

УДК 691.175.5/8

Ю.М. ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ, чл.-корр. НАН Беларуси  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

М.И. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук  
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Республика Беларусь

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ

*В работе представлены результаты исследования надежности сборных резцов по критерию прочности. Установлено влияние точности обработки базовых граней сменных многогранных пластин на их параметрическую надежность. Показано влияние вида доводки боковых граней пластин на их надежность.*

**Ключевые слова:** сборные резцы, надежность, технологические методы повышения

**Введение.** Современный этап развития машиностроения характеризуется переходом к широкой номенклатуре изделий при сближении сроков технологической подготовки производства и сроков сменяемости самих изделий. Эта особенность требует сокращения временных, трудовых и материальных затрат при освоении новых видов продукции, которые возможны только путем автоматизации процессов проектирования, производства и эксплуатации оборудования и инструментального оснащения. По прогнозам международной организации технологов-машиностроителей и специалистов нашей страны особое значение в развитии производства приобретает механическая обработка, которой подвергаются до 80% всех изготавливаемых деталей и на нее приходится почти 40% общей трудоемкости изготовления машин [1, 2].

Сочетание гибкости производства с его автоматизацией возможно только на основе оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Согласно статистическим данным, на современном этапе только в Республике Беларусь насчитывается около 12 тысяч станков с ЧПУ с тенденцией увеличения их числа, которые значительно повышают производительность обработки и обеспечивают производству конкурентоспособность и интеллектуальность. Эффективность эксплуатации станков с ЧПУ повышается от двух до четырех раз при включении их в состав гибких производственных систем (ГПС).

Среди причин, снижающих эффективность использования станков с ЧПУ, выделяют режущий инструмент, так как экономический период стойкости металлорежущего инструмента, работающего в условиях

гибких производственных систем, по данным зарубежных фирм, составляет всего 10–15 минут. Повышение эффективности работы оборудования обеспечивается конструкторско-технологическими методами повышения надежности инструмента [1–9].

Одним из эффективных технологических методов повышения надежности является доводка базовых граней. Степень обработки базовых граней оказывает влияние на параметрическую надежность сборных резцов по критерию прочности.

**Основная часть.** Предварительно, используя методику тонких окрашивающих покрытий [9], была получена топография контактной поверхности режущей пластины. Используя полученную топографию, выполнили ее на 3D-модели сменных многогранных пластин (таблица).

Далее модель разбивалась на конечные элементы, при этом: режущая пластина и поверхности, контактирующие с ней, с шагом 0,1 мм; остальные элементы с шагом 3 мм.

На рисунке 1 в представлена 3D-модель, на которой указаны нагрузки и контактирующие поверхности.

В результате расчетов установлено влияние формы контактной поверхности режущей пластины на напряженно-деформированное состояние токарной наладки. Полученные результаты позволяют заключить, что на напряженно-деформированное состояние значительное влияние оказывают не только абсолютные значения относительной контурной площади касания базовых опорных граней сменных многогранных пластин, но и характер этих площадей.

Для обеспечения надежности по точности требуется дополнительная обработка боковых поверхностей

