

## СИСТЕМЫ С НАПРАВЛЕНИЕМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ОПЕРАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ С СИЛОВОЙ ГОЛОВКОЙ И НАСАДКОЙ

**В. М. БУРДЕЙНАЯ<sup>1</sup>, А. Р. ТРИЩ<sup>2</sup>, Н. А. ДОЦЕНКО<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Кафедра Охраны труда, стандартизации и сертификации, УИПА, Харьков, УКРАИНА

<sup>2</sup> Аспирант, УИПА, Харьков, УКРАИНА

<sup>3</sup> Кафедра Общетеchnических дисциплин, СГАУ, Сумы, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ** В статье рассмотрена функциональная зависимость изменения полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонения осей. Получены статистические характеристики распределения от базовой поверхности до оси отверстия и расположения осей отверстий. Предложены зависимости для расчета полей рассеяния размера от базы и позиционного отклонения при обработке отверстий в системах с направлением режущего инструмента. Определен удельный вес влияния факторов на точность обработки координированных отверстий в системах с направлением режущего инструмента.

**Ключевые слова:** точность, характеристика, координированные отверстия, размер, фактор, инструмент.

## SYSTEM WITH THE DIRECTION OF THE CUTTING TOOL IN OPERATIOG STATIONS WITH THE POWER HEAD AND ATTACHMENT

**V. BURDEINA<sup>1</sup>, A. TRICHSH<sup>2</sup>, N. DOTSENKO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Department of labor protection, standardization and certification, UIPA, Kharkov, UKRAINE

<sup>2</sup> Graduate student, UIPA, Kharkov, UKRAINE

<sup>3</sup> Department of General Technical Sciences, SSAU, Sumy, UKRAINE

**ABSTRACT** The article considers the functional dependence of the stray fields from the base size and position deviation of the axes. The purpose of a comprehensive study of the influence of various elements of technological equipment of modular machines (power heads, jigs and fixtures) to provide the normalized precision machining of holes coordinated with consideration of the positional deviations of their axes during machining and without guiding the cutting tool. The obtained statistical characteristics of the distribution from the base surface to the bore axis and the location of the axes of the holes. Checked the hypothesis about the adequacy of the presented results of research at F-criterion and t-criterion. The dependences for calculation of the stray fields from the base size and position deviation in the machining of holes in the systems with the direction of the cutting tool. Set change limits when using drill bushings with factors such as the length of a guide portion, the overhang over the end of the sleeve, the diameter of the tool, the hardness of the processed material. Determined the proportion of influence of factors on the machining accuracy of holes in the coordinate systems with the direction of the cutting tool. The obtained values of parameters of statistical analysis models in a coordinated drilling of holes nozzles with the conductors. Determined the total effect of controllable factors on the magnitude of the stray fields of size from the base to the axis of the hole and the positional deviation of the bore axis, giving a substantial reserve regulation precision machining coordinated holes. The change in diameters does not lead to a significant increase in stray field.

**Keywords:** accuracy characteristics, the coordinated holes, size, factor, tool.

### Введение

В машиностроении показатели качества изделий тесно связаны с точностью обработки деталей, поскольку полученные размеры, форма и расположение элементарных поверхностей определяют фактические зазоры и натяги в соединениях, а, следовательно, не только технические параметры, но и такие характеристики как надежность и долговечность [1-3].

Общая погрешность обработки машиностроительных деталей обусловлена действием большого числа факторов технологического процесса, что проявляется в виде определенного количества отклонений параметров деталей от допустимых

величин, которые могут быть наблюдаемы на отдельных промежутках процесса[4-6].

### Цель работы

Целью работы является комплексное исследование влияния различных элементов технологической оснастки агрегатных станков (силовых головок, кондукторов и приспособлений) на обеспечение нормированной точности обработки координированных отверстий с учетом позиционного отклонения их осей при обработке отверстий без направления режущего инструмента.

### Методика исследования

Для проведения экспериментальных исследований использована операционная станция с силовой головкой, насадкой и подвижным кондуктором [7].

