

**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 2788-8770

№ 3 (2022)

ПАВЛОДАР

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

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/KWJR9225>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

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 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. И. Денчик¹, Ж. К. Мусина², *А. Ж. Касенов³,
Р. Б. Кусаинов⁴, Л. Р. Мусина⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ДВУКРАТНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Сложность решения проблемы качества при механической обработке резанием (МО) состоит в необходимости учета большого количества факторов, оказывающих влияние на технологический процесс изготовления изделия.

В этой связи применение вероятностно-статистических методов исследования, универсальность которых позволяет решать широкий круг научно-технических задач является актуальным.

Вероятностный подход к формированию степени дефектности поверхностного слоя при МО резанием, с учетом фактора технологической наследственности (ТН), на наш взгляд является перспективным направлением исследования в этом направлении, т.к. позволяет проанализировать наиболее общие закономерности кинетики процесса формообразования.

Одновременно с этим вероятностный подход позволяет интегрально учесть случайный характер воздействия многочисленных дефектов поверхностного слоя на процесс формирования параметров качества обработки, с целью определения оптимального исхода конкретной технологической операции с учетом фактора ТН.

В нашем случае это определение толщины срезаемого слоя при выполнении второго технологического воздействия (ТВ2) с целью обеспечения минимального значения вероятности распределения дефектов по глубине поверхностного слоя.

При решении поставленной задачи, использовалось понятие функционально значимого технологического возмущения (ФЗТВ) процесса формообразования, которое происходит при взаимодействии дефектов поверхностного слоя с металлорежущим инструментом.

В результате применения метода численного моделирования, согласно предлагаемой вероятностной модели $P = f(X_i)$ показано наличие оптимума – минимального значения вероятности взаимодействия дефектов с МРИ, в зависимости от толщины срезаемого поверхностного слоя X_i с учетом фактора ТН, при последовательном двукратном технологическом воздействии.

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

Введение

В результате проделанной ранее работы [3, 4, 5, 8, 9] авторами была предложена вероятностная модель расположения дефектов в поверхностном слое с учетом фактора технологической наследственности при выполнении двух смежных технологических воздействий ТВ1 и ТВ2. Согласно модели [10] концентрация дефектов в поверхностном слое по его глубине (X) определялась следующим образом (1):

– после первого ТВ1

$$C1X = C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times \exp(-\lambda \times X);$$

– после второго ТВ2

$$C2_x = C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times X); \quad (1)$$

а вероятность присутствия дефектов в поверхностном слое по глубине (X), как (2) (рисунок 1).

$$P(V) = 1 - \exp\{-[C_0 + ((K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times X))] \times V\}; \quad (2)$$

где П1, П2 – максимальное значение прироста концентрации дефектов на поверхности образца X=0, при заданных термо-силовых условиях 1-го и 2-го технологического воздействия;

C₀ – начальная концентрация дефектов в поверхностном слое;

λ – коэффициент формы аппроксимирующей кривой;

C_{x1}, C_{x2} – текущие распределение значений концентрации дефектов по глубине поверхностного слоя (X), соответственно после 1-го и 2-го технологического воздействия – ТВ1, ТВ2;

P1, P2 – сила давления соответственно при первом и втором технологических воздействиях;

K1, K2 – коэффициенты пропорциональности силового воздействия соответственно при первом и втором технологических воздействиях;

П_{x1} = (K1 × P1 × C₀) × exp(-λ × X) – текущее значение прироста концентрации дефектов по глубине поверхностного слоя (X), в результате 1-го технологического воздействия;

П_{x2} – текущее значение прироста концентрации дефектов по глубине поверхностного слоя (X), в результате 2-го и 3-го технологических воздействий.

