

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 1680-9165

№ 1 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ63VPY00028965

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация результатов фундаментальных и прикладных научных исследований
по широкому спектру проблем в области металлургии, машиностроения, транспорта,
строительства и естественных наук

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/ERLV4618>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич - к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна - к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Исаева КуралайСметкановна Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

А. А. Барзов¹, А. И. Денчик², Ж. К. Мусина³, А. А. Ткачук⁴

¹Московский государственный имени М. В. Ломоносова,

Российская Федерация, г. Москва

^{2,3,4}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕРОЯТНОСТНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО РАЗМЕРА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА

Предложено анализировать точность деталей машин с учетом масштабного фактора (МФ), описываемого соответствующей вероятностной зависимостью. В основе такого подхода используется понятие функционально значимого технологического возмущения (ФЗТВ) процесса формирования некоторого исполнительного размера, которое приводит к возникновению соответствующей погрешности изготовления в широком понимании данного термина. В рамках данной работы МФ характеризует вероятность наличия потенциально опасных микрочастиц ФЗТВ в пределах размера (l). В работе на основе математического анализа показано, что вероятность воздействия случайных факторов при механической обработке (МО) на точность исполнительного размера описывается известным выражением $P = 1 - e^{-cV}$, где C – средняя концентрация случайных факторов; V – область распределения случайных факторов.

Необходимо подчеркнуть, что данное выражение, хорошо известно в статистической механике разрушения, как масштабный фактор (МФ) прочности твердых тел [1]. В рамках поставленной задачи под (V) понимается область вероятного проявления функционально значимого технологического воздействия (ФЗТВ) случайного фактора на выходные параметры МО резанием в системе СПИД – станок, приспособление, инструмент, деталь. В работе анализируется роль МФ, который следует рассматривать не только как специфическую характеристику поврежденности материала, вероятностно зависящую от его габаритов, но и как более общий фактор, значимо влияющий на функциональное качество различных объектов анализа при МО.

Ключевые слова: точность, масштабный фактор, вероятностная модель, имитационное моделирование, функционально значимое технологическое возмущение.

Введение

Широкий диапазон исполнительных размеров перспективных изделий характеризуется индивидуализированными методическими и технологическими особенностями, не позволяющими сформировать единый подход к их продуктивному анализу [1-3]. Наряду с этим решение проблем гарантированной

точности значительной части деталей машин осложняется весьма ограниченным объёмом статистических данных, представляющих собой научно-прикладную основу теории формирования геометрических параметров точности [4-6].

Материалы и методы

В основе предлагаемого подхода вероятностного процесса формирования точности исполнительного размера, с учетом влияния его величины - масштабного фактора используется понятие функционально значимого технологического возмущения (ФЗТВ), которое приводит к возникновению соответствующей погрешности изготовления. Необходимо подчеркнуть, что сложный характер взаимодействия большого числа производственных факторов влияющих на точность изделий, как ключевой компоненты эксплуатационного качества, предполагает для их обобщенно-результатирующего анализа применение вероятностно-статистических методов, универсальность которых позволяет задействовать их в решении широкого круга научно-технических задач.

Результаты и обсуждение

Считая ФЗТВ классическими случайными факторами, формализуем кинетику их возникновения, как функцию рассматриваемого исполнительного размера l . Для этого предположим, что вероятность отсутствия ФТВ при маршрутно-операционном формировании этого размера l можно представить как: $P^*(l)$. По аналогии для некоторого размера $l + l_1$ данная вероятность составит: $P^*(l + l_1)$. Тогда учитывая в первом приближении вероятностную независимость событий появления ФТВ при формировании данных размеров и считая этот процесс без предыстории будем иметь:

$$P^*(l + l_1) = P^*(l) \times P^*(l_1) \quad (1)$$

Определим интенсивность изменения вероятности отсутствия ФТВ в зависимости от величины анализируемого размера l для этого продифференцируем последнее соотношение (1) по координате l и получим:

$$\frac{d}{dl} P^*(l + l_1) = P^*(l_1) \cdot \frac{d}{dl} P^*(l) \quad (2)$$

Найдем удельное или относительное изменение функциональных составляющих «градиентного» соотношения (1) к их абсолютному вероятностному значению. Для этого разделим уравнение (2) на уравнение (1) и получим:

$$\frac{\frac{d}{dl} P^*(l + l_1)}{P^*(l + l_1)} = \frac{\frac{dP^*(l)}{dl}}{P^*(l)} \quad (3)$$

