

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article_5bd95a6fa953e6.23106620

^{1,*}Логанина В.И., ²Милькина А.С.¹Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

*E-mail: loganin@mail.ru

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ И СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Приведены сведения о влиянии состояния производственного процесса производства и неопределенности измерения на принятие решения о годности продукции. Показано на примере производства кирпича, что решение о приемке партии кирпича с учетом неопределенности измерения при нестабильном состоянии процесса производства может быть ошибочным. Рассмотрены три варианта состояния производственного процесса производства кирпича марки 100. Первый вариант – среднее значение предела прочности при сжатии не совпадает с серединой поля допуска, процесс производства характеризуется как нестабильный, второй вариант – среднее значение предела прочности при сжатии не совпадает с серединой поля допуска, характеризуется большим значением разброса показателей по сравнению с первым вариантом и характеризуется как нестабильный процесс, третий вариант – среднее значение предела прочности при сжатии совпадает с серединой поля допуска, характеризуется как стабильный и воспроизводимый процесс. Установлено, что, если процесс производства находится в состоянии статистической управляемости, т.е. стабилен, то с учетом неопределенности измерения марка кирпича остается равной 100. При нестабильном процессе с увеличением значения стандартной неопределенности по типу А решение контролера о идентификации марки кирпича 100 может быть ошибочным.

Статистически стабильный и воспроизводимый процесс позволяет повысить достоверность контроля качества продукции и избежать ошибок при принятии решения о браковке продукции.

Ключевые слова: неопределенность измерения, контроль, достоверность, статистика.

Введение. Целью контроля качества продукции является установление соответствия выпускаемой продукции требованиям, установленным в нормативной документации (НД). Каждый продукт обладает определенными свойствами, характеризующими качество. Если обозначить действительное значение контролируемого параметра через X_i , а предельные значения как $ВД$ – наибольшее допускаемое значение параметра и $НД$ – наименьшее допускаемое значение, то условие годности объекта контроля (изделия):

$$НД \leq X_i \leq ВД$$

Это значит, что годными изделиями считаются те, чьи действительные значения контролируемых параметров, указанные в технических условиях, лежат между наименьшим и наибольшим допускаемыми значениями. Согласно ГОСТ Р 54500.3 -2011 качество результата измерений оценивается и выражается неопределенностью измерения [1, 2, 3]. Неопределенность измерений – параметр, характеризующий раз-

брос значений, которые могли бы быть обосновано приписаны измеряемой величине. Отклонения в результате разбраковки происходят в границах расширенной неопределенности измерения $\pm U_i$.

В связи с этим актуальным является вопрос учета факта неопределенности измерения в выборе принятия решения о годности продукции, особенно вблизи границ поля допуска.

С учетом вышеизложенного, результат измерения i -го показателя качества при контроле продукции имеет вид

$$X_i \pm U_i \quad (1)$$

где U_i – расширенная неопределенность результата измерения; X_i – измеренное значение i -того показателя качества

В [4–8] представлены данные о технологии настройки производственных процессов изготовления бетонных изделий и отмечается, что качественные характеристики изделий и конструкций определяются в числе прочих факторов настройкой технологического процесса производства,

т.е. его статистической стабильностью и воспроизводимостью.

Таким образом, объективность контроля качества изделия зависит от неопределенности результатов измерения и состояния технологического процесса производства. (СИ).

Основная часть. С целью выявления неопределенности результатов измерения U_i , а также статистической нестабильности процесса производства на результаты разбраковки изделий по контролируемому параметру (прочность при сжатии) рассмотрим процесс производства кирпича керамического марки 100 как одного из распространенных видов строительных материалов. Верхний допуск составляет $ВД = 125$ кгс/см², нижний допуск $НД = 100$ кгс/см². Рассмотрим 3 варианта [8].

1 вариант. По результатам контроля выборки среднее значение предела прочности при сжатии не совпадает с серединой поля допуска и составляет $R = 111$ 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 $R = 108$ 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 $R = 112,5$ кгс/см², среднеквадратическое отклонение $\sigma = 4,1$ кгс/см², погрешность средств измерения 1 %.

Расширенная неопределенность результата измерения определяется выражением

$$U(X_i) = k u_c(X_i) \quad (2)$$

где k – коэффициент охвата, равный $k=2$ при $P=0,95$; $u_c(X_i)$ – суммарная неопределенность, определяемая выражением

$$u_c(X_i) = \sqrt{u_A^2(X_i) + u_B^2(X_i)} \quad (3)$$

где $u_A(X_i)$ – стандартная неопределенность по типу А; $u_B(X_i)$ – стандартная неопределенность по типу Б

Расчетные формулы для определения стандартной неопределенности по типу А и по типу Б имеют вид

по типу А

$$u_A(X_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

по типу Б

$$u_B(X_i) = \frac{\Delta X_i}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения неопределенности измерения при оценке прочности кирпича

№ варианта	Среднее значение, кгс/см ²	Стандартная неопределенность по типу А, $u_A(R)$, кгс/см ²	Стандартная неопределенность по типу Б, $u_B(R)$, кгс/см ²	Суммарная стандартная неопределенность, $u_c(R)$, кгс/см ²	Расширенная неопределенность $U(R)$	$R_i \pm U$
1	111	5,3	0,641	5,33/4,8	10,66/9,6	111 ± 10,66
2	108	6,2	0,624	6,23/5,768	12,46/11,53	108 ± 12,46
3	112,5	4,1	0,65	4,15/3,68	8,3/7,3	112,5 ± 8,3

Примечание. Над чертой приведены значения неопределенности, кгс/см², под чертой – в %.

