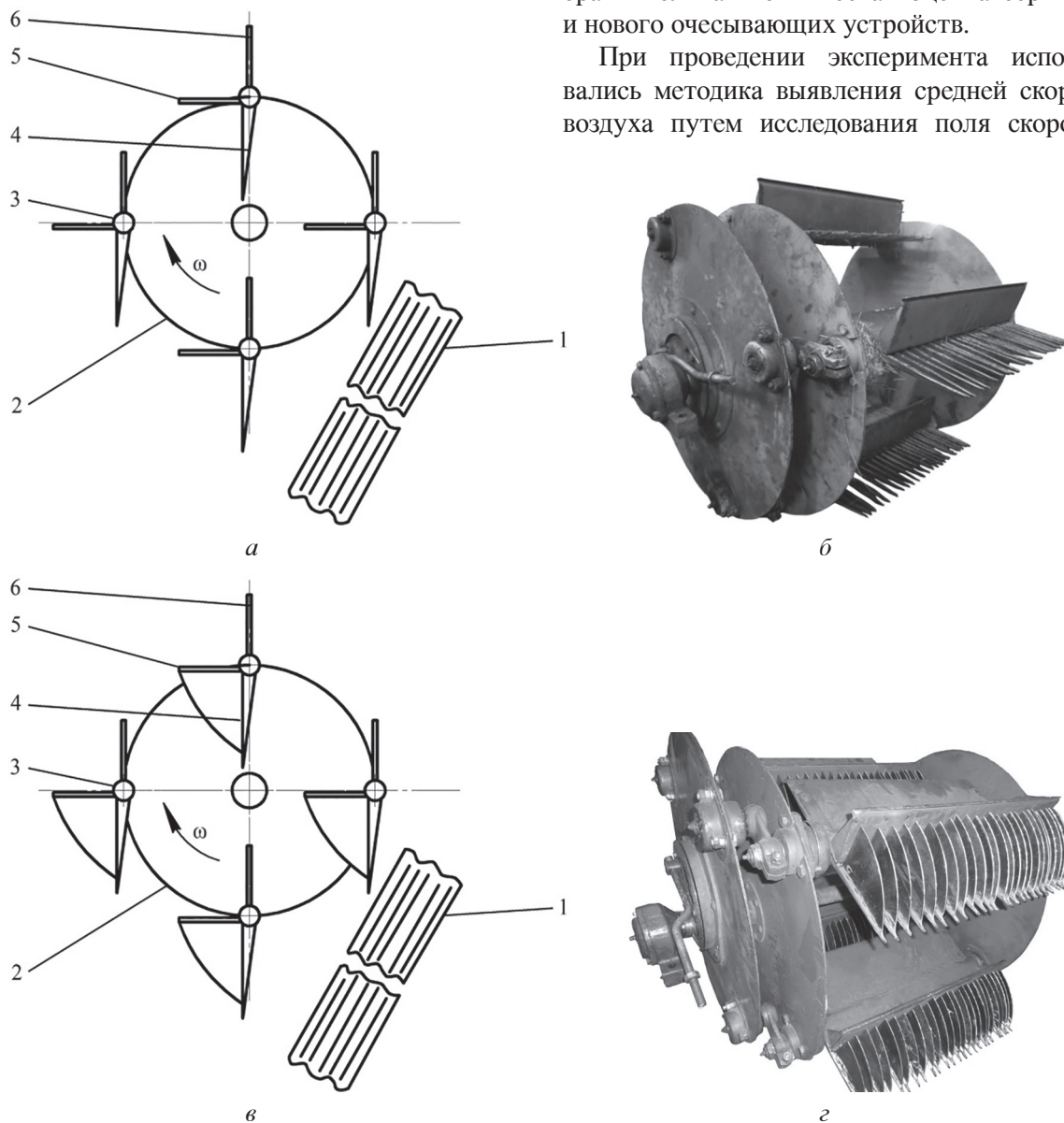


Рис. 1. Схемы и общий вид серийного и нового устройств для очеса лент льна:

а – схема серийного устройства; *б* – общий вид серийного устройства; *в* – схема нового устройства; *з* – общий вид нового устройства; 1 – зажимной транспортер; 2 – очесывающий барабан; 3 – гребень; 4 – зуб; 5, 6 – лопасти

воздушного потока [7, 8] и лабораторное оборудование (лабораторная установка, позволяющая моделировать процессы очеса стеблей льна и сбора вороха [9], чашечный анемометр). Математическая обработка результатов данных проводилась в программах Stadia и MS Excel.

