

УДК 621.9.025: 658.562.42

DOI: 10.30987/article_5d9317b2a4fae2.02370100

Б.Я. Мокрицкий, Т.И. Усова, О.Г. Шакирова, Г.И. Усанов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ С МАССОЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ СМЕННЫХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ПЛАСТИН

Рассмотрены типовые конструкции режущих и стружколомающих сменных твердосплавных пластин. Проведены измерения массы у более 250 пластин. Сформирована методика разделения пластин в партии по условным сортам качества. Показано доленое соотношение годных и бракованных пластин, сформулированы предложения по обла-

стям применения годных пластин в зависимости от их сорта.

Ключевые слова: твердосплавные пластины, масса, разделение по сортам качества, области применения, выходные параметры процесса резания.

B.Ya. Mokritsky, T.I. Usova, O.G. Shakirova, G.I. Usanov

INVESTIGATION OF OUTPUT PARAMETER CORRELATION OF CUTTING ENGINEERING PROCESS WITH MASS HARD-ALLOY REPLACEABLE METAL CUTTING PLATES

It is possible to assume physical properties or stress-strain characteristics of material as a basis of diagnostics of a machine tool system state on the basis of which to forecast a level of engineering process updating for product blank machining and to optimize tool parameters and other equipment components ensuring efficient machining processes economically and technically.

The purpose of the work: according to the measurement results of the mass of replaceable hard-alloy cutting plates of a metal-cutting tool to draw a conclusion of their operational capability under those

or other operational conditions at a standard engineering enterprise. There are considered standard designs of cutting and chip breaking plates. The mass measurements of more than 250 plates are carried out. The procedure for the plate selection according to quality is developed. The results obtained are tabulated and illustrated. A share ratio of suitable and scrap plates is shown. There are formulated recommendations regarding suitable plates use depending on their quality grade.

Key words: hard-alloy plate, mass, division on quality, fields of application, output parameters of cutting process.

Введение

Рассмотрен пример, когда параметр «масса пластины» использован в качестве критерия выявления брака, диагностики причин брака, прогнозирования рациональных областей применения пластин разной сортности.

Для большинства производственных металлообрабатывающих предприятий масса пластины в составе режущего инструмента не является первостепенно важной. Но в случае использования современных высокопроизводительных станков с ЧПУ отклонение фактического веса пластин от требуемого может послужить причиной останова станка или не позволит обеспечить выполнение производственного задания в связи с большой долей бракованного инструмента.

Действующая система российских ГОСТов практически не предъявляет требований к массе пластин. Это требование входит в состав требований к инструменту, в составе которого будет данная пластина. Но масса инструмента является совокупным результатом влияния большого числа факторов и не может служить параметром, определяющим эффективность технологического процесса обработки заготовки детали.

В настоящей работе изложены отдельные результаты исследования данного вопроса.

Целью работы является разработка рекомендаций по оценке пригодности (непригодности) сменных твердосплавных пластин современного металлорежущего

инструмента по результатам измерения массы пластин. В частности, по результатам исследования необходимо сделать выводы:

а) о возможности диагностировать состояние инструментальной системы станка или хотя бы качество инструмен-

тального материала пластины;

б) возможности прогнозирования уровня совершенства (несовершенства) технологического процесса обработки заготовок деталей при использовании такого инструментального материала.

Материалы и методика эксперимента

Исследовались пластины отечественного производства, выполненные из инструментального твёрдого сплава марки ВК8.

Методом случайной выборки брали пластины, изготовленные ранее (20-25 лет назад) и недавно. Размер выборки не нормировали и не рассчитывали, т.е. создавали ситуацию, схожую с той, которую обычно имеет заказчик в момент покупки изделий.

Форму и типоразмер пластин выбирали применительно к практике типового машиностроительного предприятия РФ.

В качестве контролируемого (измеряемого) параметра использовали массу пластин. Контроль осуществляли в граммах с точностью до 3 знаков после запятой. Исследования выполнены для 15 разных типоразмеров (серий, партий) пластин.

Каждую из пластин тщательно отмывали в ультразвуковых мойках, условно нумеровали, взвешивали. Результаты контроля сравнивали с теми параметрами, ко-

торые предписаны ГОСТом и техническими условиями предприятия-изготовителя. По выявленным величинам отклонений измеренных параметров пластины разделяли на некие условные сорта качества: 1 сорт - высший, 2 сорт - приемлемый, 3 сорт - брак.