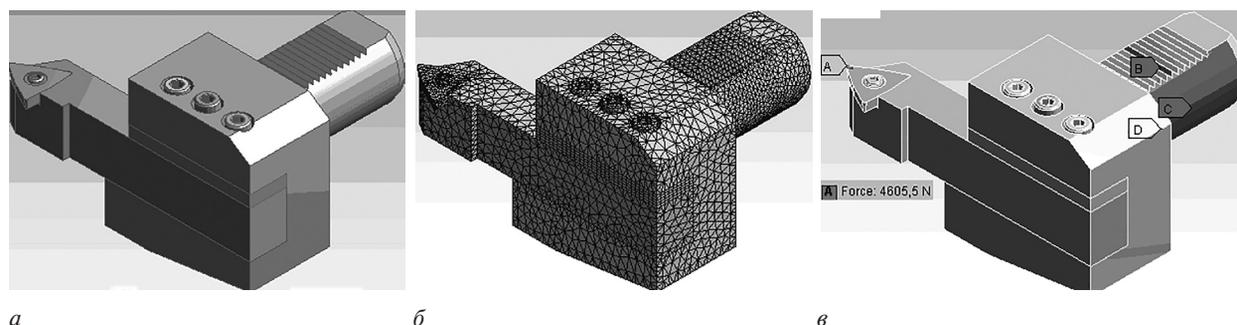
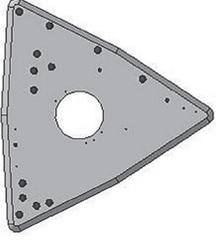
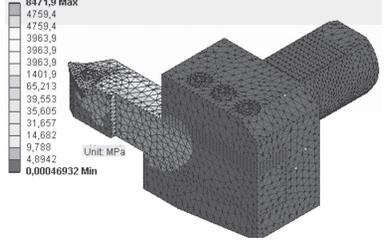
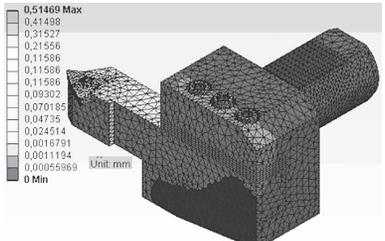
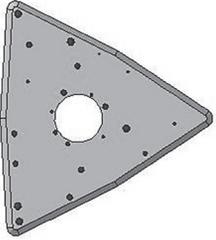
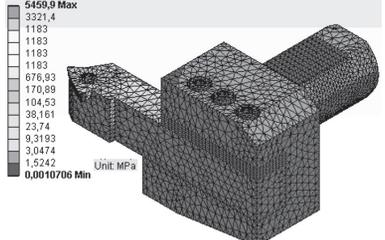
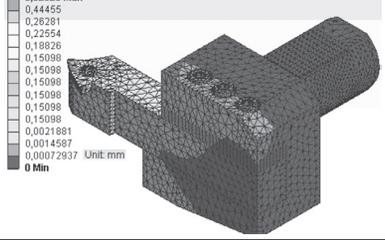
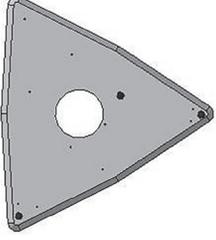
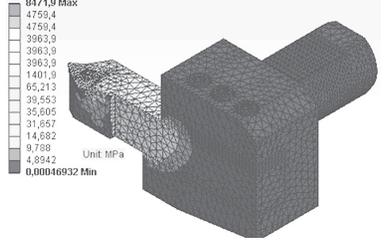
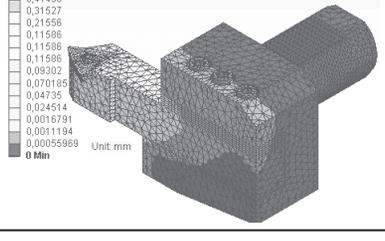


Рисунок 1 — 3D-модель токарной наладки с установленной на ней:  
а — режущей пластиной; б — конечно-элементной сеткой; в — граничные условия

Таблица — Результаты расчета напряженно-деформированного состояния токарной наладки

<p>1. Модель с максимальной контурной площадью касания опорной грани СМП</p> 	<p>1.1. Максимальное эквивалентное напряжение <math>\sigma_{\text{ЭКВ}} = 8471,91 \text{ МПа}</math></p> 
<p>1.2. Суммарное максимальное перемещение <math>\delta = 0,51455 \text{ мм}</math></p> 	
<p>2. Модель со средней контурной площадью касания опорной грани СМП</p> 	<p>2.1. Максимальное эквивалентное напряжение <math>\sigma_{\text{ЭКВ}} = 5459,91 \text{ МПа}</math></p> 
<p>2.2. Суммарное максимальное перемещение <math>\delta = 0,626 \text{ мм}</math></p> 	
<p>3. Модель с минимальной контурной площадью касания опорной грани СМП</p> 	<p>3.1. Максимальное эквивалентное напряжение <math>\sigma_{\text{ЭКВ}} = 8471,91 \text{ МПа}</math></p> 
<p>3.2. Суммарное максимальное перемещение <math>\delta = 0,5147 \text{ мм}</math></p> 	

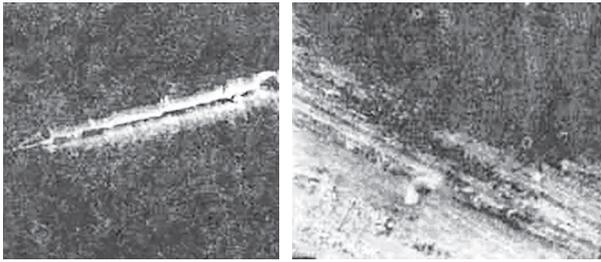


Рисунок 2 — Фотографии топографий обработанных боковых поверхностей СМП из Т15К6 при движении подачи в поперечном (а) и продольном направлении (б)

сменных многогранных пластин (СМП). Кроме того, обработка боковых поверхностей СМП приводит к формированию режущих кромок. Шлифование боковых поверхностей производили на заточном станке мод. ВЗ-247, СМП устанавливали в трехворотных тисках. Передняя поверхность предварительно обрабатывалась до шероховатости  $Ra = 0,1$  мкм. Шлифование выполняли при движении подачи вдоль и поперек формообразующих кромок. Как видно на рисунке 2, при шлифовании в направлении перпендикулярном формообразующим кромкам образуется заусенец с микровыкшиваниями (см. рисунок 2 а). При шлифовании вдоль кромки наблюдается хрупкий характер разрушения кромки. Анализ микрогеометрии кромки и базовой поверхности позволяет заключить, что они отличаются на 1–2 порядка (см. рисунок 2).

