

2. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 415 с.
УДК 66.023.2+66.026.2

Топоров А.А., канд. техн. наук, доцент
Третьяков П.В., канд. техн. наук, доцент

Донецкий национальный технический университет, г. Покровск, andrii.toporov@donntu.edu.ua

ОБОБЩЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании химического оборудования актуальной остается задача оценки параметров безотказности и долговечности элементов. В этом случае конструктивные и технологические параметры рассматриваются как величины вероятностные, характеризующиеся законом распределения и рядом соответствующих статистик.

Важным этапом оценки безотказности работы оборудования являются определение и обоснование критериев работоспособности элемента, которые позволяют сформулировать условия его отказа. Для одного элемента таких критериев может быть несколько. В общем виде критерий работоспособности элемента можно представить как сопоставление действующего и допускаемого значения критериального параметра.

Рассмотрим два случая. В первом значение действующего критериального параметра x должно больше (меньше) допускаемого X (1), во втором – значение действующего критериального параметра x должно находиться в заданном диапазоне $[X_{\min}; X_{\max}]$ (2).

$$\text{Условие 1: } X > x. \quad \text{Условие 2: } x \in [X_{\min}; X_{\max}]. \quad (1)$$

Например, для условия 1: действующие механические напряжения должны быть меньше допускаемых; толщина стенки меньше критической; линейная деформация меньше допускаемой; для условия 2: значение концентрации вещества в реакторе должна находиться в заданных пределах; скорость движения рабочей среды должна находиться в заданных пределах и т.п.

Вероятность безотказной работы [1], т.е. выполнение условия 1, имеет вид:

$$R = P(X > x) = P(X - x > 0). \quad (2)$$

Тогда, при нормальном законе распределения допускаемого критериального параметра X и действующего критериального параметра x математическое ожидание M_ε и среднее квадратическое отклонение δ_ε случайной величины ε :

$$M_\varepsilon = M_X - M_x; \quad \delta_\varepsilon = \sqrt{\delta_X^2 - \delta_x^2}. \quad (3)$$

а вероятность безотказной работы можно выразить через ε , как:

$$R = P(\varepsilon > 0) = \int_0^\infty \frac{1}{\delta_\varepsilon \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon - M_\varepsilon}{\delta_\varepsilon} \right)^2} d\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_z^\infty e^{-\frac{1}{2} z^2} dz. \quad (4)$$

где z - нормированная случайная величина $z = (\varepsilon - M_\varepsilon) / \delta_\varepsilon$.

Вероятность безотказной работы можно найти при помощи функции стандартного нормального интегрального распределения $\Phi(z)$ [2]. Тогда формула (4) принимает вид:

$$R = 1 - \Phi\left(-\frac{(M_X - M_x) / \sqrt{\delta_X^2 - \delta_x^2}}{\delta_\varepsilon}\right) = 1 - \Phi(z). \quad (5)$$

где $\Phi(z)$ - функция стандартного нормального интегрального распределения.

Вероятность безотказной работы, т.е. выполнение условия 2, имеет вид:

$$R = P(X_{\min} \leq x \leq X_{\max}). \quad (6)$$

Известно [2], что вероятность попадания нормально распределенной случайной величины x в заданный интервал $[X_{\min}; X_{\max}]$ определяется по формуле:

$$R = P(X_{\min} \leq x \leq X_{\max}) = \Phi_0\left(\frac{X_{\max} - x}{\delta_x}\right) - \Phi_0\left(\frac{X_{\min} - x}{\delta_x}\right). \quad (7)$$

где $\Phi_0(x)$ - функция Лапласа: $\Phi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$, где $t = \frac{x - M_x}{\delta_x \sqrt{2}}$.

Для нормального закона распределения допускаемого критериального параметра X и действующего критериального параметра x плотности их нормального распределения имеют вид:

$$f_x(x) = \frac{1}{\delta_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x - M_x}{\delta_x}\right)^2}, -\infty < x < \infty; \quad f_X(X) = \frac{1}{\delta_X \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X - M_X}{\delta_X}\right)^2}, -\infty < X < \infty. \quad (8)$$

где $\delta_x, \delta_X, M_x, M_X$ - среднее квадратическое отклонение δ и математическое ожидание действующего x и допускаемого X ; критериальных параметров соответственно.

Для условия 1 на рисунке 1 а область безотказной работы показана одинарной штриховкой, а область отказа – двойной штриховкой. Соответственно, площади указанных областей являются вероятностями безотказной работы и отказа. Для условия 2 на рисунке 1 б область безотказной работы показана одинарной штриховкой, а площадь этой области является вероятностью безотказной работы.