К первому сорту относили те пластины, которые по весу имели минимальные отклонения: значение отклонения от среднего значения для данной партии пластин определялось второй цифрой после запятой. Ко второму сорту относили те пластины, которые по исследуемому параметру имели отклонения, приемлемые для общемашиностроительной обработки на станках нормальной точности. Например, если измеренный вес данной пластины отличался от некоего среднего значения в первом знаке после запятой, то такую пластину относили ко второму сорту. К третьему сорту относили те пластины, у которых отклонение было до запятой. Пластины третьего сорта считали условным браком.

Обсуждение результатов исследований

Результаты исследования по разделению пластин на указанные три условных сорта приведены в таблице.

Таблица

Распределение количества пластин по сортам

| Номер серии пластин | Количество пластин в серии, шт. | 1 сорт | | 2 сорт | | 3 сорт (условный брак) | |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| | | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % |
| 1 | 5 | 1 | 20 | 3 | 60 | 1 | 20 |
| 2 | 8 | 2 | 25 | 1 | 12,5 | 5 | 62,5 |
| 3 | 4 | 1 | 25 | 3 | 75 | 0 | 0 |
| 4 | 8 | 3 | 37,5 | 5 | 62,5 | 0 | 0 |
| 5 | 14 | 0 | 0 | 7 | 50 | 7 | 50 |
| 6 | 15 | 9 | 60 | 5 | 33,3 | 1 | 6,7 |
| 7 | 17 | 2 | 11,7 | 15 | 88,3 | 0 | 0 |
| 8 | 16 | 0 | 0 | 7 | 43,7 | 9 | 56,3 |

| Номер серии пластин | Количество пластин в серии, шт. | 1 сорт | | 2 сорт | | 3 сорт (условный брак) | |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % | Кол-во пластин, шт. | Доля от количества пластин, % |
| 9 | 25 | 0 | 0 | 18 | 72 | 7 | 28 |
| 10 | 24 | 1 | 4,1 | 16 | 66,6 | 7 | 29,3 |
| 11 | 19 | 0 | 0 | 7 | 36,8 | 12 | 63,2 |
| 12 | 13 | 0 | 0 | 5 | 38,4 | 8 | 61,6 |
| 13 | 23 | 0 | 0 | 4 | 17,4 | 19 | 82,6 |
| 14 | 19 | 0 | 0 | 7 | 36,8 | 12 | 63,2 |
| 15 | 54 | 20 | 37 | 34 | 66 | 0 | 0 |
| Всего | 264 | 39 | 22,8 | 137 | 51,9 | 67 | 25,3 |

Для удобства обработки и анализа результатов некоторые данные, приведен-

ные в таблице, иллюстрированы на рис. 1-5 в виде круговых диаграмм.

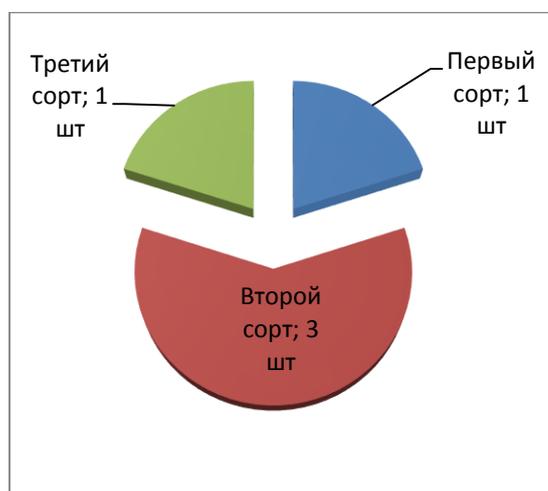


Рис. 1. Круговая диаграмма долей пластин разного сорта в 1-й серии пластин (SNUN 03111 - пластина квадратной формы), изготовленных по ГОСТ 19049-80

