

УДК 621.9: 658.562.42: 621.9.025

DOI: 10.30987/1999-8775-2019-2019-12-33-41

Б.Я. Мокрицкий, Д.А. Савин, Я.В. Конюхова, А.В. Морозова

## УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МАССОГАБАРИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН

Сформирован новый подход к анализу качества твердосплавных пластин металлорежущего инструмента, который развивает существующий в ГОСТах подход и обуславливает необходимость разработки метрологического обеспечения качества пластин под заданные условия обработки. Подход основан на одновременном учёте нескольких параметров пластины посредством введения условных

сортов качества. Установлено влияние разброса значений массы и габаритов пластин на качество пластин, определены критерии их разделения на сорта в зависимости от величины разброса.

**Ключевые слова:** процесс резания, выходные параметры, управление эффективностью, твердосплавные пластины, массогабаритные параметры, условные сорта качества, брак.

B.Ya. Mokritsky, D.A. Savin, Ya.V. Konyukhova, A.V. Morozova

## CUTTING OUTPUT PARAMETER EFFECTIVENESS CONTROL BASED ON ANALYSIS OF MASS-DIMENSIONAL PARAMETERS OF REPLACEABLE HARD-ALLOY PLATES

The purpose of the work – development of recommendations on correct choice support of hard-alloy plate quality according to the conditions specified of plates operation. In the work there is formed a new approach to the analysis of hard-alloy plates of a metal-cutting tool which develops an approach existing in the RSSs and conditions a necessity to develop a metrological support of plate quality for the conditions of specified working conditions. The approach is based on the simultaneous account of some plate parameters by means of the introduction of conditional quality grades.

The investigation results:

- the impact of the value spread of mass and dimensions of plates upon plate quality is defined,
- the criteria of their division into grades depending on a spread value are defined.

Conclusions: the results of plate classification according to the parameters: “plate weight”, “plate length”, “plate width” and “plate thickness differ considerably; plate weight effects most the output parameters of part work-piece machining process, plate thickness impact is the smallest; home plate quality is not so acceptable for the billet high-performance machining of precision parts; the adaptation of acting RSSs to plates taking into account the requirements for modern NC machines; under current conditions a technologist of an engineering enterprise-consumer of plates is unable to order meaningfully their essential number because of the domination of low-quality plates.

**Key words:** cutting process, output parameters, effectiveness control, hard-alloy plates, mass-dimensional parameters, conditional quality grades, waste.

### Введение

В современном производстве уделяется особое внимание вопросам снижения износа инструмента и повышения производительности обработки с использованием сменных режущих пластин [1-12]. Потребность в этом всё более обостряется с расширением применения современных станков с ЧПУ. Это наложило определённые сложности в связи с возросшими требованиями к качеству пластин, в том числе к тем их параметрам, которые влияют на

дисбаланс инструментальной оснастки и качество поверхностей заготовок высокоточных деталей, изготавливаемых с использованием пластин [13-16].

Масса и габаритные размеры твердосплавных пластин [17] входят в число параметров, подлежащих контролю у производителя инструмента и разрешённых к входному контролю у потребителя инструмента. Эти параметры пластин при использовании современных высокопроиз-

водительных станков с ЧПУ важны с позиций дисбаланса инструмента (инструментальной оснастки) и обеспечения производительности и точности обработки заготовок деталей.

В работе доказана важность контроля данных параметров с указанных позиций

### Методология исследования

Для исследования приняты режущие пластины (и стружколомы) отечественного производителя - ОАО «Кировградский завод твёрдых сплавов» (Свердловская область). Номенклатура пластин и их количество в партии приняты типовыми применительно к условиям машиностроительного предприятия - потребителя пластин. Некоторые сведения об исследуемых пластинах приведены в табл. 1.

