

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МАШИН ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

IMPROVEMENT OF QUALITY INDICATORS OF MACHINES FOR POST-HARVEST GRAIN PROCESSING

Ц.В. ЦЭДАШИЕВ
Е.В. ЕЛТОШКИНА, к.т.н.

Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского (ИрГАУ), Иркутск, Россия,
eev_baikal2005@mail.ru

TS.V. TSEDASHIEV
E.V. ELTOSHKINA, PhD in Engineering

Irkutsk State Agrarian Universitythem. A.A. Ezhevsky (IrGaU),
Irkutsk, Russia, eev_baikal2005@mail.ru

Ключевое место в сельскохозяйственном производстве России уделяется производству зерна. Недопустимо высокий уровень потерь зерна на различных этапах его производства, начиная от возделывания и заканчивая послеуборочной обработкой, оказывает негативное влияние на объемы и экономику зернового хозяйства. Для создания охладительной установки зерна, отвечающей высоким требованиям, разработан и изготовлен опытный образец, на котором для подтверждения теоретических предпосылок были проведены экспериментальные исследования. Важным звеном в ряду решаемых задач являлось получение различных опытных зависимостей, в том числе критериальных. В результате для подтверждения аналитических выкладок получены зависимости, позволяющие получить качественные показатели процесса при функционировании экспериментальной установки. Полученные результаты существенно расширяют границы объема информации в области технических средств и технологий механизации послеуборочной обработки зерна, что способствует разработке и проектированию машин, работающих на инновационных принципах.

Ключевые слова: сельское хозяйство, качество работы, послеуборочная обработка зерна.

The key place in agricultural production of Russia is given to production of grain. Unacceptably high level of losses of grain at various stages of its production, beginning from cultivation and finishing with postharvest processing, has negative impact on volumes and economy of grain farm. For creation of cooling installation of grain, to the meeting high requirements the test piece is developed and made. For creation of cooling installation of grain, to the meeting high requirements the test piece is developed and made. To confirm theoretical prerequisites there was a need of carrying out the pilot studies. An important link in this number of tasks is obtaining various experienced dependences, including criteria. As a result of the conducted pilot studies for confirmation of analytical calculations the dependences allowing to receive quality indicators of process when functioning the pilot unit are received. This knowledge significantly expands information content borders in the field of technical means and technologies of mechanization of postharvest processing of grain. What promotes development and design of the cars working at the innovative principles.

Keywords: agriculture, quality of work, posleubrochny processing of grain.

Введение

Реализация программы научно-технического развития сельского хозяйства предполагает совершенствование существующих, а также создание инновационных технических средств и технологий, обеспечивающих механизацию, автоматизацию и электрификацию агропромышленного комплекса страны на современном уровне [1, 4–6, 8–11]. Ключевое место в сельскохозяйственном производстве России уделяется производству зерна. Недопустимо высокий уровень потерь зерна на различных этапах его производства, начиная от возделывания и заканчивая послеуборочной обработкой, оказывает негативное влияние на объемы и экономику зернового хозяйства. Необходимо существенно повысить эффективность использования материально-технической базы, в том числе на этапе послеуборочной обработки зерна [2, 3, 7], поскольку потери при обработке превышают в 2–3 раза потери при уборке. В общей структуре затрат доля на послеуборочную обработку составляет 30–60 %, а в структуре себестоимости – 40 %. Своевременная и качественная послеуборочная обработка зерна – один из путей сокращения его потерь и улучшения качества. Важной операцией послеуборочной обработки зерна является его охлаждение и сушка. Существующие охладительные устройства не отвечают современным требованиям. В этой связи остро стоит вопрос создания машин нового поколения.

Цель исследования

Создание охладительной установки зерна, отвечающей высоким требованиям, а также разработка и изготовление опытного образца установки, на которой для проверки и подтверждения теоретических предпосылок были проведены экспериментальные исследования.