На рис. 1 показана станция, предназначенная для одновременного сверления 2-х диаметрально противоположных отверстий  $\varnothing 1$ ,  $\varnothing 2$  и  $\varnothing 3$  мм.

1 – силовая головка, 2 – приспособление, 3 – заготовка, 4 – делительный стол, 5 – кондуктор, 6 – двухшпиндельная насадка.

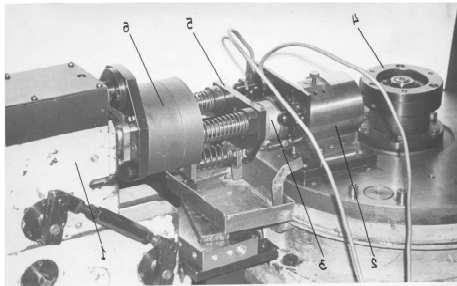


Рис. 1. Позиция для обработки с направлением режущего инструмента

Общий вид станции, содержащей силовой стол, представлен на рис. 2, где 1 – бабка, 2 – силовой стол, 3 – шпиндель с инструментом, 4 – заготовка, 5 – приспособление.

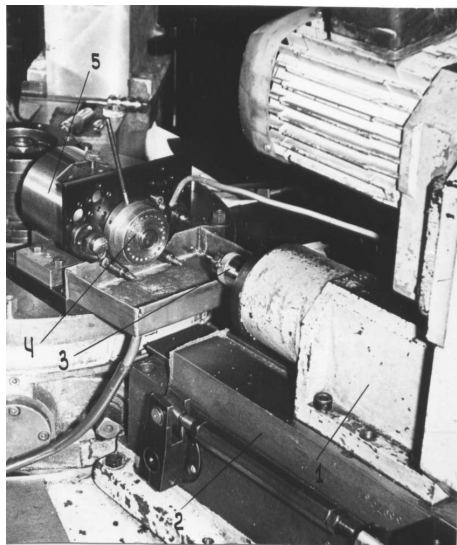


Рис. 2. Позиция для обработки с использованием поворотного стола

На представленных станциях станда обрабатывались заготовки из стали 45, СЧ 15 и алюминиевого сплава АЛ 9. [8]

### Точность систем с направлением режущего инструмента

Функциональная зависимость изменения полей рассеяния размеров от базы и позиционные отклонения осей отверстий могут быть представлены в виде [9, 10]:

$$\omega_{в;о} = f(d_{и}, HB, l_{см}, l_x), \quad (1)$$

где  $\omega_{в;о}$  – поле рассеяния размера от базы или позиционного отклонения, мкм;

$d_{и}$  – диаметр инструмента;

$l_{см}$  – длина направляющей части кондукторной втулки, мм;

$l_x$  – вылет инструмента за торец кондукторной втулки, мм.

Планирование и проведение полного факторного эксперимента типа  $2^4$  позволяет получить математическую модель точности обработки координированных отверстий [11,12]. Отклонения размеров от базы и позиционных отклонений осей отверстий в каждой из 16 точек плана эксперимента обрабатывали в Exseel, в результате чего получены статистические характеристики распределений, представленные в таблице 1, для  $\omega_b$ , а в таблице 2 для  $\omega_o$ .

Таблица 1 – Статистические характеристики распределения от базовой поверхности до оси отверстия