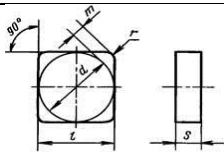
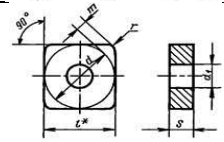
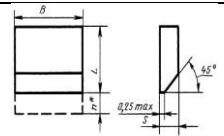
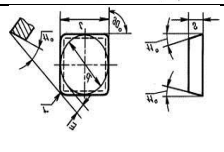
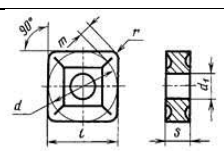
путём сортирования пластин по качеству их изготовления у производителя по некоторым условным сортам посредством определения отклонения измеренных значений массы и размеров каждой пластины от их требуемой величины.

Рассмотрены 15 разных по типоразмеру серий пластин отечественного производства.

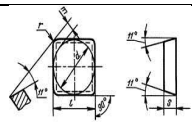
Пластины выполнены из инструментального твёрдого сплава марки ВК8. Масогабаритные параметры пластин predeterminedены соответствующими ГОСТами. Наряду с этим указанный производитель в силу ряда обстоятельств выпускает пластины по своим техническим условиям. Из 400 штук по причине явного коробления и т.д. к исследованию принято только 264.

Таблица 1

Некоторые справочные данные об исследуемых пластинах

Номер серии пластин	Обозначение пластин		Наименование пластины	Эскиз пластины	Рекомендованная область применения пластин	ГОСТ на пластину
	цифровое	буквенное				
1	03111 03131	SNUN SNUN	Пластина квадратной формы		Концевые и торцовые фрезы, токарные проходные и расточные резцы	ГОСТ 19049-80
2	03113 03123 03133	SNUA SNMA SNGA	Пластина квадратной формы с отверстием		Для дробления стружки	ГОСТ 19051-80
3	91	CS	Стружколом четырехгранной формы		Концевые фрезы, токарные проходные резцы	ГОСТ 19050-80
4	03311 03331	SPUN SPGN	Пластина квадратной формы с задним углом 11°		Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы для чистового резания	ГОСТ 24248-80
5	03125	SNMG	Пластина квадратной формы с отверстием и стружколомающими канавками на 2 сторонах			

6	13125	DNMG	Пластина ромбической формы с углом $55^\circ$ , отверстием и стружколомающими канавками на 2 сторонах		Токарные резцы, работающие по копиру	ГОСТ 24257-80
7	03431	SEGN	Пластина квадратной формы с задним углом $20^\circ$		Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы для обработки легких сплавов	ГОСТ 24253-80
8	91	CS	Стружколом четырехгранной формы		Для дробления стружки	ГОСТ 19085-80
9	03111 03131	SNUN SNUN	Пластина квадратной формы		Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы	ГОСТ 19049-80
10	03111 03131	SNUN SNGN				
11	10111 10131	PNUN PNGN	Пластина пятигранной формы		Проходные резцы с углом $60^\circ$ и торцовые фрезы	ГОСТ 19063-80
12	03114 03124	SNUM SNMM	Пластина квадратной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне		Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы для чистового резания	ГОСТ 19052-80
13	10114 10124	PNUM PNMM	Пластина пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками			ГОСТ 19065-80
14	02114	WNUM	Пластина шестигранной формы с углом $80^\circ$ с отверстием и стружколомающими канавками		Токарные проходные, расточные, автоматные резцы	ГОСТ 19048-80

15	03311 03331	SPUN SPGN	Пластина квадратной формы с задним углом $11^\circ$		Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы для чистового резания	ГОСТ 19050-80
----	----------------	--------------	---	--	--	---------------

Для контроля массы применяли разделение пластин на три уровня, которые условно называли сортами.

К первому сорту относили пластины, имеющие минимальные отклонения по массе. Такие пластины считали условно пригодными для применения в инструментальных наладках, используемых при высокоточной (прецизионной) обработке, например на фрезерных станках с ЧПУ.

Ко второму сорту относили те пластины, которые по исследуемому параметру имели отклонения, приемлемые для

### Обсуждение полученных результатов

По результатам контроля параметра «масса пластины» установлено следующее:

1. В среднем брак пластин по параметру «масса пластины» составил 36,2 %. Имеются серии пластин, в которых брак достигает 82 %. Только в четырёх сериях пластин отсутствует брак. Это свидетельствует о том, что изготовитель пластин не в состоянии используемой им технологией обеспечить требуемое качество, что ставит вопрос о необходимости ужесточения (регламентации) технических требований к условиям изготовления пластин.

