

Левданский А.М., Левданский И.А.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЗЦА С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ ВСТАВОК ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Введение.** Благодаря своим достоинствам, сборные конструкции резцов на мировом рынке сегодня вытеснили неразборные конструкции. Надежность и компактность узлов креплений у сборных резцов является «узким» местом современного инструментального производства. Требования к этим параметрам повышаются в условиях переналаживаемых автоматизированных производств, где особенно актуальны безотказность и стойкость инструмента, что объясняется специфическими физико-механическими свойствами алмаза.

К числу перспективных режущих инструментов относятся алмазные резцы, имеющие высокую стойкость и обеспечивающие высокое качество обработки. Лезвийная чистовая обработка ими цветных сплавов на порядок экономичней шлифования и используется для декоративного точения деталей, вместо их полирования. Целью является получение высокой шероховатости (до  $R_a$  0,16–0,006 мкм) и блеска внешних поверхностей, а также для тонкого точения и растачивания цилиндрических и конических поверхностей до 1 ... 2 квалитетов точности.

Предназначенные для резцов алмазы должны иметь плотную структуру, на их рабочей части не допускаются наружные и внутренние трещины, раковины и включения, видимые при десятикратном увеличении. Также не должно быть внутренних напряжений в кристалле алмаза, определяемых по наличию зон двойного луча преломления в поляризованном микроскопе.

Особенно эффективно применение алмазных резцов при точении цветных металлов, сплавов (в частности силуминов), пластмасс и многих труднообрабатываемых материалов. При обработке этих материалов стойкость алмазного инструмента во много раз выше стойкости твердосплавного. Высокая стойкость алмазных резцов дает возможность работать длительное время (до 300 часов) без подналадок и смены инструмента. В связи с этим резко снижаются простои оборудования, что объясняет широкое применение алмазного точения в автоматизированном производстве такими компаниями, как «Локхид» (США) и «Мицубиси» (Япония) [3].

Твердость алмазных резцов в 5 раз превышает твердость твердосплавных резцов, поэтому они более эффективны при обработке материалов с высоким сопротивлением истиранию. Большая износостойкость и возможность ведения обработки с высокой скоростью резания обуславливаются низким коэффициентом трения с цветными сплавами, который в 3–4 раза ниже коэффициента трения твердосплавных резцов. Алмаз характеризуется также большой теплопроводностью, которая в 7 раз выше теплопроводности быстрорежущей стали и в 5 раз выше теплопроводности сплава Т15К6. Алмазы весом 0,5–0,6 карата допускают от 6 до 10 переточек. Алмаз, обладая большим модулем упругости и малым коэффициентом теплового расширения, позволяет вести обработку с минимальными механическими и тепловыми деформациями, что в сочетании с износостойкостью алмаза способствует достижению высокой точности обработки.

Особенностью алмазного инструмента является также его повышенная хрупкость и чувствительность к вибрационным нагрузкам, небольшое сопротивление изгибу. Поэтому припуски на обработку необходимо выбирать малыми: глубина резания – от 0,01 до 0,3 мм, подача – от 0,01 до 0,1 мм/об.

**Критический анализ существующих конструкций.** При изготовлении и эксплуатации алмазных резцов приходится учитывать анизотропность алмаза, когда твердость и прочность кристалла в различных направлениях неодинаковы и могут изменяться до 100–

500 раз. А вместе с этим в зависимости от ориентации кристалла при резании стойкость резца так же будет значительно изменяться. Следовательно, при изготовлении инструмента важно ориентировать алмаз таким образом, чтобы кристалл обрабатывался в «мягком» направлении. При эксплуатации алмазного резца следует располагать алмазную вставку так, чтобы износ инструмента при эксплуатации происходил в «твердом» направлении.