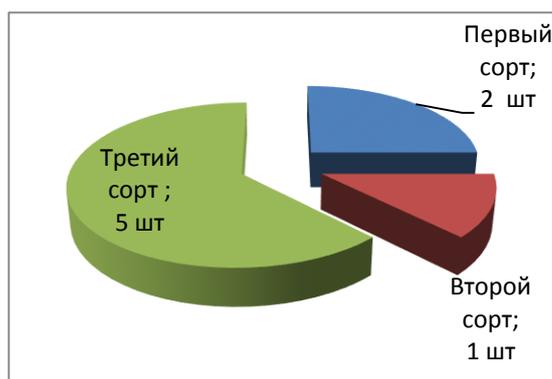


Рис. 2. Круговая диаграмма долей пластин разного сорта во 2-й серии пластин (SNUA 03113 - пластина квадратной формы с отверстием), изготовленных по ГОСТ 19051-80



Рис. 3. Круговая диаграмма долей пластин разного сорта в 7-й серии пластин (SEGN 03431 - пластина квадратной формы с задним углом 200), изготовленных по ГОСТ 24253-80

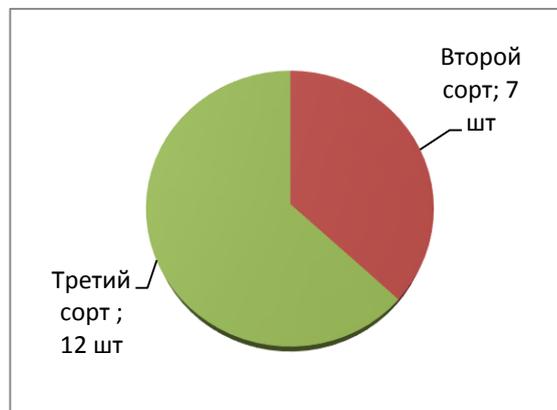


Рис. 4. Круговая диаграмма долей пластин разного сорта в 11-й серии пластин (PNUN 10111 - пластина пятигранной формы), изготовленных по ГОСТ 19063-80

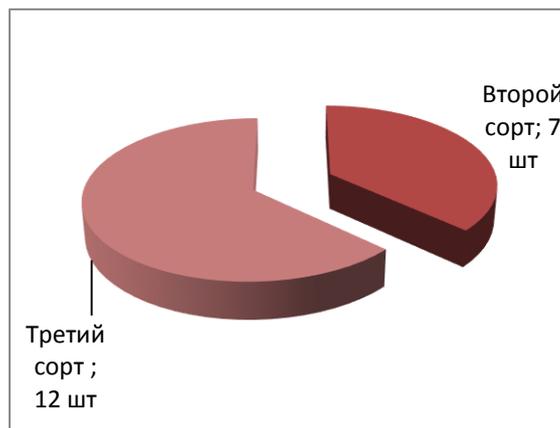


Рис. 5. Круговая диаграмма долей пластин разного сорта в 14-й серии пластин (WNUM 02114 - пластина шестигранной формы с углом 80° с отверстием и стружколомающими канавками), изготовленных по ГОСТ 19048-80

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Бракованных пластин нет только в

четырёх (3, 4, 7 и 15-я серии) из пятнадцати серий пластин. В остальных 11 партиях доля брака различна, но он есть. Это не

позволяет считать надёжным технологический процесс изготовления пластин, реализованный у производителя.

В то же время это позволяет:

а) считать параметр «масса пластины» приемлемым для диагностики (и подтверждения) качества инструментального материала пластин;

б) считать возможным применение параметра «масса пластины» для прогнозирования уровня совершенства (несовершенства) технологического процесса обработки заготовок деталей при использовании такого инструментального материала.

2. Такая значительная доля брака пластин, выпускаемых производителем, ставит вопрос о необходимости введения входного контроля у потребителя этих пластин.

Заключение

Неравноценность качества пластин по параметру «масса пластины» не позволяет равнозначно обеспечивать качество обработки заготовок деталей. Это, в свою очередь, не позволяет равновероятно прогнозировать качество и экономическую эффективность технологического процесса изготовления деталей. Вероятность риска

3. Пластины первого (высшего) сорта выявлены только в восьми (1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 15-я серии) сериях. Пластины этих серий можно применять для высокоточного производства изделий на высокоскоростных станках с ЧПУ.