2. В семи партиях нет ни одной пластины высшего сорта по массе. Это свидетельствует о том, что в условиях высокоточного производства изделий на высокоскоростных станках с ЧПУ пластины этих партий нельзя применять из-за вероятности дисбаланса инструмента. В подавляющем числе партий пластины имеют погрешности по массе и применимы лишь для производств, где не требуется высокая точность обработки заготовок деталей, например на заготовительных участках производств общемашиностроительного назначения.

общемашиностроительной обработки на станках нормальной точности.

К третьему сорту относили пластины, у которых отклонение было существенно большим. Пластины третьего сорта считали условным браком и исключали из объёма партии, учитывая необходимость закупки дополнительных пластин для выполнения их количества.

Контроль габаритных размеров выполняли по параметрам «длина», «ширина» и «толщина», также классифицируя пластины по трем условным сортам.

3. Использованный в работе подход, т.е. разделение пластин по условным сортам, опубликован [17] и может служить основой для диагностики (для определения величин отклонения массы пластин) инструментальной системы в целом, диагностики причин брака пластин и решения других технологических вопросов.

Результаты исследования пластин по параметру «длина пластины» приведены в табл. 2.

Анализ результатов, приведённых в табл. 2, позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Пластины каждой серии существенно отличаются по параметру «длина пластины».

2. Соответственно необходимый для обеспечения типового машиностроительного предприятия запас пластин в каждой серии должен быть различным. Использовать усреднённый подход нельзя. Это может привести к непредвиденной остановке предприятия в связи с дефицитом пластин в любой из серий.

3. Качество пластин в любой из рассмотренных серий существенно различается по параметрам «длина» и «масса».

Таблица 2

## Информация о сортности пластин по параметру «длина пластины»

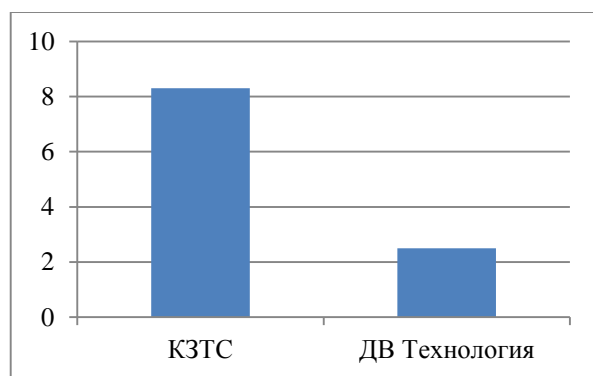
Номер серии пластин	Количество пластин, шт.		
	Первый сорт	Второй сорт	Третий сорт (условный брак)
1	0	0	5
2	0	8	0
3	0	0	6
4	0	7	1
5	0	14	0
6	0	15	0
7	0	17	0
8	0	1	15
9	0	25	0
10	0	0	24
11	0	2	17
12	0	23	0
13	0	0	23
14	0	1	18
15	0	29	25

Примечание. Здесь приведены сведения по указанным выше 264 пластинам тех серий и того производителя, которые представлены в табл. 1.

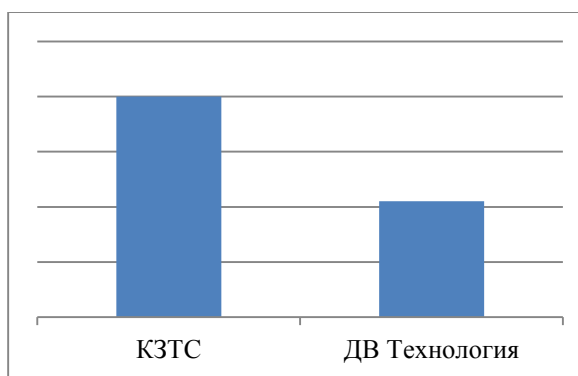
Совместный анализ результатов исследований по массе и длине пластин позволяет сформулировать общий вывод о том, что в данной ситуации технолог предприятия-потребителя не обладает достаточной базой данных для закупки обоснованного количества пластин, особенно тех, которые потребуются для изготовле-

ния на станках с ЧПУ высокоточных деталей.

