

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАБОТУ СУШИЛКИ-ДИСПЕРГАТОРА

Пророщенное зерно различных злаковых культур является одним из перспективных продуктов для получения натуральных пищевых добавок и может использоваться для улучшения потребительских характеристик пищевых продуктов. В процессе промышленной переработки растительного сырья происходит значительная потеря содержащихся в нем биологически ценных веществ, что снижает эффект от использования пищевых порошков.

К перспективным направлениям совершенствования технологического процесса относят совмещение в одном рабочем пространстве тепловых, массообменных и механических процессов, что обеспечивает минимальное время переработки сырья. Разработка оборудования, реализующего этот метод, позволит получать пищевые порошки с максимальным сохранением биологически активных веществ.

На кафедре прикладной механики МГУП разработана экспериментальная установка, позволяющая одновременно проводить измельчение и сушку зерновых культур. Установка содержит вихревую сушильную камеру с установленным в ней роторным измельчителем, выполненным в виде пакета ножей. Для проведения исследования влияния режимных и технологических параметров работы установки на процесс термомеханической обработки пророщенного зерна составлена матрица для четырех независимых факторов по плану 2^4 со звездой.

Обработка экспериментальных данных проводилась при помощи специализированных программ математического и статистического анализа экспериментальных данных STATISTICA 7.0 и STATGRAPHICS Plus.

Выходными функциями являлись: конечная влажность получаемого продукта ($W_{кон}, \%$), среднее время пребывания материала в установке ($\tau_{ср}, с$) и медианный диаметр получаемого продукта ($\delta_{50}, мкм$). Факторами варьирования выбраны технологический параметр начальная влажность пророщенного зерна ($W_{нач}, \%$) и три режимных параметра: производительность установки ($G, кг/с$), температура сушильного агента ($t_{с.а.}, ^\circ C$), частота вращения роторного измельчителя ($n_{ротора}, об/с$).

Интервалы изменения факторов варьирования составляют:
 $W_{нач}=33\div 45\%$; $G=0,00833\div 0,01389$ кг/с; $t_{с.а.}=80\div 100^\circ C$; $n_{ротора}=30,75\div 43,25$ об/с.

На основании анализа экспериментальных данных были получены графические и аналитические зависимости, позволяющие оценить комплексное влияние входных факторов на выходные функции в пределах факторов варьирования.

После исключения незначимых факторов, уравнения регрессии, описывающие зависимость исследуемых показателей от выбранных факторов имеют следующий вид:

$$W_{кон} = -11,58 + 87,7G + 0,0392t + 0,609W_{нач}, \quad (1)$$

$$\tau_{ср} = 294,36 - 10329,3G - 1,99t - 2,17W_{нач} - 2,59n, \quad (2)$$

$$\delta_{50} = 31,38 + 18944,8G - 0,356t + 2,9W_{нач} - 0,695n - 0,121tW_{нач} + 0,288W_{нач}^2 - 0,237W_{нач}n. \quad (3)$$

Коэффициенты в правой части полученных аналитических зависимостей имеют размерности, которые учитывают размерности выходных функций в левой части.

Значимость коэффициентов в аналитических зависимостях и, как следствие, силу влияния факторов на изучаемый процесс определяли по карте Парето.

Наибольшее влияние на конечную влажность продукта $W_{кон}$ оказывает фактор G – производительность установки. С ростом значения данного фактора сила влияния на конечную влажность продукта $W_{кон}$ будет возрастать, числовое значение коэффициента при G в аналитической зависимости наибольшее. На втором месте по значимости влияния находится фактор $W_{нач}$. Наименьшее влияние на конечную влажность материала оказывает температура сушильного агента t .

На время пребывания материала в установке $\tau_{ср}$, наибольшее влияние оказывает фактор G . Далее по значимости влияния находятся факторы $W_{нач}$, $n_{ротора}$, $t_{с.а.}$.

На медианный диаметр получаемого продукта δ_{50} , наибольшее влияние оказывают факторы G – производительность установки. Далее по значимости влияния находятся факторы $W_{нач}$, $n_{ротора}$, $t_{с.а.}$. Сочетание таких факторов как температура сушильного агента и начальная влажность материала, частота вращения ротора и начальная влажность материала, квадрат начальной влажности материала оказывают наименьшее влияние на медианный диаметр получаемого продукта.

Проверка адекватности уравнений регрессии (формулы 1–3) проводилась по критерию Фишера с допустимой вероятностью 0,95.

Полученные уравнения корректно описывают технологический процесс в разработанной сушилке-диспергаторе и могут использоваться при расчетах и проектировании.