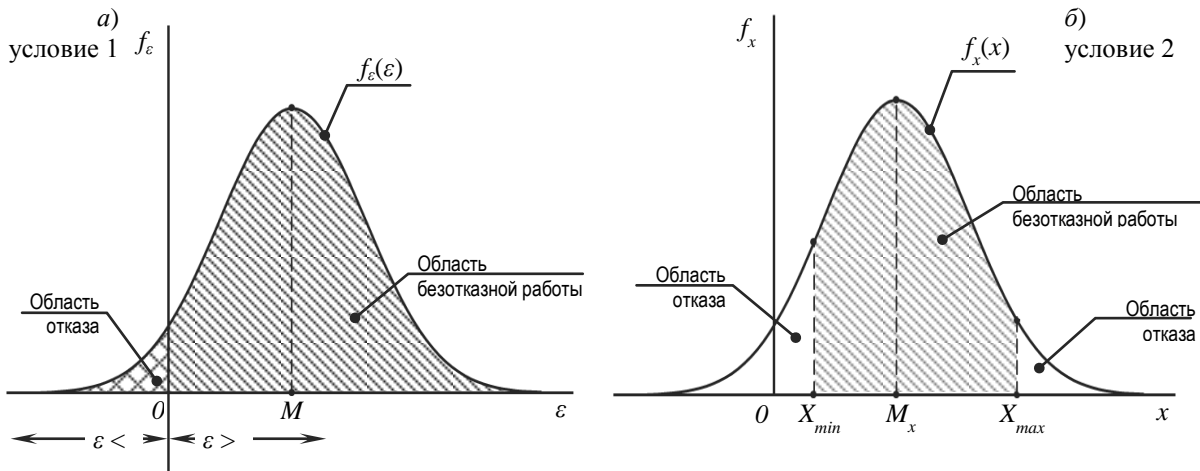


Рис. 1 – Графическая интерпретация отказа и безотказной работы.

Предложена методика оценки надежности химического оборудования, отличающаяся тем, что учитывает их вероятностный характер. В предложенной методике оценка надежности выполняется на основе сопоставления действующего и допускаемого критериальных параметров для двух случаев: когда значение действующего критериального параметра должно быть больше (меньше) допускаемого, и когда значение действующего критериального параметра должно находиться в заданном диапазоне.

Список ссылок

1. Капур К. Надежность и проектирование систем [Текст]/ К. Капур, Л. Ламберсон – М.: Издательство "Мир", пер. с англ. под ред. Ушакова И.А., 1980, – 605 с.

2. Корольок В.С. Справочник по теории вероятностей и математической статистике [Текст]/ В.С. Корольок, Н.И. Портенко, А.В. Скороход и др. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

Самохвалова О.В., канд. техн. наук, професор

Олійник С.Г., канд. техн. наук, доцент

Лапицька Н.В., аспірант

Степанькова Г.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Харківський державний університет харчування та торгівлі, nadegda.lapitskaja@gmail.com

ЩОДО ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШРОТУ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ В ТЕХНОЛОГІЇ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Відомо, що останніми роками в Україні стрімко розповсюджуються хвороби аліментарного характеру, викликані неповноцінністю харчового раціону населення [1-2]. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є створення продуктів оздоровчого призначення з підвищеним вмістом основних фізіологічно функціональних інгредієнтів. Традиційно одну із лідируючих позицій в раціонах харчування всіх верств населення нашої країни посідають хлібобулочні вироби, в тому числі житньо-пшеничні сорти хліба. Так, згідно з даними аналітичних досліджень, їх частка в асортименті хлібних виробів становить від 30% в південно-східних областях до 50% в північно-західних областях [2]. Асортимент житніх та житньо-пшеничних сортів хліба відрізняється великою різноманітністю, проте разом з тим відомо, що їх хімічний склад є не збалансованим за вмістом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин. Тому існує необхідність формування в асортименті житніх та житньо-пшеничних сортів хліба сегменту виробів оздоровчого призначення з підвищеним вмістом есенціальних речовин.

Науково обґрунтованим підходом до підвищення харчової цінності хліба є використання у його технологіях вторинних продуктів переробки зернових культур, які є природним джерелом біологічно цінних білків, неперетравлюваних полісахаридів та інших корисних речовин. У цьому зв'язку нами для підвищення харчової та біологічної цінності житньо-пшеничного хліба пропонується використовувати знежирений шрот зародків пшениці, що є вторинним продуктом у технологічному процесі виробництва зародкової олії. Він характеризується високим вмістом біологічно цінного білку, харчових волокон, вітамінів В₁, Е та РР, а також таких мінеральних речовин як калій, кальцій, марганець, залізо, хром [3].

На кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів ХДУХТ протягом останніх років проводяться дослідження щодо використання шроту зародків пшениці у технології хлібобулочних і кондитерських виробів із пшеничного борошна. Встановлено, що поряд з покращенням харчової та біологічної цінності виробів, у тісті за його додавання інтенсифікуються мікробіологічні, біохімічні процеси та підвищується в'язкість [4, 5]. Ці результати вказують на перспективність застосування шроту зародків пшениці у технології хліба з суміші житнього та пшеничного борошна.

В даній роботі узагальнено результати досліджень щодо впливу шроту зародків пшениці на органолептичні та фізико-хімічні показники якості житньо-пшеничного хліба, а також їх харчову цінність.

Контрольний зразок тіста готували прискореним способом із суміші житнього і пшеничного борошна у співвідношенні 1:1 з додаванням 2,5% сухої закваски «Puratos Othello Norma» (Бельгія), 2% хлібопекарських пресованих дріжджів, 1,5% кухонної солі. Під час приготування експериментальних зразків хліба шрот зародків пшениці у кількості 10...20% від загальної маси борошна вносили у сухому вигляді на стадії замішування