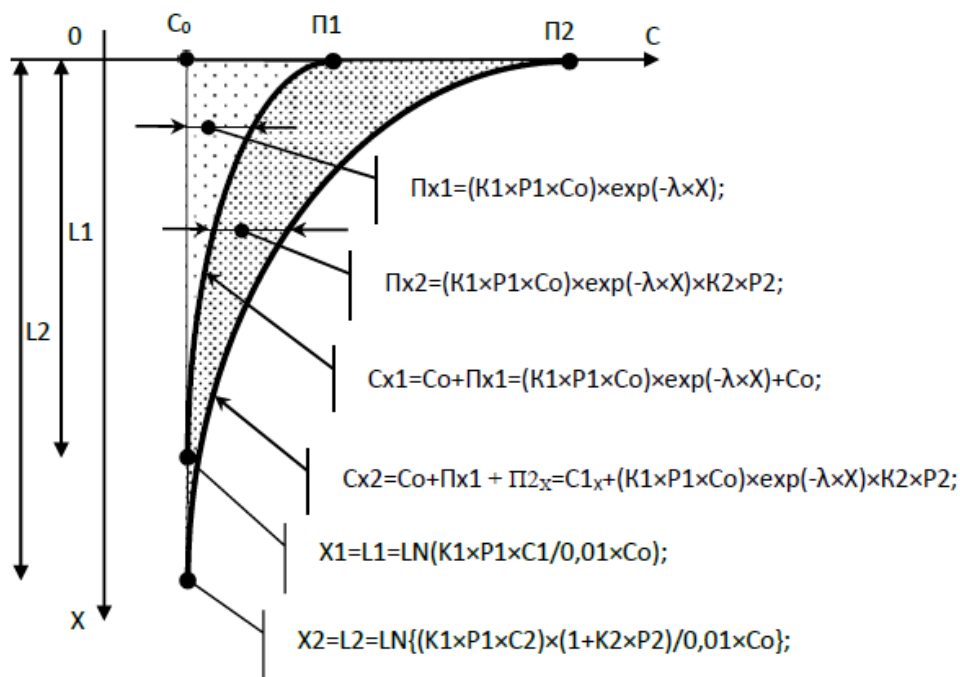


Рисунок 1 – Вероятность присутствия дефектов в поверхностном слое по глубине (X)

Методы и материалы

Рассмотрим физическую модель процесса формообразования с учетом влияния концентрации дефектов в поверхностном слое на взаимосвязь входных и выходных параметров обработки. Предварительно сделаем допущение что возмущение процесса формообразования происходит в результате встречи – взаимодействия металлорежущего инструмента (МРИ) с дефектом при срезании слоя объемом $V_{ср}$ и как следствие этого соответствующее изменение одного или нескольких параметров качества и/или точности обработки.

Определим вероятность встречи дефектов металлорежущим инструментом при срезании слоя толщиной X.

Для решения поставленной задачи выделим единичную площадь $F_p = a \times b = 1$ на обрабатываемой поверхности и выделим единичный объем поверхностного слоя V, равный $V = F_p \times X$ при $X \rightarrow \infty$, где X текущая координата толщины рассматриваемого поверхностного слоя рисунок 2.

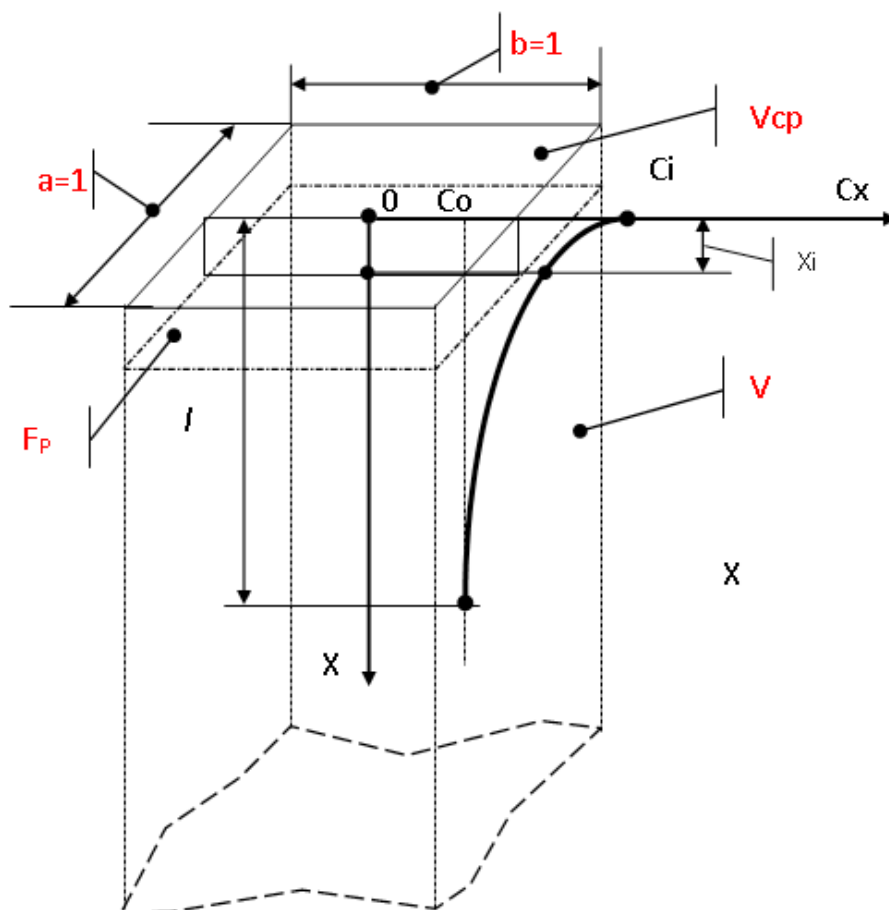


Рисунок 2 – Вероятность встречи дефектов металлорежущим инструментом при срезании слоя толщиной X

В соответствии с принятыми обозначениями объем срезаемого поверхностного слоя (V_{cp}), толщиной (X_i), и единичной площади (F_p) будет равен $V_{cp} = F_p \times X_i$, при $\infty > X_i > 0$.