На практике нашли применение алмазные резцы, пластина которых впаивается в закрытый паз державки. Такое крепление алмаза с помощью пайки позволяет получать резцы простой конструкции и использовать алмазы небольшой величины. Однако изготовление алмазных резцов в закрытом пазу очень затрудняет переточку инструмента, так как для восстановления режущей способности такого резца после его затупления приходится выплавлять алмаз, что нежелательно, так как нельзя допускать перегрев алмаза. Кроме того, при закрытом пазе державки резца при точении пластичных металлов наблюдается заклинивание стружки, контактирующей со стальной державкой, что снижает качество обработанной поверхности и вызывает повышенный износ инструмента. С этой точки зрения более целесообразно применять резцы с открытой передней поверхностью, что облегчает их переточку и снижает интенсивность износа. Наряду с этим использование открытого паза не всегда обеспечивает надежное крепление алмаза в державке [1].

Наряду с напайными резцами получили широкое распространение резцы с механическим креплением алмазов. Известно несколько конструкций алмазных резцов с механическим креплением.

Прогрессивным является крепление с применением промежуточных вставок 1 (рис. 1). Вставка изготавливается методом порошковой металлургии. Она прессуется и спекается вместе с алмазом и затем обрабатывается по профилю паза в державке резца, и шлифуются рабочие грани алмаза. Крепление вставки вместе с алмазом производится винтом 3 прижимной планкой 2, опирающейся на штифт 4. При этом для обеспечения надежности части длины алмаза должны прижиматься планкой. Поэтому изготавливать малогабаритные алмазные резцы с механическим креплением трудно [1].

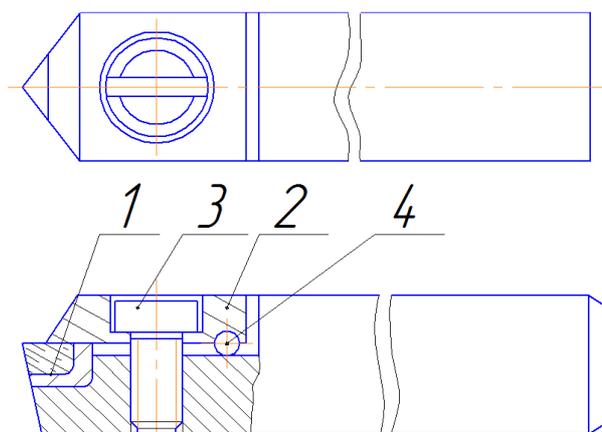


Рис. 1. Резец с механическим креплением искусственного алмаза с использованием вставки

*Левданский Алексей Маратович, ст. преподаватель кафедры технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.*

*Левданский Илья Алексеевич, студент гр. Т-71 машиностроительного факультета Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.*

На рис. 2 изображена схема крепления алмазного резца с использованием специальной подушки. Такое механическое крепление основано на том, что основание кристалла не шлифуется, а используется специальная подушка, изготавливаемая следующим образом. В пресс-форму засыпается порошковая смесь составом: 80% меди, 15% олова, 5% свинца [2]. Поверх порошковой смеси в пресс-форму укладывают алмаз с предварительно обработанными передними поверхностями. Смесь прессуется при давлении 15 МПа. Спрессованный брикет спекается при температуре 650°C вместе с алмазом. Состав порошковой смеси при спекании дает незначительную усадку, и отпечаток после спекания сохраняет контуры алмаза. Спеченный брикет (подушка) обрабатывается. После этого подушку устанавливают в паз державки 1, алмаз 4 — на подушку 5 и прижимают накладкой 3 и зажимают винтом 6. К достоинствам данной конструкции также относится наличие паза на державке и накладки под штифт 2, что снижает массивность державки по сравнению с конструкцией на рис. 1.

