

## **ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

**Евдокимов А.В.**

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий  
г. Могилев, Беларусь**

Пророщенное зерно представляет собой бинарную смесь переменного состава – зерна и ростков, с различными структурно-механическими свойствами, геометрическими размерами, плотностью.

Эксперименты по измельчению пророщенного зерна ржи с последующей его досушкой в одном рабочем объеме установки были проведены в несколько этапов. На первом этапе определены основные технологические параметры, оказывающие наибольшее влияние на процесс механотермической переработки зерна. Степень влияния каждого из параметров определялась путем предварительного однофакторного эксперимента. Полученные данные не обладали устойчивыми зависимостями, что позволило сделать вывод о комплексности поставленной задачи, объясняющейся сложной взаимосвязью отдельных факторов между собой. В результате был спланирован и проведен многофакторный эксперимент по плану  $2^4$  со звездой [1].

Факторами варьирования выступали: начальная влажность пророщенного зерна ( $W_1$ , %), производительность установки по исходному продукту ( $G$ , кг/с), температура сушильного агента ( $t$ , °C), частота вращения ножевого роторного измельчителя ( $n$ ,  $c^{-1}$ ) [2].

В качестве выходной функции исследованы следующие показатели: конечная влажность получаемого продукта ( $W_2$ , %), среднее время пребывания материала в установке ( $\tau_{cp}$ , с) и медианный диаметр получаемого продукта ( $\delta_{50}$ , мкм).

При проведении исследований контролировался ряд вспомогательных параметров, используемых для промежуточных расчетов, таким параметром являлась температура окружающей среды, а также температура материала до и после осуществления процесса.

Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью пакета прикладных программ для математического и статического анализа данных STATGRAPHICSPlus, STATISTICA. Результатом стало получение графических и аналитических зависимостей, позволяющих оценить влияние входных факторов на выходную функцию.

Начальная и конечная влажность продукта, а также производительность по влажному материалу были объединены и выражены в виде единого безразмерного параметра  $\Delta$ , показывающего удельное количество влаги, отведенной от продукта в аппарате (1)

$$\Delta = \frac{L}{W} = \frac{G(W_1 - W_2) \times 10^{-2}}{GW_1 \times 10^{-2}} = \frac{W_1 - W_2}{W_1}, \quad (1)$$

где  $L$  – количество влаги, испаренной из материала, кг;  $W$  – количество влаги, внесенной в аппарат, кг;  $G$  – производительность установки по исходному продукту, кг/с.

Описанный параметр характеризует количество влаги испаренной из материала к количеству влаги внесенной в аппарат. Данный параметр может служить качественной оценкой эффективности процесса сушки, в идеальном случае он стремится к единице.

Полученные в ходе эксперимента данные позволили установить зависимость между удельным количеством влаги извлеченной из материала в установке  $\Delta$ , частотой вращения роторного измельчителя  $n$  и температурой сушильного агента  $t$ .

Зависимость описывается уравнением (2)

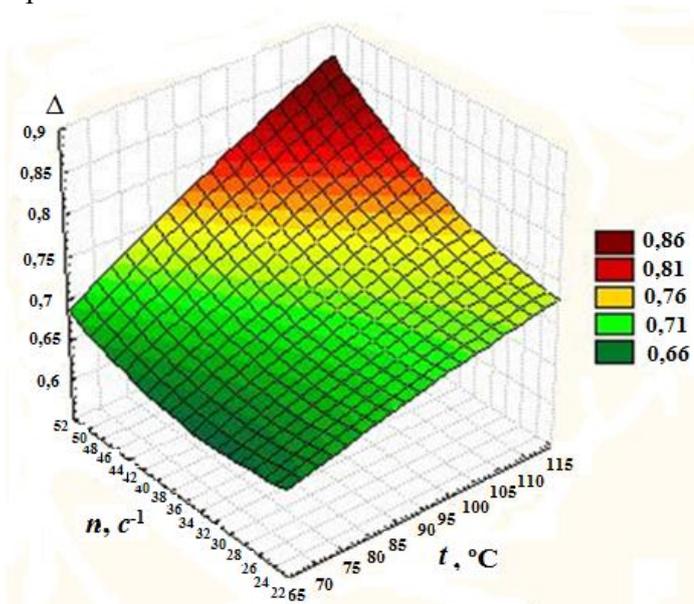
$$\Delta = 0,695 + 1,7 \times 10^{-3} n - 11,9 \times 10^{-3} t. \quad (2)$$

Графическая интерпретация полученной зависимости показана на рисунке 1.

Анализ поверхности отклика показывает, что с ростом температуры сушильного агента, удельное количество влаги, извлеченной из материала, возрастает, так как увеличение температуры является одним из факторов повышающих интенсивность процесса сушки.

С ростом частоты вращения ротора удельное количество влаги, извлеченной из материала, также возрастает, что объясняется увеличением свободной поверхности способной принять участие в процессе теплообмена.

Стоит отметить, что зависимость (2) является воспроизводимой только на исследуемой экспериментальной установке. Для того, чтобы воспользоваться уравнением при расчете промышленных аппаратов, необходимо провести моделирование данных условий с учетом масштабного фактора. Наиболее удобным является выражение переменных в виде критериев подобия, раскрывающих физический смысл каждого параметра.



**Рисунок 1 – Зависимость удельного количества влаги, извлеченной из материала  $\Delta$  от частоты вращения роторного измельчителя  $n$  и температуры сушильного агента  $t$ .**

#### **Список использованных источников**

1. Сычевская И.Д. Планирование научного эксперимента / И.Д. Сычевская. – М.: ИНИИТЭИприборостроения, 1976. – 75 с.
2. Шаршунов, В.А. Термомеханическая обработка пророщенного зерна ржи в аппарате с закрученными потоками / В.А. Шаршунов, М.А. Киркор, Е.Н. Урбанчик, Р.А. Бондарев, А.В. Евдокимов, И.О. Алексеенко // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия – 2018. – № 2. – С. 104 – 112.