В этом случае в соответствии с принятой концепцией возмущение процесса формообразования при срезании объема поверхностного слоя V_x толщиной (X) происходит в результате одного из следующих событий:

- встреча дефектов в плоскости резания F_p – это событие F;
- встреча дефектов в объеме срезаемого поверхностного слоя (V_{cp}) толщиной (X_i) – это событие V;
- одновременная встреча дефектов в плоскости резания F_p и в объеме срезаемого (V_{cp}) толщиной (X_i) это событие FV.

Наша задача – определить вероятность (P) хотя бы одного из событий – или (F) или (V) или (FV).

Вероятностная модель возмущения процесса формообразования при срезании слоя V_x .

Физический смысл вероятностной модели возмущения процесса формообразования при срезании слоя V_x представляет собой вероятность «встречи – взаимодействия» дефекта, находящегося в срезаемом поверхностном слое с МРИ, при выполнении второго технологического воздействия (ТВ2) с учетом фактора технологической наследственности (ТН).

Вероятность «встречи – взаимодействия» дефекта представляет собой вероятность одного из событий или события F или события V или события FV , т.е.:

- или в плоскости резания F_p – событие F
- или в срезаемом объеме поверхностного слоя V_{cp} – событие V ,
- или и там и там одновременно – событие FV .

Согласно утверждений [1, 6, 7], вероятность присутствия дефектов в геометрическом параметре поверхностного слоя – в объеме V или площади F с учетом масштабного фактора определяется как:

$$\begin{aligned} P(V) &= 1 - \exp(-C_v \times V) \\ P(F) &= 1 - \exp(-C_f \times F) \end{aligned} \quad (4)$$

В соответствии с этим вероятность события (F) определяется как

$$P(F) = 1 - \exp(-C_f \times F_p).$$

Вероятность события (V) определяется как

$$P(V) = 1 - \exp(-C_v \times V_{cp}) = 1 - \exp(-C_v \times X)$$

Вероятность совмещенного события (FV) определяется как

$$P(FV) = P(F) \times P(V).$$

где C_f , C_v – концентрация дефектов в геометрическом параметре поверхностного слоя – соответственно в объеме V_{cp} , площади F_p .

В соответствии с вышеизложенным, вероятность возмущения процесса формообразования при срезании слоя V_x , в соответствии с теоремой появления хотя бы одного события [2], определится как

$$P = 1 - (1 - P(F)) \times (1 - P(V)) \times (1 - P(FV))$$

или

$$(P) = 1 - q(F) \times q(V) \times q(FV)$$

Где для определения CF, CV используем выражения (1), полученные в работе [10] для расчета концентрации C2X после второго ТВ2 с учетом значения концентрации C1X после выполнения первого ТВ1.

$$C1X = C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times \exp(-\lambda \times X); \tag{7}$$

$$C2_x = C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times X);$$

$$CF = \int_0^a \int_0^b [C2_x(Xi)] dz dy = a \times b \times C2_x(Xi);$$

Т.к. a=1 и b=1 то

$$C_F = C2_x(Xi) = C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times Xi);$$

$$P(F) = 1 - \exp(-Kv \times (C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times Xi))) \times F$$

Т.к. a=1 и b=1, то F =1 поэтому

$$P(F) = 1 - \exp(-Kv \times (C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times Xi))).$$

Для определения CV предварительно определим $C_{V\Sigma}$ – суммарное количество дефектов в V

$$CV\Sigma = \int_0^a \int_0^b \int_0^{xi} [C2_x(x)] dz dy dx$$

$$CV\Sigma = \int_0^a dz \int_0^b dy \int_0^{xi} C2_x(x) dx$$

$$CV\Sigma = a \times b \times \int_0^{xi} C2_x(x) dx$$

$$CV\Sigma = a \times b \times \int_0^{xi} [C_0 + (K1 \times P1 \times C_0) \times (1 + K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times X)] dx$$

Т.к. a=1 и b=1 то

$$CV_{\Sigma} = \int_0^{xi} [Co + [(K1 \times P1 \times Co + K1 \times P1 \times Co \times K2 \times P2) \times \exp(-\lambda \times X)]] dx$$

$$CV_{\Sigma} = \int_0^{xi} Co dx + (K1 \times P1 \times Co + K1 \times P1 \times Co \times K2 \times P2) \times \int_0^{xi} [\exp(-\lambda \times X)] dx$$

