

УДК 62-2:658.56

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ КОМПЛЕКТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ СБОРКИ**

©Ламнауэр Н. Ю.

Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про автора:

Ламнауер Наталія Юрївна: ORCID: 0000-0002-6779-8761; lamnaouernatali@gmail.com; кандидат технічних наук; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Рассмотрены вопросы повышения качества сборочных изделий на основе управления комплектацией деталей.

В процессе исследований использован теоретический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Использована вероятностно-статистическая модель распределения действительных размеров деталей, а также оценка ее параметра – моды. Рассчитаны дисперсии случайной величины размера, случайной величины отклонения размера от его модального значения, случайной величины абсолютного отклонения размера от модального значения, а также случайной величины это минимального значения (первой порядковой статистики). Показано, что минимальной дисперсия есть дисперсия последней случайной величины. Использование расчета минимального значения абсолютного отклонения линейных размеров деталей от моды, дает возможность предложить метод и блок-схему комплектации деталей, основанный на подборе двух деталей с этими минимальными значениями.

Полученные результаты позволяют управлять точностью комплектации и обеспечивать высокое качество сборочного изделия.

Ключевые слова: качество; точность; линейный размер; детали машин; метод; комплектация.

Ламнауер Н. Ю. «Управління якістю комплектації деталей машин для подальшого складання».

Розглянуті питання підвищення якості складальних виробів на основі управління комплектациєю деталей.

В процесі досліджень використано теоретичний апарат теорії ймовірностей і математичної статистики. Використана ймовірнісно-статистична модель розподілу дійсних розмірів деталей, а також оцінка її параметра - моди. Розраховані дисперсії випадкової величини розміру, випадкової величини відхилення розміру від модального значення, випадкової величини абсолютного відхилення розміру від модального значення, а також випадкової величини цього мінімального значення (першої порядкової статистики). Показано, що мінімальною дисперсією є дисперсія останньої згаданої випадкової величини. Використання розрахунку мінімального значення абсолютного відхилення лінійних розмірів деталей від моди дає можливість запропонувати метод і блок-схему комплектації деталей, що базується на підборі двох деталей з цими мінімальними значеннями.

Отримані результати дозволяють управляти точністю комплектації та забезпечувати високу якість складального виробу.

Ключові слова: якість; точність; лінійний розмір; деталі машин; метод; комплектация.

Lamnauer N. “Quality management of the selection of machine details for assembly”.

The issues of improving the quality of assembly products based on the management of the assembly of parts are considered.

The theoretical apparatus of probability theory and mathematical statistics was used in studies. The probability-statistical model of the distribution of the actual dimensions of parts and an estimate of its parameter-mode was used. Variances of the random value: of size, of the deviation of the size from its modal value, of the absolute deviation of the size from the modal value, and also the random value of this minimum value (first order statistics) were calculated. It is shown that the minimum variance is the variance of the last random variable. The calculation of the minimum value of the absolute deviation of the linear dimensions of details from the mode can makes it possible to offer a method and a block diagram of the assembly of parts, based on the selection of two parts with these minimum values.

The obtained results allow controlling the accuracy of the assembly and ensuring the high quality of the assembly product.

Key words: quality; accuracy; linear size; machine details; method; selection.

1. Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями

Производство продукции высокого качества является неотъемлемой составляющей работы предприятия машиностроительного комплекса. Повышение качества изготовления деталей по параметру точности линейного размера увеличивает долговечность и надежность машин и механизмов. Также важное значение имеет и процесс комплектации деталей для дальнейшей сборки.

На современном промышленном предприятии важным элементом управления качеством являются вероятностно-статистические методы. С их помощью решаются вопросы управления точностью комплектации деталей для последующей сборки в готовое изделие высокого качества. Таким образом, создание новых методов управления качеством комплектации является актуальной задачей.

2. Анализ последних исследований и публикаций

Проблема обеспечения точности сборки с использованием современных компьютерных программ и создания методов прогнозирования актуальна и решается в зарубежных странах. Так, в [1], предлагается метод прогнозирования точности сборки с помощью CAD модели.

1. Методы комплектования на основе индивидуального подбора [2] имеют ряд преимуществ по сравнению с селективной сборкой: нет необходимости в большой серийности и нет значительного числа деталей, не нашедших комплектные.

2. Все перечисленные методы имеют недостатки: не может быть решена задача обеспечения высокой точности сборки при непрерывности процесса производства деталей с одновременным уменьшением трудоемкости процесса подбора. Нерешенная проблема обеспечения точности сборки состоит в том, чтобы найти метод, позволяющий при непрерывности производства деталей найти для сборки из ограниченного небольшого числа самые близкие по линейному размеру к номинальному, и, как упомянуто в [3], использовать все современные достижения с применением специально созданных компьютерных программ.

