Определим число ударов вальцов барабана

Время заполнения молотильного аппарата можно определить исходя из его параметров:

$$T = \frac{\varphi_0 \cdot R^*}{V_\Pi}, \qquad (5)$$

где φ_0 – угол охвата подбарабанья.

Угол, поворота барабана за время равен

$$\varphi = \omega_б \cdot T = \frac{\omega_б \cdot \varphi_0 \cdot R^*}{V_П}, \qquad (6)$$

где $\omega_б$ – угловая скорость барабана.

Время, поворота барабана на угол φ равно

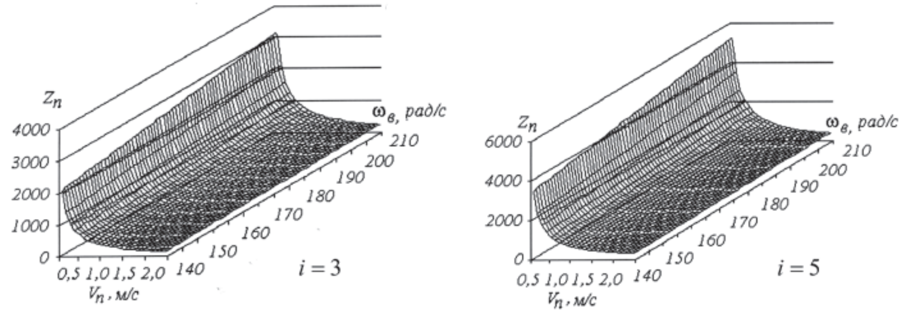
$$t_{\varphi_0} = \varphi / \omega_б.$$

Угол расстановки вальцов на барабане равен

$$\alpha = \frac{2\pi}{K_1},$$

где K_1 – число вальцов барабана.

Задавая частоту вращения барабана $\omega_в$ в пределах 140–210 рад/с, скорость подачи хлебной массы $V_п$ в пределах 0,2–2,5 м/с и числе граней вальцов $i = 3 – 8$, при фиксированных значениях остальных параметров, рассчитаем число ударов всех вальцов подбарабанья в пределах изменения частоты вращения барабана и скорости подачи хлебной массы. Для решения этой задачи разработан алгоритм и написана программа Impact, реализующая расчёты по формуле (4).



Зависимость числа ударов вальцов подбарабанья от $V_п$ и $Z_п$

Полученные графические зависимости просчитывались с шагом дискретизации 1 рад/с для частоты вращения и 0,1 м/с для скорости подачи.

С целью получения аналитических зависимостей числа ударов от скорости подачи хлебной массы произведена полиномиальная аппроксимация, а затем регрессионный и корреляционный анализы для выявления характера изменения исследуемых кривых. Исследование числа ударов от частоты вращения не проводилось, так как их зависимость линейная, и описывается уравнением прямой $y = kx + b$. Полиномиальная аппроксимация проводилась по 5 выбранным точкам. Регрессионный анализ проводился без предварительной сплайн-аппроксимации, поскольку все исследуемые кривые достаточно гладкие.

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Богус Ш.Н., Букаткин Р.Н., Полумеев С.В.

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, e-mai: pcls@bk.ru

Под логистическим распределением вероятностей с функцией распределения, понимается распределение

$$\psi(x) = [1 + \exp(-x)]^{-1},$$

где $\psi(ax + b)$, a – параметр масштаба; b – параметр сдвига. Функция $\psi(x)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению вида

$$d\psi / dx = \psi(1 - \psi).$$

Логистическое распределение вероятностей близко к их нормальному распределению

$$\sup_x |\psi(1{,}7x) - \phi(x)| < 0{,}01,$$

где $\Phi(x)$ – функция нормального распределения с математическим ожиданием, равным 0, и дисперсией, равной 1. Распределения $\psi(x) = [1 + \exp(-x)]^{-1}$ применяются для аппроксимации результатов теоретических и экспериментальных исследований, полученных при изучении сатурационных процессов с наличием предельного значения функции. Сатурационные процессы описывают: накопление биомассы в зерновке, при ее созревании; рост урожайности, при воздействии определенных факторов; изменение скорости движения хлебной массы в молотильном зазоре; статистические распределения прочности механической связи колосков с плодоножкой; урожайность культур от количества удобрений. Логистические функции являются трехпараметрическими, соответственно не линеаризуются. Многие процессы хорошо описываются логистической функцией при $0 \le x \le \infty$. Предлагаем алгоритм расчета ее параметров. Функция вида

