

УДК 621.9.02

Г.И. Сильман, Н.В. Дмитриева, С.С. Грядунов

Сильман Григорий Ильич родился в 1935 г., окончил в 1959 г. Брянский институт транспортного машиностроения, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии конструкционных материалов и ремонта машин Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 400 печатных работ в области материаловедения и металлургии.



Дмитриева Наталья Викторовна родилась в 1969 г., окончила в 1992 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии конструкционных материалов и ремонта машин Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет 34 печатные работы в области материаловедения.



Грядунов Сергей Семенович родился в 1956 г., окончил в 1980 г. Брянский институт транспортного машиностроения, кандидат технических наук, доцент кафедры механической технологии древесины Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет 58 печатных работ в области триботехники, материаловедения и деревообработки.

**СВОЙСТВА ЛИТЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

Разработаны литые твердые сплавы на основе комплексно-легированных белых чугунов; показана возможность и целесообразность их использования для изготовления режущих элементов деревообрабатывающего инструмента; установлено, что в условиях фрезерования заготовок из дуба режущие ножи из литого твердого сплава примерно в 2 раза превосходят ножи из стали Р6М5.

Ключевые слова: сплав, белый чугун, легирование, отливка, быстрорежущая сталь, твердость, износостойкость, наплавка, деревообрабатывающий инструмент, фреза, режущий нож.

На основе высокоуглеродистых (заэвтектических) комплексно-легированных белых чугунов разработаны литые твердые сплавы в качестве сравнительно дешевого заменителя дорогостоящих металлокерамических вольфрамсодержащих твердых сплавов и износостойких наплавочных материалов типа стеллитов [1, 4]. В этих сплавах основной легирующий комплекс состоит из хрома, ванадия и марганца. Он обеспечивает возможность формирования композиционной структуры с большим количеством (около

30 %) специальных карбидов (типа MC и M_7C_3) и самозакаливающейся матрицей. С целью повышения прокаливаемости и механических свойств сплавы дополнительно легированы небольшими количествами меди и молибдена. Для обеспечения измельченной литой структуры жидкие сплавы подвергают микролегированию и модифицированию.

Разработанные сплавы отличаются высокой твердостью (64 ... 70 HRC) и абразивной износостойкостью. Эти свойства могут быть обеспечены как непосредственно в литом состоянии (самозакаливающиеся сплавы), так и после термической обработки литых заготовок (термообрабатываемые сплавы). Изделия из сплавов по обоим вариантам получали точными методами литья (по выплавляемым и газифицируемым моделям, в оболочковые и металлические формы) и подвергали только одному виду механической обработки – шлифованию. Изделия из самозакаливающихся сплавов подвергали отпуску для снятия напряжений, изделия из термообрабатываемых сплавов – «мягкой» закалке (в масле или на воздухе) и низкотемпературному отпуску. При рациональном химическом составе может быть обеспечена очень высокая твердость изделий (67 ... 70 HRC), что соответствует твердости сплавов ВК15 – ВК20.

Цель работы – установить возможность и целесообразность использования разработанных литых твердых сплавов для изготовления режущих элементов деревообрабатывающего инструмента.

Испытания на изнашивание проводили трением по абразивной ленте (корундовая шкурка зернистостью 40 по ГОСТ 5009–75) при скорости ее движения 6 м/мин и удельной нагрузке 3 МПа. Экспериментально определяли износ образцов из различных сплавов (стали, металлокерамические твердые сплавы и разрабатываемые литые сплавы), а затем рассчитывали коэффициенты относительной износостойкости, используя в качестве эталона сравнения сталь 45 с твердостью 200 НВ.

Результаты исследования абразивной износостойкости сплавов приведены на рис. 1 экспериментальными точками и полиномиальной зависимостью второй степени, полученной при статистической обработке экспериментальных данных:

$$K_{\text{изн}} = 85,5 - 3,2H + 0,031H^2; \quad R^2 = 0,959,$$

где H – твердость в ед. HRC,

R^2 – корреляционное соотношение.

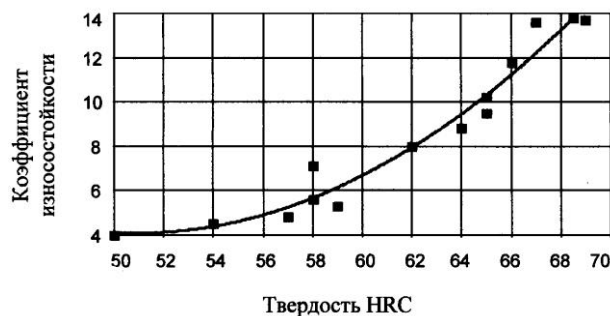


Рис. 1. Зависимость коэффициента износостойкости от твердости литых твердых сплавов

Проведенные исследования показывают, что абразивная износостойкость хорошо коррелирует с твердостью сплавов, хотя имеются и существенные отклонения, характерные для термообработанных сталей с высокой твердостью. Видно, что при твердости сплавов 67 ... 70 HRC износостойкость остается примерно на одном наиболее высоком уровне $K_{изн} = 13,5$... 14,0, что характерно как для литых твердых сплавов, так и для металлокерамического сплава BK20. Износостойкость термообработанных сталей существенно ниже, чем у исследуемых сплавов, при одинаковой с ними твердости (для сталей точки расположены значительно ниже графика – обозначены крестиками на рис. 1).