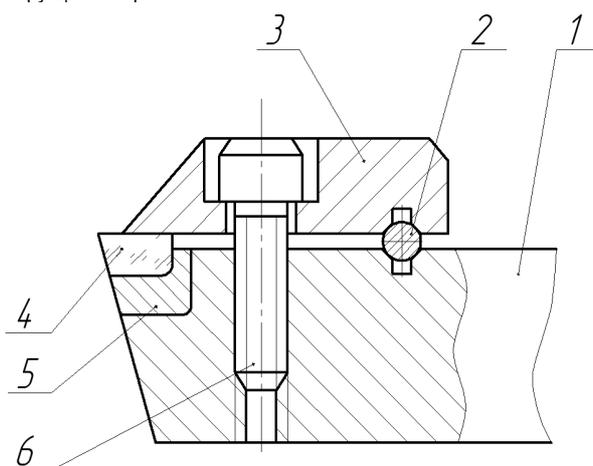


Рис. 2. Резец с механическим креплением искусственного алмаза с использованием специальной подушки: 1 – державка резца; 2 – штифт; 3 – накладка; 4 – алмаз; 5 – подушка; 6 – винт

Учитывая отмеченные недостатки существующих конструкций алмазных резцов, был предложен новый способ крепления алмазных вставок. За основу была принята конструкция с креплением пластины «косым» винтом, применяемая для твердосплавных и минералокерамических пластин. Данная конструкция (рис. 3) используется для крепления режущих пластин без отверстия при высоких требованиях к компактности узла крепления (в том числе, у многолезвийного инструмента но уже без накладного стружколома).

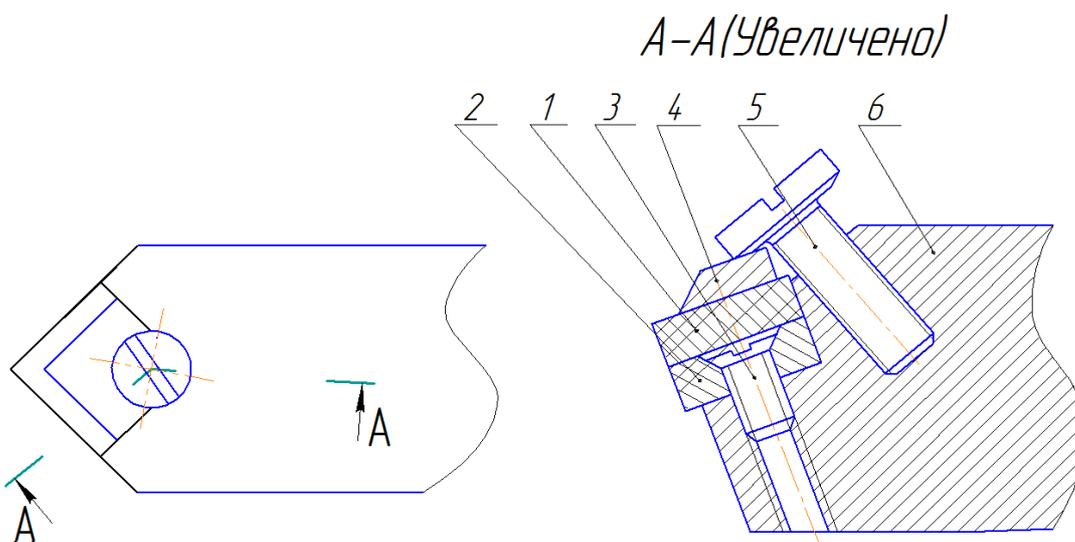


Рис. 3. Способ крепления косым винтом минералокерамической пластины: 1 – режущая пластина; 2 – опорная пластина; 3 – винт опорной пластины; 4 – накладной стружколом; 5 – прижимной винт; 6 – державка

Она не обеспечивает надежного крепления и правильного распределения сил зажима и поэтому используется ограниченно при работе с небольшими нагрузками. Для крепления хрупких режущих материалов, к которым относятся искусственные алмазы, использоваться она не может ввиду точечного характера контакта зажимного винта с пластиной при использовании крепления без стружколома. Наличие стружколома 4 приводит к большему вылету прижимного винта 5, снижая его прижимную способность.