$$\psi(x) = \left(1 + e^{-x}\right)^{-1}$$

удовлетворяет уравнению

$$y = y_{\max} \cdot \left(e^{cx} - 1\right) \big/ \left(e^{cx} + b\right),$$

при начальном уравнении $\psi(0) = 0{,}5$, тогда функция удовлетворяет уравнению:

$$\frac{dy}{dx} = y_{\max} \frac{b \cdot c}{1 + b} \left(\frac{1}{b} + \frac{y}{y_{\max}}\right) \cdot \left(1 - \frac{y}{y_{\max}}\right), \qquad (1)$$

при условии $y(0) = 0$ и при $x \ge 0$, $b > 0$, $c > 0$.

При различных значениях b, c и $y_{\max}$ получим кривые, согласующиеся с экспериментальными данными, которые могут быть представлены в виде:

$$y = y_{\max} \cdot \left(e^{cx} - 1\right) \big/ \left(e^{cx} + b\right), \qquad (2)$$

при условии, что $b > 0$, $c > 0$.

Значения параметров c и b определяются при $y_{\max}$.

Путем последовательных преобразований, с подстановкой $e^{cx_i} = z$, получим

$$z = z\frac{y_{\max}}{y_k} + \frac{y_{\max}}{y_k} - \frac{y_{\max}}{y_i}; \qquad (3)$$

$$b = \frac{z\left(y_{\max} - y_i\right) - y_{\max}}{y_i}. \qquad (4)$$

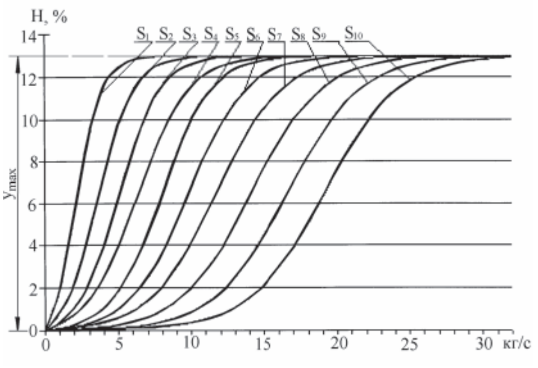


Рис. 1. Потери зерна от подачи при различных рабочих зазорах

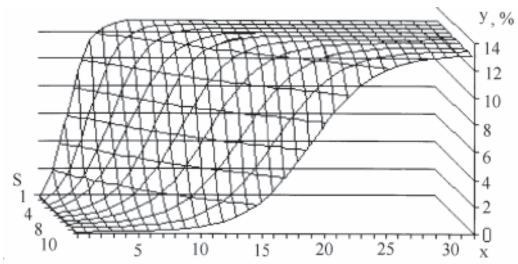


Рис. 2. Зависимость поверхности откликов потерь зерна от рабочего зазора и производительности молотильно-сепарирующего устройства

Дифференцируя функцию (3) дважды получим:

$$y'' = y_{\max} c^2 \left(b+1\right) e^{cx} \frac{\left(b - e^{cx}\right)}{(e^{cx}+b)^3}. \qquad (5)$$

Пусть

$$y''=0 \quad \Rightarrow \quad b = e^{cx} \quad \Rightarrow \quad cx = \ln b \quad \Rightarrow \quad x_0 = \ln b/c, \quad (6)$$

где x_0 – абсцисса точки перегиба логисты.

Ордината точки перегиба равна:

$$y_{\text{пер}} = y_{\max} \frac{e^{\ln b} - 1}{e^{\ln b} + b} = y_{\max} \left(\frac{1}{22} - \frac{1}{b}\right). \qquad (7)$$

При $b \to \infty$, получим $y_0 \to 0{,}5y_{\max}$.

