

УДК 621.316

МУНАССАР Е.Х.А. аспирант (КубГТУ)  
Научный руководитель ШОРСТКИЙ И.А. к.т.н., доцент (КубГТУ)  
Г. Краснодар

## ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СУШКА ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Сушка электрогидродинамическим потоком (НАП) в последние годы начала активно использоваться в сельском хозяйстве в качестве альтернативы традиционной тепловой сушке [1]. Использование технологии низкотемпературной атмосферной плазмы имеет ряд преимуществ перед традиционными технологиями, среди которых — равномерность обработки, сохранение целостности семян, отсутствие химических реагентов. Как следствие, использование плазменных технологий в сельском хозяйстве представляет собой переход к экологически чистым и безопасным технологиям [1-3]. Изначально для стимуляции прорастания семян и роста растений применялась техника холодной плазмы, основанная на коронном разряде [4, 5], ВЧ-разряде низкого давления [6], тлеющем разряде [7] и других типах источников плазмы [8, 9].

Цель данной работы — исследовать влияние электрогидродинамического потока на сушку зерновых материалов в лаборатории передовых электрофизических технологий и новых материалов Кубанского государственного технологического университета.

В качестве объекта исследования взята яровая пшеница, а в качестве оборудования — схема непрерывной сушки капиллярно-пористого тела в условиях электрогидродинамического потока (см. рис. 1).

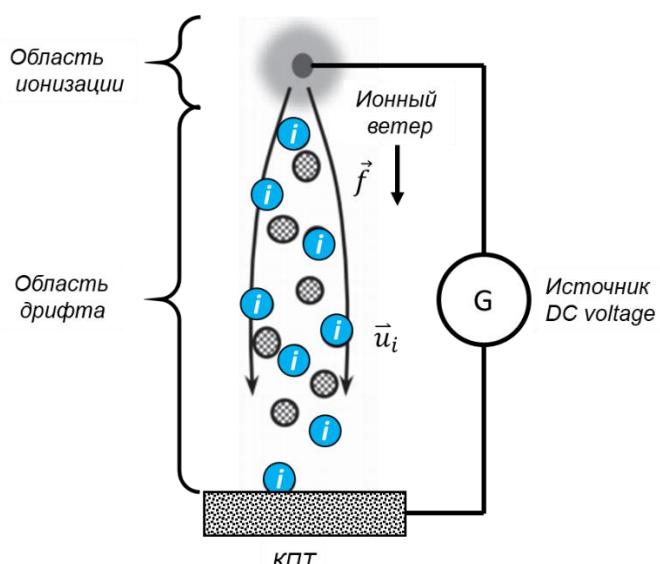


Рисунок 1. Схема установки для непрерывной сушки капиллярно-пористого тела в условиях электрогидродинамического потока.

Пропускание электроактивированного сушильного агента, содержащего озона-воздушную смесь, и группы ионов  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^-$  и  $\text{H}^+$  сквозь слой зернового материала при работе в режиме искрового (опыт В) и коронного разряда (опыт Б) при атмосферном давлении с объемной плотностью электрических зарядов  $10^{-2}$  -  $10^{-1}$  Кл/м<sup>3</sup> позволяет достичь максимального эффекта ускорения процесса сушки зернового материала. На рисунке 2 представлены кривые сушки зернового материала для поставленных опытов.

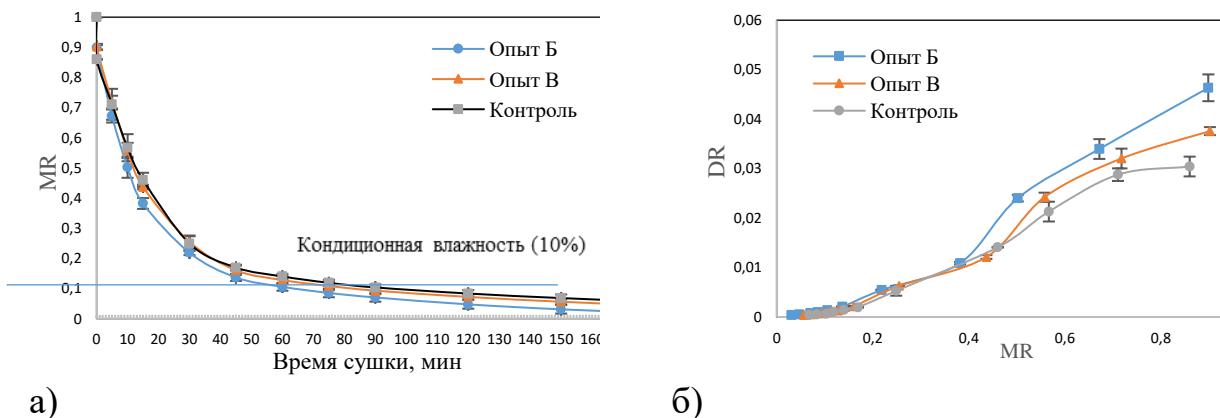


Рисунок 2. Кривая сушки (а) и скорости сушки (б) зернового материала для поставленных опытов