Интеграл равен

$$\int_0^{xi} \exp(-\lambda \times x) dx = \frac{1 - \exp(-Xi \times \lambda)}{\lambda};$$

Следовательно

$$C_{V\Sigma} = Co \times Xi + (K1 \times P1 \times Co + K1 \times P1 \times Co \times K2 \times P2) \frac{1 - \exp(-Xi \times \lambda)}{\lambda}$$

где C_v – концентрация в V будет равна

$$CV = C_{V\Sigma} / V = C_{V\Sigma} / a \times b \times X = C_{V\Sigma} / 1 \times X;$$

$$C_v = C_{V\Sigma} / X \quad (8)$$

Вероятность события (V) определяется как

$$P(V) = 1 - \exp(-C_v \times V_{ср}).$$

Объем срезаемого поверхностного слоя $V_{ср}$, толщиной (X), будет равен $V_{ср} = Fr \times X$, при $\infty > X > 0$ и $Fr = a \times b = 1$ поэтому

$$P(V) = 1 - \exp(-C_v \times X);$$

или с учётом (8)

$$P(V) = 1 - \exp(-C_{V\Sigma});$$

$$P(V) = 1 - \exp(-(Co \times Xi + (K1 \times P1 \times Co + K1 \times P1 \times Co \times K2 \times P2) \frac{1 - \exp(-Xi \times \lambda)}{\lambda}))$$

Результаты и обсуждения

Масштабный коэффициент K_v вероятностной модели. Характер изменения зависимости концентрации дефектов по глубине поверхностного слоя $C = f(X)$, аналогичен зависимости $MTB = f(X)$ (рисунок 3).

Поэтому практическое определение параметров зависимости $C=f(X)$ осуществляется по аналогии с зависимостью $MTB=f(X)$ путем подбора значений λ и K_v . Численное значение λ подбирается из условия подобия графиков зависимостей $C=f(X)$, $MTB=f(X)$. Определение значения K_v осуществляется с учетом основных положений теории подобия согласно которым значение параметров по модели и объекта исследования в сходственных точках должны быть безразмерными и равны между собой

$$C \times K_c = MTB \times K_{MTB}$$

$$K_v = K_c / K_{MTB} \text{ или } MTB = C \times K_v$$

где K_c , K_{MTB} – коэффициенты пропорциональности концентрации дефектов и микротвердости;

K_v – коэффициент подобия;

MTB, C – значения микротвердости и концентрации дефектов поверхностного слоя в сходственных точках ($кгс/мм^2$), рисунок 3.

Таким образом с учетом численного значения коэффициента $[K_v]$ вероятность событий (V) и (F) определится как

$$P(F) = 1 - \exp(-K_v \times (C_0 + (K_1 \times P_1 \times C_0 + K_1 \times P_1 \times C_0 \times K_2 \times P_2) \times \exp(-\lambda \times X_i)));$$

$$P(V) = 1 - \exp(-K_v \times (C_0 \times X_i + (K_1 \times P_1 \times C_0 + K_1 \times P_1 \times C_0 \times K_2 \times P_2) \frac{1 - \exp(-X_i \times \lambda)}{\lambda}));$$

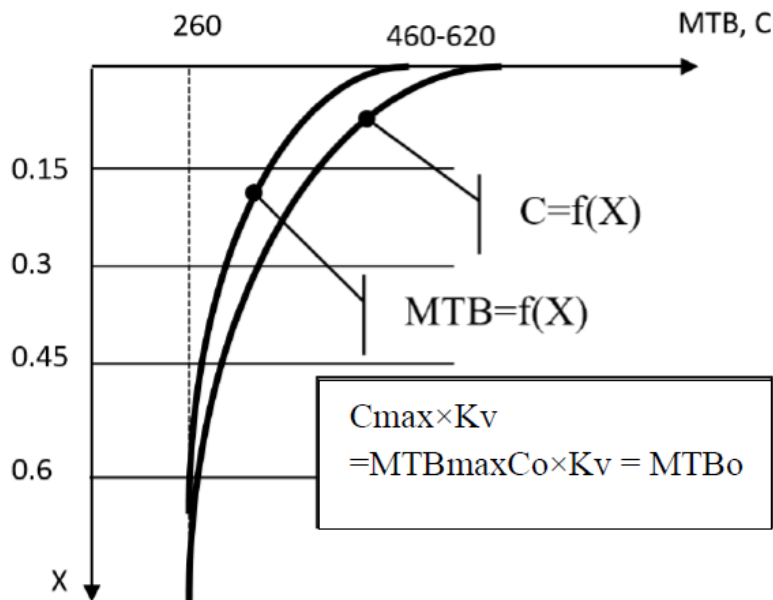


Рисунок 3 – Значения микротвердости и концентрации дефектов поверхностного слоя в сходственных точках

Численное, компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Полученные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить т.н. вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат. Логичность и формализованность разработанных, компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала (или целого класса объектов), в частности, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий. Построение компьютерной модели состоит из двух этапов – сначала создание качественной, а затем и количественной модели.