На рисунке дана иллюстрация вполне очевидной взаимосвязи между качеством пластин по параметру «масса» и их работоспособностью (по величине износа) для аналогичных пластин разных производителей.



а)



б)

Рис. Взаимосвязь качества пластин по параметру «масса» и одного из эксплуатационных параметров (износ инструмента) технологического процесса изготовления деталей у разных производителей пластин: а - разброс массы (г); б - величина износа (мм) режущих кромок пластин при равных условиях эксплуатации

Производителями исследованных пластин являлись: КЗТС - Кировградский завод твёрдых сплавов (Свердловская область); ЗАО «ДВ Технология» - инструментальный завод «Дальневосточная тех-

нология» (Хабаровский край). Из проведенного исследования следует:

- чем больше разброс массы пластин, тем ниже их работоспособность (больше величина износа);

- продукция КЗТС уступает по качеству продукции ЗАО «ДВ Технологии».

Учёт всех параметров (масса, длина, ширина, толщина) рассмотренных пластин позволяет сделать следующий вывод: из всех исследованных пластин только 38 штук соответствуют 1 сорту (это 13 %), причём исключительно по параметру «масса пластины». По результатам исследова-

ния не было выявлено ни одной пластины, которая бы соответствовала 1 сорту по всем 4 контролируемым параметрам. Это указывает на то, что в исследуемых партиях отсутствуют пластины, пригодные для машиностроительных предприятий, связанных с изготовлением высокоточных деталей.

### Заключение

Проблема повышения качества металлорежущего инструмента существует. Она становится всё более значимой в условиях требующегося нового подхода к обеспечению высокопроизводительного изготовления высокоточных деталей.

Современное метрологическое обеспечение в РФ инструментального обеспечения машиностроительных предприятий не адаптировано [18-20] к высокопроизводительному изготовлению высокоточных деталей на современных станках с ЧПУ. В силу этого и действующие ГОСТы на сменные твердосплавные режущие пластины не способствуют повышению качества пластин, они не соответствуют существующим реалиям. В этой связи требуется пересмотр ГОСТов и концепций, на которых они базируются.

Результаты проведённого исследования указывают, с одной стороны, на недостаточный уровень контроля качества пластин у их производителя, а с другой - на

низкий уровень технологического процесса изготовления пластин. Сложившаяся ситуация обуславливает, таким образом, острую необходимость ужесточения потребителем выходного контроля пластин.

Следует отметить, что на данном этапе работ ещё не представляется возможным установить корреляционные коэффициенты между качественными параметрами пластин и их эксплуатационными свойствами (износом). Нужен полномасштабный эксперимент. Работы в этом направлении ведутся.

Данная работа позволила сформировать новый подход к анализу качества твердосплавных пластин металлорежущего инструмента, который основан на введении условных сортов качества пластин по предложенным критериям. Он развивает существующий в ГОСТах подход и обуславливает необходимость разработки метрологического обеспечения качества пластин под заданные условия обработки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abou-El-Hossein K.A., Yahya Z. High-speed end-milling of AISI 304 stainless steels using new geometrically developed carbide inserts // *Journal of Materials Processing Technology*. 2005. Vol. 162-163. P. 596-602. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.129.
2. Behera B.C., Ghosh S., Rao P.V. Wear behavior of PVD TiN coated carbide inserts during machining of Nimonic 90 and Ti6Al4V superalloys under dry and MQL conditions // *Ceramics International*. 2016. Vol. 42, Is. 13. P. 14873-14885. DOI: org/10.1016/j.ceramint.2016.06.124.
3. Cherukuri R., Womack M., Molian P., Russell A., Tian Y. Pulsed laser deposition of AlMgB14 on carbide inserts for metal cutting // *Surface and Coatings Technology*. 2002. Vol. 155, Is. 2-3. P. 112-120. DOI: org/10.1016/S0257-8972(02)00050-6.
4. Das S., Roy R., Chattopadhyay A.B. Evaluation of wear of turning carbide inserts using neural networks // *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. 1996. Vol. 36, Is. 7. P. 789-797. DOI: org/10.1016/0890-6955(95)00089-5.
5. Engström L.U., Ouchterlony H. Multiple grade cemented carbide inserts for metal working and method of making the same. US patent 6,685,880, 2004. URL: <https://patents.google.com/patent/US6685880B2/en>.
6. Gassner M., Schalk N., Sartory B., Pohler M., Czettl Ch., Mitterer Ch. Influence of Ar ion etching on the surface topography of cemented carbide cutting inserts // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2017. Vol. 69. P. 234-239. DOI: org/10.1016/j.ijrmhm.2017.08.015.
7. Li H.Z., Zeng H., Chen X.Q. An experimental study of tool wear and cutting force variation in the

