



УДК 669.187.56.002.2

## О ПРОКАТНЫХ ВАЛКАХ БУДУЩЕГО И ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Л. Б. Медовар

Обсуждаются состояние производства прокатных валков и тенденции его совершенствования. Показано, что прокатные валки ближайшего будущего будут изготавливаться двухслойными с высоколегированным рабочим слоем. Рассмотрены преимущества применения электрошлаковых технологий в производстве двухслойных валков

State-of-the-art of production of mill rolls and tendency of its updating are discussed. It is shown that the mill rolls of the near future will be produced double-layered with a high-alloy working layer. Advantages of application of electroslag technologies in production of double-layer rolls are considered.

**Ключевые слова:** прокатный валок; электрошлаковый переплав; электрошлаковая наплавка; центробежное литье; СРС

Состояние производства и применения прокатных валков в Украине и странах СНГ вызывает тревогу. По некоторым типам валков отставание от мирового уровня составляет около 30 лет. Самый яркий пример — это двухслойные рабочие валки с рабочим слоем из высокохромистого чугуна для чистовых клетей непрерывных широкополосных станов горячей прокатки. В дальнем зарубежье валки такого типа начали применять еще в начале 70-х годов XX века, а в Украине и странах СНГ только несколько лет назад.

В последние годы в Украине и СНГ на многих станах появились современные валки разных типов ведущих мировых фирм. Специалисты в данной области получили доступ к новейшей информации по валкам. Тем не менее, основные тенденции развития «валкового» хозяйства, взаимосвязь между требованиями рынка, как принято теперь говорить, и практикой производства прокатных валков не столь очевидны. В данной работе сделана попытка очертить некоторые узловые, по мнению автора, проблемы этой области металлургии. Учитывая дискуссионный характер представленных соображений и выводов, намеренно не даются ссылки на многочисленные публикации последнего времени по затрагиваемой проблематике.

Итак, каковы же валки будущего, каково будущее прокатных валков? Это два вопроса, один из которых касается изготовителей валков, а второй прямо связан с черной металлургией. Безусловно, эволюция черной металлургии полностью определяет развитие и выбор стратегии производства валков. Нет сомнений в том, что в самом ближайшем будущем в валковой промышленности ожидаются радикальные изменения, которые коснутся не

только технологии и качества продукции, но и отношений с потребителями. Частично эти, без преувеличения революционные, изменения уже начались в мире, однако в Европе данный процесс задержался, в том числе в связи с медленным развитием производства валков нового поколения, включая так называемые «быстрорежущие» валки. До самого последнего времени практически все изготовители валков, использующие технологию ковки и/или литья, жили и работали без проблем с валками для полосовых станов холодной и горячей прокатки.

Сегодня ситуация изменилась. Цена валков традиционного качества резко снизилась, и кое-кто из изготовителей валков оказался неспособным следовать грядущей технической революции и вынужден был закрыть свой бизнес. Ситуация должна усугубиться в самое ближайшее время, ибо валки нового поколения будут иметь срок службы в 3–4 раза больше, чем нынешние валки традиционного качества. Вне всякого сомнения, это уже не разовое улучшение, а революция. Последствия очевидны:

реальные научные знания о валках станут решающим фактором. Пока же часто наблюдается ситуация, когда однотипные валки разных поставщиков существенно отличаются в работе в одном стане, в одной и той же клети. При этом не всегда валки лучшего качества имеют соответственно более высокую цену;

специализация производства только на валках одного типа, например для плоского проката, останется в прошлом. Каждый из изготовителей валков должен быть готов к тому, чтобы делать валки и для листового, и для сортового проката как можно более широкого сортамента. В частности, изготовителям валков для плоского проката необходимо будет выпускать не только рабочие валки чистовых клетей станов горячей прокатки, но и рабочие валки холодной прокатки, валки черновых клетей и валки для толстолистовых станом;



отношения «валковиков» с металлургами также изменятся в будущем. Глобализация и интернационализация в мировой черной металлургии уже приводят к очередному повышению роли технических экспертов в формировании политики металлургических компаний и все более частому превалированию качества над ценой. Качество проката во многом зависит от качества валков. Поэтому повышение качества валков оказывается иногда важнее баланса «цена — качество». Такая ситуация с валками наблюдается в Японии и частично в Азии в целом. Постепенно и в Северной Америке наиболее качественные и дорогие японские «быстрорежущие» валки СРС начинают теснить «быстрорежущие» валки центробежного литья.

Основные изменения в металлургии валков могут быть определены двумя ясными концепциями: увеличение количества МС карбидов, т.е. карбидов особо высокой твердости в рабочем слое валков; увеличение горячей твердости рабочего слоя валков за счет управления вторичным твердением. Это означает применение высоких аустенизирующих температур (более 1100°C) и повышенных температур отпуска для полного исключения остаточного аустенита!

