



Deficiency and high cost of alloying elements, used in production of high-speed steel, stipulate expediency of searching of the efficient resources-economy production technologies of laminar slugs, meant for the production of instrument.

Т. М. ТИТОВА, Институт черной металлургии НАН Украины,
А. П. ОГУРЦОВ, Днепродзержинский государственный технический университет,
В. В. ЛУНЕВ, Г. А. БЯЛИК, Запорожский национальный технический университет,
С. И. АДАМЧУК, Днепродзержинский государственный технический университет

УДК 621.9-74:536.24

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

В мировом производстве и потреблении инструментальных сталей наметилась и постоянно прослеживается устойчивая тенденция к увеличению доли быстрорежущей стали (БС). Вместе с тем природные запасы на суше легирующих элементов, входящих в состав БС, таких, как вольфрам и молибден, весьма ограничены. Поэтому пока разработки морских запасов полезных ископаемых не поставлены на промышленную основу, исследования, направленные на поиск ресурсосберегающих технологий получения высококачественных слитков и заготовок из БС, представляют актуальную проблему металлургического и литейного производства.

На современном этапе производства пути повышения качества и конкурентоспособности металлопродукции из БС на мировом рынке сводятся к совершенствованию существующих и разработке новых технологических схем производства БС. Реализация имеющихся способов экономии легирующих элементов состоит в разработке мероприятий по уменьшению содержания последних в стали. При этом потерю механических свойств металла компенсируют совершенствованием технологии его производства (вакуумно-дуговой и электрошлаковый переплав, рациональное легирование; использование порошковых и композитных материалов; модифицирование и др.), а также различными вариантами термомеханической обработки стали. Такие меры, как нанесение покрытий и утилизация отходов, направленные на улучшение качества металла, связаны с дополнительными энергетическими и материальными затратами и не обеспечивают существенной экономии легирующих и снижения себестоимости стали.

В то же время анализ процесса функционирования инструмента свидетельствует о том, что в непосредственном взаимодействии с обрабаты-

ваемой деталью находится только контактный (рабочий) слой. Поэтому, выделив в инструменте рабочую зону, можно осуществить полную замену оставшейся части инструмента другими материалами и, как более вероятным и близким по свойствам, металлами и сплавами.

Именно в этом случае за счет расположения слоев из БС и нелегированной стали в соответствии с распределением нагрузки на инструмент может быть достигнуто значительное ресурсосбережение.

Однако обеспечение заданных конструктивных особенностей слоистых заготовок, предназначенных для изготовления инструмента, в значительной мере зависит от возможностей технологии их производства. При этом в надежности и работоспособности инструмента большое значение имеет возможность обеспечения прочной зоны контакта слоев или переходной зоны, определяемых их составом, структурой и свойствами.

Большинство реализуемых на практике методов получения биметаллических литых слитков и заготовок, например, предусматривающие использование вставок, сварку слоев, а также применение промежуточных слоев, не могут гарантировать надежного соединения разнородных слоев [1, 2]. Поэтому разработка эффективной технологии получения слоистых инструментальных сталей с рабочим слоем из БС представляет собой актуальную задачу. (Под термином «слоистые» или биметаллические подразумеваются стали с соизмеримой толщиной слоев, получаемые преимущественно металлургическими технологиями.)

В настоящее время установлено, что качественную границу соединения слоев в биметаллических слитках и заготовках можно получить в том случае, когда взаимодействующие фазы в момент контакта находятся в жидком или жидкотвердом состоянии.

Так, литейные приемы, например, долив одного расплава по ходу затвердевания расплава другого состава обеспечивает формирование прочной и бездефектной переходной зоны между слоями [3]. Однако ввиду быстрой и неконтролируемой кристаллизации металла такие способы не предназначены для получения слоистых заготовок малых сечений.

Другим вариантом получения слоистых заготовок, позволяющим обеспечить формирование бездефектной контактной зоны слоев, являются методы электрометаллургии. В то же время к их использованию следует подходить дифференцированно. Так, при формировании слоистых заготовок, например, при электродуговом переплаве обеспечить высококачественную зону контакта слоев, даже при осуществлении процесса затвердевания стали в условиях вакуума, весьма проблематично [4].

В то же время выполненные нами ранее исследования говорят о высоком качестве слитков и заготовок, полученных электроннолучевым переплавом [5]. Специфичность теплоотвода обуславливает повышенную плотность и периодичность в направлении роста столбчатых дендритов, что является залогом высокого качества таких заготовок.