Материалы и методы исследования

Для создания охладительной установки зернистых материалов, отвечающим самым высоким требованиям разработан и изготовлен опытный образец (рис. 1). Для того, чтобы подтвердить теоретические предпосылки, полученные в ходе аналитических изысканий, возникла необходимость проведения экспериментальных исследований. Важным звеном в этом ряду решаемых задач являлось получение различных опытных зависимостей, описы-

вающих процесс охлаждения зернистых материалов, в том числе критериальных.

Установка включает рабочую камеру 1, щелевой аппарат 2, выпускной патрубок 3, шлюзовой затвор 4, приемный бункер 5, вентилятор среднего давления 6, высоконапорный вентилятор 7, щит управления 8 и раму 9.

Опытная охладительная установка зернистых материалов функционирует следующим образом. Зерно, которое по своим температурным характеристикам превышает нормативные пределы, из приемного бункера установки подается в рабочую камеру вихревым воздушным потоком с помощью вентилятора среднего давления. В камере обрабатываемый материал активно обдувается закрученным потоком воздуха при высоких скоростях обтекания и активно охлаждается. Получение закрученного потока возникает в камере за счет подачи наружного воздуха высоконапорным вентилятором через щелевой аппарат. Постоянная транспортировка охлажденного зерна из установки происходит через шлюзовой затвор, а отработанный воздух через центральный выпускной патрубок направляется наружу.

С целью экспериментального исследования процессов, происходящих при работе опытной охладительной установки зернистых материалов, использовались методы физического моделирования. В соответствии с теорией подобия процесс теплообмена, происходящий при высоких скоростях обтекания между отдельно рассматриваемой зерновкой и закрученным воздушным потоком, можно представить как

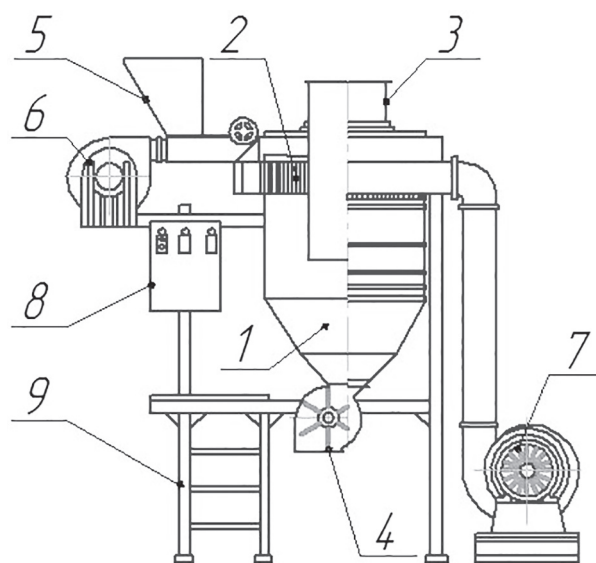


Рис. 1. Опытная охладительная установка зернистых материалов

процесс теплообмена, происходящий между неподвижной зерновкой и высокоскоростным воздушным потоком, обтекающим ее.

С целью проверки и подтверждения аналитических изысканий опытным путем был спроектирован и изготовлен стенд, который включает:

- аппарат для подачи наружного воздуха под давлением, состоящий из компрессора РГН-1300А и ресивера объемом 1,61 куба;

- устройство, позволяющее нагревать зерновку до необходимой температуры, и емкость для адсорбента;

- устройство, позволяющее охлаждать зерновки, состоящее из трубы и вентиля-регулятора.

Контрольно-измерительные приборы: автоматически пишущий потенциометр КСП-5,1 с термопарой из хромоникеля; манометр ММН и термометр, в качестве рабочего тела которого служит спирт.

Наружный воздух подавался газодувкой в трубу через вентиль с широким диапазоном регулирования, на выходе которой устанавливалась термопара с неподвижно установленной зерновкой. В процессе обдувания исследуемого материала нагнетаемым снаружи воздухом происходило его охлаждение, а варьирование температуры регистрировалось на автоматически записывающем устройстве потенциометра. Остывшую зерновку вновь нагревали в горячем адсорбенте, который, в свою очередь, нагревался с помощью электронагревательного приспособления. Доведя температуру объекта эксперимента до определенного значения, его снова охлаждали при других диапазонах скоростного режима воздушного потока.