Особенностью предложенной нами конструкции (рис. 4) является наличие многогранной прижимной шайбы 2, которая может быть выполненная мягкой (как в данном случае при креплении алмаза) – из латуни и твердой (в случаях крепления более прочных пластин) – из закаленной стали. В первом случае это обеспечивает бережный прижим, во втором – более надежный прижим, необходимый при обработке проблемных материалов. При использовании многогранной шайбы отпадает необходимость в накладном стружколоме. Это снижает стоимость конструкции и упрощает её эксплуатацию. Для исключения изгиба винта 3 многогранная шайба установлена в клиновом паз, что увеличивает надежность прижима без увеличения сил зажима. Отдельно от державочной части выполненная рабочая головка 4 имеет возможность поворота в отверстии. При этом обеспечивается возможность изменения геометрии режущей части пластины 1 и быстрая замена на другую, более подходящую по условиям обработки, головку.

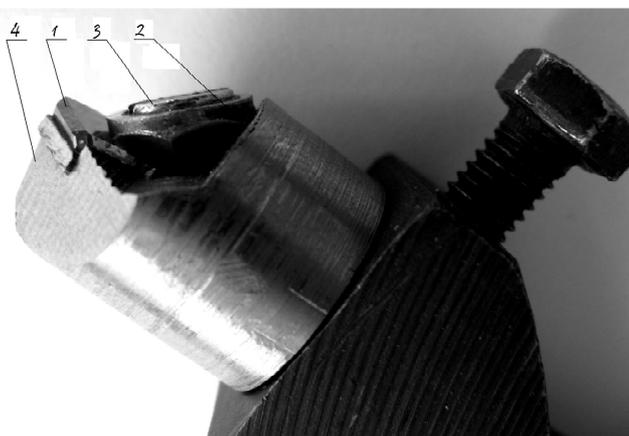


Рис. 4. Предлагаемая конструкция алмазного резца

Предлагаемый способ крепления целесообразно использовать для режущих пластин из алмазов, сверхтвердых материалов и минералокерамики, так как лишен перечисленных выше недостатков.

**Заключение.** Данный способ механического крепления цельного алмаза в конструкциях резцов позволит обеспечить следующие преимущества по сравнению с существующими способами:

1. Компактность узла крепления позволяет использовать метод крепления для многолезвийного инструмента. Простота конструкции снизит стоимость инструмента в целом. Обеспечена большая жесткость конструкции за счет нахождения многогранной гранной шайбы в пазу.
2. За счет конфигурации многогранной (мягкой при креплении алмаза) шайбы обеспечивается правильное распределение составляющих сил прижима: нормальное направление на опорную (опять мягкую при алмазе пластину); и в угол паза режущего элемента, что особенно важно для хрупкого режущего материала.
3. Сила зажима от шайбы на алмазную вставку передается по плоскости с прижимом по направлению, совпадающему с главной составляющей силы резания  $P_z$ , что увеличивает надежность узла крепления и снижает риск хрупкого разрушения режущей пластины.
4. Многогранность шайбы увеличивает ресурс её использования, тем самым увеличивая число переустановок сменных пластин и, следовательно, увеличивает ресурс эксплуатации конструкции в целом.

5. Шайба, изготовленная из мягкого материала, обладает тормозящим эффектом, что в свою очередь способствует повышению надежности крепления и ведет к возможности уменьшения сил зажима винта, что важно, учитывая его небольшие размеры и хрупкость зажимаемой режущей пластины.
6. Существует возможность изготовления шайбы с разновысотными гранями, что решает важную проблему при эксплуатации механически закрепляемых алмазов, связанную с поиском оптимальных плоскостей для ориентации и закрепления поликристаллических алмазов.

*Предварительные испытания показали работоспособность конструкции при чистовых видах обработки цветных сплавов на основе алюминия.*

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт <http://www.info.instrumentmr.ru/>
2. Сайт <http://www.instrumenttalchk.ru/>
3. Режущие инструменты оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: справочник / В. П. Жедь [и др.] – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.

*Материал поступил в редакцию 19.10.10*

#### LIAUDANSKI A.M., LIAUDANSKI I.A. Modernisation construction cutter with mechanical fastening of a plate from a heavy-duty material

The article suggests the progressive way of fixing cutting plates of artificial diamonds. The described main characteristics of diamond tools and features of their operation.

УДК 622.24.051

**Монтик С.В.**

## РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЗУБКОВ ДЛЯ БУРОВЫХ ДОЛОТ

**Введение.** Основным породоразрушающим инструментом при бурении нефтяных и газовых скважин являются шарошечные долота. Оснащение их твердосплавным вооружением, которое представляет собой зубки из твердого сплава ВК (сплав карбида вольфрама с кобальтом), повысило проходку и другие эксплуатационные характеристики долот.

Одним из путей сокращения расхода дорогостоящего твердого сплава без ухудшения эксплуатационных характеристик буровых долот может являться использование ресурсосберегающей технологии, разработанной в Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина (г. Москва) – метода электроконтактного механотермического формирования (МТФ) биметаллических изделий.

Большая часть твердосплавного зубка находится в корпусе долота и выполняет роль державки. Технология электроконтактного механотермического формирования позволяет изготавливать биметаллические зубки, состоящие из твердосплавной рабочей головки и стального основания, что дает возможность снизить расход твердого сплава.

Процесс механотермического формирования применительно к комбинированным зубкам для шарошек буровых долот изучался Н.А. Жидовцевым, В.Я. Кершенбаумом, Э.С. Гинзбургом, А.И. Мизиным, И.Г. Барило и Л.А. Резником [1].

При изготовлении и использовании биметаллических зубков может возникнуть ряд проблем, которые будут рассмотрены ниже.

Твердый сплав и сталь имеют разные коэффициенты линейного расширения и модули упругости, что приводит к возникновению остаточных напряжений в биметаллическом зубке, а это в свою очередь снижает прочность соединения твердый сплав – сталь. Однако необходимым условием применения биметаллических изделий является высокая прочность соединения твердого сплава со сталью, т. к. зачастую их разрушение при воздействии внешних нагрузок происходит по границе раздела твердый сплав-сталь [1].

Твердосплавное вооружение долот подвергается действию абразивного, ударно-абразивного и ударно-усталостного изнашивания. В зависимости от типа долота и вида вооружения (основное или калибрующее) преобладает один из видов изнашивания, поэтому возникает также задача исследовать влияние технологии МТФ на физико-механические свойства и микроструктуру твердого сплава. Это позволяет определять требуемые параметры технологии МТФ в зависимости от конкретных условий работы твердого сплава, т. к. именно микроструктура и физико-механические свойства оказывает существенное влияние на износостойкость и прочность твердого сплава.

**Методика экспериментальных исследований.** Для исследования влияния технологии МТФ на прочности соединения твердого сплава со сталью, а также микроструктуру и физико-механические свойства твердого сплава были изготовлены биметаллические зубки по размерам твердосплавных зубков формы Г26 по ГОСТ 880-75 для шарошек буровых долот (см. рис. 1, а) диаметром 12 мм и высотой 14 мм.

Использовались твердые сплавы ВК8-В, ВК10-КС, ВК11-ВК, ВК15 по ГОСТ 3882-74.

Для исследования зависимости прочности соединения от содержания углерода в стали и термообработки основания биметаллических зубков изготавливались из сталей 45 по ГОСТ 1050-88, 65Г и 20Х по ГОСТ 4543 – 71. Сталь 20Х предварительно подвергалась цементации.

Для изготовления биметаллических изделий применялась одно- и двухстадийная технология механотермического формирования.

Двухстадийная технология механотермического формирования заключается в спекании под давлением в керамической пресс-форме порошка твердого сплава и его одновременном соединении со стальным основанием за счет теплоты, выделяемой при пропускании электрического тока, с использованием медного, а затем графитового электрода-пуансона (см. рис. 1, б). Параметры процесса: давление прессования 25–50 МПа, плотность тока 8–20 А/мм<sup>2</sup>, время процесса 5–7 с для каждой стадии.

**Монтик Сергей Владимирович**, к. т. н., доцент, зав. кафедрой технической эксплуатации автомобилей Брестского государственного технического университета.

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