

Значительными темпами осуществляется промышленное освоение новых технологий, использующих в качестве восстановителя уголь. Процессы Corex, Fastmet и ITmk3 используют в качестве восстановителей твердые углеродистые материалы, что позволяет значительно снизить потребление природного газа. Использование угля в процессах бескоксовой металлургии развивается по направлению решения проблемы высокого содержания пустой породы в металлизированном продукте путем разделения шлаковой и металлической фаз. Большинство технологий использующих уголь работают на базе печей с вращающимся подом.



Рис. 1. Распределение объемов производства железа прямого восстановления

Также ведутся работы по разработки и внедрению процессов жидкофазного восстановления. Однако данные технологии пока не получили значительного распространения.

Бескоксая металлургия железа находит все больше приверженцев по всему миру. Реализуемые процессы позволяют избежать «дорогого» доменного передела, тем самым снизить сырьевые и энергетические расходы на кокс, металлолом и железную руду. Получаемые продукты, обладают высоким качеством и могут быть использованы при выплавки сталей с высокими эксплуатационными свойствами. Технологий прямого получения железа развиваются в направлении расширения сырьевой базы и повышения энергоэффективности реализуемых процессов. В условиях Кузбасса, обладающего значительными запасами угля и железных руд, технологии бескоксвой металлургии, в основе которых лежит применение угля являются перспективными и открывают значительный потенциал для металлургической промышленности региона.

Литература.

1. Юсфин Ю.С. Новые процессы получения металла / Ю.С. Юсфин, А.А. Гиммельфарб, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. С. 177 – 179.
2. Люнген Х.- Б. Современное состояние процессов прямого и жидкофазного восстановления железа / Х.- Б. Люнген, К. Кноп, Р. Стеффен // Черные металлы. – 2007. - №2. - С. 13-25.
3. Смирнов Н.А. О внедрении инновационной технологии прямого восстановления железа / Н. А. Смирнов // Электрометаллургия. – 2011. - №4. – С. 46 – 47.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПРИ НАПЛАВКЕ ТЕПЛОСТОЙКИМИ СТАЛЯМИ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*К.Е. Имамеев, студент группы 10В20,
научный руководитель: Валуев Д.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: ike1995@mail.ru*

Для получения высоких служебных характеристик наплавленного слоя и снижения затрат необходимо разработать способы, позволяющие совмещать наплавку с закалкой. Термический цикл

при наплавке закаливающимися сталями должен сочетать в себе все то лучшее, что уже накоплено в теории и практике наплавочных работ. Для повышения стойкости наплавленных деталей против образования холодных трещин на первой стадии термического цикла необходимо предупредить развитие перегрева в околосшовной зоне и возникновение грубой столбчатой структуры в металле наплавки. Это положение используется при сварке термически упрочненных сталей за счет регулирования параметров термического цикла сварки путем сокращения времени нагрева и повышения скорости охлаждения в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита. Принято считать, что наличие большого количества аустенита, а также некоторое количество δ -феррита обуславливает высокую сопротивляемость наплавленного металла образованию холодных трещин. Этим объясняется высокая стойкость высокомарганцевого наплавленного металла типа стали Г13 против образования холодных трещин. Поэтому на второй стадии термического цикла необходимо сохранение аустенитной структуры наплавленного металла до окончания процесса наплавки. Аустенитный наплавленный металл не склонен к образованию трещин, следовательно, в процессе наплавки их можно будет не опасаться. Сохранению аустенитной структуры наплавленного металла в процессе наплавки должно быть уделено особое внимание при разработке новых способов многослойной наплавки закаливающимися быстрорежущими сталями. После завершения наплавки необходимо провести охлаждение наплавленного металла, которое обеспечит протекание мартенситного превращения, но при этом возможно образование холодных трещин. До настоящего времени борьба с ними основывалась на предотвращении мартенситного превращения путем медленного охлаждения наплавленной детали в теплом коробе или в печи. Произвести закалку и избежать при этом трещин, на наш взгляд, можно, используя эффект кинетической пластичности (сверхпластичности) при мартенситном или бейнитном превращении. Эффект кинетической пластичности успешно используется при многопроходной сварке для обеспечения заданной геометрии свариваемых деталей и снижения остаточных напряжений при сварке конструкций, которые не подвергаются последующей термической обработке.