Компьютерное, численное моделирование заключается в проведении серии вычислительных экспериментов на компьютере, целью которых является анализ, интерпретация и сопоставление результатов моделирования с реальным поведением изучаемого объекта и, при необходимости, последующее уточнение модели и т.д.

Результаты численного моделирования согласно предлагаемой вероятностной модели возмущения процесса формообразования при срезании слоя V_x представлены на рисунках 4-7.

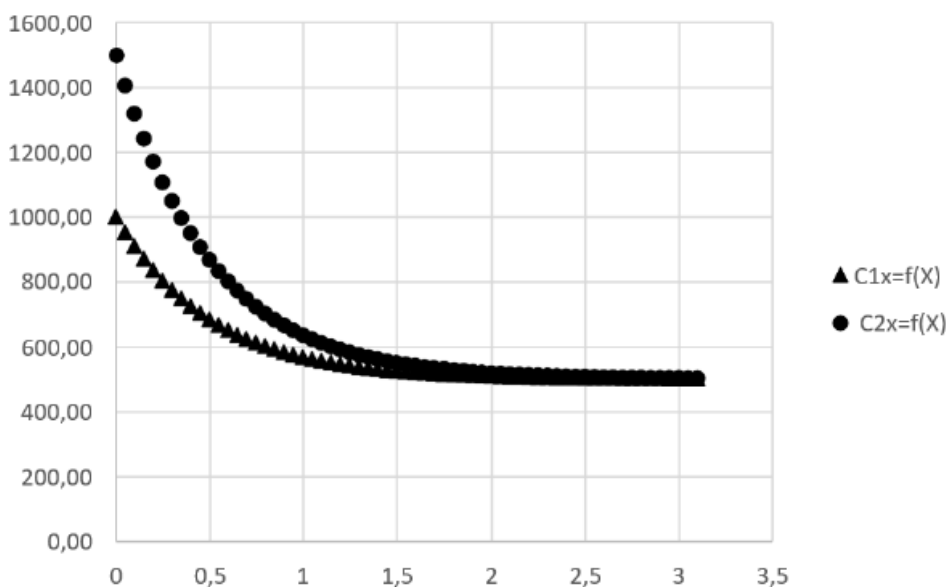


Рисунок 4 – Изменение концентрации дефектов по глубине поверхностного слоя (X) $C1x=f(X)$, $C2x=f(X)$, при выполнении соответственно ТВ1 и ТВ2.

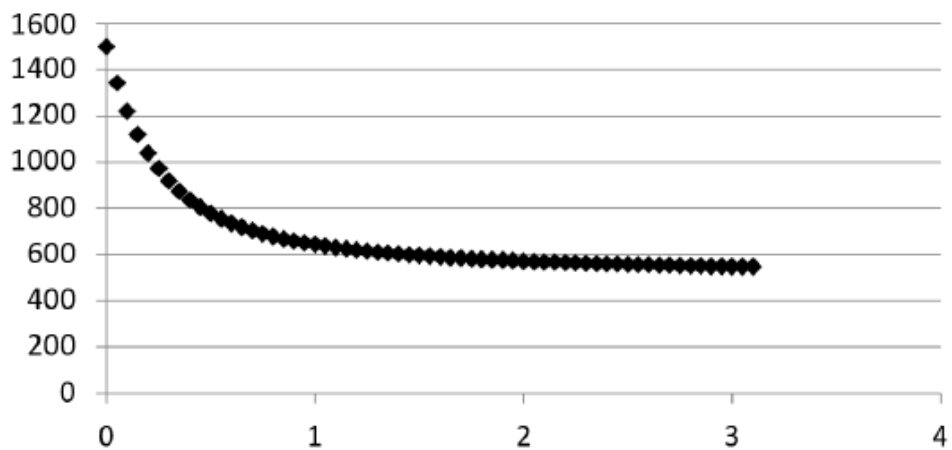


Рисунок 5 – Изменение объемной концентрации C_v по глубине поверхностного слоя (X) $C_v=f(X)$

