

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТАЛЬНОГО ПРОКАТА  
ДЛЯ БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
ПОМОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.Г. Ефременко

Приазовский государственный технический университет

*Проаналізовано рівень якості катаних робочих органів молольного обладнання (катаних куль, стерджнів), що швидко зношуються, розглянуто заходи щодо покращення якісних показників і конкурентноспроможності цих виробів.*

На предприятиях различных отраслей для измельчения руды, клинкера, угля и других материалов широко применяются барабанные мельницы различного диаметра. Помол осуществляется циркулирующими внутри мельницы рабочими органами, в качестве которых чаще всего используют металлические шары или длинные цилиндры (стержни). Мелющие тела в процессе помола интенсивно изнашиваются, что требует их постоянного обновления. Эффективность помола во многом определяется эксплуатационной стойкостью мелющих тел, в связи с чем проблема повышения качества этого вида металлопродукции остается весьма актуальной.

В качестве мелющих тел широко применяют стальной прокат, выпускаемый на Украине Алчевским, Днепродзержинским меткомбинатами, а также МК “Азовсталь”. Общий объем производства данного вида продукции на указанных предприятиях сократился за последние десять лет более, чем в 2,5 раза. Это было вызвано, в основном, двукратным снижением добычи железной руды отечественными ГОКами, а также резким снижением поставок российским потребителям. Несмотря на предпринимавшиеся попытки, украинским производителям катаных мелющих тел не удалось закрепиться на рынках европейских стран. Ситуация усугубляется тем, что в настоящее время происходит переориентация потребителей мелющих тел в Украине на более качественную продукцию, предлагаемую заводами России; это может привести к потере и внутреннего рынка для наших металлургических предприятий.

Сложившаяся ситуация требует принятия неотложных мер для повышения конкурентоспособности мелющих тел, производимых в Украине. Выпуск стальных мелющих шаров предприятиями Украины

регламентируется государственным стандартом ДСТУ 3499. Анализ текущего качества продукции, выпускаемой ведущим в этой области предприятием Украины - ОАО "МК "Азовсталь" - показал, что хотя она в целом соответствует требованиям ДСТУ 3499, однако не может конкурировать с лучшими зарубежными аналогами. Известно, что общепризнанным показателем мирового уровня качества шаров является твердость не ниже 600 НВ, фиксируемая по всему сечению шара. В то же время, шары  $\varnothing$  60 и 80 мм имеют на поверхности твердость в пределах 500-578 НВ, укладываемую лишь в пределы 3-й группы стандарта. Для изготовления этих изделий используется рельсовая сталь М74, химический состав которой удовлетворяет требованиям не только 3-й, но и 4-й групп, однако недостаточная прокаливаемость стали не позволяет аттестовывать шары указанных диаметров по более высокой группе ввиду нестабильности твердости на глубине 0,5 радиуса от поверхности (в отдельных шарах  $\varnothing$  60 мм твердость на этой отметке колеблется от 41 до 49 HRCэ при заданных "не менее 45 HRCэ"). В целом же, распределение твердости в объеме шаров  $\varnothing$  60 и 80 мм является типичным для изделий, изготовленным из стали невысокой прокаливаемости: высокие значения этого свойства в поверхностном слое толщиной 5-7 мм сменяется резким снижением по направлению к центру.

Шары  $\varnothing$  100 и 120 мм аттестуются лишь по 2-й группе стандарта, что связано с общим низким уровнем поверхностной твердости (340-388 НВ). По этому показателю шары  $\varnothing$  100 и 120 мм значительно уступают аналогичной продукции не только западных, но и российских производителей. Для них также характерно немонотонное изменение твердости по сечению с "провалом" кривой на расстоянии 4-7 мм от поверхности и достижением в центре лишь 280-320 НВ. Кроме низкой общей твердости, шары  $\varnothing$  100 и 120 мм отличаются значительной "пятнистостью" закалки - существенным разбросом твердости по поверхности отдельных шаров. Низкое качество отечественных шаров большого диаметра не может не вызывать тревогу, учитывая большой удельный вес изделий именно этих типоразмеров (~75 %) в структуре потребления ГОКов.

Сравнение свойств мелющих шаров производства МК "Азовсталь" с параметрами, предъявляемыми к 5-й группе стандарта, показывает, что качество продукции комбината может характеризоваться как весьма низкое относительно уровня показателей лучших зарубежных аналогов. Так, поверхностная твердость шаров  $\varnothing$  60, 80, 100 и 120 мм текущего производства ниже требований 5-й группы на 52-119, 85-145, 225-277 и 239-285 (НВ), соответственно. При этом их

максимальная объемная твердость составляет 88 % ( $\varnothing$  60 мм), 82 % ( $\varnothing$  80 мм), 68 % ( $\varnothing$  100 мм) и 69 % ( $\varnothing$  120 мм) от уровня, регламентируемого 5-й группой ДСТУ 3499.

