

ОБЗОР И АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ОХЛАДИТЕЛЕЙ ЗЕРНА КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫХ МАШИН

REVIEW AND ANALYSIS OF GRAIN CHILLERS TO CREATE MORE ADVANCED MACHINES

Алтухова Т.А. — кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессионального обучения»

Шуханов С.Н. — доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК»

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского»

664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный

E-mail: altukhova@bk.ru

Развитие сельскохозяйственного производства на современном этапе предполагает инновационный подход к решению сложных задач агропромышленного комплекса. Важнейшим направлением механизации обработки зерна является разработка охладителей, работающих на качественно новом уровне. Для создания основы совершенствования таких устройств проведен обзор и анализ исследований охладителей зерна. Ученые исследовали процесс охлаждения зерна в плотном слое, вибросжиженном слое, под воздействием потока воздуха. Определены показатели качества работы аппаратов для охлаждения зерна. Найдены теоретические зависимости, описывающие эти процессы. Выявлены положительные и отрицательные характеристики устройств, обеспечивающих их функционирование. Предложен способ интенсификации процесса теплообмена за счет увеличения скорости обтекания зерна воздухом как наиболее эффективный.

Ключевые слова: обзор, анализ, охлаждение зерна.

Введение

Реализация программы научно-технического развития агропромышленного комплекса предполагает создание технических средств и технологий, отвечающих современным требованиям [2, 4; 8–11]. Одной из ключевых проблем является совершенствование охладителей зерна как важнейшего звена в послеуборочной обработке хлебной массы.

Методы исследования

Основой для создания более совершенных машин, в том числе, является обзор и анализ исследований по данной тематике.

Результаты исследования

В.М. Лурье [5], изучая процесс охлаждения зерна в плотном слое, получил критериальную зависимость, характеризующую интенсивность теплообмена для чисел $Re = 80–700$:

$$N_U = 0,055Re^{0,79}, \quad (1)$$

где $N_U = \frac{\alpha d_{np}}{\lambda}$ — критерий Нуссельта, характеризующий интенсивность теплоотдачи; $Re = \frac{v d_{np}}{\nu}$ — критерий

Рейнольдса, характеризующий вязкостно-инерционный режим процесса; α — коэффициент теплоотдачи, Дж/м²·ч·°С; ν — скорость обтекания, м/с; λ — теплопрово-

Altukhova T.A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Shukhanov S.N. — Doctor of Engineering Sciences, Professor

Federal State agrarian University named after A. A. Izhevskogo
664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk region, Molodezhny settlement
E-mail: altukhova@bk.ru

The development of agricultural production these days involves an innovative approach to solving complex problem of the agro-industrial complex. The most important direction of mechanization of grain processing is the development of coolers operating at a qualitatively new level. To create the basis for the improvement of such devices, a review and analysis of grain chillers were performed. Scientists have investigated the process of chilling grain in a dense layer, vibro-liquefied layer and under the air flow. Indicators of quality of the chillers were defined. Theoretical relations describing these processes were found. Positive and negative characteristics of the devices providing their functioning were revealed.

Indicators of quality of work of devices for cooling of grain are defined. Found theoretical relations describing these processes. Positive and negative characteristics of the devices providing their functioning are revealed. The intensification of the heat exchange by increasing the speed of air flow around the grain was considered as a most effective method.

Keywords: review, analysis, grain chillers.

дность воздуха, Вт/м²·°С; ν — кинематическая вязкость воздуха, м²/с; d_{np} — приведенный диаметр зерновки, м.

Зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости обтекания для значений $<0,7$ м/с выразил:

$$\alpha = 16,0 + 22,4v^{0,44} \quad (2)$$

из которой явствует, что данный коэффициент зависит только от скорости обтекания.

С.Д. Птицын [6] установил, что в процессе теплообмена в плотном слое даже при незначительном увеличении скорости обдува (от 0,3 до 0,7 м/с) резко сокращается продолжительность охлаждения зерна (рис. 1).

Эти показатели доказывают, что ускорение теплообменных процессов главным образом зависит от скорости обтекания.

А.В. Авдеев [1] получил критериальную зависимость в процессе теплообмена в вибросжиженном слое с коэффициентом порозности $\varepsilon = 0,5–0,7$ для чисел $Re = 275–955$

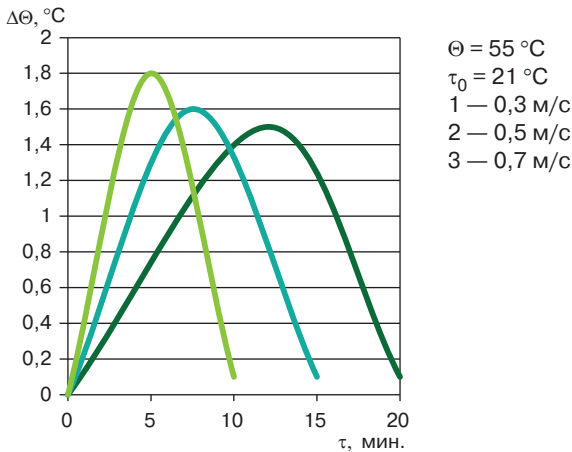
$$N_U = 0,029Re^{1,03} \quad (3)$$

и зависимость коэффициента теплоотдачи для значений

$$\begin{aligned} v &= 0,3–0,8 \text{ м/с} \\ \alpha &= 0,029 \frac{\lambda \cdot v}{\varepsilon \cdot \nu} \end{aligned} \quad (4)$$

Исследования теплообменного процесса при повышении скорости обтекания до 1,4 м/с, проведенные