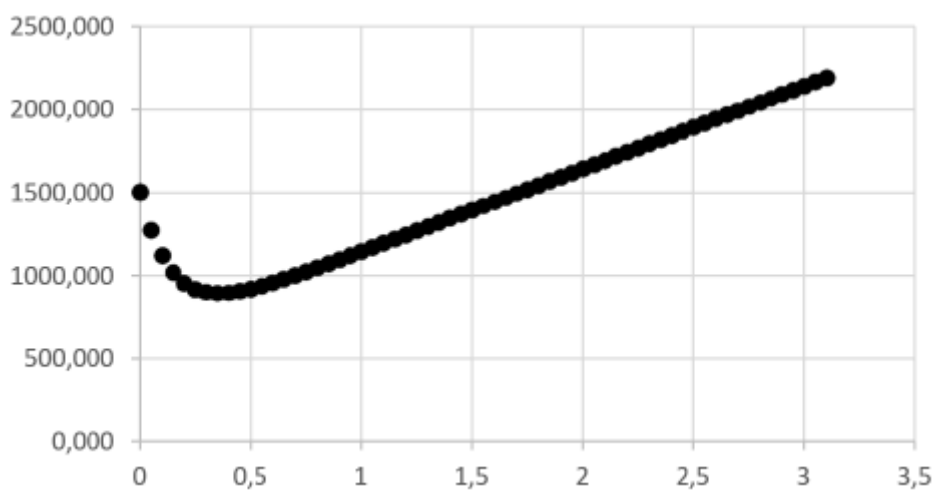


Рисунок 6 – Зависимость количества дефектов в срезанном слое от его толщины (X)

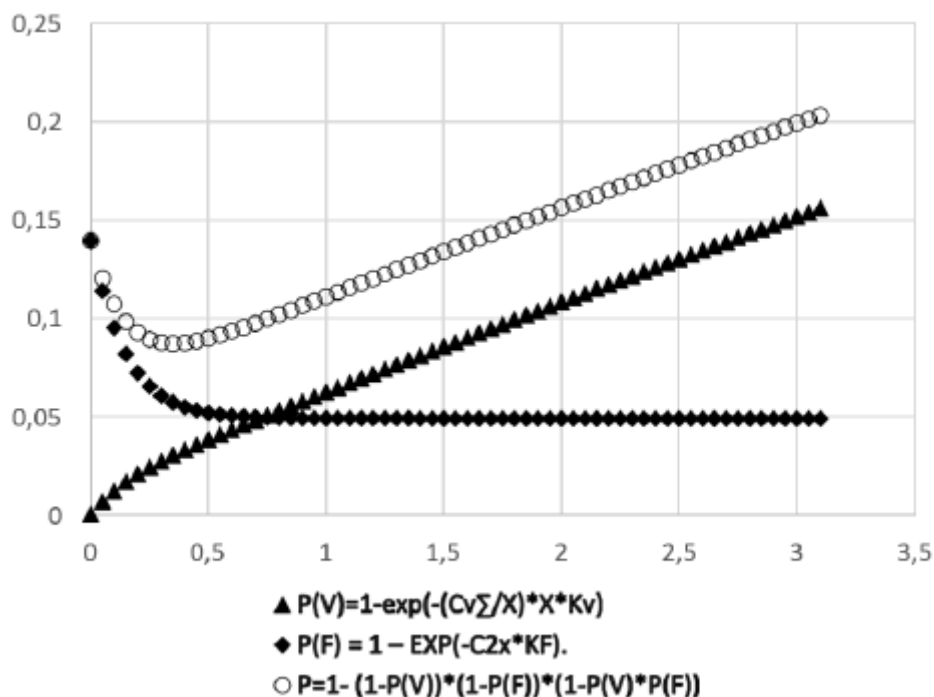


Рисунок 7 – Вероятность возмущения процесса формообразования при срезании слоя Vx

P – Вероятность встречи дефектов металлорежущим инструментом при срезании слоя толщиной X ; $P(F)$ – Вероятность встречи дефектов металлорежущим инструментом в плоскости резания при срезании слоя толщиной X ; $P(V)$ – Вероятность встречи дефектов металлорежущим инструментом в срезанном объеме при срезании слоя толщиной X .

Выводы

В соответствии с принятой концепцией разработана физическая модель срезания поверхностного слоя объемом (V_{cp}), единичной площади (F_p) толщиной (X_i), согласно которой возмущение процесса формообразования происходит в результате одного из следующих событий:

- событие F – встреча с дефектом в плоскости резания F_p ;
- событие V встреча с дефектом в объеме (V_{cp}) срезанного слоя;
- событие FV одновременно происходит событие F и событие V .

