

Рис. 4. Общий вид окна программного приложения для выбора технологических баз

7. Функцией «Схемы базирования» подготовить результаты проектирования в виде файла в формате \*.cdw или \*.fww, автоматически дополнив чертеж изображениями опорных точек.

Общий вид окна разработанного программного приложения показан на рис. 4.

**Заключение** Разработанное программное обеспечение выбора баз отличается от существующих программ оригинальной методикой анализа графов размерных связей деталей и интеграцией с чертежно-графическим редактором КОМПАС.

Применение разработанного программного приложения позволяет в кратчайшие сроки проводить размерный анализ чертежа и на его основе рационально выбирать комплекты черновых и чистовых технологических баз с учетом соблюдения принципов единства и постоянства баз. Разработанная методика может быть полезна инженерам-технологам, занимающимся автоматизированным проектированием технологических процессов механической обработки.

#### СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация технологической подготовки производства: учебное пособие. – Тамбов: ТГТУ, 2003.
2. Бухарцев, А.Ю. Методика назначения и выбора технологических баз / А.Ю. Бухарцев, С.А. Немыткин, Д.В. Евдокимов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – Сер. 2: Прогрессивные технологии в машиностроении. – Вып. 6. – ВГТУ, 2003. – С. 44–49.
3. Беляков, Н.В. Методы принятия технологических решений при автоматизированном проектировании процессов механической обработки заготовок корпусных деталей: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Мн.: БНТУ, 2010.
4. Беляков, Н.В. Синтез схем установки заготовок корпусных деталей машин / Н.В. Беляков, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский // Машиностроение. – Сб. науч. тр. – Выпуск 18 / Под ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП Технопринт, 2002.

Материал поступил в редакцию 09.10.10

MEDVEDEV O.A., MELESCHUK M.V. The program module of a choice of technological bases on the sizes to communications of the drawings of details

In clause the original software for a choice of technological bases of details limited coaxial to surfaces of rotation is described. It distinguishes integration with the drawing-graphic editor a COMPASS-3D both opportunity of automatic construction and analysis the column of the sizes of communications of details.

УДК 621.9.02

**Драган А.В., Саливончик Ю.Н., Сокол В.А.**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕЗАНИИ

**Введение.** В последнее время в машиностроении значительно ужесточаются требования к качеству выпускаемой продукции. Основ-

ным технологическим способом при изготовлении деталей машин и механизмов является обработка резанием. Вследствие этого возника-

**Саливончик Юрий Николаевич**, старший преподаватель кафедры технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

**Сокол Виктор Александрович**, ассистент кафедры технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

ет необходимость постоянного контроля режущего инструмента, техническое состояние которого оказывает значительное влияние на точность получаемых размеров и качество поверхностей. Кроме этого, изменение текущего состояния режущего инструмента приводит к изменению его геометрических параметров, условий стружкообразования, а также динамических явлений, характеризующихся колебаниями сил резания и виброакустическими процессами [1, 2]. Контроль за уровнем последних в процессе резания весьма важен, так как колебания оказывают влияние на качество поверхности детали, стойкость инструмента и уровень шумов в производственных условиях, а также могут являться источником ценной информации при проведении мониторинга состояния режущего инструмента [3].

Данные предпосылки и определяют цель настоящей работы, которая заключается в исследовании динамических процессов, возникающих при резании и установлении их связи с параметрами, определяющими техническое состояние режущих инструментов.

**Методика исследований.** Для углубления знаний в данной области были проведены экспериментальные исследования, в процессе которых деталь, в качестве которой использовался пруток Ø45 мм из стали 35, обрабатывалась токарным проходным упорным резцом 2103-0058 ГОСТ 18879-73, оснащённым пластиной из твёрдого сплава Т15К6. Геометрические параметры резца:  $\gamma = 10^\circ$ ;  $\alpha = 6^\circ$ ;  $\varphi = 93^\circ$ .

Обработка производилась на токарно-винторезном станке «Куссон», технические характеристики которого позволяют реализовать широкий диапазон изменения режимов резания при исследованиях. Изменение глубины резания производилось в диапазоне от 0,5 до 2,5 мм; подачи от 0,0125 до 0,3 мм/об; скорости резания от 14 до 140 м/мин.

Для оценки влияния состояния режущего инструмента на динамические процессы, возникающие при резании, было подготовлено несколько резцов с одинаковыми геометрическими параметрами: первый – острый резец; второй – предварительно затупленный с величиной износа 0,2 мм; третий – предварительно затупленный с величиной износа 0,5 мм (рис. 1).

