

ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫЙ ПЕРЕПЛАВ СТАЛИ МАРОК 20К И 22К

С.Н. Жеребцов, В. Г. Радченко

В железомарганцовистых сталях, используемых в котло- и аппаратуростроении, (стали марок 20К и 22К по ГОСТ 5520-90), марганец понижает растворимость серы в металле. Это приводит к выделению неметаллических включений на ранних стадиях кристаллизации, следствием чего является образование их крупных скоплений. В процессе пластической обработки они вытягиваются в направлении деформации, занимая большие площади. Результатом этого является большая пораженность стали внутренними дефектами, выявляемыми при ультразвуковом контроле, представляющими собой скопление оксидных и сульфидных неметаллических включений.

Склонность серы к интенсивной ликвации в сталях марок 20К и 22К приводит к тому, что (при ее выплавке активным процессом в кислой мартеновской печи) отбраковывается до 40-45 % листов больших толщин до 150 мм, а из металла, выплавленного в основной дуговой электропечи, в некоторых случаях до 58-60 %. Толстолистовой прокат стали имеет характерные недостатки – появляются рыхлоты, строчные скопления неметаллических включений, создающие возможность расслоений и наблюдается явная сегрегация сульфидов. Это влечет за собой снижение качества сварных соединений и всего толстолиствого сосуда или аппарата в целом. Величина брака определяется развесом отливаемых слитков и толщиной прокатываемых листов, резко возрастающая по мере увеличения этих параметров. Кремневосстановительный процесс в кислой мартеновской печи и усовершенствование технологии раскисления в основной дуговой электропечи повысили выход годных листов до 80-90 %. Однако, и такой брак (10-20 %) недопустим в металлургическом производстве.

Учитывая особенность химического состава сталей 20К и 22К (С – 0,16-0,24 %, Si – 0,15-0,30 %, Mn – 0,35-0,65 %, S и P – не более 0,04 %), дефекты в листах обусловлены наличием сульфидной фазы. Поэтому было решено подвергнуть ее электрошлаковому переплаву, поскольку этот процесс способствует наиболее полному очищению металла от серы. Эксперименты проводились на 1000-кг электрошлаковой печи с кристаллизаторами диаметром 200 и 350 мм, позволяющими

получать слитки весом 500 и 1000 кг.

С целью отработки технологии переплава первые 5 слитков были выплавлены по различным технологическим режимам, регулировка и подбор которых на первых порах представляли серьезные технологические трудности.

Для опытных работ использовались кованные круглые и квадратные расходные электроды, очищенные от ржавчины, окарины, изготовленные из металла, выплавленного в основных мартеновских печах. При переплаве применялся флюс АНФ-6. Заливка шлака в кристаллизатор осуществлялась сифонным методом. В зависимости от веса расходного электрода расход флюса на плавку составлял 50-80 кг/т.

После завершения электрошлакового переплава слитки для выравнивания температуры по их длине помещались в термическую печь, нагретую до 600-650 °С. При этой температуре 500-кг слитки выдерживались в течение 8-10 часов, а 1000-кг – 10-12 часов. Затем слитки нагревались до температуры 840-850 °С и после выдержки в печи при этой температуре в течение 7-10 часов передавались на горячую ковку. В дальнейшем слитки перековывались на брамы, которые затем прокатывались на листы.

Визуальный осмотр слитков ЭШП показал, что качество их поверхности определяется электрическим режимом переплава. Выплавленные на мощном режиме с высоким напряжением отливки имели хорошую поверхность и перед пластической деформацией не требовали механической обработки, а при низкой – имели гофры, в некоторых случаях очень грубые. С такими гофрами слитки подвергались сплошной обдирке. Толщина шлакового гарнисажа в последнем случае достигала 5-20 мм.

На первой партии листов из стали ЭШП по нормам ультразвукового контроля, принятым для мартеновской стали и электростали, было отбраковано всего 5 % отливок. Как и для металла открытой выплавки, дефектным участкам отвечали скопления сульфидных и окисульфидных неметаллических включений. Дефектными оказались до 10 % листов, соответствующих верхней части слитков, выплавленных при высокой мощности. Листы, изготовленные из слитков, переплавленных

при низкой мощности, оказались годными, однако такой режим нельзя было считать приемлемым из-за плохой поверхности получаемых оливок.

При сравнении химического состава металла до и после ЭШП было отмечено уменьшение содержания кремния, марганца и серы соответственно на 0-0,092; 0-0,043 и 0,005-0,016 %. Более высокая степень десульфурации была характерна для металла, содержащего до переплава 0,021-0,028 % серы, и меньшая - при его содержании в пределах 0,016-0,018 %. В последнем случае количество серы уменьшилось на 0,006-0,009 %.

Выполненные эксперименты позволили рекомендовать оптимальные электрические режимы переплава металла в кристаллизаторах диаметром 200 и 350 мм, в результате чего были получены 500-1000-кг слитки сталей 20К и 22К с высоким качеством поверхности и макроструктуры. Таким образом, стало возможным изготовление качественных листов из 500-1000-кг слитков, что не удавалось на слитках такого развеса из металла рядовой выплавки.

Сравнение механических свойств листов из 10-тонных слитков мартеновской, 3-тонных слитков электродуговой выплавки и 500-1000-кг слитков ЭШП показало, что прочностные, пластические и вязкие характеристики при ЭШП находятся на более высоком уровне.

Загрязненность неметаллическими включениями по оксидам строчечным и сульфидам находилась в пределах 1-3 балла, что соответствует уровню лучших плавок мартеновской и электродуговой стали. Эти результаты подтверждаются металлографическим исследованием микрошлифов.

В процессе электрошлакового переплава происходит насыщение шлака кремнеземом, окислами железа и марганца и обеднение глиноземом и фосфором. Повышение содержания окислов в шлаке объясняется окислением поверхности расходующих электродов в зоне высоких температур и легирующих элементов в шлаке. Обеднение шлака глиноземом связано с его расходом на образование гарнисажа, причем этот процесс более интенсивнее, чем ниже мощность при переплаве.

Таким образом, состав шлака по ходу переплава в крупных электрошлаковых печах следует корректировать по содержанию глинозема. Необходимо раскисление шлака по ходу переплава, а также защита поверхности шлаковой ванны от проникновения кислорода и расходующих электродов от окисления.

Электрошлаковый переплав котельной марганцевой стали очищает ее от серы, кислорода, азота, неметаллических включений, устраняет строчечное строение, заметно повышает механические свойства и значительно уменьшает анизотропность листового проката. В результате электрошлакового переплава сильно снижается чувствительность стали к перегреву. Практически полностью предотвращается падение ударной вязкости в месте сварки и на участке перегрева околошовной зоны, обуславливаемое термическим и деформационным циклами электрошлаковой и дуговой сварки.

В результате выполненных исследований рекомендованы режимы переплава, обеспечивающие изготовление качественных слитков из сталей 20К и 22К весом до 1000 кг.