| Точки плана | Статистические характеристики |        |       |                 |           |          |
|-------------|-------------------------------|--------|-------|-----------------|-----------|----------|
|             | $\bar{X}$ , мм                | S, мм  | W, мм | $\omega_b$ , мм | $\lambda$ | $\alpha$ |
| 1           | 0,504                         | 0,683  | 0,4   | 0,525           | 0,342     | 1,27     |
| 2           | 0,508                         | 0,0695 | 0,4   | 0,534           | 0,348     | 1,29     |
| 3           | 0,657                         | 0,120  | 0,7   | 0,921           | 0,34      | 0,734    |
| 4           | 0,633                         | 0,111  | 0,65  | 0,854           | 0,341     | 0,932    |
| 5           | 0,486                         | 0,0621 | 0,35  | 0,477           | 0,355     | 1,749    |
| 6           | 0,454                         | 0,0516 | 0,3   | 0,396           | 0,344     | 1,693    |
| 7           | 0,627                         | 0,109  | 0,65  | 0,837           | 0,335     | 0,914    |
| 8           | 0,642                         | 0,114  | 0,7   | 0,877           | 0,326     | 0,691    |
| 9           | 0,599                         | 0,0997 | 0,6   | 0,676           | 0,332     | 0,83     |
| 10          | 0,657                         | 0,119  | 0,7   | 0,917           | 0,34      | 0,734    |
| 11          | 0,69                          | 0,13   | 0,8   | 0,999           | 0,325     | 0,6      |
| 12          | 0,648                         | 0,116  | 0,7   | 0,889           | 0,331     | 0,708    |
| 13          | 0,541                         | 0,802  | 0,5   | 0,616           | 0,321     | 0,856    |
| 14          | 0,486                         | 0,619  | 0,35  | 0,476           | 0,354     | 1,749    |
| 15          | 0,654                         | 0,118  | 0,7   | 0,909           | 0,337     | 0,726    |
| 16          | 0,651                         | 0,117  | 0,7   | 0,895           | 0,334     | 0,717    |
| 17          | 0,533                         | 0,778  | 0,45  | 0,598           | 0,346     | 1,346    |
| 18          | 0,505                         | 0,835  | 0,5   | 0,641           | 0,334     | 0,82     |
| 19          | 0,547                         | 0,824  | 0,5   | 0,633           | 0,329     | 0,989    |

Таблица 2 – Статистические характеристики распределений отклонений расположения осей отверстий

| Точка и плана | Статистические характеристики |       |       |                 |           |          |
|---------------|-------------------------------|-------|-------|-----------------|-----------|----------|
|               | $\bar{X}$ , мм                | S, мм | W, мм | $\omega_0$ , мм | $\lambda$ | $\alpha$ |
| 1             | 2                             | 3     | 4     | 5               | 6         | 7        |
| 1             | 1,444                         | 0,348 | 2     | 2,349           | 0,348     | - 0,394  |
| 2             | 1,447                         | 0,349 | 2     | 2,357           | 0,349     | - 0,397  |
| 3             | 1,432                         | 0,440 | 2,5   | 2,971           | 0,8       | 0,106    |
| 4             | 1,515                         | 0,405 | 2,5   | 2,734           | 0,324     | 0,172    |
| 5             | 0,988                         | 0,316 | 1,8   | 2,136           | 0,351     | 0,422    |
| 6             | 0,967                         | 0,989 | 1,8   | 1,955           | 0,321     | 0,188    |
| 7             | 1,208                         | 0,400 | 2,4   | 2,701           | 0,333     | 0,035    |
| 8             | 1,453                         | 0,406 | 2,5   | 2,745           | 0,325     | 0,122    |
| 9             | 1,335                         | 0,385 | 2,4   | 2,604           | 0,321     | 0,875    |
| 10            | 1,348                         | 0,417 | 2,5   | 2,809           | 0,323     | 0,384    |
| 11            | 1,453                         | 0,451 | 2,8   | 3,043           | 0,322     | 0,00214  |
| 12            | 1,403                         | 0,401 | 2,4   | 2,711           | 0,334     | 0,128    |
| 13            | 1351                          | 0,351 | 1,8   | 2,367           | 0,39      | 0,286    |
| 14            | 0,997                         | 0,299 | 1,8   | 2,023           | 0,332     | 0,522    |
| 15            | 1,427                         | 0,409 | 2,5   | 2,766           | 0,227     | 0,872    |
| 16            | 1,409                         | 0,403 | 2,4   | 2,723           | 0,336     | 0,158    |
| 17            | 1,447                         | 0,349 | 2,0   | 2,357           | 0,349     | 0,397    |
| 18            | 1,244                         | 0,348 | 2,0   | 2,357           | 0,348     | 0,194    |
| 19            | 1,151                         | 0,350 | 2,0   | 2,366           | 0,350     | 0,101    |

Каждая точка плана эксперимента представляет собой один опыт и определяется практическим полем рассеяния  $\omega_b$  или  $\omega_0$ . Выходные характеристики экспериментальных моделей  $\omega_b$  и  $\omega_0$  в таблице плана эксперимента пересчитаны в логарифмическом виде. Гипотеза об однородности дисперсий полей рассеяния в каждой точке плана эксперимента проверялась по критерию Кохрена и показала их однородность.