Пластины остальных серий для этого не пригодны. Они не позволяют обеспечить высокий уровень совершенства технологического процесса обработки заготовок деталей при использовании такого инструментального материала.

4. В подавляющем числе серий пластины имеют такие погрешности по массе, которые допустимы лишь в тех производствах, где не требуется высокая точность обработки заготовок деталей, например на заготовительных участках производств общемашиностроительного назначения.

снижения качества и экономической эффективности велика.

Необходима систематизация подходов, используемых при разработке ГОС-Тов, а также развитие метрологического подхода и метрологической инфраструктуры в условиях нового технологического уклада [1-6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vereschaka, A. Two-component end mills with multilayer composite nano-structured coatings as a viable alternative to monolithic carbide end mills / A. Vereschaka, B. Mokritskii, E. Mokritskaya, O. Sharipov, M. Oganyan // *Mechanics & Industry* 18, 705 (2017). - <https://doi.org/10.1051/meca/2017052>.
2. Mokritskii, B.Ja. Results in kompostite hard-alioi and milts desingn baset on simulation of their operationconditions / B.Ja. Mokritskii, A.V. Morozova, T.J. Usova // *International conference on industrial ingeneering*. - 2017. - Т. 206. - P. 1093-1098. - (Series of books «Procedia Ingeenering»).
3. Vereschaka, A. Increase in Efficiency of tnd Milling of titanium alloys die to tools with multilayered composite nano-structured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings / A. Vereschaka, M. Oganyan, Yu. Bublikov, N. Sitnikov, K. Deev, V. Pupchin, B. Mokritskii // *Coating* 8, 395 (2018). - doi:10.3390/coatings8110395.
4. Чирков, А.П. Роль метрологического обеспечения в инновационной деятельности / А.П. Чирков // *Главный метролог*. - 2013. - № 1. - С. 20-24.
5. Чирков, А.П. Инфраструктурное обеспечение внедрения наукоёмких технологий: монография / А.П. Чирков, А.А. Алисов [и др.] // *Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства*. - М.: Спектр, 2013. - С. 78-120.
6. Чирков, А.П. Количественная оценка влияния метрологии на экономику / А.П. Чирков // *Справочник. Инженерный журнал*. - 2013. - № 8. - С. 45-51.
1. Vereschaka, A. Two-component end mills with multilayer composite nano-structured coatings as a viable alternative to monolithic carbide end mills / A. Vereschaka, B. Mokritskii, E. Mokritskaya, O. Sharipov, M. Oganyan // *Mechanics & Industry* 18, 705 (2017). - <https://doi.org/10.1051/meca/2017052>.
2. Mokritskii, B.Ja. Results in kompostite hard-alioi and milts desingn baset on simulation of their operationconditions / B.Ja. Mokritskii, A.V. Morozova, T.J. Usova // *International conference on industrial ingeneering*. - 2017. - Т. 206. - P. 1093-1098. - (Series of books «Procedia Ingeenering»).
3. Vereschaka, A. Increase in Efficiency of tnd Milling of titanium alloys die to tools with multilayered composite nano-structured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings / A. Vereschaka, M. Oganyan, Yu. Bublikov, N. Sitnikov, K. Deev, V. Pupchin, B. Mokritskii // *Coating* 8, 395 (2018). - doi:10.3390/coatings8110395.