Эти две стратегические металлургические концепции означают все более широкое применение таких материалов, как быстрорежущие и полубыстрорежущие стали, а также отбеленный чугун, упрочненный карбидами. Для технологии производства валков применение указанных материалов предполагает все более широкий переход от валков монолитных, изготовленных из одного материала, к валкам двухслойным с относительно дешевой осью и рабочим слоем, отличающимся от материала оси. Отметим тут один немаловажный факт: для некоторых типов валков, например пильгерстанов и 20-валковых станов Сэндимира, указанные концепции выбора материала давно используются (стали типа 3X2B8, X12M, P6M5).

Сегодня в производстве биметаллических валков для плоского проката применяются три основные технологии: центробежное литье и наплавка по японской технологии СРС или украинской технологии ЭШН ЖМ. В работе [1] дано экспертное сравнение этих технологий и качества валков. Для изготовления чугунных валков с отбеленным слоем, упрочненным карбидами, применяется как центробежное литье, так и стационарное, в том числе двухслойное литье проливом.

В непрерывных широкополосных станах горячей прокатки для первых четырех-пяти клетей чистовой группы в Японии и Северной Америке практически повсеместно применяют двухслойные валки с рабочим слоем из быстрорежущей стали. Для последних клетей чистовой группы — валки с рабочим слоем из отбеленного чугуна, упрочненного карбидами. Примечательно, что стандартные чугунные валки, в том числе двухслойные с рабочим слоем из высокохромистого чугуна, практически не используются. В то же время в Европе заметно отставание с применением «быстрорежущих» валков. В основном они эксплуатируются на тех станах, где прокатывают нержавеющую сталь.

В Азии новые типы валков применяются фактически на всех современных станах. В странах СНГ

«быстрорежущие» валки проходят стадию испытаний только на некоторых станах. Несмотря на существенные различия в распространении новых типов валков по странам, сегодня преимущества «быстрорежущих» валков не вызывают сомнений, особенно с учетом постоянно растущих требований к качеству поверхности и точности горячекатаного листа.

В черновых клетях непрерывных широкополосных станом все чаще используют двухслойные валки с рабочим слоем из высокохромистых, полу- и быстрорежущих сталей. С учетом размеров таких валков их изготавливают пока только центробежным литьем, однако в ближайшем будущем следует ожидать появления такого типа валков, полученных и ЭШН ЖМ. Для толстолистовых станом сегодня наилучшими являются двухслойные валки с рабочим слоем из отбеленного чугуна, упрочненного карбидами, изготовленные центробежным литьем.

Для станом холодной прокатки уже привычными стали кованные рабочие валки из стали с 5 % Сг. Постепенно освоение этих валков начинается и в странах СНГ. Новое поколение рабочих валков станом холодной прокатки — это двухслойные валки с рабочим слоем из полубыстрорежущих сталей, обеспечивающим трехкратное повышение срока жизни валков при высочайшем качестве поверхности вследствие отсутствия микропористости, свойственной валкам с 3...5 % Сг.

Итак, вполне очевидна современная тенденция применения двухслойных валков с высокоэффективным рабочим слоем, повышающим срок службы валка в стане в 3–4 раза. Естественно, что такое увеличение срока службы валков приводит к соответствующему уменьшению их общего расхода по крайней мере в три раза. Сегодня в мире, как уже упоминалось, существуют только три технологии получения двухслойных валков указанных типов. Это центробежное литье и технологии наплавки СРС и ЭШН ЖМ. Попутно отметим, что давние попытки применения бандажированных валков, в том числе и опорных, которые в силу конкретных экономических условий предпринимаются и сегодня, по-видимому, не имеют перспективы. Связано это с тем, что рост требований к точности геометрических размеров проката обуславливает необходимость сохранения геометрии валков в процессе прокатки, что вряд ли может быть обеспечено для бандажированных валков. Но и в этом случае заметна одна важная идея — желание многократно использовать ось валка, ибо масса рабочего слоя валка, стачиваемая в процессе эксплуатации, редко превышает 15 % массы всего валка.

Аналогичные подходы просматриваются и для сортовых валков: в последнее время появились сообщения об успешном применении «быстрорежущих» валков и в сортовых станах. В целом, характеризуя состояние производства прокатных валков, следует отметить еще одну особенность, фактически описанную выше. Речь идет о поразительно широком спектре технологий и материалов. В данном наборе достаточно давно присутствует и электрошлаковый переплав.

Традиционно в валковом производстве ЭШП применяется для выплавки высококачественных кузнечных слитков — заготовок валков холодной прокатки. Существенно и то, что ЭШП сохра-



няет свои позиции в производстве валков особо высокого качества и сегодня. При производстве валков с уровнем твердости 102 HSC, в особенности для современных станов холодной прокатки, ЭШП остается непререкаемым средством в производстве валков даже из сталей с 3...5 % Сг. Причина этому не только в несколько меньшей микропористости, но и в дополнительном запасе пластичности металла ЭШП по сравнению с металлом открытой выплавки того же химического состава и с тем же уровнем загрязненности. Поэтому ЭШП сохранил и укрепил свои позиции в этом секторе валкового производства. Немаловажно и то, что с учетом отмеченных тенденций усложнения систем легирования валков, без управления затвердеванием слитка и строгого контроля формы и постоянства глубины двухфазной зоны невозможно получить валок со стабильной структурой и потребительскими свойствами. Отметим, что только современные АСУ ТП ЭШП обеспечивают выплавку достаточно однородных слитков для последующейковки и изготовления валка. Но такое применение ЭШП не выходит за рамки традиционного.