Для проведения статистического анализа выполнена дополнительная серия опытов ( $n_0 = 3$ ) при нулевом уровне исследуемых факторов. За нулевой уровень принята обработка отверстий  $\varnothing 2$  мм в образцах из серого чугуна.

Коэффициенты регрессии  $\omega_0, \omega_i, \omega_{ij}$ , методика которых рассмотрена ранее, вычислены на основании данных матрицы плана ПФЭ  $2^4$ . Пределы изменения варьируемых факторов при сверлении координированных отверстий сведены в таблицу 4. Математические модели точности обработки определялись по методике, изложенной в работах [13-15].

По результатам экспериментов оценивались коэффициенты уравнения регрессии и находились

искомые математические модели полей рассеяния размеров и отклонений.

Для полей рассеяния размера от базовой поверхности до оси обрабатываемого отверстия записываем:

$$Y_B = 2,853 - 0,0043 Z_1 + 0,919 Z_2 - 0,0383 Z_3 + 0,361 Z_4 - 0,00243 Z_5 - 0,0178 Z_6 - 0,00006 Z_7 + 0,0299 Z_8 - 0,00536 Z_9 - 0,0068 Z_{10} + 0,0293 Z_{11} - 0,0056 Z_{12} - 0,0076 Z_{13} - 0,0055 Z_{14} + 0,0062 Z_{15} \quad (1)$$

– для полей рассеяния позиционных отклонения:

$$Y_0 = 3,405 - 0,00987 Z_1 + 0,04174 Z_2 - 0,0239 Z_3 + 0,0221 Z_4 - 0,00063 Z_5 - 0,00324 Z_6 + 0,002 Z_7 + 0,00141 Z_8 + 0,00376 Z_9 + 0,013 Z_{10} - 0,0017 Z_{11} - 0,00363 Z_{12} + 0,003666 Z_{13} + 0,00371 Z_{14} + 0,00379 Z_{15} \quad (2)$$

Таблица 4 – Область изменения независимых факторов при сверлении отверстий силовой головкой с насадкой при направлении режущего инструмента

| Уровень варьирования  | Независимые факторы и их логарифмы |                    |                     |                   |                                     |       |                     |                   |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------------------|
|                       | длина кондукторной втулки          |                    | вылет инструмента   |                   | твердость обрабатываемого материала |       | диаметр инструмента |                   |
|                       | l <sub>вт</sub> , мм               | lg l <sub>вт</sub> | l <sub>х</sub> , мм | lg l <sub>х</sub> | НВ, МПа                             | lg НВ | d <sub>и</sub> , мм | lg d <sub>и</sub> |
| Верхний (+1)          | 18                                 | 1,255              | 3,5                 | 0,544             | 1930                                | 3,286 | 3,0                 | 0,477             |
| Нулевой (0)           | 12,5                               | 1,097              | 2,5                 | 0,398             | 1240                                | 3,093 | 2,0                 | 0,301             |
| Нижний (-1)           | 7                                  | 0,845              | 1,5                 | 0,176             | 550                                 | 2,740 | 1,0                 | 0                 |
| Интервал варьирования | -                                  | 0,205              | -                   | 0,184             | -                                   | 0,273 | -                   | 0,239             |

В результате статистического анализа уравнений (1) и (2) установлено что коэффициенты от  $Z_5$  до  $Z_{15}$  в уравнениях незначимы, ибо они меньше доверительных интервалов ( $\Delta B_B = 0,2999$ , а  $\Delta B_0 = 0,137$ ) для коэффициентов этих уравнений.