Эффект сверхпластичности может привести к релаксации временных напряжений в интервале мартенситного превращения, но, если точки начала и конца превращения будут расположены высоко, то в интервале M_k – комнатная температура также возможно образование холодных трещин вследствие роста термических напряжений при охлаждении металла в δ -области. Для уменьшения уровня остаточных напряжений необходимо предотвратить рост временных напряжений путем уменьшения величины интервала температура окончания релаксации напряжений – комнатная температура. С этой целью необходимо разработать наплавочные материалы для предлагаемых способов наплавки с низко расположенными точками мартенситного превращения.

При разработке способов многослойной наплавки быстрорежущими сталями необходимо также учесть возможное влияние водорода на образование холодных трещин в наплавленном металле [1]. Для этого следует уменьшить количество водорода в наплавленном металле. С этой целью необходимо предусмотреть очистку наплавляемых заготовок от ржавчины, прокалку электродных материалов, применение защитных газов повышенной чистоты, введение в состав электродных материалов соединений, способных связывать водород в трудно диссоциирующие соединения, например в HF и т. п. При соблюдении этих мер образования холодных трещин в наплавленном хромовольфрамовом металле можно не опасаться.

Производилась многослойная наплавка колец шириной 100 мм. Толщина наплавленного слоя составляла 10–12 мм. Наплавка осуществлялась по двум схемам: в первом случае без предварительного подогрева, во втором с подогревом до температуры 600 °С и замедленным охлаждением после наплавки. В первом случае наблюдались поперечные холодные трещины, а в некоторых случаях даже отслоения наплавленного кольца. При наплавке с подогревом холодные трещины не обнаружены. В обоих случаях определяли содержание водорода в наплавленном металле методом вакуум – нагрева на установке Баталина и на эксхалографе ЕАН–220 фирмы «Бальцерс». Установлено, что содержание водорода колеблется в пределах 0,3–0,6 см³/100 г наплавленного металла при допустимом содержании водорода в высоколегированном наплавленном металле 2 см³/100 г металла [6]. По исследованиям Фрумина И.И., содержание водорода при наплавке порошковой проволокой ПП–3Х2В8 также не превышает 2 см³/100 г.

Такое низкое содержание водорода в хромовольфрамовом наплавленном металле, а также тот факт, что в случае наличия трещин и при их отсутствии содержание водорода примерно одинаково, говорит о том, что водород в данном случае не является ответственным за образование холодных трещин.

Особенностью предложенных способов наплавки является применение низкотемпературного предварительного и сопутствующего подогрева ($T_{\text{под}} = 230 - 280^{\circ}\text{C}$). Для получения наплавленного металла с низкой склонностью к образованию трещин регулируется уровень временных напряжений в процессе наплавки путем их частичной релаксации за счет проявления эффекта кинетической пластичности в момент протекания мартенситного или бейнитного превращений. Особенность предлагаемого термического цикла наплавки заключается в трех его стадиях. Первая обеспечивает ограниченное время нагрева и повышенную скорость охлаждения в области высоких температур, предотвращает рост зерна и распад аустенита с образованием равновесных низкопрочных структур. Она может быть реализована применением высококонцентрированных источников нагрева (например, сжатой дугой) и сопутствующего охлаждения. Вторая стадия термического цикла обеспечивает нахождение наплавленного металла в аустенитном состоянии при выполнении всех слоев в процессе наплавки. Это достигается применением подогрева с $T_{\text{под}} = M_n + (50 - 100^{\circ}\text{C})$. Для получения наплавленного металла с низкой склонностью к образованию трещин регулируется уровень временных напряжений в процессе наплавки на третьей стадии термического цикла путем временного снижения $T_{\text{под}}$ ниже температуры M_n . При этом временные напряжения снижаются за счет частичной релаксации в момент протекания мартенситного или бейнитного превращений. Это позволяет получить наплавленный металл в закаленном состоянии с низким уровнем остаточных напряжений [2].

Основой способа многослойной плазменной наплавки является соблюдение определенного термического цикла. Применительно к случаю плазменной наплавки прокатных валков быстрорежущими теплостойкими сталями термический цикл наплавки должен иметь следующие характеристики:

- а) скорость нагрева должна быть максимально возможной в интервале температур $750^{\circ}\text{C} - T_{\text{пл}}$;
- б) время пребывания при температурах выше точки A_1 должно быть как можно меньше и для быстрорежущей стали типа P18 не должно превышать 60 с;
- в) скорость охлаждения в интервале $T_{\text{пл}} - M_n + (50 - 100)^{\circ}\text{C}$ должна быть выше критической, равной $3^{\circ}\text{C}/\text{с}$, что позволяет предотвратить процесс распада высоколегированного аустенита;
- г) температура подогрева в процессе наплавки не должна опускаться ниже $M_n + (50 - 100)^{\circ}\text{C}$, что для стали P18 составляет $230 - 280^{\circ}\text{C}$.