Так как весьма общее вероятностное уравнение (3) должно быть справедливо при любом значении x_1 и учитывая свойства логарифмической производной, получим из последнего соотношения выражение вида:

$$\frac{d}{dl} \ln P^*(l + l_1) = \frac{d}{dl} \ln P^*(l) = -c \quad (4)$$

где $c = const$ – параметр, имеющий размерность l^{-1} .

Заметим, что в функциональном отношении данный параметр имеет весьма сложную структуру, определяемую конкретикой повреждающего взаимодействия ФЗТВ.

После очевидного интегрирования (4) будем иметь:

$$\ln P^*(l + l_1) = \ln P^*(l),$$

$$\ln P^*(x + x_1) - \ln P^*(x) = 0,$$

но $\ln P^*(l)$ - это показатель степени (Cl) в выражении $e^{(-cl)} = P^*(l)$

$$P^*(l) = \exp(-Cl),$$

$$P^*(l) = \exp(-cl) + c_o \quad (5)$$

где c_o – постоянная интегрирования, определяемая из следующих соображений. В частности, при $l = 0$ вероятность отсутствия возмущения исполнительного размера в поверхностном слое облучаемого ПКМ исчезающе малой толщины будет близка к $P^*(0) \sim 1,0$. Тогда подстановка в (5) этих параметров дает значение: $c_o = 0$. Причем при этом $c_o = 0$ автоматически выполняется другое логическое требование к (5), а именно при $l \rightarrow \infty$ $P^*(\infty) = 0$, т.е. при весьма большом (l) всегда найдется пусть очень малое, но функционально значимое количество зон возможного появления ФЗТВ. Таким образом, в рамках принятых логически обоснованных допущений координатная зависимость вероятности отсутствия появления ФЗТВ в пределах (l) определяется простым экспоненциальным соотношением вида:

$$P^*(l) = \exp(-cl)$$

Так как вероятность отсутствия микрочон ФЗТВ и вероятность наличия таких зон в системе СПИД в пределах (l) образуют полную группу событий, то их суммарная вероятность равна единице. С учетом этого, уравнение (6) представим как:

$$P(l) = 1 - P^*(l) = 1 - \exp(-cl)$$

т.е.

$$P(l) = 1 - \exp(-cl) \quad (7)$$

где $P(l)$ – вероятность наличия в системе СПИД микрозон ФЗТВ с координатой в пределах l . Причем весьма важный физический параметр «с» фактически означает среднюю или условно постоянную концентрацию этих микроучастков в системе СПИД.

Рассмотрим изменение концентрации случайных факторов $C(p_i)$ в зависимости от их потенциала (p_i).

Выполним ряд преобразований и покажем, что концентрация случайных факторов (C) обратно-пропорционально зависит от их потенциала (p).

Представим (C), определяющее в итоге эффективность МО, как

$$C = \frac{N}{V_0},$$

где N – число потенциально опасных случайных факторов в каком-то произвольном объеме V_0 .

Сделаем допущение, что все случайные факторы имеют одинаковый потенциал воздействия на выходные параметры процесса формообразования равный (p).

В этом случае $N(p)$ определим как

$$N(p) = \frac{P}{p},$$

где P – общий потенциал всех случайных факторов потенциалом (p) в объеме (V_0).

Следовательно, с учетом всех принятых допущений можно записать

$$C = \frac{N}{V_0} = \frac{N(p)}{V_0} = \frac{P}{p \times V_0}$$

Отношение $\frac{P}{V_0}$ обозначим как C_0 , тогда

$$C_0 = \frac{P}{V_0}$$

или

$$C = \frac{C_0}{p},$$

где C_0 – постоянная условий МО, физически означающая среднюю или относительную опасность воздействия случайных факторов на выходные параметры обработки.