- end milling of Inconel 718 with coated carbide inserts // *Journal of Materials Processing Technology*. 2006. Vol. 180, Is. 1-3. P. 296-300. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2006.07.009.
8. More A.S., Jiang W., Brown W.D., Malshe A.P. Tool wear and machining performance of cBN-TiN coated carbide inserts and PCBN compact inserts in turning AISI 4340 hardened steel // *Journal of Materials Processing Technology*. 2006. Vol. 180, Is. 1-3. P. 253-262. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2006.06.013.
  9. Roy P., Sarangi S.K., Ghosh A., Chattopadhyay A.K. Machinability study of pure aluminium and Al-12% Si alloys against uncoated and coated carbide inserts // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2009. Vol. 27, Is. 3. P. 535-544. DOI: org/10.1016/j.ijrmhm.2008.04.008.
  10. Sahoo A.K., Sahoo B. Experimental investigations on machinability aspects in finish hard turning of AISI 4340 steel using uncoated and multilayer coated carbide inserts // *Measurement*. 2012. Vol. 45, Is. 8. P. 2153-2165. DOI: org/10.1016/j.measurement.2012.05.015.
  11. Schramm B.C., Scheerer H., Hoche H., Broszeit E., Abele E., Berger C. Tribological properties and dry machining characteristics of PVD-coated carbide inserts // *Surface and Coatings Technology*. 2004. Vol. 188-189. P. 623-629. DOI: org/10.1016/j.surfcoat.2004.07.067.
  12. Skordaris G., Bouzakis K.D., Charalampous P., Kotsanis T., Bouzakis E., Bejjani R. Bias voltage effect on the mechanical properties, adhesion and milling performance of PVD films on cemented carbide inserts // *Wear*. 2018. Vol. 404-405. P. 50-61. DOI: org/10.1016/j.wear.2018.03.001.
  13. Vereschaka A., Mokritskii B., Mokritskaya E., Sharipov O., Sotova C. Application of finite element method (FEM) to study stress-strain state and distribution of temperatures in cutting zone in turning of various structural materials by carbide tools with coatings of various composition and architecture // *IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 613 (2019) 012019. DOI: 10.1088/1757-899X/613/1/012019.
  14. Vereschaka A., Oganyan M., Bublikov Y., Sitnikov N., Deev K., Pupchin V., Mokritskii B. Application of nanostructured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings for improvement of tool life and performance in end milling of carbides. *IC-CMTP // IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 613 (2019) 012020. DOI: 10.1088/1757-899X/613/1/012020.
  15. Vereschaka A., Mokritskii B., Mokritskaya E., Sharipov O., Oganyan M. Two-component end mills with multilayer composite nano-structured coatings as a viable alternative to monolithic carbide end mills // *Mechanics & Industry*. 18, 705 (2017). URL: <https://doi.org/10.1051/meca/2017052>.
  16. Vereschaka A., Oganyan M., Bublikov Y., Sitnikov N., Deev K., Pupchin V., Mokritskii B. Increase in Efficiency of end 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 // *Coating*. 2018. 8, 395. DOI: 10.3390/coatings8110395.
  17. Мокрицкий Б.Я., Усова Т.И., Серебренникова А.Г. Повышение качества инструментального обеспечения // *Упрочняющие технологии и покрытия*. 2019. Т. 15, № 8. С. 381-384.
  18. Чирков А.П. Роль метрологического обеспечения в инновационной деятельности // *Главный метролог*. 2013. № 1. С. 20-24.
  19. Чирков А.П. Инфраструктурное обеспечение внедрения наукоёмких технологий: монография // *Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства / А.А. Алисов [и др.]*. - М.: Спектр, 2013. С. 78-120.
  20. Чирков А.П. Количественная оценка влияния метрологии на экономику // *Справочник. Инженерный журнал*. 2013. № 8. С. 45-51.
1. Abou-El-Hossein K.A., Yahya Z. High-speed end-milling of AISI 304 stainless steels using new geometrically developed carbide inserts // *Journal of Materials Processing Technology*. 2005. Vol. 162-163. P. 596-602. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.129.
  2. Behera B.C., Ghosh S., Rao P.V. Wear behavior of PVD TiN coated carbide inserts during machining of Nimonic 90 and Ti6Al4V superalloys under dry and MQL conditions // *Ceramics International*. 2016. Vol. 42, Is. 13. P. 14873-14885. DOI: org/10.1016/j.ceramint.2016.06.124.
  3. Cherukuri R., Womack M., Molian P., Russell A., Tian Y. Pulsed laser deposition of AlMgB14 on carbide inserts for metal cutting // *Surface and Coatings Technology*. 2002. Vol. 155, Is. 2-3. P. 112-120. DOI: org/10.1016/S0257-8972(02)00050-6.
  4. Das S., Roy R., Chattopadhyay A.B. Evaluation of wear of turning carbide inserts using neural networks // *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. 1996. Vol. 36, Is. 7. P. 789-797. DOI: org/10.1016/0890-6955(95)00089-5.
  5. Engström L.U., Ouchterlony H. Multiple grade cemented carbide inserts for metal working and method of making the same. US patent 6,685,880, 2004. URL: <https://patents.google.com/patent/US6685880B2/en>.
  6. Gassner M., Schalk N., Sartory B., Pohler M., Czettl Ch., Mitterer Ch. Influence of Ar ion etching on the surface topography of cemented carbide cutting inserts // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2017. Vol. 69. P. 234-239. DOI: org/10.1016/j.ijrmhm.2017.08.015.
  7. Li H.Z., Zeng H., Chen X.Q. An experimental study of tool wear and cutting force variation in the end milling of Inconel 718 with coated carbide inserts // *Journal of Materials Processing Technology*. 2006. Vol. 180, Is. 1-3. P. 296-300. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2006.07.009.
  8. More A.S., Jiang W., Brown W.D., Malshe A.P. Tool wear and machining performance of cBN-