Результаты расчета свидетельствуют, что, если процесс производства находится в состоянии статистической управляемости, т.е. стабилен (3 вариант), то с учетом неопределенности измерения марка кирпича остается равной 100. При нестабильном процессе (1 и 2 вариант) с увеличением значения стандартной неопределенности по типу А решение контролера о идентификации

марки кирпича 100 может быть ошибочным (2 вариант), т.к. значение прочности при сжатии может быть равным $R = 95,54$ кгс/см²

Выводы. Таким образом, статистически стабильный и воспроизводимый процесс позволяет повысить достоверность контроля качества продукции и избежать ошибок при принятии решения о браковке продукции.

Источник финансирования. Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы, Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН, тема 7.5.1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения.
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.
3. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

4. Логанина В.И. Организация статистического приемочного контроля качества строительных изделий и конструкций // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 98–99.

5. Логанина В.И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 3-4. С. 42–45.

6. Логанина В.И., Учаева Т.В. К вопросу о системе контроля качества на предприятиях стройиндустрии // Региональная архитектура и строительство. 2010. № 1. С. 31–33.

7. Логанина В.И. Хрусталева Б.Б., Учаева Т.В. Статистическое управление производством строительных изделий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Т. 1. № 3. С. 65–67.

8. Логанина В.И., Круглова А.Н., Давыдова О.А. Оценка достоверности контроля строительных материалов и изделий с учетом стабильности технологического процесса производства // Известия вузов. Строительство. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 7 (655). С. 77–83.

Информация об авторах

Логанина Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры управления качеством и технологии строительного производства. E-mail: loganin@mail.ru. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

Милькина Алена Сергеевна, аспирант, инженер кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в июле 2018 г.

© Логанина В.И., Милькина М.С., 2018

^{1,*}Loganina V.I., ²Milkina A.S.

¹Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

*E-mail: loganin@mail.ru

QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS TAKING INTO ACCOUNT THE MEASUREMENT UNCERTAINTY AND STABILITY OF THE PRODUCTION PROCESS

Abstract. The following data is provided: condition of production process of preparation and measurement uncertainty, which affects the decision-making on product's suitability. The example of brick production reveals that decision to accept batch of bricks with the measurement uncertainty under unstable condition of the production process may be erroneous. Three options of brick's type 100 production process condition are considered. The first option- mean value of compressive strength does not coincide with the middle of the tolerance field, the production process is characterized as unstable. The second option- mean value of compressive strength does not coincide with the middle of the tolerance field, it is characterized by a large scatter in the parameters in comparison with the first alternative and is characterized as unstable process. The third option- mean value of compressive strength coincides with the middle of the tolerance field, it is characterized as stable and reproducible process. It is defined, if the production process is in statistical control (stable)

taking into account the measurement uncertainty, the type of brick remains equal to 100. If the production process is unstable with an increase of type A standard uncertainty value, the controller's decision to identify the brick type 100 can be erroneous. Statistically stable and reproducible process improves the accuracy of quality control and avoids mistakes making decision to reject the product.

Keywords: measurement uncertainty, control, reliability, statistics.

REFERENCES

1. GOST R 54500.1-2011/ISO Guide / IEC 98-1:2009 Uncertainty of measurement. Part 1. Introduction to the guide to uncertainty of measurement.
2. GOST R 54500.3-2011/ISO Guide / IEC 98-3:2008 Uncertainty of measurement. Part 3. The guide to the expression of uncertainty in measurement.
3. GOST R 8.736-2011 state system for ensuring the unity of measurements (GSI). The direct measurement repeated. Methods of processing the measurement results. The main provisions.
4. Loganina V.I. Organization of statistical acceptance quality control of building products and structures. Construction materials, 2008, no. 8, pp. 98–99.
5. Loganina V.I. On the issue of regulation of technological processes of concrete production. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Building, 2009, no. 3–4, pp. 42–45.
6. Loganina V.I., Uchaev T.V. On the issue of the quality control system at the enterprises of the construction industry. Regional architecture and construction, 2010, no. 1, pp. 31–33.
7. Loganin V.I. Khrustaleva B.V. The statistical office of the production of construction products. East-European journal of advanced technologies, 2013, vol. 1, no. 3, pp. 65–67.
8. Loganina V.I., Kruglova A.N., Davydova VA O. Evaluation of the reliability of control of building materials and products, taking into account the stability of the process of production. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Building, 2013, no. 7 (655), pp. 77–83.

Received in July 2018

Information about the author

Loganina, Valentina I. DSc, Professor. E-mail: loganin@mail.ru. Penza State University of Architecture and Construction. Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

Milkina, Alena S. Postgraduate student. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Для цитирования:

Логанина В.И., Милькина А.С. Контроль качества строительных материалов и изделий с учетом неопределенности измерения и стабильности технологического процесса производства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №10. С. 6–9. DOI: 10.12737/article_5bd95a6fa953e6.23106620.

For citation:

Loganina V.I., Milkina A.S. Quality control of construction materials and products taking into account the measurement uncertainty and stability of the production process. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 10, pp. 6–9. DOI: 10.12737/article_5bd95a6fa953e6.23106620.