Для проведения экспериментов в середине бороздки зерновок пшеницы были просверлены отверстия диаметром 0,8 мм. Поочередно образцы зерновок устанавливались на конец термопары, и опыты проводились при различных скоростях обтекания.

Результаты

Обработка данных, полученных опытным путем и их тщательный анализ позволили получить следующие эмпирические зависимости для вычисления коэффициента теплоотдачи в процессе охлаждения зерна:

$$\alpha_3 = 0,244 \frac{\lambda \cdot V^{0,6}}{d_{\text{пр}}^{0,4} \cdot v^{0,6}}, \quad (1)$$

где λ – параметр, характеризующий теплопроводность воздуха, Вт/м²С; v – кинематическая

вязкость воздуха, м²/с; V – скорость воздушного потока при обтекании зерна, м/с; $d_{\text{пр}}$ – приведенный диаметр образца зерновки, м.

Классическим уравнением, характеризующим процесс теплообмена различных тел, является критериальная зависимость вида $Nu = f(Re)$.

В результате проведения некоторых преобразований зависимости (1) получаем экспериментальное выражение формулы для нахождения критериальных данных:

$$\frac{\alpha_3 d_{\text{пр}}}{\lambda} = 0,244 \frac{d_{\text{пр}}^{0,6} V^{0,6}}{v^{0,6}};$$

$$Nu_3 = 0,244 Re^{0,6}. \quad (2)$$

Представленные выражения в комплексе с аналогичными формулами разных исследователей отражены на рис. 2.

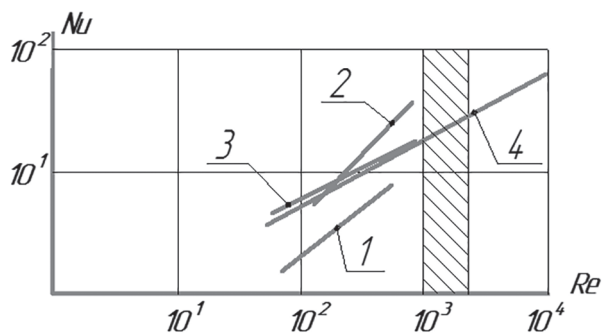


Рис. 2. Зависимости критерия Нуссельта от чисел Рейнольдса:

- 1 – В.М. Лурье – для плотного слоя;
- 2 – А.В. Авдеева – для виброожиженного слоя;
- 3 – И.М. Федорова – для кипящего слоя;
- 4 – экспериментальная; Nu – критерий Нуссельта; Re – число Рейнольдса

Из рис. 2 видно, что при скоростях обдува, равных скорости витания зерна, или числа Рейнольдса (заштрихованная часть), число Нуссельта, характеризующее интенсивность теплообмена, составляет 20–30, что в 2–3 раза больше, чем при охлаждении зерна в кипящем слое и на порядок – в плотном слое (2–3).

Таким образом, при этих значениях скоростей обтекания процесс теплообмена происходит значительно активнее.

Зависимости, полученные вышеперечисленными авторами, действительны только для чисел Рейнольдса Re до 10^3 . Математические выражения, которые нам удалось получить, позволяют описывать процессы, происходящие при охлаждении зерна в интервале чисел от 10^3 до 10^4 .

Выводы

Полученные экспериментальным путем зависимости позволяют уточнить и подтвердить известные ранее аналитические выкладки, определяют новые знания, необходимые для разработки и проектирования технических средств и технологий для механизации производственных процессов возделывания злаковых культур, а именно послеуборочной обработки зерна.