Разработана математическая модель $P = f(X_i)$ – вероятности взаимодействия дефектов с МРИ, в зависимости от глубины поверхностного слоя X_i , при последовательном двукратном технологическом воздействии с учетом фактора технологической наследственности ($ТН$).

$$P = 1 - (1 - P(F)) * (1 - P(V)) * (1 - P(FV))$$

где

$$P(F) = 1 - \exp(-K_v \times (C_o + (K_1 \times P_1 \times C_o + K_1 \times P_1 \times C_o \times K_2 \times P_2) \times \exp(-\lambda \times X_i)));$$

$$P(V) = 1 - \exp(-K_v \times (C_o \times X_i + (K_1 \times P_1 \times C_o + K_1 \times P_1 \times C_o \times K_2 \times P_2) \frac{1 - \exp(-X_i \times \lambda)}{\lambda}));$$

$$P(FV) = P(F) \times P(V).$$

Выполненное численное моделирование, предлагаемой модели, позволило установить наличие экстремума зависимости вероятности взаимодействия дефектов с МРИ от глубины срезаемого поверхностного слоя X_i при втором технологическом воздействии (ТВ2) с учетом фактора (ТН).

$$P = 1 - (1 - P(F)) \times (1 - P(V)) \times (1 - P(FV))$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Фрейденталь, А. М.** Статистический подход к хрупкому разрушению // Разрушение / Под ред. Г. Либовица. – М. : Мир. – 1975. – Т.2. – С. 61–645.

2 **Гурман, В. Е.** Теория вероятности и математическая статистика. – М. : Высшая школа, 1977. – 479 с.

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

4 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST // 43rd Academic Space Conference – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings. – Vol. 2171. – 15 November 2019 – номер статьи 170014. – код 154643.

5 **Абашин, М. И., Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К.** Анализ инновационного потенциала ультраструйных гидротехнологий // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 7–16

6 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Прохорова, М. А., Сысоев, Н. Н.** Масштабный фактор (феноменология и физико-технологические приложения). – М. : Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова. М. – 194 с. – ISBN 978-5-8279-0195-2.

7 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К., Ткачук, А. А.** Разработка аналитической модели вероятностного формирования точности исполнительного размера с учетом влияния масштабного фактора // Наука и техника Казахстана, 2021. – № 1. – С. 19–29.

8 **Барзов А. А., Денчик А. И., Мусина Ж. К., Ткачук А. А.** Вероятностная модель имитационного моделирования формирования точности исполнительного размера при множественном возмущении процесса механической обработки // Вестник ТоУ, 2021. – № 1. – С. 45–57

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

10 **Денчик А. И., Мусина Ж. К., Касенов А. Ж., Мусина Л. Р.** Разработка вероятностной-имитационной математической модели формирования параметров поврежденности обработанной поверхности при двукратном технологическом воздействии // Наука и техника Казахстана. – 2022. – № 1. – С. 28–39. – DOI 10.48081/JGZE9345. – EDN DDHFAP.

REFERENCES

1 **Freudenthal, A. M.** Statistical approach to brittle fracture // Fracture / Ed. G. Liebovica. – Moscow. : Mir. – 1975. – V.2. – S. 616–645 p.

2 **Gurman, V. E.** Probability theory and mathematical statistics. - M.: Higher School, 1977. – 479 p.

3 **Barzov, A. A., Galinovsky, A. L., Puzakov, V. S., Troshchiy, O. A.** Probabilistic modeling in innovative technologies – M.: Publishing house «NT», 2006 – 100 p.

4 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST // 43rd Academic Space Conference – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings, Vol. 2171, 15 November 2019. № 170014, code 154643.

5 **Abashin, M. I., Barzov, A. A., Denchik, A. I., Mussina, Zh. K.** Analysis of the innovative potential of ultrajet hydrotechnologies // Science and Technology of Kazakhstan. – 2016. – № 3-4. – P. 7 – 16.

6 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Prokhorova, M. A., Sysoev N. N.** Scale factor (phenomenology and physical and technological applications). Faculty of Physics, Moscow State University named after M. V. Lomonosov. Moscow. – 194 p. ISBN 978-5-8279-0195-2.

7 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Mussina, Zh. K., Tkachuk, A. A.** Development of an analytical model for the probabilistic formation of the accuracy of the executive size, taking into account the influence of the scale factor // Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – № 1 – P. 19–29

8 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Mussina, Zh. K., Tkachuk, A. A.** Probabilistic model of simulation modeling of the formation of the accuracy of the executive size with multiple perturbation of the machining process // Bulletin ToU, 2021. – № 1. – P. 45–57

9 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Tkachuk, A. A.** Simulation modeling of the process of probabilistic formation of the executive size // Science and Technology of Kazakhstan. – 2020. – № 1. – P. 39–47

10 Denchik, A. I., Mussina, Zh. K., Kasenov, A. Zh., Mussina, L. R. Development of a probabilistic simulation mathematical model for the formation of damage parameters of a treated surface under a two-time technological impact // Science and Technology of Kazakhstan. – 2022. – № 1. – P. 28–39. – DOI 10.48081/JGZE9345. – EDN DDHFAP.

Материал поступил в редакцию 16.09.22.

*А. И. Денчик¹, Ж. К. Мусина², *А. Ж. Касенов³,
Р. Б. Кусаинов⁴, Л. Р. Мусина⁵*

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал поступил в редакцию 16.09.22.