Для измерения скорости воздушного потока площадь поперечного сечения выходного окна камеры очеса была разбита сеткой на 25 равно- великих площадей (рис. 2).

Замер скорости проводился при частоте вращения барабана 230, 280 и 330 мин⁻¹.

По полученным экспериментальным данным построены графики, характеризующие рас- пределение скоростей воздушного потока на выходе из камеры очеса льнокомбайна (рис. 3).

Результаты исследования и их обсуждение

На графиках видно, что у обоих очесываю- щих устройств воздушный поток в выходном окне камеры очеса распределяется неравно- мерно. Кроме того, наблюдается горизонталь-

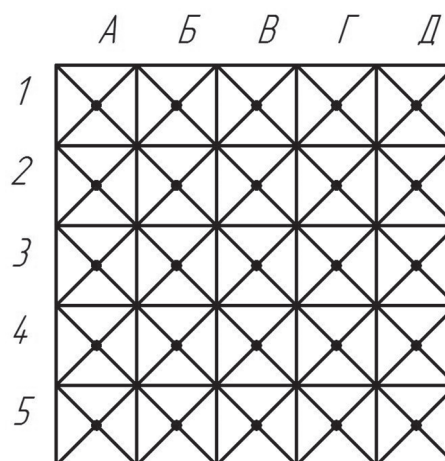


Рис. 2. Схема расположения точек замера скорости воздушного потока

ная асимметрия. Скорость воздушного потока со стороны выхода стеблей (левая часть окна) из камеры очеса выше, чем на входе (правая часть). Это связано с тем, что зубья на гребнях расположены с неравномерным зазором. Рас- стояние между зубьями уменьшается от входа