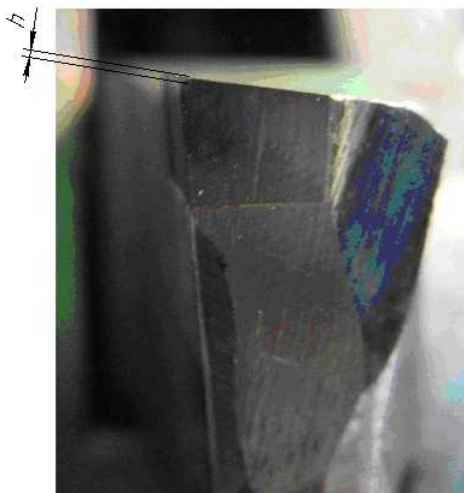


Рис. 1. Вид площадки износа  $h$  на затупленном резце

Измерение сил резания производилось методом тензометрирования, для чего была разработана и изготовлена специальная оснастка с использованием динамометра СУРП-600, в котором используются тензометрические резисторы с номинальным сопротивлением 100 Ом. Для получения вибрационного сигнала в качестве первичного преобразователя использован акселерометр со встроенной электроникой АР-98, который устанавливался на корпусе державки резца динамометра с использованием крепёжного магнита АМ04, обеспечивающего усилие отрыва не менее 50Н [4]. Измерение отмеченных параметров, обработка и управление процессами осуществлялось с использованием оригинального аппаратно-программного комплекса [4].

Общий вид установки измерительных средств, применяемых в исследованиях (усовершенствованный динамометр СУРП-600 и акселерометр) показан на рис. 2.

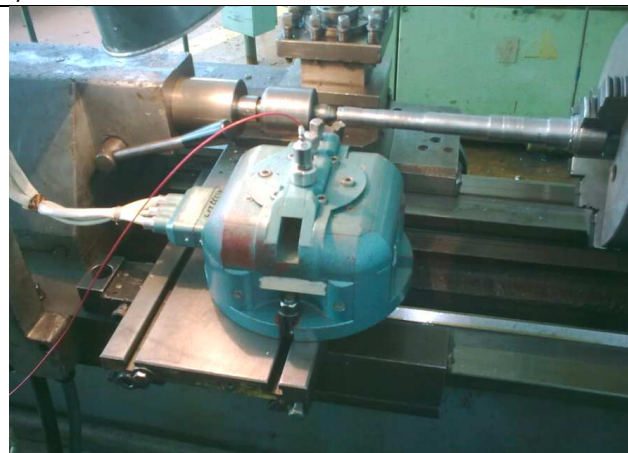


Рис. 2. Установка усовершенствованного динамометра СУРП-600 и пьезоэлектрического акселерометра АР-98 на станке «Куссон»

**Результаты исследований.** При оценке влияния величины износа режущего инструмента на динамические явления за точку отсчёта были взяты значения сил резания и вибраций при различных комбинациях режимов резания, соответствующие острому инструменту.

Проанализировав результаты экспериментальных данных, были построены графики зависимостей силы резания и параметров вибраций от режимов резания для различных величин износа режущего инструмента.

В результате анализа полученных данных о силах резания установлена однозначная зависимость силы от величины износа практически на всех режимах резания. Наличие и развитие площадки износа, приводящее к изменению геометрии режущего клина вблизи режущей кромки, вполне прогнозируемо приводит к возрастанию усилий резания (рис. 3) на одних и тех же режимах резания. Вместе с тем степень роста силы резания при больших величинах износа увеличивается при значительных глубинах резания и несколько снижается при росте подачи, о чем свидетельствуют относительные значения сил резания, приведенные на рис. 3.

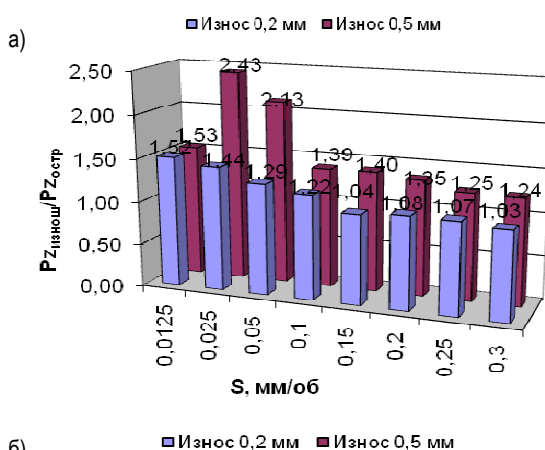
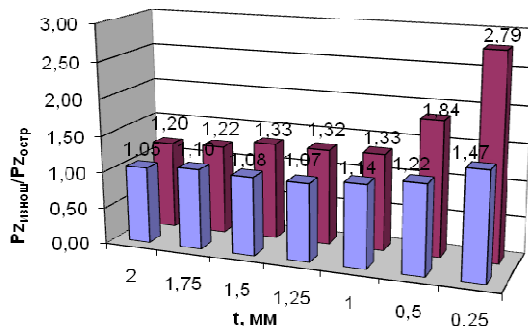