Очевидно, что повышение всех показателей твердости мелющих тел является первоочередной задачей, стоящей перед украинскими производителями в данной сфере производства. Решение этой задачи применительно к шарам  $\varnothing$  100 и 120 мм лежит в реконструкции схемы термического упрочнения изделий. Шары  $\varnothing$  100 и 120 мм, производимые МК “Азовсталь” сейчас упрочняются двухстадийно: на первой стадии они охлаждаются в водяном баке, а затем, через небольшой промежуток времени, попадают в 4-х секционное устройство, где охлаждаются душированием, находясь в ковшиках конвейера. Весь комплекс устройств достаточно компактен, однако не позволяет обрабатывать изделия на повышенную твердость. Основная причина - отсутствие вращения шаров в процессе закалки, что создает условия для возникновения паровой “рубашки”, особенно в местах контакта со стенками ковшика. Это вызывает “пятнистость” поверхности, а также высокие закалочные напряжения, для снятия которых требуется поддерживать температуру самоотпуска на уровне 450-480 °С, что не позволяет обеспечивать шарам высокую твердость. Указанных недостатков лишена обработка шаров с применением закалочного барабана, обеспечивающего сбив паровой “рубашки” за счет интенсивного перемешивания шаров и закалочной жидкости. Такие барабаны, установленные на МК “Азовсталь” и ДМК в потоках станов СПШ 60 и СПШ-80, показали свою высокую эффективность относительно душирующих устройств для самых различных марок стали. Подобные закалочные устройства установлены в потоках станов СПШ-125 на Нижнетагильском и Кузнецком меткомбинатах России. Твердость шаров большого диаметра, производимых этими комбинатами из рельсовой стали М74, составляет не менее 500 НВ.

Задача повышения объемной твердости мелющих шаров всех диаметров требует, наряду с оптимизацией режимов термоупрочнения, использования сталей, отличающихся от М74 более высокой прокаливаемостью. Даже минимальное повышение суммарной легированности стали (относительно М74) позволяет поднять твердость шаров  $\varnothing$  60 и 80 мм до уровня требований 4-й группы. При этом следует иметь ввиду необходимость дифференцированного подбора состава шаровой стали относительно конкретного диаметра изделий и заданного распределения твердости по сечению.

К числу задач по повышению уровня конкурентоспособности украинских мелющих шаров следует отнести улучшение качества их

макроструктуры, обеспечило бы им достаточное сопротивление раскальваемости при работе в мельницах. Для этого необходимо устранить случаи появления в шарах пустотелости - дефекта, вызванного разрыхлением заготовки при поперечно-винтовой прокатке. Образованию пустотелости способствуют остатки усадочной раковины, наследованные шаровой заготовкой от блюмсов, а также разнообразные дефекты ликвационного характера и флокены. Таким образом, необходимо улучшить макросостояние заготовки, в частности, обеспечить достаточную головную обрезь слитков, снижать флокеночувствительность стали или проводить противфлокенную обработку блюмсов либо круглой заготовки.

Что касается мелющих стержней, то к решению проблемы повышения их конкурентоспособности на предприятиях Украины к настоящему времени практически не приступали. В качестве стержней зачастую используют обычный круглый прокат подходящего диаметра. Поскольку стержни поставляются на ГОКи в горячекатаном состоянии, то при твердости 255-270 НВ они обладают минимальной способностью к сопротивлению изнашиванию в условиях помола; кроме того в их структуре нередко фиксируются флокены, вызывающие поломки при работе в стержневых мельницах. В то же время за рубежом используют термообработанные стержни или стержни, изготовленные из высокопрочных марок стали. Необходима разработка технологических схем термоупрочнения стержней с использованием тепла прокатного нагрева с последующим замедленным охлаждением для предупреждения возникновения в изделиях флокенов.

Названные выше проблемы относятся не только к комбинату "Азовсталь", они являются типичными и для двух других производителей катаных мелющих тел - Алчевского и Днепродзержинского меткомбинатов. Реализация предложенных направлений позволит повысить конкурентоспособность рабочих органов помольного оборудования, что обеспечит предприятиям Украины дополнительную прибыль за счет расширения рынков сбыта продукции и увеличения уровня ее качества.