1. Vereschaka, A. Two-component end mills with multilayer composite nano-structured coatings as a viable alternative to monolithic carbide end mills / A. Vereschaka, B. Mokritskii, E. Mokritskaya, O. Sharipov, M. Oganyan // *Mechanics & Industry* 18, 705 (2017). - <https://doi.org/10.1051/meca/2017052>.
2. Mokritskii, B.Ja. Results in kompostite hard-alioi and milts desingn baset on simulation of their operationconditions / B.Ja. Mokritskii, A.V. Morozova, T.J. Usova // *International conference on industrial ingeneering*. - 2017. - Т. 206. - P. 1093-1098. - (Series of books «Procedia Ingeenering»).
3. Vereschaka, A. Increase in Efficiency of tnd Milling of titanium alloys die to tools with multilayered composite nano-structured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings / A. Vereschaka, M. Oganyan, Yu. Bublikov, N. Sitnikov, K. Deev, V. Pupchin, B. Mokritskii // *Coating* 8, 395 (2018). - doi:10.3390/coatings8110395.
4. Чирков, А.П. Роль метрологического обеспечения в инновационной деятельности / А.П. Чирков // *Главный метролог*. - 2013. - № 1. - С. 20-24.
5. Чирков, А.П. Инфраструктурное обеспечение внедрения наукоёмких технологий: монография / А.П. Чирков, А.А. Алисов [и др.] // *Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства*. - М.: Спектр, 2013. - С. 78-120.
6. Чирков, А.П. Количественная оценка влияния метрологии на экономику / А.П. Чирков // *Справочник. Инженерный журнал*. - 2013. - № 8. - С. 45-51.
2. Mokritskii, B.Ja. Results in kompostite hard-alioi and milts desingn baset on simulation of their operationconditions / B.Ja. Mokritskii, A.V. Morozova, T.J. Usova // *International conference on industrial ingeneering*. - 2017. - Т. 206. - P. 1093-1098. - (Series of books «Procedia Ingeenering»).
3. Vereschaka, A. Increase in Efficiency of tnd Milling of titanium alloys die to tools with multilayered composite nano-structured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings / A. Vereschaka, M. Oganyan, Yu. Bublikov, N. Sitnikov, K. Deev, V. Pupchin, B. Mokritskii // *Coating* 8, 395 (2018). - doi:10.3390/coatings8110395.

- ing of titanium alloys die to tools with multilayered composite nano-structured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings / A. Vereschaka, M. Oganyan, Yu. Bublikov, N. Sitnikov, K. Deev, V. Pupchin, B. Mokritskii // Coating 8, 395 (2018). - doi:10.3390/coatings8110395.
4. Чирков, А.П. Роль метрологического обеспечения в инновационной деятельности / А.П. Чирков // Главный метролог. - 2013. - № 1. - С. 20-24.
5. Чирков, А.П. Инфраструктурное обеспечение внедрения наукоёмких технологий: монография / А.П. Чирков, А.А. Алисов [и др.] // Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства. - М.: Спектр, 2013. - С. 78-120.
6. Чирков, А.П. Количественная оценка влияния метрологии на экономику / А.П. Чирков // Справочник. Инженерный журнал. - 2013. - № 8. - С. 45-51.

Ссылка для цитирования:

Мокрицкий, Б.Я. Исследование взаимосвязи выходных параметров технологического процесса резания с массой твердосплавных сменных металлорежущих пластин / Б.Я. Мокрицкий, Т.И. Усова, О.Г. Шакирова, Г.И. Усанов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 9. – С. 36 – 41. DOI: 10.30987/article_5d9317b2a4fae2.02370100.

Статья поступила в редакцию 16.08.19

Рецензент: д.т.н., профессор Муромского филиала (института)

Владимирского государственного университета,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ»

Соловьев Д.Л.

Статья принята к публикации 2. 09. 19.

Сведения об авторах:

Мокрицкий Борис Яковлевич, д.т.н., доцент Комсомольского-на-Амуре государственного университета, e-mail: boris@knastu.ru.

Усова Татьяна Ивановна, ассистент кафедры «Технология машиностроения» Комсомольского-на-Амуре государственного университета, e-mail: usova-tanya95@mail.ru.

Mokritsky Boris Yakovlevich, Dr. Sc. Tech., Assistant Prof., Komsomolsk-upon-Amur State University, e-mail: boris@knastu.ru.

Usova Tatiana Ivanovna, Assistant of the Dep. "Engineering Technique", Komsomolsk-upon-Amur State University, e-mail: usova-tanya95@mail.ru.

Шакирова Ольга Григорьевна, д.хим.н., доцент Комсомольского-на-Амуре государственного университета, e-mail: Shakirova_Olga@mail.ru.

Усанов Геннадий Иванович, д.э.н., профессор Комсомольского-на-Амуре государственного университета, тел.: 8-962-296-74-81.

Shakirova Olga Grigorievna, Dr. Sc. Chem., Assistant Prof., Komsomolsk-upon-Amur State University, e-mail: Shakirova_Olga@mail.ru.

Usanov Gennady Ivanovich, Dr. Sc. Econ., Prof., Komsomolsk-upon-Amur State University, phone: 8-962-296-74-81.