Литература

1. Бутенко А.Ф. Экспериментальное определение параметров активного питателя ленточного метателя зерна / А.Ф. Бутенко, А.В. Асатурян, С.М. Чепцов // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1. С. 17–21.
2. Шуханов С.Н. Планирование и методика проведения экспериментальных исследований зернометателей барабанного типа / С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского ГАУ. 2015. № 5. С. 71–73.
3. Шуханов С.Н. Элементы взаимодействия частиц зернового вороха с воздухом при работе ленточного метателя / С.Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. 2015. № 12. С. 58–59.
4. Шуханов С.Н. Повышение эффективности машин для сухой очистки корнеплодов / С.Н. Шуханов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 2. С. 13–14.
5. Шуханов С.Н. Элементы взаимодействия зерна с лопаткой барабана метателя / С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского ГАУ. 2016. № 2, с. 63–65.
6. Шуханов С.Н. Оптимизация технологических процессов при почвообработке и посеве зерновых культур / С.Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. 2016. № 11. С. 59–62.
7. Шуханов С.Н. Разделение зернового вороха на фракции с помощью лопастного метателя зерна / С.Н. Шуханов // Пермский аграрный вестник. 2016. № 4. С. 76–80.
8. Шуханов С.Н. Автоматическое регулирование работы молотильных аппаратов при уборке зерновых культур / С.Н. Шуханов // Вестник АПК Верхневолжья. 2016. № 4. С. 75–78.
9. Шуханов С.Н. Усовершенствованный способ возделывания корнеплодов в сухостепной зоне / С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 1 (69). С. 112–113.
10. Шуханов С.Н. Зависимость сепарации зерна от его упругости / С.Н. Шуханов // Аграрная наука. 2018. № 1. С. 25–26.
11. Шуханов С.Н. Аналитическое исследование процесса дозирования торфа бункером-дозатором / С.Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. 2018. № 3. С. 56–57.

References

1. Butenko A.F. Experimental determination of the parameters of the active feeder of the ribbon grain thrower / A.F. Butenko, A.V. Asaturyan, S.M. Cheptsov // Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol. 2015. № 1, p. 17–21.
2. Shukhanov S.N. Planning and methods for carrying out experimental studies of grain-type barrels / S.N. Shukhanov // Proceedings of the Orenburg State Technical University. 2015. № 5, p. 71–73.
3. Shukhanov S.N. Elements of the interaction of particles of grain heap with air during the operation of a belt thrower / S.N. Shukhanov // Agrarian Scientific Journal. 2015. № 12, p. 58–59.
4. Shukhanov S.N. Increase in the efficiency of machines for dry root crops cleaning / S.N. Shukhanov // Mechanization and electrification of agriculture. 2016. № 2, p. 13–14.
5. Shukhanov S.N. Elements of the interaction of grain with a shovel of the thrower drum / S.N. Shukhanov // Proceedings of Orenburg State Technical University. 2016. № 2, p. 63–65.
6. Shukhanov S.N. Optimization of technological processes in soil cultivation and sowing of cereal crops / S.N. Shukhanov // Agrarian Scientific Journal. 2016. No. 11, p. 59–62.
7. Shukhanov S.N. Separation of grain heaps into fractions using a paddle thrower / S.N. Shukhanov // Perm agrarian bulletin. 2016. № 4, p. 76–80.
8. Shukhanov S.N. Automatic regulation of the threshing apparatus operation during harvesting of cereals / S.N. Shukhanov // Bulletin of the Agroindustrial Complex of the Upper Volga Region. 2016. No. 4, p. 75–78.
9. Shukhanov S.N. Improved method of cultivating root crops in the dry steppe zone. Shukhanov // Proceedings of the Orenburg State Technical University. 2018. No. 1 (69), p. 112–113.
10. Shukhanov S.N. Dependence of grain separation on its elasticity / S.N. Shukhanov // Agrarian Science. 2018. No. 1, pp. 25–26.
11. Shukhanov S.N. Analytical study of the process of dosing of peat by a hopper-doser / S.N. Shukhanov // Agrarian Scientific Journal. 2018. № 3, p. 56–57.