Таким образом, концентрация потенциально значимых случайных факторов (С) при МО обратно-пропорциональна их потенциалу (p_i).

Рассмотрим возможность и справедливость применения полученных выводов при наличии случайных факторов различного потенциала (p_i) и концентрации С(p). В этом случае вероятность присутствия случайного фактора $P(V_i)$ потенциалом (p_i) в анализируемом объеме (V_i) при $i = 1, 2, 3 \dots n$, где n – число дискредитаций случайных факторов по их потенциалу (p_i) запишем как

$$P_i(V) = 1 - e^{-\left(\frac{C_{0i}}{p_i} \times V\right)}$$

Соответственно, значение $P_i(V)$ обуславливается наличием (N_i) количества случайных факторов потенциалом (p_i).

Совершенно очевидно, что для каждой дискредитации случайных факторов

$$M_i = N_i \times p_i$$

Отсюда следует, что

$$C_{0i} = \frac{P_i}{V_0},$$

а

$$P = \sum_{i=1}^n P_i,$$

где P – общий потенциал всех случайных величин.

Для детализации полученных соотношений можно применить принцип Бейли, согласно которому линейно суммируются парциальные концентрации, а сумма относительных слагаемых равна единице.

$$\frac{P_1}{P} + \frac{P_2}{P} + \frac{P_j}{P} + \frac{P_n}{P} = 1,$$

где

$$P = \sum_{i=1}^n P_i,$$

$$P_j = N_j \times p_j,$$

где P_j – суммарный потенциал случайных факторов потенциалом p_j ,
 $j = 1, 2, 3 \dots n$ – число дискредитаций случайных величин по их потенциалу p_i .

Пусть

$$\frac{p_i}{p_{min}} = K_i,$$

где K_i – некоторое целое число, $K_i \geq 1$;

p_{min} – минимальный потенциал случайного фактора;

p_i – потенциал i -го случайного фактора.

Тогда выражение примет вид

$$\frac{p_{min}}{P} \times \sum_{i=1}^n N_i \times p_i = 1$$

Таким образом, с учетом взаимосвязи полученных уравнений в детерминированной постановке задачи по оценке распределения концентрации случайных факторов в массиве из Z элементов в объеме материала V при определении вида функции $S(p)$, имеем обратно пропорциональную зависимость числа случайных факторов от их потенциала p .

Условия проявления масштабного фактора (МФ) в анализируемом объеме V определяются массивом исходных случайных величин различного потенциала p .

Пусть $P(p)$ означает вероятность наличие случайного фактора потенциалом p , а $P(p_1)$ – то же самое для случайного фактора потенциалом (p_1), тогда вероятность существования этого случайного фактора ($p + p_1$) определяется как

$$P(p + p_1) = P(p) \times P(p_1)$$

Используя логику получения вероятностной модели, получим из этого выражения следующее

$$P(p) = e^{-C_p \times p},$$

где $P(p)$ – вероятность наличия случайного фактора потенциалом (p) в объеме (V);

$C(p)$ – новая структурно-вероятностная постоянная условий формообразования, означающая среднюю концентрацию в объеме V случайных факторов потенциалом (p), имеющая размерность $[p]^{-1}$.

Анализируя последнее выражение не трудно установить характер изменения $S(p)$, заключающийся в существенном снижении концентрации случайных факторов с увеличением их потенциала.

Причем физический смысл $P(p)$ заключается в определении наличия случайных факторов от их потенциала (p) в объеме V , т.е. фактически концентрацию случайных факторов.

$$P(p) = \frac{Z(p)}{n} \rightarrow Z(p) = n \times e^{-c_p \times p},$$

где $Z(p)$ – число случайных факторов в объеме, состоящем из общего числа элементарных объемов общим числом (n).