Сопоставление износостойкости различных видов сплавов приведено на рис. 2 в виде гистограммы. Оба рисунка дают представление о сравнительной износостойкости сталей и сплавов. К наиболее износостойким можно отнести металлокерамические и литые сплавы.

Испытания литых твердых сплавов проведены на различных изделиях. Для деревообрабатывающего инструмента (сборные фрезы) отливали режущие элементы (ножи). Заготовки подвергали низкотемпературному отпуску (180 ... 200 °С, 40 мин), шлифовали до размеров 30 × 30 × 4 мм и затачивали режущее лезвие. Твердость ножей составляла 64 ... 66 HRC.

Фрезы с режущими ножами из литого твердого сплава испытывали в лаборатории кафедры механической технологии древесины БГИТА на заготовках из дуба (размер заготовок 1200 × 120 × 30 мм, влажность древесины 10 ... 12 %). Продолжительность испытаний 8 ч при следующих режимах обработки: скорость резания 39,25 м/с, толщина срезаемого слоя 1 мм. В тех же условиях для сопоставления испытывали аналогичные фрезы с ножами из быстрорежущей стали P6M5 и твердого сплава BK15. После 8 ч работы износ ножей из литого твердого сплава составил 16 ... 19 мкм; из стали P6M5 – 35 ... 36 мкм; из твердого сплава BK15 – 8 ... 9 мкм.

Видно, что по износостойкости литой твердый сплав примерно в 2 раза превосходит сталь P6M5 (63 ... 64 HRC), но уступает сплаву BK15. Учитывая, что литой твердый сплав не только намного дешевле сплава BK15, но и почти в 1,5 раза дешевле быстрорежущей стали, целесообразно его использовать для изготовления режущих элементов деревообрабатывающего инструмента.

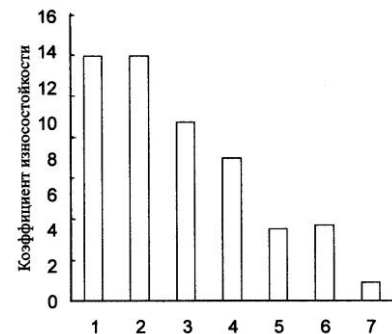


Рис. 2. Сопоставление износостойкости исследуемых и сравниваемых сплавов (цифры по горизонтальной оси: 1 – сплав BK20 (твердость 1100 HV); 2 и 3 – литой твердый сплав (твердость 67...70 HRC и 64...65 HRC); 4 – белый чугун ИЧ290Х12М (62 HRC); 5 – белый чугун «нихард» (50 HRC); 6 – сталь ШХ15 (62 HRC); 7 – сталь 45 (200 HB))

Производство режущих элементов мелкими сериями организовано в лабораториях кафедры технологии конструкционных материалов и ремонта машин БГИТА. Их используют на ООО «Инструмент» (г. Брянск) при изготовлении фрез, предназначенных для обработки древесины. Экономическая эффективность применения деревообрабатывающего инструмента с ножами из литого твердого сплава взамен сплава ВК15 определяется резким различием их стоимости. На 1 кг режущих элементов из литого твердого сплава экономия составляет примерно 400 руб.

Кроме этого, литые твердые сплавы могут быть использованы и в качестве износостойкого наплавочного материала [2, 3] в виде литых прутков, гранулированных порошков, а также механических смесей порошкообразных компонентов в виде проволоки и лент. Наплавку можно производить различными способами: газопламенным, плазменным, электрошлаковым. Проведенные исследования показали хорошее сцепление наплавленного слоя с основным металлом и малую его склонность к образованию горячих и холодных трещин. По износостойкости наплавленный металл не уступает литым изделиям при идентичности их химического состава. Это было подтверждено, в частности, при испытаниях режущих элементов в условиях механической обработки металлов (углеродистые и легированные стали) и древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сильман, Г.И. Литые твердые сплавы на основе комплексно-легированных белых чугунов [Текст] / Г.И. Сильман, Н.В. Дмитриева; БГИТА. – Брянск, 2000. – 20 с. – Деп. в ВИНТИ 27.07.00, № 1728-В00.
2. Сильман, Г.И. Перспективы использования литых твердых сплавов [Текст] / Г.И. Сильман, Н.В. Дмитриева // *Материаловедение и производство: межвуз. сб. науч. тр.; вып. 2; под ред. Г. И. Сильмана.* – Брянск: Изд-во БГИТА, 2001. – С. 241–245.
3. Сильман, Г.И. Чугуны-композиты и их поведение в условиях трения и износа [Текст] / Г.И. Сильман, С.С. Грядун // *Теория и практика технологий производства изделий из композиционных металлических сплавов. 21-й век: материалы междунар. конф.* – М., 2001. – С. 196–202.
4. Сильман, Г.И. Экспериментальное исследование и применение литых твердых сплавов [Текст] / Г.И. Сильман, Н.В. Дмитриева // *Качество машин: сб. тр. 4-й Междунар. научно-техн. конф. Т.1.* – Брянск, 2001. – С. 78–80.

G.I. Silman, N.V. Dmitrieva, S.S. Gryadunov
**Characteristics of Cast Carbide Alloy and their Application
in Woodworking**

Cast carbide alloys are developed based on complex alloyed cast white iron; possibility and expediency of their use for producing cutting elements of woodworking instrument is shown; the durability of cutters produced from cast carbide alloys is set to exceed two times the durability of steel cutters P6M5 when milling oak half-finished wood pieces.