3. Метод и блок-схема комплектации деталей для сборки

Качество собранного изделия определяется величиной линейных размеров деталей, входящих в это изделие. Точность собранного изделия определяется через дисперсию отклонения размера от номинального для каждой детали. Поэтому для получения сборочного изделия высокого качества необходимо, чтобы дисперсия величин абсолютного отклонения размеров от номинального размера для деталей, поступающих на сборку, была минимальна. В [4, 5] предложена модель распределения случайной величины – размера.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \notin (b, c), \\ \frac{1+k}{c-b} \left[1 - \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^{\frac{1}{k}} \right] & \text{при } x \in [b, a], \\ \frac{1+k}{c-b} \left[1 - \left(\frac{x-a}{c-a} \right)^{\frac{1}{k}} \right] & \text{при } x \in (a, c], \end{cases} \quad (1)$$

где a – модальное значение, b – нижняя граница и c – верхняя граница размера, k – параметр формы модели.

Модель (1) определена при параметрах: $k > 0$ и $k < -1$, где $b < a < c$ и $b \geq 0$.

Для того чтобы центральные моменты выражались через теоретический размах $c - b$, определили значение параметра a через безразмерную величину соотношения q деления отрезка величиной $c - b$, где $q = (a - b) / (c - a)$.

Дисперсия случайной величины – размера для модели (1) имеет вид [4]:

$$D(X) = \frac{(c-b)^2(k+1)(2k^2q+7k^2+7k^2q^2+(4k+1)(q+1)^2)}{12(2k+1)^2(1+q)^2(3k+1)}. \quad (2)$$

В [6] предложены расчетные формулы для нахождения числовых характеристик исследуемых случайных величин.

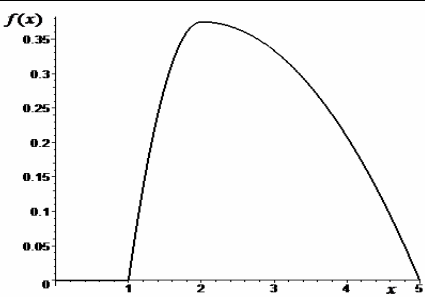
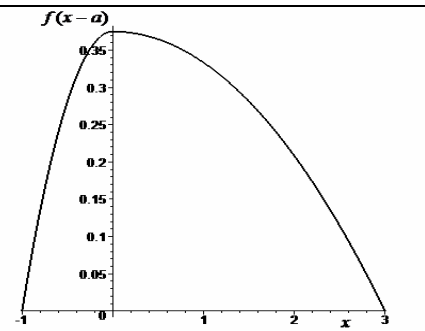
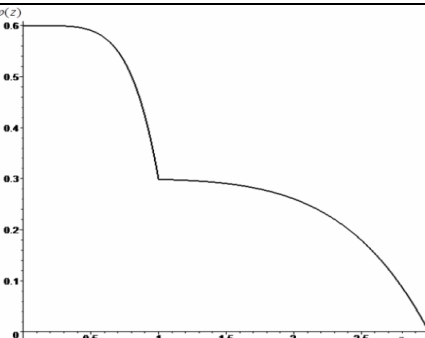
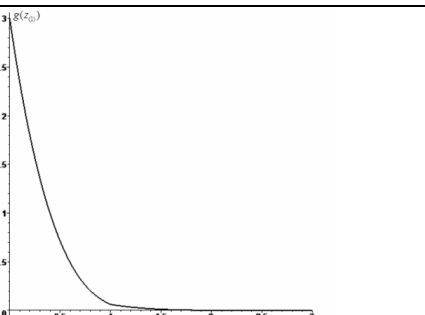
Были рассчитаны и представлены в таблице 1 числовые характеристики функций плотности распределений определенных случайных величин для новой модели (1) с параметрами: $b = 1$, $a = 2$, $c = 5$, $k = 0,5$.

Данные числовые характеристики рассчитаны с помощью созданной компьютерной программы в системе Maple. Из таблицы видно, что дисперсия минимального абсолютного отклонения случайной величины размера от модального значения (то есть первой порядковой статистики) меньше дисперсии случайной величины размера более чем в сто раз. В работе [6], предложена методика комплектации деталей для сборки.

Исходя из полученных результатов, можно предложить схему комплектации деталей для повышения качества сборочного соединения.

Предлагается схема сборки двух деталей на примере комплекта поршень-палец (рис. 1).

Таблиця 1 – Числовые характеристики распределений случайных величин для модели (1)

Функция плотности распределения случайной величины размера	
	<p>Числовые характеристики:</p> <p>$Med(X) = 2,6782$ – медиана</p> <p>$M(X) = 2,75$ – математическое ожидание</p> <p>$D(X) = 0,8375$ – дисперсия</p> <p>$\sigma(X) = 0,9152$ – среднее квадратическое отклонение</p>
Функция плотности распределения случайной величины отклонения размера от его модального значения	
	<p>$Med(X - a) = 0,6782$</p> <p>$M(X - a) = 0,75$</p> <p>$D(X - a) = 0,8375$</p> <p>$\sigma(X - a) = 0,9152$</p>
Функция плотности распределения случайной величины абсолютного отклонения размера от его модального значения	
	<p>$Z = X - a$</p> <p>$0 \leq z \leq 3$</p> <p>$M(Z) = 0,9375$</p> <p>$D(Z) = 0,5211$</p> <p>$\sigma(Z) = 0,7219$</p>
Функция плотности распределения случайной величины минимального абсолютного отклонения размера от его модального значения	
	<p>$r = 15$ (количество значений)</p> <p>$M(Z_{(1)}) = 0,0839$</p> <p>$D(Z_{(1)}) = 0,0064$</p> <p>$\sigma(Z_{(1)}) = 0,0798$</p>