Рис. 1. Корреляция разности температуры зерна от продолжительности обработки при различных скоростях обдува



ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев А.В. Изыскание и исследование рациональных охладителей для зерносушилок сельскохозяйственного типа: Автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 — М., 1975. — 19 с.
2. Алтухова Т.А. Структуризация машин для охлаждения зерна / Т.А. Алтухова, Г.Ф. Ханхасаев, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. — 2014. — № 62. — С. 85–89.
3. Блохин П.В. Эффективность охлаждения зерна пшеницы на агрогравитационном транспорте // Научные труды / ВНИИЗ. — М. — 1970. — Вып. 70. — С. 209–216.
4. Буянтуев С.Л. Энергетические машины и установки / С.Л. Буянтуев, С.Н. Шуханов, А.С. Кондратенко // Издательство Бурятский госуниверситет, 2010. — 210 с.
5. Лурье В.М. Исследование процесса охлаждения зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1970. — 27 с.
6. Птицын С.Д. Зерносушилки, технологические основы, тепловой расчет и конструкции. — М.: машиностроение, 1966. — 203 с.
7. Федоров Н.М. Теория и расчет процессов сушки во взвешенном состоянии: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1951. — 19 с.
8. Ханхасаев Г.Ф. Определение коэффициента теплоотдачи зерна при работе вихревого охладителя / Г.Ф. Ханхасаев, Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов, Ц.В. Цэдэшиев // Вестник ИрГСХА. — 2014. — № 63. — С. 91–95.
9. Ханхасаев Г.Ф. Аэродинамика рабочей камеры вихревого охладителя зерна / Г.Ф. Ханхасаев, С.Н. Шуханов, Т.А. Алтухова, Ц.В. Цэдэшиев // Вестник ВСГУТУ. — 2015. — № 5. — С. 44–47.
10. Ханхасаев Г.Ф. Лабораторная установка вихревого охладителя зерна / Г.Ф. Ханхасаев, Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов, Ц.В. Цэдэшиев // Вестник БурГСХА. — 2015. — № 1. — С. 57–59.
11. Ханхасаев Г.Ф. Элементы процесса теплообмена при охлаждении зерна в интенсивных аэродинамических полях / Г.Ф. Ханхасаев, Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. — 2015. — № 3. — С. 61–63.

П.В. Блохиным [3] и И.М. Федоровым [7] при обработке зерна в кипящем слое, дали следующие результаты.

Критериальная зависимость такого процесса для чисел $Re = 200\text{--}900$ выражается формулой:

$$N_U = 0,62Re^{0,5}. \quad (5)$$

Коэффициент теплоотдачи, зависящий только от скорости обтекания, определяется для значений $\nu = 1,1\text{--}1,4$ м/с при известных значениях $\lambda, \varepsilon, d_{пр}, \nu$ по формуле

$$\alpha = 81,93^{0,5}. \quad (6)$$

Анализ этой зависимости показывает, что интенсивность теплообмена далеко не исчерпана.

Вывод

Результаты обзора и анализа исследований охладителей зерна показывают, что интенсификация процесса теплообмена достигается увеличением скорости обтекания воздухом.

REFERENCES

1. Avdeev A.V. Research and research of rational coolers for grain dryers of agricultural type: Abstract of the dissertation. ... cand. tech. Sciences: 05.20.01 — М., 1975. — 19 p.
2. Altukhova T.A. The structuring of machines for grain cooling / T.A. Altukhova, G.F. Khankhasaev, S.N. Shukhanov // Bulletin of IrGSKhA. — 2014. — № 62. — P. 85–89.
3. Blokhin P.V. Efficiency of cooling wheat grain on agro-gravitational transport // Scientific works / VNIIZ. — М. — 1970. — Issue. 70. — P. 209–216.
4. Buyantuev S.L. Power Machines and Installations / S.L. Buyantuev, S.N. Shukhanov, A.S. Kondratenko // Publishing house Buryat State University, 2010. — 210 p.
5. Lurie V.M. Investigation of the process of grain cooling: author's abstract. dis ... cand. tech. sciences. — М., 1970. — 27 p.
6. Ptitsyn S.D. Grain dryers, technological bases, thermal calculation and design. — М.: mechanical engineering, 1966. — 203 p.
7. Fedorov N.M. Theory and calculation of drying processes in a suspended state: Author's abstract of thesis. dis ... cand. tech. sciences. — М., 1951. — 19 p.
8. Khankhasaev G.F. Determination of the coefficient of heat transfer of grain during the operation of the vortex cooler / G.F. Khankhasaev, T.A. Altukhova, S.N. Shukhanov, Ts.V. Tsedashiyevev // Bulletin of IrGSKhA. — 2014. — № 63. — P. 91–95.
9. Khanhasaev G.F. Aerodynamics of the working chamber of a vortex grain cooler / G.F. Khankhasaev, S.N. Shukhanov, T.A. Altukhova, C.V. Tsedashiev // Bulletin of the SSCU. — 2015. — № 5. — P. 44–47.
10. Khankhasaev G.F. Laboratory installation of the vortex grain cooler / G.F. Khankhasaev, T.A. Altukhova, S.N. Shukhanov, Ts.V. Tsedashiyevev // Bulletin of the State University of Civil Aviation. — 2015. — № 1. — P. 57–59.
11. Khanhasaev G.F. Elements of the process of heat exchange during grain cooling in intense aerodynamic fields / G.F. Khankhasaev, T.A. Altukhova, S.N. Shukhanov // Agrarian Scientific Journal. — 2015. — № 3. — P. 61–63.