

Логанина В. И.,
Круглова А. Н.,
Давыдова О. А.

ДОСТОВЕРНОСТЬ КОНТРОЛЯ С УЧЕТОМ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА

Приведены сведения о влиянии погрешности измерения на вероятность принятия решения о приемке продукции при статистической нестабильности процесса производства. Показано на примере производства кирпича, что вероятность ошибки первого рода возрастает при снижении воспроизводимости процесса производства.

Ключевые слова: вероятность, контроль, достоверность, ошибки первого рода, статистика.

1. Введение

Проведенные ранее исследования показывают, что качество продукции определяется в числе других факторов стабильностью и воспроизводимостью технологического процесса производства. В [1–2] приведены сведения о влиянии настройки технологических процессов производства бетонных изделий на воспроизводимость и стабильность. Если обозначить действительное значение контролируемого параметра через U_d , а предельные значения как $U_{д.в.}$ — наибольшее допустимое значение параметра и $U_{д.н.}$ — наименьшее допустимое значение, то условие годности продукции:

$$U_{д.н.} \leq U_d \leq U_{д.в.}$$

Это значит, что годными изделиями считаются те, чьи действительные значения контролируемых параметров, указанных в технических условиях, лежат между наименьшим и наибольшим допустимыми значениями. На практике, однако, все измерения сопровождаются погрешностями, вызывающими приемку как ряда годных изделий по действительным отклонениям, выходящим за границы поля допуска (с вероятностью α_i), и ошибочную забраковку некоторой части годных изделий, действительные значения контролируемого параметра которых лежат в поле допуска (с вероятностью β_i). Отклонения в результате забраковки происходят в границах предельно допустимой погрешности измерения $\pm y_i$.

Таким образом, объективность контроля качества изделия зависит от достоверности результатов измерения, а, следовательно, и точности средств измерения (СИ) [3–9]. Погрешность измерения y может вызвать искажение действительного значения контролируемого параметра, т. е. результат измерения U , содержащий случайную погрешность измерения y вблизи границ поля допуска на значение параметра изделия, приводит к неопределенности оценки действительного значения контролируемого параметра, не давая возможности оценки действительной картины: находится ли контролируемый параметр в границах допуска или нет.

2. Постановка проблемы

Известно, что любой процесс подвержен совокупности причин изменчивости (вариабельности). При

этом существует две группы причин: первая — случайные причины, вызывающие естественные вариации результатов, разброс которых можно держать под контролем, и вторая — особые причины, вызванные действием особых факторов. Когда на систему действуют и системные, и особые вариации, ее состояние естественно назвать статистически неуправляемым или нестабильным.

Уровень дефектности зависит от того, как расположен (распределен) процесс относительно поля допуска. К показателям, характеризующим воспроизводимость процесса производства, относятся индексы воспроизводимости C_p и P_p и индексы пригодности C_{pk} и P_{pk} процесса. Если среднее процесса отлично или может быть отлично от центра поля допуска, то для анализа процессов следует применять индексы C_{pk} и P_{pk} . Эти индексы учитывают центрированность получаемых результатов [10].

Таким образом, необходимым условием проведения измерительного контроля является установление предельно допустимых значений контролируемого параметра (поля допуска) и погрешности измерений (в данном случае погрешности СИ в единицах измеряемой величины U), а также установление воспроизводимости процесса производства. На основании результата измерения y принимают решение о годности контролируемого изделия.

При любом виде и методе измерительного контроля каждого объекта эффективность применяемых решений на основе полученных результатов измерений (y) обусловлена следующим набором случайных событий, составляющим полную группу событий:

- вероятность того, что контролируемое по конкретному параметру изделие годно и будет признано годным;
- вероятность того, что контролируемое по конкретному параметру изделие дефектно и будет признано дефектным;
- вероятность того, что контролируемое изделие годное, но будет ошибочно признано дефектным — ошибка I рода (или ложный брак) (α);
- вероятность того, что контролируемое изделие дефектно, но будет ошибочно признано годным — ошибка II рода (или скрытый брак) (β).

3. Результаты расчетов

Для выяснения влияния погрешности измерения y , а также статистической нестабильности производства на результаты разбраковки изделий по контролируемому параметру принимаем, что законы рассеивания действительных значений контролируемого параметра изделий и погрешностей измерений известны. Принимаем:

- 1) закон распределения показателей качества;
- 2) систематическая погрешность изготовления равна нулю;
- 3) поле допуска изделия δ ограничено $U_{д.н.}$ и $U_{д.в.}$, причем середина поля допуска (номинальное значение $U_{ном.}$) может не совпадать со средним значением показателя качества;

4) погрешность измерения y также подчиняется нормальному закону со средним квадратическим отклонением σ_y , не имеет систематической составляющей и характеризуется практически предельным значением $\pm y_{д.}$;

Модель измеренного i -того параметра n -параметрического объекта контроля имеет вид [11, 12]:

$$z_i(t) = U_i(t) + y_i(t), \quad (1)$$

где $U_i(t)$ — истинное значение измеряемого параметра; $y_i(t)$ — погрешность, зависящая от времени и распределенная с плотностями вероятности $f(U_i)$ и $f(y_i)$ с среднеквадратическим отклонением σ_{U_i} и σ_{y_i} соответственно.