Технологія машинобудування



Рис. 1 – Схема комплектации

Имеются n поршней в некоторой корзине, при этом две корзины с названиями: «Неустранимый брак отверстия поршня», «Устранимый брак отверстия поршня». Ещё есть сборочный стол с пронумерованными 50 ячейками, в которых разложены поршни с указанными в компьютере их размерами, измерительный прибор «WENZEL», контролёр прибора «WENZEL» и транспортировочная лента. Аналогично, все это есть и для диаметра пальца поршня с общей транспортирующей лентой и измерительным прибором «Электронный блок 6276».

Контролёры устанавливают поршень и палец на свои приборы, где предварительно записывается модальное значение диаметра пальца и размера диаметра отверстия под палец, определяют по световым сигналам номера ячеек, у которых имеется минимальное абсолютное отклонение размера от модального значения. Затем, из определённых сигналом ячеек вынимаются поршень и палец и кладутся на транспортирующую ленту с передачей их упаковщице. После этого каждый контролёр берёт свою деталь и замеряет её. Эти замеры

автоматически вносятся в компьютеры. Затем этими двумя деталями заполняют соответствующие пустые ячейки сборочного стола. И, опять, с помощью установленной в компьютерах программы, определяют номер нужных ячеек, и так далее. Заметим, что на предприятии разрабатывается и автоматическая система с применением робототехники.

Выводы

Использование общей модели плотности распределения случайных величин линейного размера, а также оценок ее параметров, позволило исследовать дисперсии различных случайных величин и обосновать целесообразность применения для расчета минимального абсолютного отклонения случайной величины размера от его модального значения. На этой основе предложить блок-схему комплектации деталей для обеспечения качественной сборки.

Список использованных источников:

1. Li J. G. Assembly accuracy prediction based on CAD model / J. G. Li, Y. X. Yao, P. Wang // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2014. – Vol. 75, iss. 5-8. – P. 825-832. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6182-z>.
2. Куприянов А. В. Методы комплектования деталей на основе ранжирования для уменьшения допуска замыкающего звена размерной цепи / А. В. Куприянов, Н. Ю. Ламнауэр // *Системы обработки информации*. – 2010. – № 8(89). – С. 58-61.
3. Безъязычный Б. Ф. Некоторые проблемы современного сборочного производства и перспективы их преодоления / Б. Ф. Безъязычный, В. В. Непомилуев // *Сборка в машиностроении, приборостроении*. – 2009. – № 8. – С. 18-25.
4. Ламнауэр Н. Ю. Модель распределения размеров изделий и ее применение для оценки точности обработки / Н. Ю. Ламнауэр // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Сер.: Математичне моделювання в техніці та технологіях : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2012. – № 27. – С. 98-107.
5. Ламнауэр Н. Ю. Загальна модель розподілу лінійних розмірів деталей та її застосування для поліпшення якості виробів / Н. Ю. Ламнауэр // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Сер.: Математичне моделювання в техніці та технологіях : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – № 54. – С. 134-143.
6. Ламнауэр Н. Ю. Метод сборки деталей машин, обеспечивающий точность соединения / Н. Ю. Ламнауэр // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2014. – № 6/7(72). – С. 45-49.

References

1. Li, J, Yao, Y & Wang, P 2014, 'Assembly accuracy prediction based on CAD model', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 75, iss. 5-8, pp. 825-832. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6182-z>.
2. Kupriianov, A & Lamnauer, N 2010, 'Metody komplektovaniia detalei na osnove ranzhirovaniia dlia umensheniia dopuska zamykaiushchego zvena razmernoi tcepi', *Systemy obrobky informatsii*, no. 8(89), pp. 58-61.
3. Beziazychnyi, B & Nepomiluev, V 2009, 'Nekotoryye problemy sovremennoogo sborochnogo proizvodstva i perspektivy ikh preodoleniia', *Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii*, no. 8, pp. 18-25.
4. Lamnauer, N 2012, 'Model raspredeleniia razmerov izdelii i yeye primeneniye dlia otcenki tochnosti obrabotki', *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskiy politekhnichnyi instytut"*, Ser.: Matematychno modeliuвання v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh, no. 27, pp. 98-107.
5. Lamnauer, N 2013, 'Zahalna model rozpodilu liniinykh rozmiriv detalei ta yii zastosuvannya dlia polipshennia yakosti vyrobiv', *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskiy politekhnichnyi instytut"*. Ser.: Matematychno modeliuвання v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh, no. 54, pp. 134-143.
6. Lamnauer, N 2014, 'Metod sborki detalei mashin, obespechivaiushchii tochnost soyedineniia', *Vostochno-Yevropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii*, no. 6/7(72), pp. 45-49.

Стаття надійшла до редакції 25 жовтня 2017 р.