Рис. 3. Относительное изменение составляющей силы резания  $P_z$  в зависимости от глубины резания  $t$  (а) и подачи  $S$  (б) при затуплении инструмента

При изменении скорости резания с ростом износа происходит значительное увеличение силы резания  $P_z$ . Закономерность изменения силы резания  $P_z$  с ростом износа свидетельствует о присутствии процесса наростообразования и его изменения при износе режущей кромки инструмента (рис. 4).

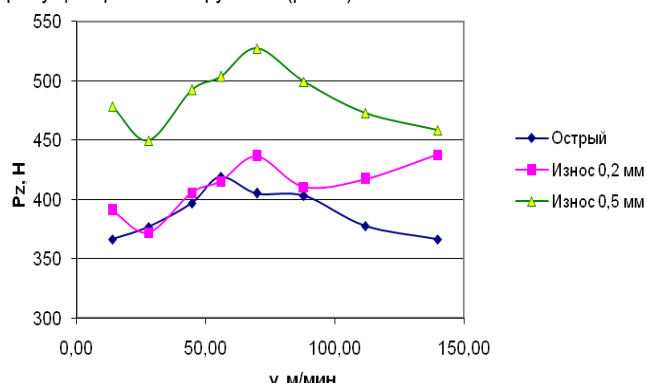


Рис. 4. Характер изменения составляющей силы резания  $P_z$  в зависимости от скорости резания  $v$  для трёх различных состояний режущего инструмента ( $t = 1$  мм,  $S = 0,2$  мм/об)

При этом для всех образцов сохраняются практически все известные закономерности изменения силы резания в зависимости от режимов, приводимые в [5 и др.]. Данный факт позволяет подтвердить достоверность результатов, полученных экспериментально с использованием оригинальных средств, и сделать вывод о возможности использовать параметр усилия резания для оценки изменения состояния режущего инструмента в результате износа.

Анализ влияния режимов резания на вибрационную активность при различных величинах износа инструмента показал следующее. При изменении глубины резания влияние износа на виброактивность неоднозначно. При малых величинах износа его влияние практически не заметно, значительный рост СКЗ виброускорений наблюдается только при существенных величинах износа (рис. 5). Общий вид зависимости виброактивности от глубины резания имеет линейный характер, степень роста характеристики СКЗ( $t$ ) увеличивается с ухудшением состояния режущей кромки, как и при изменении силы резания. Учитывая лучшую чувствительность обоих диагностических параметров к изменению состояния инструментов при больших глубинах резания, выбор последних может обеспечить лучшую достоверность при проведении мониторинга и диагностики износа режущих инструментов.

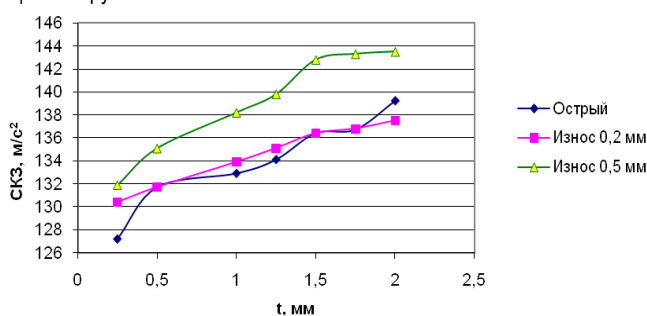


Рис. 5. Характер изменения СКЗ вибрации в зависимости от глубины резания  $t$  для трёх различных состояний режущего инструмента ( $v = 69,9$  м/мин,  $S = 0,2$  мм/об)

Влияние износа на СКЗ вибраций при различных величинах подачи аналогично рассмотренному (рис. 6). Констатировать рост площадки износа по данным виброизмерений возможно при значительных величинах износа во всём диапазоне подач. Также заслуживает внимания тот факт, что изменение подачи практически не влияет на уровень виброускорений, за исключением диапазона подач с малыми величинами, на котором зафиксированы максималь-

ные значения виброускорений. Причём больший рост характерен для образцов с максимальным износом.