Совместная плотность вероятности в модели (1) определяется выражением:

$$f(U_i, y_i) = f(U_i)f(y_i|U_i), \quad (2)$$

где $f(U_i)$ — априорное распределение измеряемого параметра; $f(y_i|U_i)$ — условная плотность вероятности погрешности y_i при заданном сигнале U_i .

Расчетные формулы для определения риска производителя (α_i) и риска потребителя (β_i) имеют вид:

$$\alpha_i = \int_a^b f(U_i) \left[\int_{-\infty}^{a_1} f(y_i|U_i) dy_i + \int_{b_1}^{\infty} f(y_i|U_i) dy_i \right] dU_i, \quad (3)$$

$$\beta_i = \int_{-\infty}^a f(U_i) \left[\int_{a_1}^{b_1} f(y_i|U_i) dy_i \right] dU_i + \int_b^{\infty} f(U_i) \left[\int_{a_1}^{b_1} f(y_i|U_i) dy_i \right] dU_i, \quad (4)$$

где $[a_i; b_i]$ — интервал для погрешности y_i , при условии, что значения U_i попали в интервал $[a; b]$; i — оцениваемый параметр.

Рассмотрим процесс производства кирпича керамического марки 100 как одного из распространенных видов строительных материалов. Верхний допуск составляет $U_{д.в.} = 125$ кгс/см², нижний допуск $U_{д.н.} = 100$ кгс/см².

Рассмотрим 3 варианта:

1 вариант. По результатам выборки среднее значение предела прочности при сжатии не совпадает с серединой поля допуска и составляет $U_{д.} = 111$ кгс/см², среднеквадратическое отклонение $\sigma = 5,3$ кгс/см², погрешность измерения 1 %.

2 вариант. Среднее значение предела прочности при сжатии не совпадает с серединой поля допуска и составляет $U_{д.} = 108$ кгс/см², среднеквадратическое отклонение $\sigma = 6,2$ кгс/см², погрешность измерения 1 %.

3 вариант. Среднее значение предела прочности при сжатии совпадает с серединой поля допуска и составляет $U_{д.} = 112,5$ кгс/см², среднеквадратическое отклонение $\sigma = 4,1$ кгс/см², погрешность измерения 1 %. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние воспроизводимости процесса производства на вероятность появления ошибок I и II рода

Вариант	Индекс воспроизводимости $C_{рк}$	Ошибка I рода α	Ошибка II рода β
1	0,69	0,0049	0,02279
2	0,43	0,0259	0,0927
3	1	0,0028	0,00269

Результаты расчета свидетельствуют, что при снижении показателей воспроизводимости наблюдается повышение вероятности появления ошибок I и II рода. Так, для варианта 2 вероятность возникновения ошибок I и II рода значительно выше и составляет соответственно 2,59 % и 9,87 % при индексе воспроизводимости $C_{рк} = 0,43$, в то время как для варианта 1 — 0,49 % и 2,279 % при индексе воспроизводимости $C_{рк} = 1,0$. Самая маленькая степень рисков наблюдается для варианта 3, который характеризуется статистической стабильностью и воспроизводимостью производства. Значение вероятности возникновения ошибок I и II рода составляют соответственно 0,28 % и 0,269 %.

4. Выводы

Установлено, что приведение технологического процесса производства в состояние статистической стабильности и воспроизводимости позволяет повысить достоверность контроля качества продукции и избежать ошибок при принятии решения о браковке продукции.

Литература

1. Логанина, В. И. Организация статистического приемочного контроля качества строительных изделий и конструкций [Текст] / В. И. Логанина // Строительные материалы. — 2008. — № 8. — С. 98–99.
2. Логанина, В. И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона [Текст] / В. И. Логанина // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2009. — № 3–4. — С. 42–45.
3. Логанина, В. И. К вопросу о системе контроля качества на предприятиях стройиндустрии [Текст] / В. И. Логанина, Т. В. Учаева // Региональная архитектура и строительство. — 2010. — № 1. — С. 31–36.
4. Логанина, В. И. К вопросу о достоверности контроля при производстве бетона [Текст] / В. И. Логанина, А. Н. Круглова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 24–26.
5. Bartlett, F. M. Precision of in-place concrete strengths predicted using core strength correction factors obtained by weighted regression analysis [Text] / F. Michael Bartlett // Structural Safety. — 1997. — Vol. 19, Issue 4. — P. 397–410.
6. Caspele, R. Bayesian assessment of the characteristic concrete compressive strength using combined vague-informative