Результаты современных исследований показателей механических свойств металла ЭШП свидетельствуют о высоком его качестве, обеспечиваемом относительно низкой скоростью кристаллизации, высокой чистотой металла, достигаемых гибкостью процесса ведения плавки [5, 6]. Поэтому разрабатываемые нами способы получения слоистых заготовок различной конструкции, предназначенных для производства высококачественных инструментальных БС, основаны на отливке заготовок именно методом ЭШП.

Для формирования слоистых заготовок в качестве расходного электрода использовали сборную заготовку, состоящую из последовательно чередующихся сплавов слоев из БС и углеродистой стали, модифицированной титаном. Модифицирование углеродистой стали осуществляли предварительно, в то же время возможен и ввод титана в расплав и в процессе ЭШП заготовок.

Формирование многослойной заготовки диаметром 100 мм со слоями из стали Р6М5 и стали углеродистой, модифицированной титаном, осуществляли на установке А-550.

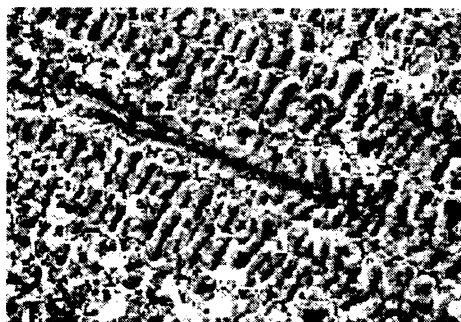
Полученная многослойная заготовка характеризуется однородностью состава по ширине и высоте слоев (см. таблицу).

Химический состав слоев биметаллической заготовки

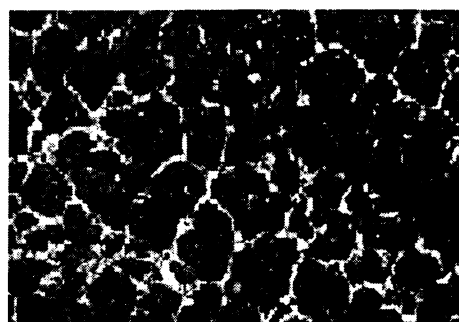
Марка стали	C	Cr	W	Mo	V	Mn	Si
Р6М5	0,85	3,9	5,6	5,1	1,8		
Сталь50	0,52	0,1				0,55	0,8

В результате ЭШП сборной заготовки-электрода происходит послойное формирование двух видов структур с переходной зоной между ними, в которой наблюдается плавный переход от струк-

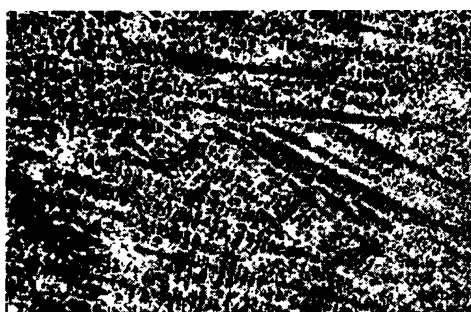
туры стали одной марки к другой (рис. 1). Проведенные измерения микротвердости показывают, что толщина переходной зоны составляет около 2 мм.



a



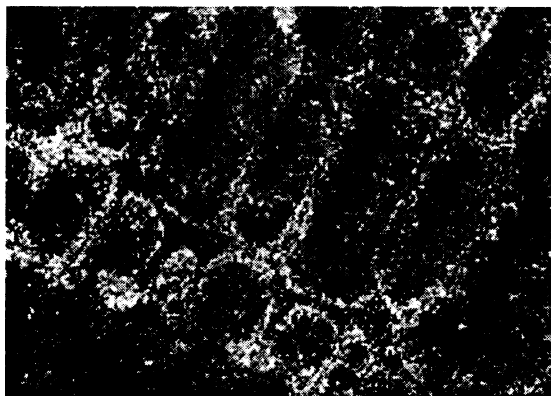
б



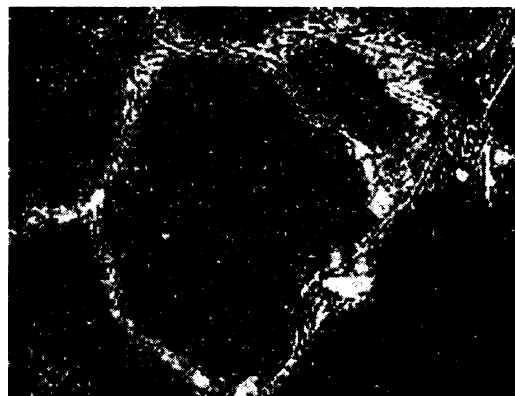
в

Рис. 1. Дендритная структура стали быстрорежущей (а), углеродистой (б) и переходного слоя (в) х50