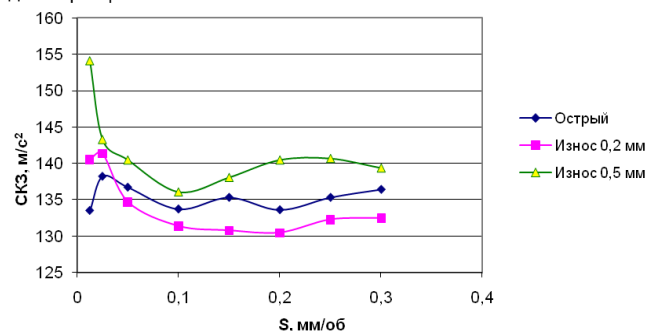


Рис. 6. Характер изменения СКЗ вибрации в зависимости от подачи  $S$  для трёх различных состояний режущего инструмента ( $v = 69,9$  м/мин,  $t = 1$  мм)

Данное явление может быть объяснено тем, что при большем износе, при работе с малой подачей, толщина среза может быть меньше величины износа режущей кромки, в результате чего относительно большая часть срезаемого слоя деформируется участком передней поверхности с неблагоприятным передним углом (рис. 7), приводя к росту колебаний на относительно высоких частотах, фиксируемых в сигнале виброускорений.

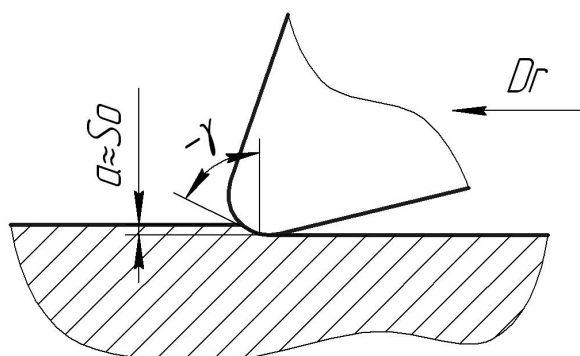


Рис. 7. Изменение значения переднего угла при затуплении режущего инструмента

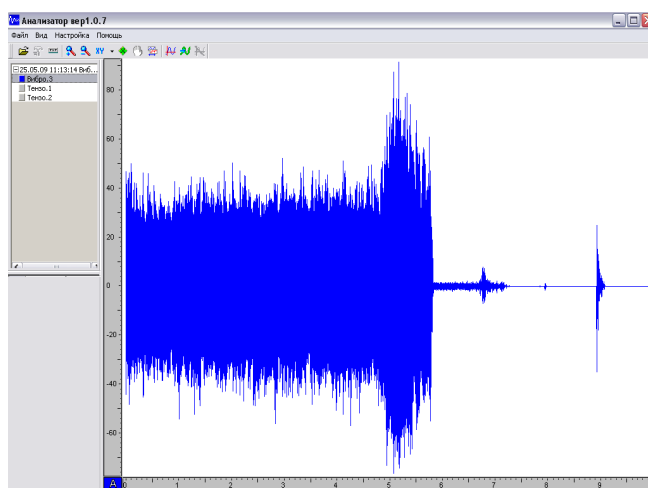


Рис. 8. Характер изменения амплитуды виброускорений при уменьшении величины подачи

Это предположение хорошо иллюстрируется увеличением размаха сигнала виброускорений при остановке инструмента, когда подача, а, следовательно, и толщина среза уменьшается за короткий промежуток времени до нулевого значения, что проиллюстрировано на рис. 8.

Диапазон малых подач, как следует из рис. 6 и 8, обеспечивает наилучшую чувствительность сигнала виброускорений к наличию и величине износа режущей кромки инструмента и может быть рекомендован для проведения оценки состояния режущего инструмента по вибрационным критериям.

При росте скорости резания ожидаемо происходит увеличение СКЗ виброускорений (рис. 9). Это происходит при любом значении величины износа. Однако однозначного влияния величины износа на интенсивность отмеченного роста СКЗ не выявлено, поэтому данный аспект требует дополнительных исследований.