При одновременном участии озона-воздушной смеси и воздействия коронного разряда формируются три градиента, влияющих на массоперенос: градиент температуры, градиент химического потенциала и градиент электрического поля. При воздействии коронного разряда (опыт Б) влага, которая находится в зерновом материале, становится насыщенной ионами. Возникает также дополнительная сила движения влаги, основанная на эффекте электроосмоса, при котором влага, насыщенная ионами под действием электростатики, двигается к соответствующему по знаку электроду. Подобные эффекты были замечены и в работах авторов, моделирующих коллоидно-пористые тела [10, 11].

Таким образом, можно предположить, что при работе представленной технологии на малотоннажной зерносушилке (100 тонн сырья в сутки) предварительная электрофизическая обработка потенциально может увеличить производство примерно на 10-15 тонн в сутки. Это число потенциально способно обеспечить дополнительный доход, который увеличит как норму прибыли, так и окупаемость инвестиций в оборудование обработки слаботочным плазменным каналом искрового разряда. В настоящее время разрабатываемые нашей исследовательской группой технологии предварительной электрофизической подготовки растительных материалов показывают значительные технологические результаты.

**Благодарности.** «Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/42.

**Список литературы:**

- 1 Ohta, T. Chapter 8 - Plasma in Agriculture. In Cold Plasma in Food and Agriculture; Misra, N. N., Schlüter, O., Cullen, P. J., Eds.; Academic Press: San Diego, 2016; pp 205–221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801365-6.00008-1>.
- 2 Chizoba Ekezie, F.-G.; Sun, D.-W.; Cheng, J.-H. A Review on Recent Advances in Cold Plasma Technology for the Food Industry: Current Applications and Future Trends. Trends Food Sci. Technol., 2017, 69, 46–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.007>.
- 3 Hashizume, H.; Kitano, H.; Mizuno, H.; Abe, A.; Yuasa, G.; Tohno, S.; Tanaka, H.; Ishikawa, K.; Matsumoto, S.; Sakakibara, H.; et al. Improvement of Yield and Grain Quality by Periodic Cold Plasma Treatment with Rice Plants in a Paddy Field. Plasma Process. Polym., 2021, 18 (1), 2000181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ppap.202000181>.
- 4 Mravlje, J.; Regvar, M.; Vogel-Mikuš, K. Development of Cold Plasma Technologies for Surface Decontamination of Seed Fungal Pathogens: Present Status and Perspectives. J. Fungi, 2021, 7 (8). <https://doi.org/10.3390/jof7080650>.
- 5 Misnal, M. F. I.; Redzuan, N.; Zainal, M. N. F.; Ahmad, N.; Raja Ibrahim, R. K.; Agun, L. Cold Plasma: A Potential Alternative for Rice Grain Postharvest Treatment Management in Malaysia. Rice Sci., 2022, 29 (1), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsci.2021.12.001>.
- 6 Fang, M. J. The Effect of Low-Pressure Plasma Treatment of Seeds on the Plant Resistance to Pathogens and Crop Yields. J. Phys. D Appl. Phys., 2020, 53, 244001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ab7960>.
- 7 Дубинов, А. Е.; Лазаренко, Е. Р.; Селемир, В. Д. Влияние воздушной плазмы тлеющего разряда на семена зерновых культур. IEEE Трансакции по плазменной науке, 2000, 28 (1), 180-183. <https://doi.org/10.1109/27.842898>.
- 8 Scholtz, V.; Šerá, B.; Khun, J.; Šerý, M.; Julák, J. Effects of Nonthermal Plasma on Wheat Grains and Products. J. Food Qual., 2019, 2019, 7917825. <https://doi.org/10.1155/2019/7917825>.
- 9 Балданов Б.Б., Ранжуров Т.В., Сордонова М.Н., Будажапов Л.В. Изменение свойств и структуры поверхности зерен под воздействием тлеющего разряда при атмосферном давлении. Доклады по физике плазмы, 2020, 46 (1), 110-114. <https://doi.org/10.1134/S1063780X2001002X>.
10. Rashidi S., Bafeqr H., Masoodi R., Languri E. M.. EHD in thermal energy systems-A review of the applications, modelling, and experiments //Journal of Electrostatics. – 2017. – Т. 90. – С. 1-14.
11. Baldanov B. B., Ranzhurov Cz. V., Sordonova M. N., Budazhapov L. V. Changes in the properties and structure of the surface of grain seeds under the influence of a smoldering discharge of atmospheric pressure // Advances in Applied Physics. – 2019. – Vol. 7. – No. 3. – p. 261.