Поэтому уравнения (1) и (2) можно записать в следующем виде:

$$\hat{Y}_B = 2,853 - 0,0043 Z_1 + 0,919 Z_2 - 0,0383 Z_3 + 0,0361 Z_4 \quad (3)$$

$$\hat{Y}_0 = 3,405 - 0,00987 Z_1 + 0,0417 Z_2 - 0,0239 Z_3 + 0,0221 Z_4 \quad (4)$$

Гипотезу об адекватности представленных результатов исследования можно считать правильной, ибо проверки, как по F-критерию, так и по t-критерию показали, что расчетные значения этих критериев меньше табличных. Результаты статистического

анализа представлены в таблице 5. Кодированное значение факторов при сверлении отверстий силовой головкой с насадкой и кондуктором представлено в таблице 6.

Таблица 5 – Значения параметров статистического анализа моделей при сверлении координированных отверстий насадками с кондукторами

| Параметры статистического анализа                               | Обозначение параметра        | Значение параметров для моделей |                |
|---|------------------------------|---------------------------------|----------------|
|   |                              | У <sub>В</sub>                  | У <sub>О</sub> |
| Критерий Фишера (F = 6,927, при 1% уровня значимости)           | F                            | 1,17                            | 6,875          |
| Критерий Стьюдента (t = 31,6, при 0,1% уровня значимости)       | t                            | 14,3                            | 6,28           |
| Доверительный интервал для коэффициентов регрессии              | Δ <sub>bi</sub>              | 0,0299                          | 0,0137         |
| Дисперсия, характеризующая неадекватность математической модели | S <sub>на</sub> <sup>2</sup> | 0,00046                         | 0,0128         |
| Дисперсия ошибки определения коэффициентов регрессии            | S <sub>bi</sub> <sup>2</sup> | 0,000016                        | 0,00001        |
| Дисперсия ошибки опыта  | S <sub>ош</sub> <sup>2</sup> | 0,000259                        | 0,00016        |

Таблица 6 – Кодированное значение факторов при сверлении отверстий силовой головкой с насадкой и кондуктором

| Наименование фактора                | Код            | Кодированное значение факторов       |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Длина втулки кондукторной           | Z <sub>3</sub> | (lg l <sub>BT</sub> – 1,0969)/0,2051 |
| Вылет инструмента за торец втулки   | Z <sub>4</sub> | (lg l <sub>x</sub> – 0,3979)/0,184   |
| Твердость обрабатываемого материала | Z <sub>2</sub> | (lg HB – 3,0934)/0,2726              |
| Диаметр инструмента                 | Z <sub>1</sub> | (lg d <sub>и</sub> – 0,301)/0,2386   |
| Допуск исходного зазора             | Z <sub>5</sub> | (lg T <sub>S1</sub> – 1,3975)/0,301  |

Из зависимостей (3) и (4) видно, что увеличение диаметра сверла d<sub>и</sub> и длины направляющей втулки l<sub>BT</sub> уменьшает величину полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонений, а увеличение вылета инструмента и повышение физико-механических свойств обрабатываемого материала увеличивают ω<sub>в</sub> и ω<sub>о</sub>.

Воспользовавшись данными табл. 6, преобразуем кодовые значения зависимостей (3) и (4) в логарифмические:

$$\lg \omega_v = 1,9431 - 0,0018 \lg d_{и} + 0,337 \lg HB - 0,187 \lg l_{BT} + 0,196 \lg l_x ; \quad (5)$$

$$\lg \omega_o = 3,066 - 0,04137 \lg d_{и} + 0,1531 \lg HB - 0,1165 \lg l_{BT} + 0,12 \lg l_x. \quad (6)$$

Потенцируя уравнения (5) и (6), получаем зависимости для расчета полей рассеяния при обработке с направлением режущего инструмента:

$$\omega_v = 19,6 \frac{l_x^{0,2} HB^{0,34}}{d_{и}^{0,02} \cdot l_{BT}^{0,19}} \quad (7)$$

$$\omega_o = 19,6 \frac{l_x^{0,12} HB^{0,15}}{d_{и}^{0,04} \cdot l_{BT}^{0,12}} \cdot 10^3 \quad (8)$$

Уравнения (7) и (8) рекомендуются для расчета полей рассеяния при использовании кондукторных втулок, у которых диапазон длин направляющей части находится в пределах от 5 мм до 20 мм, вылеты инструмента за торец втулки изменяются в пределах от 1 мм до 5 мм. Пределы изменения диаметров 0,5 мм ≤ d<sub>и</sub> ≤ 3,5 мм, и твердость обрабатываемого материала 500 МПа ≤ HB ≤ 2500 МПа.