Металлографическими исследованиями в переходной зоне обнаружены изменения характера и морфологии эвтектических образований, характеризующиеся сменой пограничных выделений эвтектических карбидов, наблюдаемых в БС, пластинками карбидных эвтектик, располагающихся на границе с углеродистой сталью (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Эвтектические карбиды в переходном слое между быстрорежущей (а) и углеродистой (б) сталью. х500

Заключение

Ресурсосберегающая технология производства заготовок из быстрорежущей стали включает в себя конструирование новой заготовки-электрода, предназначенной для переплава, получение заготовки методом ЭШП, термическую обработку литой заготовки. Составными элементами технологии являются:

- использование метода ЭШП для получения слоистых литых заготовок с рабочим слоем из быстрорежущей стали;
- модифицирование углеродистой стали с целью предотвращения роста зерна при нагреве;
- разработка режима термообработки, предназначенного для обработки одновременно сталей двух марок — углеродистой и быстрорежущей.

Ресурсосбережение данной технологии достигается экономией дорогостоящих и дефицитных вольфрама и молибдена, а также использованием рационального режима термообработки слоистой заготовки.

Разработанная технология получения слоистых сталей предполагает получение многослойной литой заготовки заданного размера, что позволяет исключить ряд последующих операций и деформационную обработку металла.

Выбор соответствующих композиций сталей (БС — углеродистая сталь с добавкой титана) дает возможность осуществлять термообработку слоистой заготовки по единому режиму.

Преимущество данной технологии состоит в возможности экономии легирующих материалов при отливке слоистых заготовок, исключении ряда операций, обычно имеющих место при изготовлении инструмента, создании качественной переходной зоны между слоями и обеспечении бездефектной поверхности заготовок.

Опробованный режим двойной термообработки стали обеих марок позволяет в результате последовательно производимых операций заковки обеспечить существенное измельчение аустенитного зерна и замедлить рост его при нагревах вплоть до 1320°C, а также достичь требуемых показателей качества БС.

Толщина (масса) слоя нелегированной стали, равная общей длине (массе) заготовки за вычетом части рабочей зоны, состоящей из БС, определяет экономию БС.

Многослойная заготовка, получаемая в результате ЭШП, характеризуется однородностью состава по ширине и высоте слоев, высоким качеством их структуры, а также переходных зон заготовки.

Полученные в результате ЭШП слоистые заготовки, учитывая изменение состава и структуры фаз углеродистой стали под действием модификатора (инокулятора) и композитное строение фаз БС, можно отнести к композито-слоистым материалам.

Литература

1. Середин-Собатин П. П. О прочности сварного соединения концевой режущего инструмента // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 1985. № 11. С. 36–37.
2. Чекуров В. В., Крупенников С. А. Теплофизическая модель получения биметаллического инструмента // *Изв. вузов. Черная металлургия*. 1989. № 9. С. 126–129.
3. Формирование области соединения сплавов в литых металлических композициях / В. Кондратенко, В. Лейбензон, Т. Титова // *Third international congress "Mechanical engineering technologies'01"*. Sofia, Bulgaria. 2001. P. 285–288.
4. Литейные технологии получения биметаллических слитков / Т. М. Титова, В. В. Лунев, Г. А. Бялик, С. И. Адамчук // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2002. Спец. вып. № 7. С. 206–209.
5. Титова Т. М., Стовпченко А. П. Особенности образования Ti-содержащих неметаллических включений в металле высокоинтенсивного переплава // *Неметалеві включення і газу у ливарних сплавах: Збірник наукових праць IX Міжнар. наук.-техн. конф. 18–22 вересня 2000 г. Запоріжжя: ЗНТУ, 2000. С. 65–67.*
6. Жадкевич И. Л. Технологические особенности электрошлакового литья заготовок и втулок контейнеров // *Процессы литья*. 1996. № 4. С. 77–85.
7. Holzgruber W., Holzgruber H. Inovative electroslog remelting technologies // *MPT International*. 2000. N 2. S. 46–48.