Поэтому $P(p)$ можно трактовать и как вероятностную характеристику, определяющую концентрацию соответствующих случайных факторов потенциалом (p).

Таким образом, из решения в детерминированной постановке задачи оценки вида функции изменения концентрации случайных факторов в массиве из Z элементов (случайных факторов в объеме V), следует монотонное снижение их количества с увеличением их потенциала (p).

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет сформулировать предварительные выводы и предложения, позволяющие определить направление дальнейших исследований.

1 Аналитическое исследование выражения (7) $P(x) = 1 - \exp(-cx)$, позволяет предварительно констатировать, что зависимость вероятности, функционально значимого технологического возмущения от величины исполнительного размера при $C = \text{const}$, имеет экспоненциальный характер. Причем концентрация случайных факторов монотонно снижается с увеличением их потенциала (p_i).

2 По результатам анализа минимума двух прямых измерений геометрически близких и/или подобных конструктивных элементов изделий на основе вероятностной модели (7) возможна количественная оценка значений «с». Это позволит осуществлять достоверные оценки ожидаемой точности изготовления объектов в производстве.

3 Учет роли МФ при технологической подготовке производства позволит разработать более результативные инженерные методики базирования деталей при выполнении формообразующих операций.

4 Прогнозирование величины ожидаемых погрешностей формообразования с учетом латентной роли МФ позволит повысить качество принимаемых конструкторско-технологических решений.

5 Таким образом, методологически МФ следует рассматривать не только как специфическую научно-прикладную характеристику поврежденности материала, вероятно зависящую от его габаритов, но и как более общий фактор, значимо влияющий на функциональное качество самых различных объектов анализа [4–5].

Список использованных источников

1 **Фрейденталь, А. М.** Статистический подход к хрупкому разрушению. Разрушение [Текст] / Под ред. Г. Либовица. – М. : Мир, 1975. – Т. 2. – С. 616–645.

2 **Барзов, А. А., Галиновский, А. Л., Пузаков, В. С., Троший, О. А.** Вероятностное моделирование в инновационных технологиях [Текст]. – М. : изд-во «НТ», 2006. – 100 с.

3 **Гурман, В. Е.** Теория вероятности и математическая статистика [Текст]. – М. : Высшая школа, 1977. – 479 с.

4 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Ткачук, А. А.** Имитационное моделирование процесса вероятностного формирования исполнительного размера [Текст] // Наука и техника Казахстана. – 2020. – № 1. – С. 39–47.

5 **Ткачук, А. А., Денчик А. И., Барзов А. А.** Вероятностный характер формирования исполнительного размера при механической обработке [Текст] // Материалы международной научной конференции «XX Сатпаевские чтения», 2020. – Т. 17. – С. 377–384.

6 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Корнеева, В. М., Корнеев, С. С.** Вероятностная модель взаимодействия необходимых и достаточных условий массовой заболеваемости населения с учетом масштабно-популяционного фактора [Текст] // Качество и жизнь, 2020. – № 3. – С. 19–26.

7 **Абашин, М. И., Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К.** Анализ инновационного потенциала ультраструйных гидротехнологий [Текст] // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 7–15.

8 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST (rocket & space technology) [Text] // 43rd Academic Space Conference : Dedicated to the Memory of Academician S.P. Korolev and other Outstanding Russian Scientists – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings, Volume 2171, 15 November 2019, номер статьи 170014, код 154643.

9 **Дудак, Н. С., Итыбаева, Г. Т., Мусина, Ж. К., Касенов, А. Ж.** Методика планирования экспериментальных исследований при обработке новыми стержневыми инструментами [Текст] // Вестник Пермского университета. История, 2007. – № 4. – С. 154.

10 **Тарасик, В. П.** Математическое моделирование технических систем : учебник для вузов [Текст] / изд. 2-е дополн. и перераб. – Мн. : Изд-во «Дизайн ПРО», 2004. – 640 с.

11 **Дерябин, И. П., Козлов, А. В.** Математическое моделирование процессов в машиностроении: учебное пособие по выполнению лабораторных работ [Текст]. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 27 с.