При проведении плана экспериментальных исследований не предусматривалось изменение такого фактора как зазор в соединении между кондукторной втулкой и режущим инструментом ввиду технологической сложности обработки малых отверстий кондукторных втулок [15,16]. Однако математические модели, получаемые при обработке планов экспериментов, позволяют включать дополнительные факторы, которые можно ввести, используя дополнительную информацию (ранжированием удельного веса факторов), полученную при исследованиях на подобных объектах.

Удельный вес влияния факторов на точность обработки координированных отверстий представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Удельный вес влияния факторов на величину полей рассеяния  $\omega_\alpha$  и  $\omega_\beta$  при сверлении с направлением режущего инструмента

| Точностные характеристики                       | Удельный вес факторов, % |                |                    |                |
|---|--------------------------|----------------|--------------------|----------------|
|   | управляемых              |                | неуправляемых      |                |
|   | геометрических           |                | заданных в чертеже |                |
|   | $I_{\text{ВТ}}$          | $I_{\text{Х}}$ | НВ                 | $d_{\text{и}}$ |
| Размер от базы до оси обрабатываемого отверстия | 16                       | 16             | 39                 | 4              |
| Позиционное отклонение оси отверстия            | 16                       | 8              | 29                 | 7              |

### Выводы

Определено, что суммарное влияние управляемых факторов ( $I_{\text{ВТ}}$  и  $I_{\text{Х}}$ ) на величину полей рассеяния размера от базы до оси обрабатываемого отверстия и на позиционное отклонение оси отверстия - существенно (7) и составляет соответственно 32% и 24%, что дает значительный резерв регулирования точности обработки координированных отверстий. Исследованиями установлено, что изменение диаметров не ведет к существенному увеличению полей рассеяния.

### Список литературы

1. **Hirsch, W.** Differential Equations, dynamical systems, and an introduction to chaos / **M. W. Hirsch, S. Smale, R. Devaney** // *Academic Press*. – 2003. – 425 p.
2. **Gurevich, V.** Electronic Devices on Discrete Components for Industrial and Power Engineering / **V. Gurevich**. – CRC Press, New York. – 2008. – 418 p.
3. **Костин, А. В.** Рождение квалиметрии / **А. В. Костин**. – М.: Стандарты и качество. – 2010. – 349 с.
4. **Carlos, G.** Analysis and Design of Marine Structures / **G. Carlos O. Soares**. – CRC Press. – 2009. – 321 p
5. **Oberg, E.** Gage design and gage making / **N.-Y.** – 1920. – 305 p.
6. **Ettinger, W. J.** Basis for Determining Manufacturing Tolerances / **W. J. Ettinger, W. Bartky** // *The Maschinist*. – 1936. – vol.80 № 36. – P 23-28.
7. **Гугнін, В. П.** Метрологічне забезпечення та перевірка засобів виміральної техніки фізичних величин / **В. П. Гугнін, Г. О. Оборський**. – К.: Наука і техніка. – 2011. – 220 с.
8. **Кондратюк, О. Л.** Підвищення ефективності силових головок для обробки отворів малого діаметра за рахунок застосування електромагнітного приводу подачі: дис. канд. техн. наук / **О. Л. Кондратюк**; наук. кер. **О. А. Мельниченко**. – *Нац. техн. ун-т "ХПИ"*. – Х. – 2008. – 178 с.
9. **Гугнін, В. П.** Основи метрології та виміральної техніки / **В. П. Гугнін, Г. О. Оборський**. – Одеса: Астропринт. – 2003. – 200 с.
10. **Пашенко, Е. А.** Исследование факторов, определяющих точность обработки деталей на агрегатных станках