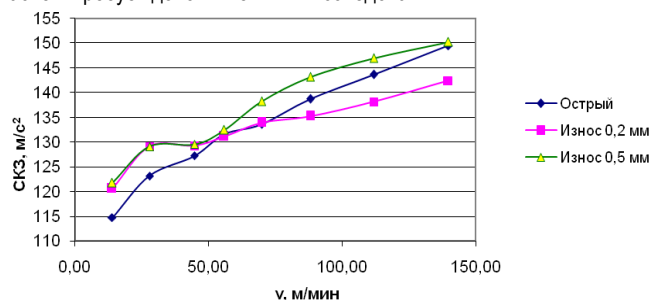


Рис. 9. Характер изменения СКЗ вибрации в зависимости от скорости резания  $v$  для трёх различных состояний режущего инструмента ( $S = 0,2$  мм/об,  $t = 1$  мм)

#### Заключение

1. Усилия резания и вибрации пригодны в качестве диагностического критерия при оценке технического состояния режущего инструмента, определяемого износом, что подтверждают проведенные экспериментальные исследования.
2. Использование в качестве диагностического параметра вибрационного сигнала обеспечивает лучшую технологичность использования по сравнению с силовым параметром, так как обес-

печивает сходную информативность о состоянии инструмента и не требует применения специализированной оснастки на станке, что позволяет производить мониторинг состояния инструмента в процессе его работы в производственных условиях.

3. Установлены диапазоны режимов резания, на которых износ в большей степени влияет на вибрации и силы резания. Результаты предварительных исследований показывают лучшую чувствительность отмеченных параметров к величине износа при больших глубинах резания и малых величинах подач.
4. Для разработки прикладных методик мониторинга технического состояния режущего инструмента и уточнённых количественных критериев состояния необходимы дополнительные исследования, что является целью дальнейших работ по данной тематике. Исследования проведены при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

#### СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Билл, Б. Пьезоэлектрические датчики / Б. Билл, К. Госсвайлер, А. Кирххайм, Д. Оттер // Материалы 9 симпозиума «Датчики и сбор данных измерения», 4–6 июня 2002 г. – Техническая академия Есслинген, 2002.
2. Kosmol, J. Automatyizacja obrabiarec I obrobki skrawaniem. – Warszawa: WNT, 2000.
3. Akesson, Henrik Active control of vibration and analysis of dynamic properties concerning machine tools / Licentiate Dissertation Series №2007:04. – Blekinge Institute of Technology, 2007.
4. Драган, А.В. Новые аппаратно-программные средства для исследования и диагностики механических систем / А.В. Драган, И.П. Стецко, Д.А. Ромашко, Н.В. Левкович // Вестник БрГТУ. – № 4: Машиностроение, 2006. – С. 17–26.
5. Грановский, Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский – М.: Высшая школа, 1985.

Материал поступил в редакцию 13.10.10

#### DRAGAN A.V., SALIVONSHIK Y.N., SOKOL V.A. Research of dynamic processes at cutting

In article the analysis of the dynamic processes caused by cutting, and also their interrelation with a current condition of the cutting tool are carried out. The technique of carrying out of researches of influence of deterioration on dynamic processes in a wide range of mode combinations of cutting is developed. Some ranges of deterioration's sizes and cutting modes on which these changes are shown to the greatest degree are revealed and this can be used at the solving of problems of monitoring and diagnostics of a condition of tools.

УДК 621.922. 546

Аршиков А.С., Лысов А.А.

## КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ АЛМАЗНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**Введение.** На работоспособность алмазных инструментов существенное влияние оказывают физико-химические параметры связи, качество и морфология исходного алмазного сырья. Алмазно-металлические инструментальные композиции, как правило, включают в себя несколько фаз, которые должны быть совместимы друг с другом как физически, так и химически. Для создания такой совместимой системы алмаз-матрица необходимо, чтобы образовались прочные связи на поверхности раздела матрица-зерно. Эти связи необходимы для эффективной передачи нагрузки и предотвращения разрушения материала в результате образования реакционной зоны при взаимодействии алмаза с материалом матрицы. Принято считать, что реакционная зона создает новые участки зарождения трещин в композиционном материале. Для того чтобы не произошло преждевременное разрушение композита, дефекты переходного слоя должны быть значительно меньше, чем дефекты в

частицах алмаза и металлической матрице [1].

**Методика исследований.** Различие в структуре алмазно-металлических композиций – высокая объемная концентрация хрупких частиц алмаза, микротрещины, разрывы, дефекты алмазных зерен приводят к появлению напряжений.

Анализ причин разрушения указанных композиций позволит разработать способы управления ими, позволит понять механизм и физический смысл хрупкости данных материалов и расширить область их использования.

При изготовлении алмазно-металлических композиций одним из наиболее широко применяемых металлов в качестве основы является медь.

В процессе шлифования металлов пластичная медь налипает на зерна алмазов, и инструмент теряет свои режущие свойства, «засаливается». Установлено, что для предотвращения засаливания и

Аршиков Александр Сергеевич, к.т.н., доцент, зам. декана машиностроительного факультета Полоцкого государственного университета.

Лысов Александр Аркадьевич, к.т.н., доцент, декан машиностроительного факультета Полоцкого государственного университета. Беларусь, 211440, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.