- TiN coated carbide inserts and PCBN compact inserts in turning AISI 4340 hardened steel // Journal of Materials Processing Technology. 2006. Vol. 180, Is. 1-3. P. 253-262. DOI: org/10.1016/j.jmatprotec.2006.06.013.
9. Roy P., Sarangi S.K., Ghosh A., Chattopadhyay A.K. Machinability study of pure aluminium and Al-12% Si alloys against uncoated and coated carbide inserts // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. 2009. Vol. 27, Is. 3. P. 535-544. DOI: org/10.1016/j.ijrmhm.2008.04.008.
10. Sahoo A.K., Sahoo B. Experimental investigations on machinability aspects in finish hard turning of AISI 4340 steel using uncoated and multilayer coated carbide inserts // Measurement. 2012. Vol. 45, Is. 8. P. 2153-2165. DOI: org/10.1016/j.measurement.2012.05.015.
11. Schramm B.C., Scheerer H., Hoche H., Broszeit E., Abele E., Berger C. Tribological properties and dry machining characteristics of PVD-coated carbide inserts // Surface and Coatings Technology. 2004. Vol. 188-189. P. 623-629. DOI: org/10.1016/j.surfcoat.2004.07.067.
12. Skordaris G., Bouzakis K.D., Charalampous P., Kotsanis T., Bouzakis E., Bejjani R. Bias voltage effect on the mechanical properties, adhesion and milling performance of PVD films on cemented carbide inserts // Wear. 2018. Vol. 404-405. P. 50-61. DOI: org/10.1016/j.wear.2018.03.001.
13. Vereschaka A., Mokritskii B., Mokritskaya E., Sharipov O., Sotova C. Application of finite element method (FEM) to study stress-strain state and distribution of temperatures in cutting zone in turning of various structural materials by carbide tools with coatings of various composition and architecture // IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 613 (2019) 012019. DOI: 10.1088/1757-899X/613/1/012019.
14. Vereschaka A., Oganyan M., Bublikov Y., Sitnikov N., Deev K., Pupchin V., Mokritskii B. Application of nanostructured Zr-ZrN-(Zr,Al)N and Zr-ZrN-(Zr,Cr,Al)N coatings for improvement of tool life and performance in end milling of carbides. IC-CMTP // IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 613 (2019) 012020. DOI: 10.1088/1757-899X/613/1/012020.
15. Vereschaka A., Mokritskii B., Mokritskaya E., Sharipov O., Oganyan M. Two-component end mills with multilayer composite nano-structured coatings as a viable alternative to monolithic carbide end mills // Mechanics & Industry. 18, 705 (2017). URL: <https://doi.org/10.1051/meca/2017052>.
16. Vereschaka A., Oganyan M., Bublikov Y., Sitnikov N., Deev K., Pupchin V., Mokritskii B. Increase in Efficiency of end 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 // Coating. 2018. 8, 395. DOI: 10.3390/coatings8110395.
17. Mokritsky B.Ya., Usova T.I., Serebrennikova A.G. Increase of tool supply quality // *Strengthening Technologies and Coatings*. 2019. Vol.15, No.8. pp. 381-384.
18. Chirkov A.P. Role of metrological security in innovation//Chief metrologist. 2013. № 1. Page 20-24.
19. Chirkov A.P. Infrastructure Support for the Introduction of Knowledge-Intensive Technologies: Monograph//Socio-Economic Aspects of Technological Modernization of Modern Machine-Building Production/A.A. Alisov [et al]. - Moscow: Spectrum, 2013. Page 78-120.
20. Chirkov A.P. Quantitative Assessment of the Impact of Metrology on Economics//Handbook. Engineering magazine. 2013. № 8. Page 45-51.