- ХПО. Отчет о НИР. / **Э. А. Пашенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев** // *УЗПИ*. – Инв. № 02840041668. – Харьков. – 1983. – 90 с.
11. **Арпентьев, Б. М.** Оценка качества сборки соединений по критерию биения / **Б. М. Арпентьев, Н. Ю. Ламнауэр** // *Вісник НТУ "ХПИ"*. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2005. – №9. – С. 48-54. – doi:10.20998/2413-4295.2005.10.09.
  12. **Анурьев, В. И.** Справочник конструктора-машиностроителя / **В. И. Анурьев**; под ред. **И. Н. Жестковой**; 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 2001. – Т2. – 912 с.
  13. **Пашенко, Е. А.** Исследование точности обработки деталей на агрегатных станках с применением различных технологических схем Отчет о НИР. / **Э. А. Пашенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев** // *УЗПИ*. – Инв. № В 979436. – Харьков. – 1980. – 132 с.
  14. **Бурдейная, В. М.** Особенности обеспечения точности координированных размеров при использовании типовых технологических схем / **В. М. Бурдейная, Р. М. Триц** // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2014. – №3/4 (17). – С. 14-18. – doi.org/10.15587/2312-8372.2014.05.29.
  15. **Ламнауэр, Н. Ю.** Обеспечение качества вращающихся соединений сборкой с термовоздействием.: Дисс. на соиск. учен. степ. к-та техн. наук: / **Н. Ю. Ламнауэр**. – Х.: *Украинская инженерно-педагогическая академия*. – 2006. – 218 с.
  16. **Ламнауэр, Н. Ю.** Модель поля рассеивания погрешности геометрической формы и ошибки взаимного положения поверхностей / **Н. Ю. Ламнауэр, Р. М. Триц** // *Вісник Національного технічного університету "ХПИ"*. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2004. – №44. – С.106-110. – doi:10.20998/2413-4295.2004.04.05.

### Bibliography (transliterated)

1. **Hirsch, W., Smale, S., Devaney, R.** Differential Equations, dynamical systems, and an introduction to chaos. *Academic Press*, 2003, 425 p.
2. **Gurevich, V.** Electronic Devices on Discrete Components for Industrial and Power Engineering, CRC Press, New York, 2008, 418 p.
3. **Kostin, A. V.** Birth qualimetry. Moscow: Standards and Quality, 2010, 433 p.
4. **Carlos, G., Soares, O.** Analysis and Design of Marine Structures. CRC Press, 2009, 321 p.
5. **Oberg, E.** Gage design and gage making. N.-Y., 1920, 305 p.
6. **Ettinger, W.J. Bartky, W.** Basis for Determining Manufacturing Tolerances. *The Maschinist*, 1936, **36**(80), 23-28.
7. **Gugin, V. P., Oborskiy, G. O.** Metrologichne zabezpechennya ta povirka zasobiv vimiryuvальної техніки фізичних величин [Metrological maintenance and calibration of measuring instruments of physical quantities]. *Nauka i tehnika [Science and Technology]*, Kyiv, 2010, 220 p.
8. **Kondratyuk, O. L.** Improving the efficiency silverlook for processing small diameter holes through the use of an electromagnetic actuator innings: dis. Cand. tekhn. Sciences. Nat. tekhn. University "KhPI, 2008, 178 p.
9. **Gugin, V. P., Oborskiy, G. O.** Osnovi metrologiyi ta vimiryuvальної техніки [Metrology and Instrumentation]. *Astroprint*, Odesa, 2003, 200 p.
10. **Pashchenko, E. A., Csepel, V. A., Latyshev, N. V.** Study of factors determining the precision of machining on transfer