References

1 **Frejdenal A. M.** Statisticheskij podxod k xrupkomu razrusheniyu. Razrushenie [Statistical approach to brittle fracture. Destruction] [Text] / Ed. G. Libovicza. – М. : Mir, 1975. – Vol. 2. – P. 616–645.

2 **Barzov, A. A., Galinovskij, A. L., Puzakov, V. S., Troshhij, O. A.** Veroyatnostnoe modelirovanie v innovacionnyx texnologiyax. [Probabilistic modeling in innovative technologies] [Text] – M. : «NT» Publishing house, 2006. – 100 p.

3 **Gurman, V. E.** Teoriya veroyatnosti i matematicheskaya statistika. [Probability theory and mathematical statistics] [Text]. – M. : Vy`sshaya shkola, 1977. – 479 p.

4 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Tkachuk, A. A.** Imitacionnoe modelirovanie processa veroyatnostnogo formirovaniya ispolnitel'nogo razmera [Simulation of the process of probabilistic formation of the executive size] [Text] // In Science and Technology of Kazakhstan, 2020. – № 1. – P. 39–47.

5 **Tkachuk, A. A., Denchik, A. I., Barzov, A. A.** Veroyatnostnyj xarakter formirovaniya ispolnitel'nogo razmera pri mexanicheskoy obrabotke [The probabilistic nature of the formation of the executive size during machining] [Text] // In Materials of the international scientific conference «XX Satpayev Readings», 2020. – Vol. 17. – P. 377–384.

6 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Korneeva, V. M., Korneev, S. S.** Veroyatnostnaya model' vzaimodejstviya neobxodimyx i dostatochnyx uslovij massovoj zabolevaemosti naseleniya s uchetom masshtabno-populyacionnogo faktora [Probabilistic model of interaction of necessary and sufficient conditions for mass morbidity of the population, considering the scale-population factor] [Text] // In Quality and life, 2020. – № 3. – P. 19–26.

7 **Abashin, M. I., Barzov, A. A., Denchik, A. I., Musina, Zh. K.** Analiz innovacionnogo potenciala ul'trastrujnyx gidrotexnologij [Analysis of the innovation potential of ultra-hydraulic technologies] [Text] // In Science and Technology of Kazakhstan, 2016. – № 3–4. – P. 7–15.

8 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST (rocket & space technology) // 43rd Academic Space Conference : Dedicated to the Memory of Academician S.P. Korolev and other Outstanding Russian Scientists – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings, 2019. – Vol. 2171. – Article number 170014. – Code 154643.

9 **Dudak, N. S., Itybaeva, G. T., Musina, Zh. K., Kasenov, A. Zh.** Metodika planirovaniya e'ksperimental'nyx issledovanij pri obrabotke novymi sterzhnevymi instrumentami [Methodology for planning experimental studies when processing new rod tools] [Text] // In Perm University Bulletin. – History, 2007. – № 4. – P. 154.

10 **Tarasik, V. P.** Matematicheskoe modelirovanie texnicheskix sistem : uchebnik dlya vuzov [Mathematical modeling of technical systems: a textbook for universities] [Text]. – Mn. : «Dizajn PRO» publishing house, 2004. – 640 p.

11 **Deryabin, I. P., Kozlov, A. V.** Matematicheskoe modelirovanie processov v mashinostroenii: uchebnoe posobie po vypolneniyu laboratornyx rabot [Mathematical modeling of processes in mechanical engineering: a tutorial for laboratory work] [Text]. – Chelyabinsk : YuUrGU publishing house, 2003. – 27 p.

Материал поступил в редакцию 25.03.21.

А. А. Барзов¹, А. И. Денчик², Ж. К. Мусина³, А. А. Ткачук⁴

¹М. В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті,

Ресей Федерациясы, Мәскеу қ.

^{2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 25.03.21 баспаға түсті.