Ссылка для цитирования:

Мокрицкий Б.Я., Савин Д.А., Конохова Я.В., Морозова А.В. Управление эффективностью выходных параметров процесса резания на основе анализа массогабаритных параметров сменных твердосплавных пластин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 12. С. 33–41. DOI: 10.30987/1999-8775-2019-2019-12-33-41.

Статья поступила в редакцию 14.11.19.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета  
Киричек А.В.,

гл. редактор журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 25. 11. 19.

#### Сведения об авторах:

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

**Савин Дмитрий Александрович**, аспирант кафедры «Технология машиностроения» Комсомольского-на-Амуре государственного университета, тел.: +79144033848.

**Конохова Яна Васильевна**, магистрант, ассистент кафедры «Технология машиностроения» Комсо-

мольского-на-Амуре государственного университета, тел.: +79098881445.

**Морозова Анна Валентиновна**, к.социол.н., ведущий инженер лаборатории волнового деформационного и комбинированного упрочнения в аддитивных и субтрактивных технологиях Брянского государственного технического университета, e-mail: niotiostu@gmail.com.



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

**Savin Dmitry Alexandrovich**, Post graduate student of the Dep. “Engineering Technique”, Komsomolsk-upon-Amur State University, phone: +79144033848.

**Konyukhova Yana Vasilievna**, Master degree student, Assistant of the Dep. “Engineering Technique”, Kom-

somolsk-upon-Amur State University, phone: +79098881445.

**Morozova Anna Valentinovna**, Can. Sc. Sociol., Leading engineer of the Lab. “Wave Deformation and Combined Strengthening in Additive and Subtractive Technologies”, Bryansk State Technical University, e-mail: niotiostu@gmail.com.