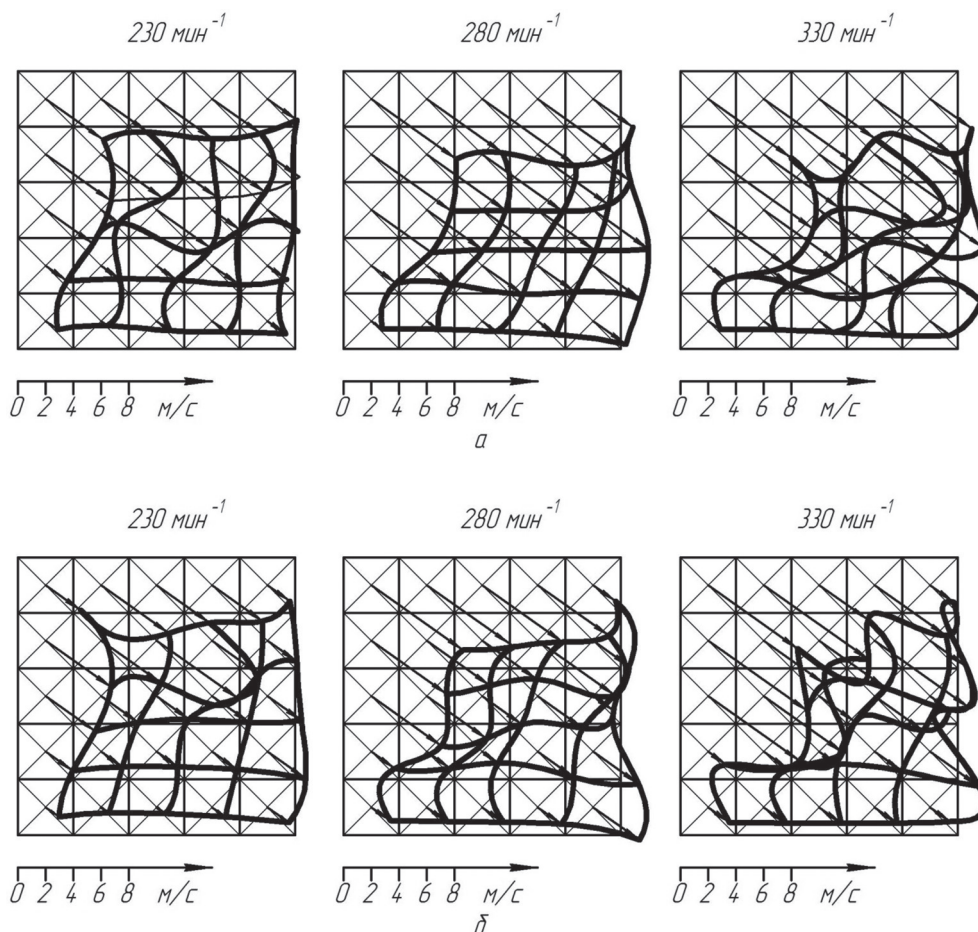


Рис. 3. Распределение скоростей воздушного потока в выходном окне камеры очеса: а – серийное очесывающее устройство; б – новое очесывающее устройство

к выходу камеры очеса, что приводит к увеличению нагнетания воздушного потока.

По результатам испытаний получены уравнения регрессии, характеризующие скорость воздушного потока V в зависимости от частоты вращения очесывающего барабана n_6 :

– серийный очесывающий барабан:

$$V_c = -0,38 + 0,016n_6, \quad (1)$$

где V – скорость воздушного потока, м/с; n_6 – частота вращения очесывающего барабана, мин⁻¹;

– новый очесывающий барабан:

$$V_n = 0,29338 + 0,013n_6. \quad (2)$$

На рис. 4 видно, что с увеличением частоты вращения очесывающего устройства средняя скорость воздушного потока увеличивается. У серийного она составила 3,3 м/с; 4,1 м/с; 4,9 м/с при 230 мин⁻¹, 280 мин⁻¹ и 330 мин⁻¹ соответственно. У нового очесывающего устройства при этих же оборотах средняя скорость – 3,3 м/с; 3,9 м/с и 4,6 м/с. Это свидетельствует о том, что очесывающие устройства дают примерно одинаковый воздушный поток.

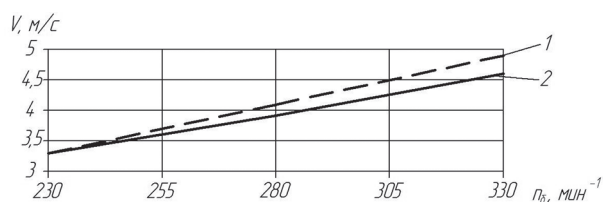


Рис. 4. Зависимость средней скорости воздушного потока в выходном окне камеры очеса от частоты вращения очесывающего устройства:

1 – серийное очесывающее устройство; 2 – новое очесывающее устройство; V – скорость воздушного потока, м/с; n_6 – частота вращения барабана, мин⁻¹

Выводы

1. Анализ результатов испытаний показал, что у обоих очесывающих аппаратов воздушный поток в выходном окне камеры очеса льнокомбайна распределяется неравномерно, наблюдаются горизонтальная и вертикальная асимметрии. Наибольшая скорость потока имеет место в верхней и левой частях окна.

2. Средняя скорость воздушного потока возрастает с увеличением частоты вращения очесывающего барабана. При этом, у нового очесывающего устройства скорость незначительно ниже.

3. Очесывающие устройства рекомендуется применять при частоте оборотов 275...285 мин⁻¹. При большей частоте увеличиваются динамические нагрузки на звенья механизмов, влияющих на долговечность работы.