Неоднократно предпринимались попытки с помощью ЭШП получить слитки-заготовки валков с переменным химическим составом. Ибо понятно, что валки листовых станов должны иметь переменный состав не только по сечению, но и по длине бочки валка. Созданная под руководством академика Б. И. Медовара технология электрошлаковой наплавки жидким металлом позволяет решить обе задачи — получение заготовки валка с наперед заданной гетерогенностью состава и свойств по сечению и длине. Эти особенности ЭШН ЖМ, а также возможность восстановления изношенных валков данным методом описаны достаточно подробно в специальных публикациях. В свете же рассматриваемых изменений валкового рынка отметим принципиальные возможности ЭШН ЖМ для современных прокатных валков. В Украине и в определенной степени странах СНГ уже вполне реальна ситуация, когда на все большем и большем количестве прокатных станов будут работать валки лучшего качества. Для отечественных изготовителей валков эта близкая перспектива означает только одно — уже сегодня они вступили в конкурентную борьбу с лучшими мировыми валковыми фирмами. Опыт последних лет показывает, что на этом пути наши «валковики» (да и соседи в России) выбрали привычный, но тупиковый путь повторения всего того, что уже создано и работает в передовых валковых и металлургических компаниях. Учитывая отставание по времени, а также необходимость наработки опыта применения современных валков в тех или иных типах станов для прокатки различных марок сталей, можно с уверенностью предположить, что только копирование в расчете на низкую себестоимость к успеху не приведет. В то же время отечественная технология ЭШН ЖМ, успешно освоенная на Ново-Краматорском машиностроительном заводе для высокохромистых двухслойных валков горячей прокатки, позволяет изготавливать двухслойные валки всех перечисленных типов.

В заключение попытаемся обосновать наше видение целесообразности применения именно техно-

логии ЭШН ЖМ для производства двухслойных валков самого сложного состава, валков будущего. Существенный момент — центробежное литье по своей природе не обеспечивает достаточной однородности по толщине высоколегированной отливки, а в нашем случае — по толщине рабочего слоя валка. Японская технология СРС, как уже отмечалось, обеспечивает получение валков наивысшего качества. Однако по природе соединения металла оси и металла рабочего слоя СРС — это процесс пайки, что предопределяет особые требования к подготовке оси под наплавку. В то же время при ЭШН ЖМ соединение разнородных металлов происходит в процессе электрошлаковой сварки, что упрощает подготовку поверхности оси. Кроме того, несмотря на название, СРС (Continuous Pouring for Cladding) — это процесс с порционной подачей жидкого металла в кристаллизатор, как и ЭШН ЖМ. При производстве двухслойных заготовок валков для станов горячей прокатки, катающих лист толщиной около 1 мм, и для станов холодной прокатки по технологии СРС не удастся избежать появления неоднородности структуры наплавляемого рабочего слоя. Это влечет за собой необходимость стачивания с поверхности двухслойной заготовки дополнительного слоя, толщиной до 10...15 мм, а суммарно до 20 мм. В то же время качество поверхности заготовки таково, что достаточно было бы стачивать всего 5...10 мм. При ЭШН ЖМ удастся избежать этих неприятностей и припуски на механическую обработку поверхности такие же, как для стандартных слитков ЭШП. Кроме того, известные особенности электрошлакового процесса таковы, что при ЭШН ЖМ можно реализовать направленное управление карбидообразованием, что принципиально важно для современных валковых материалов. В силу сказанного мы полагаем, что ЭШН ЖМ может стать основной технологией производства двухслойных валков для станов горячей и холодной прокатки плоского проката. При этом, если для рабочих валков непрерывных станов металлургическое качество валков СРС и ЭШН ЖМ сопоставимо при несомненном выигрыше в экономичности ЭШН ЖМ, то для опорных валков станов этих типов ЭШН ЖМ, по-видимому, может стать основным технологическим процессом в самом близком будущем.

Автор признателен своим коллегам, ибо появление данного материала стало возможным только благодаря постоянным дискуссиям со специалистами ИЭС им. Е. О. Патона, ЗАО «Элмет-Рол», ЗАО НКМЗ, Б. Б. Федоровским, А. К. Цыкуленко, В. Я. Саенко, В. И. Усом, А. В. Чернецом, В. Е. Шевченко, И. А. Ланцманом, Г. М. Скударем, В. Б. Шабановым, О. В. Свиридовым, Ю. А. Грушко и Ж.-К. Вэркеном (Франция) и Р. Бэгли (Англия).

Особо ценными были продолжительные обсуждения проблемы производства и применения прокатных валков с академиком Б. Е. Патонам.

1. Медовар Л. Б., Грановский В. К. Проблемы и перспективы производства современных прокатных валков // Проблемы специальной электрометаллургии. — 2001. — № 4. — С. 44–47.

Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев

Поступила 15.07.2003