На рисунке 3 приведены графики влияния продольной подачи и глубины шлифования абразивными инструментами на основе карбида кремния 64С40СМ-1К56Б и алмаза АС63/50 на шероховатость кромки.

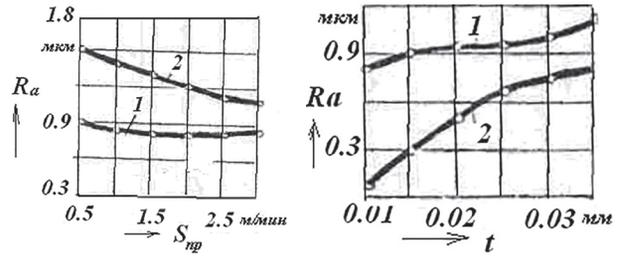


Рисунок 3 — Графики влияния продольной подачи (а) и глубины шлифования (б) на шероховатость кромки: 1 — 64С40СМ1К56Б; 2 — АС63/50

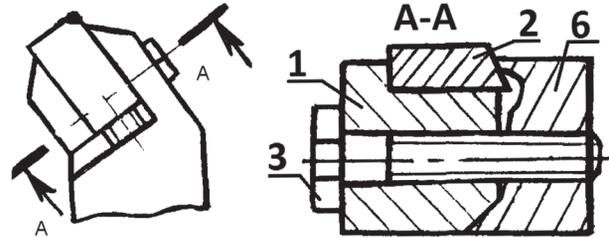


Рисунок 4 — Эскиз рабочей части сборного инструмента: 1 — корпус; 2 — режущая пластина; 3 — винт; 6 — прижим

способностью алмазного инструмента к активному процессу самозатачивания. Правильно подобранная связка обеспечивает эффективную работу абразивного инструмента в широком диапазоне условий. Таким образом, разрушение поверхностного слоя связки должно быть достаточно интенсивным, однако не приводит к катастрофическому износу инструмента в целом.

Создание абразивного инструмента на основе неметаллических, в частности, полимер-керамических, связок или покрытий включает задачу подбора материалов с упругими и прочностными характеристиками, позволяющими интенсифицировать процесс самозатачивания.

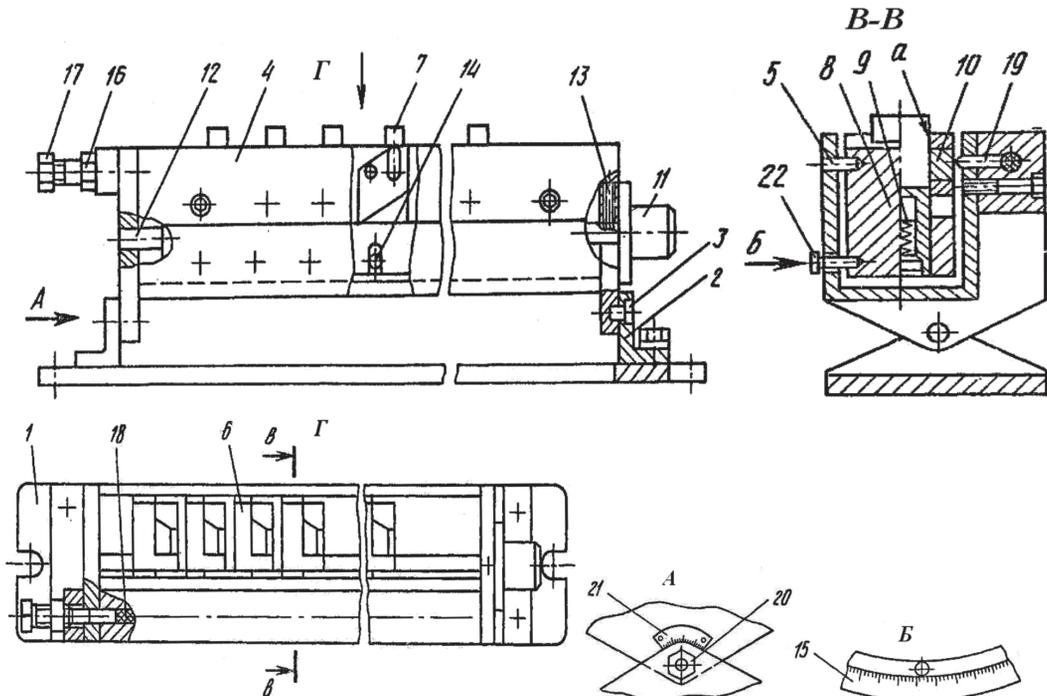


Рисунок 5 — Эскиз приспособления для заточки пластин сборного металлорежущего инструмента

Возникающее при контакте инструмента с обрабатываемой поверхностью напряженно-деформированное состояние должно быть таким, чтобы инициировалось разрушение слоя, толщина которого соизмерима с размером абразивных зерен. А именно, должны расти микротрещины, расположенные в этом слое, длина которых равна среднему размеру абразивного зерна.