- machines and machining units CVD. Research report. UZPI inv. No. 02840041668, Kharkov, 1983, 90 p.
11. **Arpentiev, B. M., Lamnauer, N. Yu.** Assessment of build quality connections by the criterion of beats. Bulletin of NTU "KhPI", Kharkov, 2005, **9**, 48-54, doi:10.20998/2413-4295.2005.10.09.
  12. **Anurev, V. S., Zhestkova, S. N.** Reference designer-mechanical engineer. Mashinostroenie, Moscow, 2001, 912 p.
  13. **Paschenko, E. A., Csepel, V. A., Latyshev, N. V.** Study of the accuracy of machining on transfer machines and machining units with the use of different technological schemes the research Report. UZPI, inv. No 979436, Kharkov, 1980, 132 p.
  14. **Burdeina, V. M., Trichsh, R. M.** Specific features of ensuring the accuracy of coordinated dimensions when using typical technological schemes. Technology audit and production reserves, 2014, **3/4(17)**, 14-18, doi:10.15587/2312-8372.2014.05.29
  15. **Lamnauer, N. Yu.** Quality assurance of the rotating connection assembly with thermal impact. Diss. on competition of a scientific degree: Ukrainian engineering-pedagogical Academy, 2006, 218 p.
  16. **Lamnauer, N. Yu. Trichsh, R. M.** Model field dissipation errors of geometrical form and of the error of the relative position of surfaces. Bulletin of National technical University "KhPI", Kharkov, 2004, **44**, 106-110. doi:10.20998/2413-4295.2004.04.05.

#### Сведения об авторах (About authors)

**Бурдейная Виктория Михайловна** – Украинская инженерно-педагогическая академия, ассистент кафедры Охраны труда, стандартизации и сертификации; г. Харьков, Украина; e-mail: zamorskavika@mail.ua.

**Burdeina Vyktozia** – Ukrainian engineering - pedagogical Academy, assistant of the Department of labor Protection, standardization and certification; Kharkov, Ukraine; e-mail: zamorskavika@mail.ua.

**Триш Андрей Романович** – Украинская инженерно-педагогическая академия, аспирант кафедры Охраны труда, стандартизации и сертификации; г. Харьков, Украина; e-mail: trich\_@ukr.net@gmail.com.

**Trichsh Andrei** – Ukrainian engineering - pedagogical Academy, graduate student of the Department of labor Protection, standardization and certification; Kharkov, Ukraine; e-mail: trich\_@ukr.net@mail.ua.

**Доценко Наталья Андреевна** – кандидат технических наук, Сумской государственный аграрный университете, ассистент кафедры Общетеchnических дисциплин, г. Сумы, Украина, e-mail: gorbenkonatalija@rambler.ru

**Dotsenko Natalya** – Candidate of Technical Sciences, Sumy state agrarian University, assistant of the Department of General Technical Sciences, Sumy, Ukraine, e-mail: gorbenkonatalija@rambler.ru

*Пожалуйста ссылаетесь на эту статью следующим образом:*

**Бурдейная, В. М.** Системы с направлением режущего инструмента в операционных системах с силовой головкой и насадкой / **В. М. Бурдейная, А. Р. Триш, Н. А. Доценко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 18 (1190). – С. 16-21. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.03.

*Please cite this article as:*

**Burdein, V., Trichsh, A., Dotsenko, N.** System with the direction of the cutting tool in operating systems with the power head and attachment. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **18** (1190), 16-21, doi:10.20998/2413-4295.2016.18.03.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Бурдейна, В. М.** Системи з напрямком ріжучого інструменту в операційних системах з силовою головкою і насадкою / **В. М. Бурдейна, А. Р. Триш, Н. А. Доценко** // *Вісник НТУ «ХПИ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 43 (1016). – С. 16-21. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.03.

**АНОТАЦІЯ** У статті розглянута функціональна залежність зміни полів розсіяння розмірів від бази і позиційних відхилення осей. Отримані статистичні характеристики розподілу від базової поверхні до осі отвору і розташування осей отворів. Запропоновані залежності для розрахунку полів розсіяння від розміру бази та позиційного відхилення при обробці отворів в системах з напрямком ріжучого інструменту. Визначено питому вагу впливу факторів на точність обробки координованих отворів в системах з напрямком ріжучого інструменту.

**Ключові слова:** точність, характеристика, координовані отвори, розмір, фактор, інструмент.

*Поступила (received) 15.05.2016*