- priors [Text] / Robby Caspee, Luc Taerwe // Construction and Building Materials. — March 2012. — Vol. 28, Issue 1. — P. 342–350.
7. Zoubir Mehdi Sbartaï. Concrete properties evaluation by statistical fusion of NDT techniques [Text] / Zoubir Mehdi Sbartaï, Stéphane Laurens, Sidi Mohammed Elachachi, Cédric Payan // Construction and Building Materials. — December 2012. — Vol. 37. — P. 943–950.
 8. Song, P. S. Assessment of statistical variations in impact resistance of high-strength concrete and high-strength steel fiber-reinforced concrete [Text] / P. S. Song, J. C. Wu, S. Hwang, B. C. Sheu // Cement and Concrete Research. — February 2005. — Vol. 35, Issue 2. — P. 393–399.
 9. Fiore, A. On the dispersion of data collected by in situ diagnostic of the existing concrete [Text] / Andrea Fiore, Francesco Porco, Giuseppina Uva, Mauro Mezzina // Construction and Building Materials. — October 2013. — Vol. 47 — P. 208–217.
 10. ГОСТ 50.779.40-96. Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1996.
 11. Серых, В. И. Многопараметрический контроль продукции: достоверность и затраты [Текст] / В. И. Серых, С. П. Порватов, В. И. Сединин // Методы менеджмента качества. — 2010. — № 5. — С. 48–52.
 12. Левин, Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники [Текст] / Б. Р. Левин. — Кн. 1. — М.: Сов. радио, 1965. — 752 с.

ДОСТОВІРНІСТЬ КОНТРОЛЮ З УРАХУВАННЯМ СТАБІЛЬНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА

Наведено відомості про вплив похибки вимірювання на ймовірність прийняття рішення про приймання продукції при статистичній нестабільності процесу виробництва. Показано на прикладі виробництва цегли, що ймовірність помилки першого роду зростає при зниженні відтворюваності процесу виробництва.

Ключові слова: вірогідність, контроль, достовірність, помилки першого роду, статистика.

Логанина Валентина Івановна, доктор технічних наук, професор, завідувача кафедрою, кафедра управління якістю та технології будівельного виробництва, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна, e-mail: loganin@mail.ru.

Круглова Альбіна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра математики і математичного моделювання, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна, e-mail: albinakruglova@yandex.ru.
Давидова Ольга Александрівна, кандидат технічних наук, кафедра управління якістю та технології будівельного виробництва, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна.

Логаніна Валентина Іванівна, доктор технічних наук, професор, завідувача кафедрою, кафедра управління якістю та технології будівельного виробництва, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна.

Круглова Альбіна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра математики і математичного моделювання, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна.

Давидова Ольга Олександрівна, кандидат технічних наук, кафедра управління якістю та технології будівельного виробництва, Пензенський державний університет архітектури та будівництва, Україна.

Loganina Valentina, Penza State University of Architecture and Construction, Ukraine, e-mail: loganin@mail.ru.

Kruglova Albina, Penza State University of Architecture and Construction, Ukraine.

Davydova Olga, Penza State University of Architecture and Construction, Ukraine.

УДК 631.171

Прасолов Е. Я.,
Дударь М. С.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРАТОРА МОЛОКА

Статья посвящена исследованиям параметров частоты вращения барабана, эффективности разделения рабочей жидкости комбинированного сепаратора-очистителя молока. Результаты исследования показывают влияние факторов на производительность сепаратора при разделении рабочей жидкости на составляющие, действие факторов на частоту вращения и влияние факторов на время разгона, необходимое для достижения рабочей частоты вращения барабана сепаратора.

Ключевые слова: молоко, сепаратор, сепарирование молока, сливки, разделитель-очиститель.

1. Введение

Натуральное молоко в Украине используется следующим образом: на производство цельномолочной продукции направляется около 42 % заготавливаемого молока, около 46 % масла, 7–8 % сыра, 5% молочных консервов. По неофициальным данным около 20% молока «теряется» на стадии производства и переработки — крайне низка глубина переработки молока, практически не используются так называемые «вторичные ресурсы» (сыворотка, обезжиренное молоко, пахта).

2. Постановка вопроса

Полтавская область характеризуется наиболее интенсивным развитием молочного скотоводства с ярко выраженной специализацией производства цельномолочной продукции. Примером может быть ПП «Агроекология» (директор — Антонен С. С., Герой Украины). Молочному направлению скотоводства соответствует структура стада с удельным весом коров 60 % и выше [1–3].

Животноводческие фермы личных подсобных хозяйств характеризуется малыми размерами, имеют до пяти собственных коров и приплод, а также другие