Ордината точки перегиба не может быть больше половины ординаты «насыщения»:

$$y_0 = 0{,}5y_{\max}. \qquad (8)$$

Из (7) видно, что значение коэффициента b влияет на ординаты точки перегиба.

$$y_{\text{пер}} = 0{,}5\, y_{\max} \left(1 - 1/b\right). \qquad (9)$$

На положение абсциссы точки перегиба влияют коэффициенты b и c, т.к. $x_0 = \ln b/c$.

Выражение углового коэффициента касательной в точке перегиба имеет вид:

$$k = 0{,}25 y_{\max} \cdot c \left(1 + 1/b\right). \qquad (10)$$

Выводы.

1. Получен алгоритм расчета логистических зависимостей потерь зерна при любом распределении массива результатов экспериментальных исследований.

2. Анализ технологических процессов в сельскохозяйственном производстве, показал, что применение логисты при их описании являются более эффективным, чем использование других эмпирических и полуэмпирических зависимостей.

3. При применении логисты имеется возможность изучения процессов в любом интервале изменения аргументов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА УДАРОВ ВАЛЬЦОВ БАРАБАНА

Богус Ш.Н., Букаткин Р.Н., Полумеев С.В.

Кубанский Государственный аграрный университет, Краснодар, e-mail: pcls@bk.ru

Число ударов вальцов барабана определяется по формуле:

$$Z_{\text{б}} = \frac{\omega_{\text{в}} \omega_{\text{б}} t_{\varphi_0} i \varphi_0 K_1 R^*}{8\pi^2 V_{\Pi}}, \qquad (1)$$

где $\omega_{\text{в}}$ – частота вращения вальца; $\omega_{\text{б}}$ – угловая скорость барабана; t_{φ_0} – время, поворота барабана на угол φ; i – число граней вальца; φ_0 – угол охвата подбарабанья; K_1 – число вальцов барабана; R^* – расстояние от оси барабана до ребра вальца барабана; V_{Π} – скорость подачи обмолачиваемой массы.

Последовательность решения проводим аналогично изложенному выше, задавая частоту вращения вальцов барабана $\omega_{\text{в}}$ при фиксированных значениях остальных параметров, рассчитаем число ударов всех вальцов барабана в пределах изменения частоты вращения барабана и скорости подачи хлебной массы. Разработан алгоритм и написана программа Impact1, реализующая расчёты по формуле (1). Результаты расчётов представлены на рис. 1.

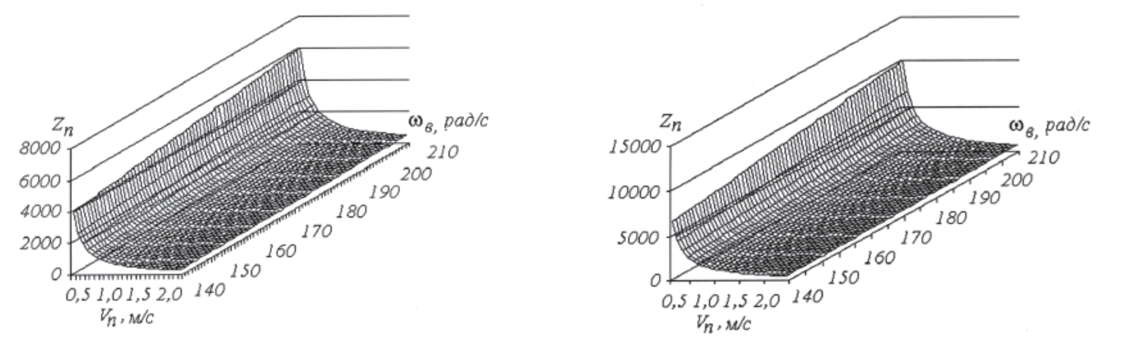


Рис. 1. Зависимость числа ударов вальцов барабана $Z_б$ от скорости подачи $V_П$

Аналогично ранее полученным графическим зависимостям просчитаны число ударов вальцов барабана в рабочем зазоре в той же последовательности и исходных параметрах.

Исследование числа ударов от частоты вращения не проводилось, так как на рис. 1, наблюдается их отчетливая линейная зависимость, описываемая общим уравнением прямой $y = kx + b$ Полиномиаль-