Технология изготовления композиционных дисперсно-наполненных материалов способствует появлению в них зародышевых трещин с размером, определяемым размером частиц наиболее крупного наполнителя. Таким образом, трещины в связке абразивосодержащего композита обязательно присутствуют и необходимо, чтобы приповерхностные трещины росли, а находящиеся в связке на глубине большей, чем 2-кратный размер зерна находились в равновесии. В этом случае процесс самозатачивания поверхности не должен приводить к макроразрушению композита.

На рисунке 5 изображено приспособление для заточки призматических пластин [9] сборных резцов (рисунк 4). Затачиваемые пластины 7 устанавливаются в продольные пазы, а блоки 6 — на подпружиненные толкатели 9.

При повороте гайки 11 и перемещении линейки 12 посредством штифтов 14 осуществляется поворот всех блоков на требуемый угол в одной плоскости относительно корпуса, отсчитываемый по шкале 15. В этом положении линейка стопорится винтом 13. Гайкой 16 и винтом 17 создается зажимное усилие, которое передается посредством гидропласта 18 на штоки 19, сухари 10 и затачиваемые пластины 7. При отжати гайки 20 на оси 3 корпус 4 поворачивается в другой плоскости относительно основания 1. Отсчет угла поворота корпуса производится по шкале 21.

После настройки приспособления производится заточка всех пластин одновременно.

Кроме того, для осуществления процесса затылования линейку 12 в процессе заточки непрерывно перемещают с помощью гайки 11. Величину перемещения считывают по шкале 15 в градусах за двойной ход шлифовального инструмента (не показан).

Полученные результаты позволили установить влияние формы контактной поверхности режущей пластины на напряженно-деформированное состояние токарной наладки. Кроме этого установлено, что на напряженно-деформированное состояние значительное влияние оказывают не только абсолютные значения относительной контурной площади касания базовых опорных граней сменных многогранных пластин, но и характер этих площадей. Выявлено, влияние продольной подачи и глубины шлифования абразивными инструментами на основе карбида кремния 64С40СМ1К56Б и алмаза АС63/50 на шероховатость кромки, что определяет надежность инструмента в период приработки.

#### Список литературы

1. Теоретические основы проектирования технологических комплексов / А.М. Русецкий [и др.]; под общ. ред. А.М. Русецкого. — Минск: Беларус. навука, 2012. — 239 с.
2. Лишинский, Л.Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем / Л.Ю. Лишинский. — М.: Машиностроение, 1990. — 312 с.
3. Адаптивное управление технологическими процессами / Ю.М. Соломенцев [и др.]. — М.: Машиностроение, 1980. — 536 с.
4. Маслов, А.Ф. Конструкции и эксплуатация прогрессивного инструмента / А.Ф. Маслов. — М.: ИТО, 2006. — 169 с.
5. Шатуров, Г.Ф. Прогрессивные процессы механической обработки поверхностей / Г.Ф. Шатуров, Ж.А. Мрочек. — Минск: Технопринт, 2001. — 460 с.
6. Сборный твердосплавный инструмент / Г.Л. Хаэт [и др.]; под общ. ред. Г.Л. Хаэта. — М.: Машиностроение, 1989. — 256 с.
7. Хитрик, В.Э. Спектральные характеристики металло-режущих станков в процессе резания / В.Э. Хитрик, Н.Л. Петрашина, Т.А. Сидачев // Вибротехника. — 1986. — № 3(51). — С. 123–129.
8. Этин, А.И. Исследование и разработка ускоренного метода оценки динамического качества станка в производственных условиях / А.И. Этин, А.Л. Вильсон, Р.З. Иордани // Вестн. машиностроения. — 1996. — № 7. — С. 36–40.
9. Михайлов, М.И. Повышение прочности сборного режущего инструмента / М.И. Михайлов; под ред. П.И. Ящерицына. — Минск: Навука і тэхніка, 1993. — 174 с.

Pleskachevsky Yu.M., Mikhailov M.I.

#### Technological methods of improving the reliability of assemblable cutters

The paper presents the results of the study of reliability of assemblable cutters by strength criterion. The influence of processing accuracy of the base faces of replaceable multifaceted plates on their parametric reliability is stated. The influence of the kind of debugging of side faces of plates on their reliability is shown.

Поступил в редакцию 23.10.2017.