МАСШТАБТЫ ФАКТОРДЫҢ ӘСЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, АТҚАРУШЫ ӨЛШЕМНІҢ ДӘЛДІГІН ЫҚТИМАЛДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ

Түісті ықтималдылыққа тәуелділікте сипатталған масштабты факторды (МФ) ескере отырып, машина бөлшектерінің дәлдігін талдау ұсынылады. Бұл тәсілдің негізінде белгілі бір атқарушы мөлшерді қалыптастыру процесінің функционалды маңызды технологиялық бұзылуы (ФМТБ) ұғымы қолданылады, бұл терминнің кең мағынасында тиісті өндірістік қателіктің пайда болуына әкеледі. Осы жұмыс шеңберінде МФ мөлшері шегінде ФМТБ әлеуетті қауіпті микроаймақтарының болу ықтималдығын сипаттайды (I). Математикалық талдау негізіндегі жұмыста механикалық өңдеу (МӨ) кезінде кездейсоқ факторлардың (КФ) атқарушы өлшем дәлдігіне әсер ету ықтималдығы белгілі өрнекпен сипатталатындығы көрсетілген $P = 1 - e^{-CV}$, мұндағы C – кездейсоқ факторлардың орташа концентрациясы; V - кездейсоқ факторлардың таралу аймағы.

Бұл өрнек қатты денелердің беріктігінің масштабты факторы (МФ) ретінде статистикалық бұзылу механикасында жақсы белгілі екенін атап өткен жөн [1]. Қойылған міндет шеңберінде (V) деп БАҚБ жүйесінде кесу – білдек, айлабұйымы, құрал, бөлшек кездейсоқ фактордың шығу параметрлеріне МӨ функционалды маңызды технологиялық әсерінің (ФЗТВ) ықтимал көріну аймағы түсініледі. Жұмыста МФ рөлі талданады, оны материалдың зақымдалуының нақты сипаттамасы ретінде ғана емес, сонымен қатар МО-дағы әртүрлі талдау объектілерінің функционалды сапасына айтарлықтай әсер ететін жалпы фактор ретінде қарастырған жөн.

Кілтті сөздер: дәлдік, масштабты фактор, ықтималдық моделі, модельдеу, функционалды маңызды технологиялық бұзылыс.

А. А. Барзов¹, А. И. Денчик², Ж. К. Мусина³, А. А. Ткачук⁴

¹Lomonosov Moscow State University,

Russian Federation, Moscow

^{2,3,4}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 25.03.21.

**DEVELOPMENT OF ANALYTICAL MODEL OF PROBABLE
FORMATION OF ACCURACY OF EXECUTIVE SIZE TAKING INTO
ACCOUNT THE INFLUENCE OF THE SCALE FACTOR**

It is proposed to analyze the accuracy of machine parts considering the scale factor (SF) described by the corresponding probabilistic dependence. This approach is based on the concept of a functionally significant technological disturbance (FSTD) of the process of forming a certain executive size, which leads to the appearance of a corresponding manufacturing error in the broad sense of this term. Within the framework of this work, the SF characterizes the probability of the presence of potentially dangerous microzones of the FSTD within the size (L). Based on mathematical analysis, it is shown that the probability of the impact of random factors during mechanical processing (MP) on the accuracy of the executive size is described by the known expression $P = 1 - e^{-cV}$, where factors; V – the area of distribution of random factors.

It should be emphasized that this expression is well known in statistical fracture mechanics as a scale factor (SF) of the strength of solids [1]. Within the framework of the task at hand, (V) is understood as the area of probable manifestation of a functionally significant technological disturbance (FSTD) of a random factor on the output parameters of MP by cutting in the MDTP system - a machine, a device, a tool, a part. The work analyzes the role of the SF, which should be considered not only as a specific characteristic of material damage, probabilistically dependent on its dimensions, but also as a more general factor that significantly affects the functional quality of various objects of analysis during MP.

Keywords: accuracy, scale factor, probabilistic model, simulation, functionally significant technological disturbance.

Теруге 25.03.21 ж. жіберілді. Басуға 05.04.21 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

2,74 Мб RAM

Шартты баспа табағы 9,7. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3747

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz