



РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ «КАРБИД ТИТАНА – СПЕЦСТАЛЬ»

В работе сделан краткий анализ режущих свойств материалов с точки зрения внешних воздействий на режущий клин инструмента и корреляций с другими свойствами материалов. Приведен список научных трудов, посвященных разработке эффективных твердых сплавов на основе карбида титана со стальной связкой. Особое внимание уделено выбору структуры и состава стальной связки. Кратко описаны технология изготовления образцов и методика экспериментальной оценки механических и режущих свойств сплавов. Испытания показали, что наиболее высоким уровнем режущих свойств обладают сплавы, содержащие 80–85 % TiC, остальное – спецсталь. Анализ экспериментальных данных подтвердил принципиально важное свойство спецстали – теплостойкость. Установлены направления совершенствования режущих твердых сплавов со стальной связкой.

Режущие свойства, теплостойкость, стальная связка, карбид титана, структура, состав твердого сплава.

Режущие свойства фактически являются критерием эксплуатационных свойств инструментальных материалов, в частности твердых сплавов. Высокие режущие свойства обеспечивают материалу массовое применение в качестве режущего, а также износостойкого конструкционного материала. Особая роль режущих свойств обусловлена комплексом условий процесса резания и воздействий на режущий материал. По существующим представлениям, на консольный асимметричный режущий клин инструмента оказывают динамическое давление и изнашивание срезаемый слой материала, а также поверхность резания (или обрабатываемая поверхность). Малые размеры зоны резания и прочные связи в обрабатываемых материалах (например, в металлах) делают воздействия на режущий материал весьма интенсивными.

Основные воздействия при обработке резанием: контактное смятие вершины режущего клина (которое нарушает идеальную сдвиговую пластическую деформацию стружкообразования); возникновение механических напряжений (нормальных и касательных, статических, динамических и циклических) в режущем клине (которые могут привести к его разрушению); изнашивание контактных поверхностей режущего клина (передней и задней) по разным механизмам изнашивания (сухое трение, абразивное, усталостное, высокотемпературное, адгезионное, диффузионное), которое приводит к нарастающему искажению формы (вплоть до разрушения) режущего клина; нагрев режущего материала, который снижает его сопротивление механическим воздействиям, при превышении предела теплостойкости приводит к необратимым диффузионным превращениям в структуре материала с быстрым (катастрофическим) износом или разрушением режущего клина.

В итоге на режущие свойства инструментального материала значительное влияние оказывают его (в чем-то более простые) свойства: твердость, прочность, износостойкость, теплостойкость (в частности, «горячая» твердость), термостойкость, теплопровод-

ность и другие. В многочисленных теоретических и опытно-практических научных трудах, например в [1], раскрыто влияние и взаимодействие указанных свойств на показатели режущей способности материалов:

1. Твердость режущего материала должна превосходить твердость обрабатываемого материала в 2,5–4 раза. Верхний предел характерен для гетерогенных материалов, к которым относятся твердые сплавы. Общая твердость (как сопротивление макроскопической контактной пластической деформации) позволяет сохранять остроту режущего клина (радиус при вершине меньше шага сдвиговой деформации перед режущим клином). Таким образом, режущие твердые сплавы с твердостью HV1600–2000 (например, T15K6 или TN-20) могут стабильно обрабатывать материалы с твердостью HV500 (закаленные конструкционные стали), но их твердости недостаточно для надежной обработки материалов с твердостью HV600–700 (закаленные инструментальные стали).

2. Статическая прочность режущего материала должна соответствовать виду его нагружения (чаще всего, это – прочность при изгибе, реже – для вращающихся инструментов с цельной режущей частью – прочность при кручении) и силовому характеру обработки (зависит от твердости обрабатываемого материала и от сечения срезаемого слоя: глубины резания и подачи). Прочность обеспечивает сопротивление режущего клина разрушению. При чистовой обработке в режущем клине инструмента возникают нормальные напряжения при изгибе величиной до 600 МПа, при черновой обработке – до 1200 МПа. Более высокие напряжения при изгибе (особенно их растягивающая часть) неприемлемы для режущих твердых сплавов (имеющих низкую прочность при растяжении). Выход – снижение доли растягивающих напряжений в опасных сечениях режущего элемента, приближение вида нагружения к одноосному или двухосному сжатию с допускаемыми напряжениями до 2000–3000 МПа (для сплавов на основе карбида вольфрама). Это достигается, например, размещением

твердосплавного элемента в гнезде из высокопрочной инструментальной стали.

3. Износостойкость (сопротивление изнашиванию) должна обеспечивать режущему клину достаточную продолжительность сохранения формы и размеров в условиях интенсивного изнашивания. Износостойкость режущих материалов, как правило, превосходит износостойкость конструкционных материалов, например при сухом и абразивном трении. Твердые сплавы по ряду причин обладают высокой износостойкостью во многих условиях работы. Это обусловлено их составом и структурой, но прежде всего – высокой энергией связи (микротвердостью) их карбидной основы, требующей совершения большой работы микроразрушений, приводящей к износу. И, в общем, износостойкость при видах изнашивания без существенного теплового воздействия имеет прямую связь с твердостью материала. Однако «холодная» износостойкость не гарантирует материалу износостойкости в условиях резания (важнейшей составляющей режущих свойств).

4. Теплостойкость (сопротивление снижению механических свойств при тепловом воздействии) обеспечивает режущему клину при нагреве сопротивление смятию, пластическому течению, разрушению, интенсивному изнашиванию. Разупрочнение материалов при нагреве является физической неизбежностью, важно, чтобы оно не было катастрофически быстрым и существенным (в абсолютных и относительных единицах). Теплостойкость поддерживается стабильной (по отношению к нагреву) структурой материала. В известных режущих твердых сплавах высокая теплостойкость обеспечивается как карбидной основой (не претерпевает никаких изменений вплоть до весьма высокой температуры плавления), так и связкой. В титано-вольфрамо-кобальтовых твердых сплавах теплостойкость до 850 °С создается структурой связки в виде твердого раствора Co(W) и дисперсных интерметаллидов типа Co₆W₅. В безвольфрамовых твердых сплавах на основе карбида титана теплостойкость около 750 °С зависит от никель-молибденовой связки, представляющей собой твердый раствор Ni(Mo) с упрочняющей фазой Лавеса – интерметаллидами типа Ni₂Mo. Важнейший показатель теплостойкости – «горячая» твердость твердых сплавов – зависит также от структуры (архитектуры) карбидной основы. Высокой «горячей» твердостью обладают сплавы со структурой сплошного (не арочного) карбидного каркаса из частично сросшихся карбидных зерен. При увеличении содержания связки карбидный каркас фрагментируется, пластическая деформация развивается по связке, огибая высокотвердые зерна, не упираясь в них, не проходя через них, в результате – «горячая» твердость резко снижается.

5. Термостойкость (сопротивление термическим циклам, ударам) необходима режущему материалу, подвергающемуся в процессе резания быстрым нагревам и охлаждениям. Гетерогенные по своей структуре твердые сплавы имеют разные по коэффициентам термического расширения структурные составляющие: карбиды (хрупкие по природе) и упрочненную (то есть, в значительной степени, охрупченную) связку. Для сравнения: термические коэффициенты ли-

нейного расширения: у WC – $5,2 \times 10^{-6}$ %/град., у TiC – $7,42 \times 10^{-6}$ %/град. [2], у Fe – $11,7 \times 10^{-6}$ %/град. Термические напряжения могут преодолеть (что наиболее характерно) прочность границ между карбидами и связкой и привести (обычно – к термоусталостному) разрушению твердого сплава. Эксплуатация твердосплавных инструментов должна предусматривать отсутствие тепловых ударов.

6. Теплопроводность (способность релаксировать тепловую энергию, отводить ее из зон наибольшей локализации) необходима для снижения температуры в режущем клине и сохранения требуемого для резания уровня механических свойств материала. Теплопроводность твердых сплавов определяется абсолютно преобладающей в их составе карбидной фазой. По данным [2], теплопроводность карбида вольфрама WC составляет 0,07 кал. / см × сек × град., карбида титана TiC – 0,058. Для сравнения: теплопроводность железа – 0,2 кал. / см × сек × град. Большая разница в теплопроводности обусловлена высокой концентрацией обобществленных электронов в металлах и низкой – в карбидах. Для справки: у твердых соединений без «электронного газа» – оксидов, нитридов, диборидов – теплопроводность еще на порядок ниже. Известно, что режущие элементы из оксидной минералокерамики или из кубического нитрида бора при скоростном резании в течение нескольких секунд разогреваются до температуры выше 1000 °С.

В принципе, зная уровень всех рассмотренных свойств, установленных экспериментально по отдельности, можно ориентировочно прогнозировать режущие свойства. Однако надежная оценка режущих свойств может быть дана только прямым экспериментом – обработкой резанием.

Разработка режущих безвольфрамовых твердых сплавов без дефицитных компонентов, без сомнения, является актуальной и весьма сложной задачей. Для ее решения нами была выполнена экспериментальная оценка и анализ механических свойств твердых сплавов на основе разных карбидов переходных металлов с железной связкой [3–5], анализ их структуры [6], экспериментальная оценка свойств и анализ структуры сплавов на основе карбида титана с железной связкой [7, 8] и разными стальными связками [9], с железо-молибденовой связкой [10, 11], экспериментальная оценка и анализ режущих свойств сплавов с железной [12–14], разными стальными [15] и железо-молибденовой связками [16].

Экспериментальные твердые сплавы были изготовлены по технологии с размолотом и жидкофазным вакуумным спеканием (более подробно – в [3]). Испытания с износом абразивом проводились по оригинальной методике по внутренней поверхности вращающегося барабана [8]. Методика оценки режущих свойств подробно описана в [13].

Основные результаты выполненных и опубликованных работ

У сплавов на основе разных карбидов с железной связкой определен ожидаемый средний уровень твердости (от HRA86 при 70 % TiC до HRA89,5 при 90 % TiC), пониженный уровень прочности при изгибе (от 790 МПа при 70 % TiC до 430 МПа при 90 % TiC), износ абразивом 9,6 мг при 90 % TiC (5 мг у твердого

сплава Т15К6), интенсивность износа при резании – недопустимо большая – в десятки раз больше, чем у сплава Т15К6. На таком же низком уровне оказались режущие свойства экспериментальных сплавов на основе карбида титана с разными стальными связками (карбидного и аустенитного классов).

Для улучшения взаимодействия с карбидом титана и повышения теплостойкости связки и сплава в целом нами был выбран структурный класс стали (высоколегированный феррит с упрочнением дисперсными теплостойкими интерметаллидами) из системы Fe – Cr – Mn – Ti и рассчитан состав легирующих компонентов стали [17]. Специальная сталь для связки в твердых сплавах на основе карбида титана получила условное марочное обозначение – сталь Х14Г10Т6. На Ново-Тулском металлургическом комбинате методом распыления в аргоне был изготовлен порошок стали Х14Г10Т6 с отсевом фракции менее 100 мкм для использования в качестве связки. По данным химического анализа состав порошка стали Х14Г10Т6: 0,02 % С, 15,23 % Cr, 9,9 % Mn, 5,74 % Ti, 0,26 % Si. По сравнению с расчетным составом спецстали (10,8 % Mn, 12,1 % Cr, 7,6 % Ti) несколько завышенное содержание хрома и заниженное содержание титана признано допустимым для экспериментальной оценки свойств и анализа структуры.

Для сопоставимости данных экспериментальные сплавы TiC – спецсталь были изготовлены по той же технологии [3], испытания проведены по тем же методикам [8, 13]. Для испытаний были изготовлены образцы 5×5×40 мм и пластины 12,7×12,7×4,7 мм. Условия испытания резанием: токарный станок по-

вышенной жесткости 1Б63. Заготовки из стали 45 в виде предварительно обработанных болванок Ø110×1200 мм. Резец – проходной с механическим креплением пластины прихватом. Элементы геометрии: главный угол в плане 45°, главный задний угол 6° (за счет наклона пластины), главный передний угол – 6°. Изнашиванию подвергались от 4 до 8 вершин пластины. Режимы резания: скорость резания 100 м/мин с изменением частоты вращения шпинделя от 300 до 500 об/мин по мере уменьшения диаметра болванки до 60 мм. Критерий износа: ширина ленточки износа по задней поверхности h_3 измерялась на инструментальном микроскопе Dino-Lite AM413ZT с увеличением ×10 и ×70. Снимки изношенных поверхностей резцов выполнены на растровом электронном микроскопе JSM-35, Япония.

Основные результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Свойства твердых сплавов TiC – сталь Х14Г10Т6

Содержание TiC в сплаве, % масс	Износ резанием, мм/мин	Твердость HRA (HV)	Прочность при изгибе, МПа	Износ абразивом, мг
50	1,3	86 (1200)	1300	16,6
60	0,7	88 (1400)	1080	12,0
70	0,17	89 (1550)	880	10,0
80	0,08	89,5 (1700)	780	7,7
85	0,06	90 (1800)	760	6,4
90	0,08	90,5 (1850)	730	5,9

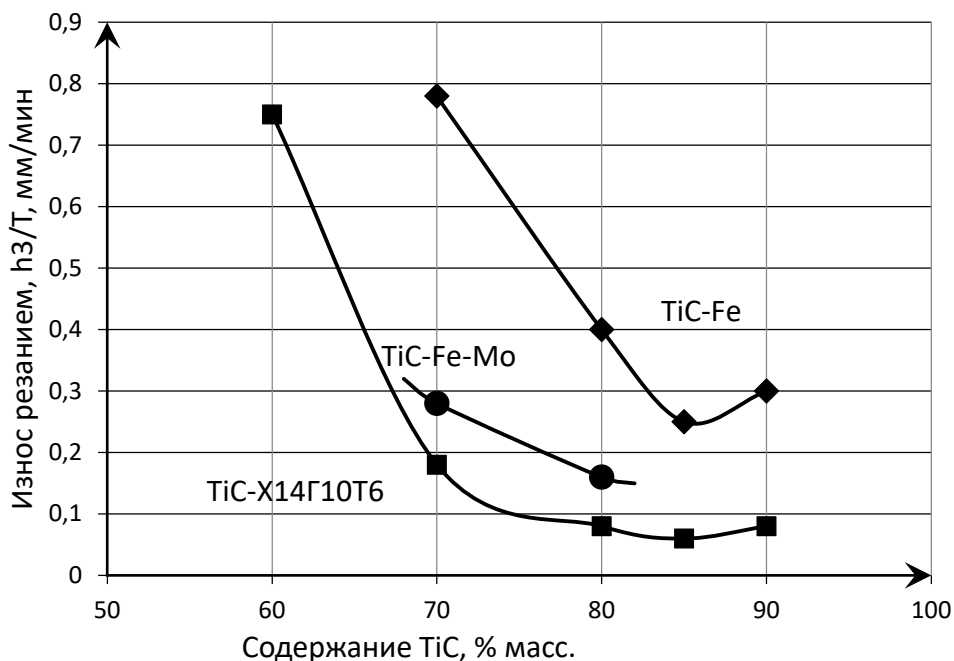


Рис. 1. Влияние содержания карбида титана на износ резанием сплавов со связками из железа, железа с 5 % молибдена в сплаве и со сталью Х14Г10Т6

Интенсивность износа режущего клина по задней поверхности (износ резанием) у сплавов TiC – сталь X14Г10Т6 закономерно изменяется с ростом содержания карбида титана в сплаве (рис. 1). Характер монотонной зависимости: резкое снижение с 0,7 до 0,17 мм/мин в диапазоне от 60 до 70 % TiC, далее – плавное уменьшение до 0,06 мм/мин при 85 % и некоторое увеличение до 0,08 мм/мин при 90 % TiC. Для сравнения приведены результаты испытаний сплавов на основе карбида титана с другими связками: железной и железо-молибденовой. Для этих групп сплавов также характерна стабилизация и минимум износа резанием в диапазоне 80–90 % TiC. Значительно меньший износ резанием сплавов TiC – сталь X14Г10Т6 можно объяснить только более высокой теплостойкостью («горячей» твердостью) стали X14Г10Т6 и сплавов с этой связкой, несмотря на более высокие твердость и прочность при изгибе сплавов с железо-молибденовой связкой [10]. Стабилизация износа резанием при содержании карбида титана 80–90 % объясняется формированием в структуре сплавов кар-

бидного каркаса [7], благодаря чему дополнительно (сверх аддитивной зависимости) увеличивается твердость (сопротивление сдвиговой пластической деформации, а значит, и сопротивление износу).

Характер износа у сплавов с разными связками существенно отличается. У сплавов с железной связкой при резании с режимами, характерными для классических твердых сплавов, происходит значительное тепловое разупрочнение, прежде всего связки, вследствие чего вдоль поверхности резания в режущем клине развивается интенсивное пластическое течение и разрушение сплава (рис. 2а) с обнажением карбидных зерен. У сплавов с железо-молибденовой связкой пластическое течение менее интенсивно (рис. 2б) благодаря повышенной теплостойкости, твердости и прочности. Сплавы с теплостойкой сталью X14Г10Т6 разупрочняются мало, изнашиваются значительно дольше, благодаря чему на передней поверхности режущего клина успевает появиться лунка износа (рис. 3), режущая кромка сохраняет остроту после 4–10 минут резания.

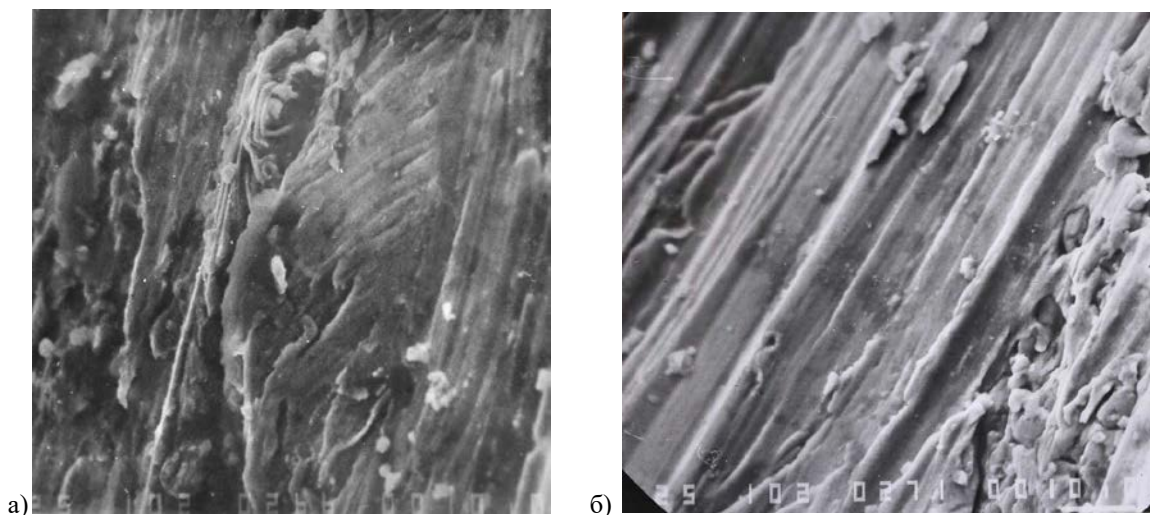


Рис. 2. а) интенсивное пластическое течение по задней поверхности у резца из сплава 70 % TiC – Fe, $\times 1000$; б) пластическое течение по задней поверхности у резца из сплава 70 % TiC, 5 % Mo, 25 % Fe, $\times 1000$

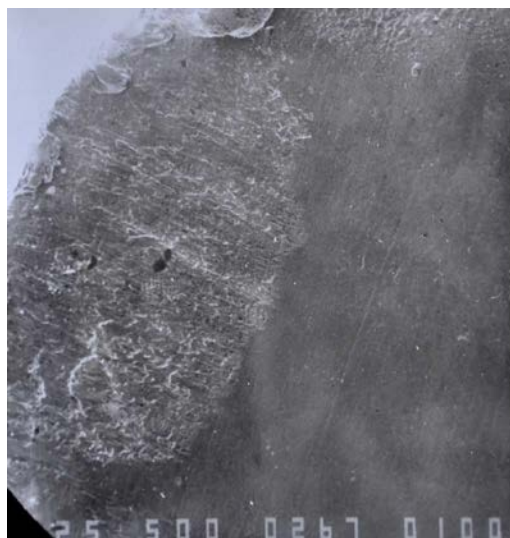


Рис. 3. Лунка износа на передней поверхности резца из сплава 70 % TiC – сталь X14Г10Т6, $\times 50$

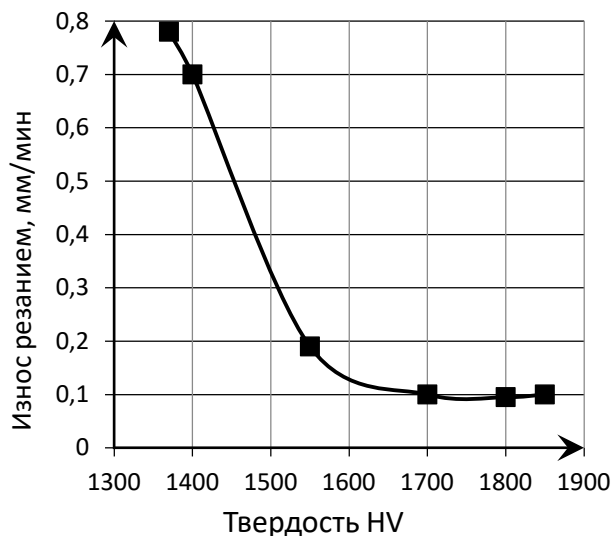


Рис. 4. Зависимость износа резанием от твердости сплавов TiC – сталь X14Г10Т6

Интерес представляют некоторые корреляционные зависимости режущих свойств с другими свойствами [19] сплавов TiC – сталь X14Г10Т6. На рисунке 4 представлена зависимость интенсивности износа резанием от твердости сплавов. При увеличении твердости от HV1400 при 60 % TiC до HV1550 при 70 % TiC происходит резкое уменьшение износа резанием от 0,7 мм/мин до 0,17 мм/мин. В интервале значений твердости от HV1700 при 80 % TiC до HV1850 при 90 % TiC износ резанием стабилизируется на уровне 0,06–0,08 мм/мин с минимумом при HV1800 и 85 % TiC. Такое поведение зависимости хорошо объясняется формированием структуры карбидного каркаса при содержании карбида титана 80–90 % в сплаве. Каркас из высокотвердых карбидов (по сравнению с карбидами, разделенными менее твердой связкой) оказывает значительно большее сопротивление изнашиванию (как резанием, так и абразивом).

В целом соблюдается закономерность: с уменьшением износа абразивом снижается износ резанием. Однако при износе абразивом более 10 мг (у сплава 70 % TiC – сталь X14Г10Т6) износ резанием резко «взлетает»: при близком износе абразивом 12 мг (у сплава 60 % TiC – сталь X14Г10Т6) увеличивается с 0,17 до 0,7 мм/мин. При уменьшении износа абразивом до 6,4 мг износ резанием плавно снижается до 0,06 мм/мин (до минимального уровня) при 85 % TiC в сплаве. Такой характер зависимости можно объяснить структурным преобразованием: при содержании около 80 % TiC в сплаве образуется карбидный каркас, который становится непрерывным по сечению сплава при 85–90 % TiC (рис. 5). Сложную корреляцию имеет износ резанием с износом абразивом (рис. 6).

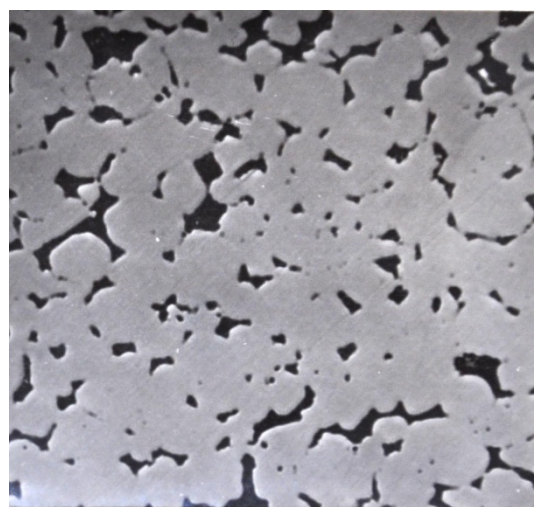
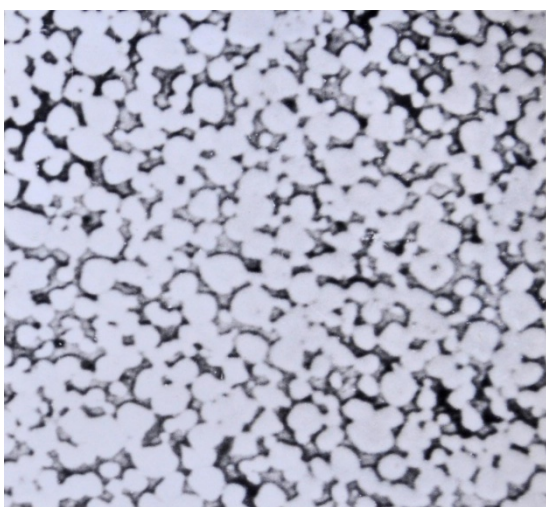


Рис. 5. Микроструктуры сплавов: а) 70 % TiC – сталь X14Г10Т6, × 1000; б) 90 % TiC – сталь X14Г10Т6, × 1000

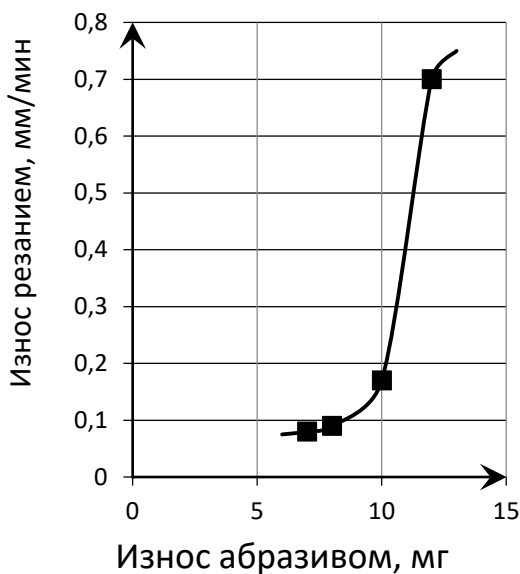


Рис. 6. Зависимость износа резанием от износа абразивом сплавов TiC – сталь X14Г10Т6

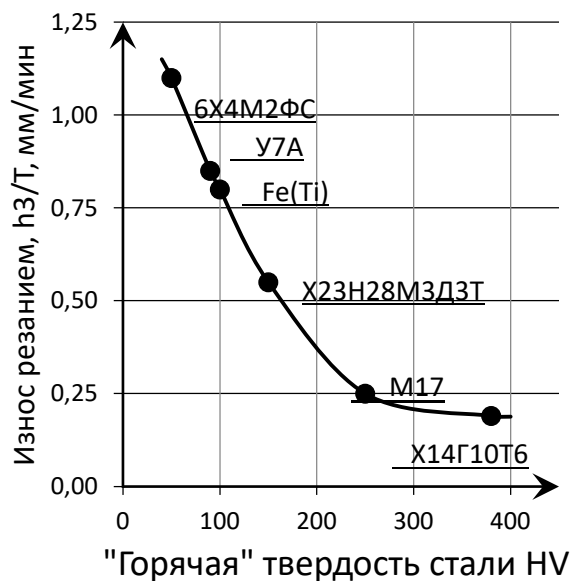


Рис. 7. Влияние «горячей твердости» на износ резанием

Как и предполагалось, первостепенное значение для повышения режущих свойств твердых сплавов на основе карбида титана имеет повышение теплостойкости связки. Сплавы на основе 70 % карбида титана с близкими значениями прочности при изгибе и твердости выстроились в закономерную линию со снижением износа резанием при повышении «горячей» твердости стали, использованной в качестве связки (рис. 7). Сталь Х14Г10Т6 имеет уникально высокую теплостойкость: «горячую» твердость HV320 при 880 °С [17], которая сохраняется в сплавах с карбидом титана [18].

Достигнутый относительно скромный уровень режущих свойств твердых сплавов на основе карбида титана со связкой из спецстали (типа Х14Г10Т6) внушает оптимизм, так как значительно превосходит все достигнутые ранее результаты (нами и другими авторами). Дальнейшее повышение режущих свойств до уровня стандартных сплавов (типа TiC – WC – Co) предполагается за счет оптимизации состава стальной связки, оптимизации состава карбидной фазы (в том числе с легированием другими карбидами), оптимизации технологии изготовления (от порошковых компонентов до спекания и нанесения покрытия).

Литература

1. Трент, Е. М. Резание металлов : перевод с английского / Е. Р. Трент. – Москва : Машиностроение, 1980. – 263 с.
2. Самсонов, Г. В. Тугоплавкие соединения. Справочник / Г. В. Самсонов, И. М. Веницкий. – Москва : Металлургия, 1976. – 560 с.
3. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка свойств твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте : материалы XIII международной научно-технической конференции (Вологда, 27 марта 2018 г.). – Вологда, 2018. – С. 281–284.
4. Яняк, С. В. Анализ прочности твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Междисциплинарные исследования, современное состояние и перспективы развития : материалы XVI международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 27 апреля 2018 г.) / ИМПРУВ. – Екатеринбург, 2018. – С. 25–29.
5. Яняк, С. В. Анализ износостойкости твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Междисциплинарные исследования, современное состояние и перспективы развития : материалы XVI международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 27 апреля 2018 г.) / ИМПРУВ. – Екатеринбург, 2018. – С. 30–37.
6. Яняк, С. В. Анализ структуры спеченных твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Механика, оборудование, материалы и технологии : электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции (Краснодар, 29 марта 2018 г.). – Краснодар, 2018. – С. 273–282.
7. Яняк, С. В. Влияние содержания карбида титана на свойства твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Актуальные проблемы науки и практики...: материалы национальной научно-практической конференции (Пенза, 28–29 марта 2018 г.) – Пенза, 2018. – С. 210–214.
8. Комиссарова, И. И. Экспериментальная оценка и анализ износостойкости материалов / И. И. Комиссарова, С. В. Яняк, И. О. Берсенев // Вестник Вологодского государственного университета. – 2018. – № 2 (2). – С. 6–10.
9. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка свойств твердых сплавов на основе карбида титана со стальными связками / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства. Материалы национальной научно-практической конференции (Пенза, 28–29 марта 2018 г.). Часть 4. Технические науки / Пензенский ГУАиС. – Пенза, 2018. – С. 204–209.
10. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка свойств твердых сплавов на основе карбида титана с железо-молибденовой связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Вестник Вологодского государственного университета. – 2018. – № 1 (1). – С. 23–27.
11. Яняк, С. В. Анализ структуры и свойств твердых сплавов на основе карбида титана с железо-молибденовой связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Вестник Вологодского государственного университета. – 2019. – № 2 (4). – С. 22–26.
12. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка и анализ режущих свойств твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования : Материалы XIV Международной научно-технической конференции. – Вологда, 2020. – С. 78–81.
13. Яняк, С. В. Методика и результаты экспериментальной оценки режущих свойств твердых сплавов TiC – железо / С. В. Яняк, В. Ю. Яблокова // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования : Материалы XIV Международной научно-технической конференции. – Вологда, 2020. – С. 117–123.
14. Яняк, С. В. Режущие свойства твердых сплавов на основе карбида титана с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Вестник Вологодского государственного университета. – 2019. – № 3 (5). – С. 78–81.
15. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка и анализ режущих свойств твердых сплавов на основе карбида титана со стальными связками / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 2 (12). – С. 28–31.
16. Яняк, С. В. Режущие свойства твердых сплавов на основе карбида титана с железо-молибденовой связкой / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 3 (13). – С. 74–78.
17. Яняк, С. В. Анализ свойств и структуры специальной стали для связки в твердых сплавах на основе карбида титана / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте : Материалы XV Международной научно-технической конференции (Вологда, 8 декабря 2020 г.). – Вологда : ВоГУ, 2021. – С. 47–52.

18. Яняк, С. В. Исследование теплостойкости твердых сплавов методом дифференциального термического анализа / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 1 (11). – С. 27–31.

19. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка и анализ свойств твердых сплавов на основе карбида титана со связкой из спецстали / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Вестник Вологодского государственного университета. – 2022. – № 2 (16). – С. 86–91.

S.V. Ianiak, I.I. Komissarova
Vologda State University

CUTTING PROPERTIES OF TUNGSTENLESS CARBIDES “TITANIUM CARBIDE – SPECIAL STEEL”

The paper made a brief analysis of the cutting properties of materials in terms of external influences on the cutting wedge of the tool and correlations with other properties of materials. A list of scientific papers devoted to the development of effective hard alloys based on titanium carbide with a steel bond is given. Particular attention is paid to the choice of the structure and composition of the steel binder. The sample fabrication technology and the technique for experimental evaluation of the mechanical and cutting properties of alloys are briefly described. Tests have shown that alloys containing 80–85 % TiC have the highest level of cutting properties, the rest is special steel. The analysis of experimental data confirmed the fundamentally important property of special steel - heat resistance. Directions for improving cutting hard alloys with a steel bond have been established.

Cutting properties, heat resistance, steel bond, titanium carbide, structure, carbide composition.