Литература

1. Ростовцев Р.А. Повышение эффективности уборки льна-долгунца путем разработки технологических процессов и технических средств для их осуществления: дис. ... докт. техн. наук. Тверь, 2010. 539 с.
2. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. К вопросу отделения семенной части урожая от стеблей // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: сб. науч. трудов ВНИИМЛ. Тверь, 2014. С. 100–103.
3. Ковалев М.М., Галкин А.В., Фадеев Д.Г. Анализ процесса очеса стеблей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 8. С. 10–11.
4. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Устройство для очеса стеблей льна: патент на изобретение № 2567904, Российская Федерация. Опубликовано 10.11.15, Бюл. № 31.
5. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Повышение эффективности уборки льна // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. VIII междунар. научно-практической конференции «ИнформАгро-2016» ФГБНУ «Росинформагротех». 2016. С. 307–310.
6. Фадеев Д.Г., Галкин А.В., Фадеев В.Г. Влияние частоты вращения очесывающего барабана льнокомбайна на распределение воздушного потока на выходе вороха из камеры очеса // Наука в центральной России. 2016. № 6 (24). С. 65–72.
7. Ковалев М.М., Галкин А.В. Влияние частоты вращения барабана на величину воздушного потока и его распределение на выходе вороха из камеры очеса льнокомбайна // Наука, сельское хозяйство и промышленность – пути развития и ожидаемые результаты 2008. С. 290–295.
8. Балдин А.А. Повышение эффективности работы льноуборочного комбайна путем пневматического транспортирования вороха: дис. ... канд. техн. наук. Кострома, 2003. 144 с.
9. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Установка для испытания адаптера для очеса лент льна // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: матер. междунар. науч.-практ. конф ФГБНУ ВНИИМЛ. Тверь, 2017. С. 211–213.

References

1. Rostovcev R.A. Povyshenie chffektivnosti uborki l'na-dolgunca putem razrabotki tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv dlya ih osushchestvleniya: dis. ... doktor tekhn. nauk [Improving the efficiency of harvesting flax by developing technological processes and technical means for their implementation: Dissertation for Degree of Doctor of Technical Sciences]. Tver', 2010. 539 p.
2. Rostovcev R.A., SHishin D.A. Separation of the seed part of the crop from the stalks. Mashinno-tekhnologicheskaya modernizaciya l'nyanogo agropromyshlennogo kompleksa na innovacionnoj osnove [Machine and technological modernization of the linen agro-industrial complex on an innovative basis]: sb. nauch. trudov VNIIML. Tver', 2014, pp. 100–103 (in Russ.).
3. Kovalev M.M., Galkin A.V., Fadeev D.G. Analysis of stem stripping process. Mekhanizaciya i chlektifikaciya sel'skogo hozyajstva. 2010. No 8, pp. 10–11 (in Russ.).
4. Rostovcev R.A., SHishin D.A. Ustrojstvo dlya ochyosa steblej l'na [Device for deseeding of flax stems]: patent na izobretenie No 2567904, Rossijskaya Federaciya. Opublikovano 10.11.15, Byul. No 31.
5. Rostovcev R.A., SHishin D.A. Improving the efficiency of harvesting flax. Nauchno-informacionoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK: mater. VIII mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferencii «InformAgro-2016» [Scientific and informational support of innovative development of the agroindustrial complex: materials of VIII International and scientific-practical conference «InformAgro-2016»] FGBNU «Rosinformagrotekh». 2016, pp. 307–310 (in Russ.).
6. Fadeev D.G., Galkin A.V., Fadeev V.G. Influence of rotational speed of flax combing drum on air distribution at the heap outlet. Nauka v central'noj Rossii. 2016. No 6 (24), pp. 65–72 (in Russ.).
7. Kovalev M.M., Galkin A.V. The influence of the frequency of rotation of the drum on the value of the air flow and its distribution at the exit of the pile from the flax combing chamber. V knige: Nauka, sel'skoe hozyajstvo i promyshlennost' – puti razvitiya i ozhidaemye rezul'taty [In the book: Science, agriculture and industry – ways of development and expected results] 2008, pp. 290–295 (in Russ.).
8. Baldin A.A. Povyshenie chffektivnosti raboty l'nouborochnogo kombajna putem pnevmaticheskogo transportirovaniya voroha: dis. ... kand. tekhn. nauk [Improving the efficiency of flax harvester by pneumatic transportation of a pile: Dissertation for Degree of Candidate of Technical Sciences]. Kostroma, 2003. 144 p.
9. Rostovcev R.A., SHishin D.A. Installation for testing adapter for flax stripping. Innovacionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanyh kul'tur: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf FGBNU VNIIML [Innovative developments for the production and processing of bast crops: mater. international scientific-practical conference of Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Flax Farming Mechanization»]. Tver', 2017, pp. 211–213 (in Russ.).