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТҰҚЫМ ҚУАЛАУШЫЛЫҚ ФАКТОРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ДӘЙЕКТІ ЕКІ ЕСЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘСЕР ЕТУ КЕЗІНДЕ АҚАУЛАРДЫ БӨЛҮДІҢ ЫҚТИМАЛДЫҚ МОДЕЛІ

Кесумен механикалық өңдеу кезінде сапа мәселесін шешудің қиындығы өнімді өндірудің технологиялық процесіне әсер ететін көптеген факторларды ескеру қажет.

Осыған байланысты әмбебаптығы ғылыми-техникалық мәселелердің кең ауқымын шешуге мүмкіндік беретін зерттеудің ықтималдық-статистикалық әдістерін қолдану өзекті болып табылады.

Технологиялық тұқым қуалаушылық факторын ескере отырып, кесу арқылы механикалық өңдеу кезінде беткі қабаттың ақау дәрежесін қалыптастырудың ықтималды тәсілі, біздің ойымызша, бұл бағыттағы зерттеудің перспективалық бағыты болып табылады, өйткені ол қалыптау процесінің кинетикасының ең жалпы заңдылықтарын талдауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, ықтималдық тәсілі сапа параметрлерін қалыптастыру процесіне беткі қабаттың көптеген ақауларының әсер етуінің кездейсоқ сипатын интегралды түрде ескеруге мүмкіндік береді. технологиялық тұқым қуалаушылық факторын ескере отырып, нақты технологиялық операцияның оңтайлы нәтижесін анықтау мақсатында өңдеу

Біздің жағдайда, бұл беткі қабаттың тереңдігі бойынша ақаулардың таралу ықтималдығының минималды мәнін қамтамасыз ету үшін екінші технологиялық әсерді (ТӘ2) орындау кезінде кесілген қабаттың қалыңдығын анықтау.

Тапсырманы шешуде беткі қабаттың ақаулары Металл кескіш құралмен әрекеттескенде пайда болатын қалыптау процесінің функционалды маңызды технологиялық бұзылысы (ФМТБ) ұғымы қолданылды.

Сандық модельдеу әдісін қолдану нәтижесінде ұсынылған $P = F(X_i)$ ықтималдық моделіне сәйкес, технологиялық тұқым қуалаушылық факторын ескере отырып, X_i беттік қабатының қалыңдығына байланысты, металл кескіш құралмен ақаулардың өзара әрекеттесу ықтималдығының минималды мәні – оптимумның болуы көрсетілген. технологиялық экспозиция.

Кілтті сөздер: дәлдік, масштаб факторы, ықтималдық моделі, сандық модельдеу, функционалды маңызды технологиялық бұзылыс, технологиялық әсер.

*A. I. Denchik¹, Zh. K. Mussina², *A. Zh. Kasenov³,
R. B. Kussainov⁴, L. R. Mussina⁵*

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar
Material received on 16.09.22.

PROBABILISTIC MODEL OF DEFECT DISTRIBUTION WITH SEQUENTIAL TWOFOLD TECHNOLOGICAL IMPACT TAKING INTO ACCOUNT THE FACTOR OF TECHNOLOGICAL HEREDITY

The complexity of solving the quality problem during mechanical cutting is the need to take into account a large number of factors that affect the technological process of manufacturing the product.

In this regard, the use of probabilistic and statistical research methods, the universality of which allows solving a wide range of scientific and technical problems, is relevant.

In our opinion, the probabilistic approach to the formation of the degree of defect of the surface layer during mechanical cutting, taking into account the factor of technological heredity, is a promising direction of research in this direction, since it allows us to analyze the most general laws of the kinetics of the shaping process.

At the same time, the probabilistic approach makes it possible to integrally take into account the random nature of the impact of numerous defects of the surface layer on the process of forming quality parameters. processing, in order to determine the optimal outcome of a specific technological operation, taking into account the factor of technological heredity.

In our case, this is the determination of the thickness of the cut layer when performing the second technological action (TA2) in order to ensure a minimum value of the probability of distribution of defects over the depth of the surface layer.

In solving this problem, the concept of a functionally significant technological disturbance (FSTD) of the shaping process, which occurs when defects of the surface layer interact with a metal-cutting tool, was used.

As a result of the application of the numerical modeling method, according to the proposed probabilistic model $P = f(X_i)$, it is shown that there is an optimum – a minimum value of the probability of interaction of defects with a metal cutting tool, depending on the thickness of the cut surface layer X_i , taking into account the factor of technological heredity, with successive twofold technological impact.

Keywords: accuracy, scale factor, probabilistic model, numerical modeling, functionally significant technological disturbance, technological impact.

Теруге 16.09.22 ж. жіберілді. Басуға 30.09.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 11,05 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 3998

«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