Предотвращение образования холодных трещин в наплавленном металле достигается кратковременным снижением температуры подогрева на $20 - 100^{\circ}\text{C}$ ниже M_n перед нанесением слоя, в котором в процессе наплавки возникают трещины. Снижение уровня временных напряжений происходит за счет их частичной релаксации в момент протекания мартенситного превращения, сопровождающегося возникновением аномальной пластичности наплавленного металла. После выполнения наплавки всех слоев деталь необходимо охладить до комнатной температуры. Быстрорежущие стали являются самозакаливающимися, поэтому охлаждение наплавленной детали на воздухе обеспечивает получение закаленной структуры. Для получения высокой твердости и износостойкости проводится последующая термическая обработка в виде 4-х кратного отпуска при 580°C .

Правильность выдвинутых предпосылок проверялась путем записи реальных термических циклов наплавки. Измерение и контроль теплового состояния изделия при плазменной наплавке тел вращения осуществляли при помощи специально разработанного устройства платина-платинородиевыми термомпарами. Были записаны термические циклы при плазменной наплавке рабочих валков стана 6/100x315 порошковой проволокой ПП-Р18ЮН. Режим наплавки рабочих валков стана холодной прокатки диаметром 100 мм и длиной бочки 315 мм: $I_{\text{св}} = 280 \dots 280 \text{ А}$, $U_{\text{д}} = 50 \dots 55 \text{ В}$, скорость наплавки $v_n = 18 \text{ м/ч}$, скорость подачи порошковой проволоки $v_{\text{п.пр.}} = 60 \text{ м/ч}$, смещение с зенита $10 \dots 12 \text{ мм}$, длина дуги $l_{\text{д}} = 20 \text{ мм}$, расход защитного газа азота $Q_{\text{защ. N}} = 20 \dots 22 \text{ л/мин}$, расход плазмообразующего газа аргона $Q_{\text{плазм. Ar}} = 6 \dots 8 \text{ л/мин}$. Наплавка производилась на заготовки из стали марки 30ХГСА с присадкой порошковой проволоки ПП-Р18Ю диаметром 3,7 мм.

В качестве основного металла выбрана сталь 30ХГСА, обладающая высоким комплексом механических свойств. Стали типа 30ХГСА широко применяются в качестве основного материала при изготовлении деталей с помощью наплавки. Эти стали являются закаливающимися, и для предупреждения образования холодных трещин в них необходимо применение предварительного подогрева. Температура подогрева, обеспечивающая отсутствие холодных трещин, составляет $\sim 200^{\circ}\text{C}$. Такая же примерно температура подогрева рекомендуется при наплавке по разработанному способу. Кроме того, при наплавке по рекомендуемому термическому циклу скорости охлаждения в области минимальной устойчивости аустенита стали 30ХГСА меньше допустимых, равных $2,5 - 6,0^{\circ}\text{C}/\text{с}$. Поэтому образования холодных трещин в основном металле при наплавке по разработанному способу можно не опасаться.

Литература.

1. Фрумин И.И. Автоматическая электродуговая наплавка / И.И. Фрумин – Харьков: Metallurgizdat, 1961, – 421с.
2. Боровушкин И.В. Влияние водорода на образование околошовных трещин при сварке закаливаемых сталей / И.В. Боровушкин, Г.Л. Петров – Сварочное производство. – 1966. – №11. – С.13-15.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

*С.В. Ивахнюк, А.О. Чудинова, студенты группы 10В10,
научный руководитель: Платонов М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(38451)62248
E-mail: ivakhnyuk.sofya@mail.ru*

Современная «классическая» металлургия весьма консервативна. Методы выплавки стали и чугуна придуманы десятки веков назад, а прокатка различных профилей уже много лет не претерпевает не каких революционных изменений, но наука о металлах не стоит на месте, а мелкими шажками движется вперед. И хотя каждый шаг вроде бы невелик, но сулит в перспективе кардинальные перемены в индустрии. Как бы ни были хороши и увлекательны IT-технологии и нанотехнологии – металлы никто не отменял и никогда не заменит.

В металлургии для производства и выпуска готовой продукции требуются высокие температуры и идеальным вариантом для создания таких температур является солнечная энергия, способная создавать гигантские температуры на небольшой площади. Существует три основных метода использования солнечной энергии. Это прямое использование солнечной энергии (большие солнечные печи), получение солнечной электроэнергии и термо-электрохимический процесс.

Прямое использование солнечной энергии, это использование энергии при помощи больших солнечных печей. В этих печах создают материалы с особыми свойствами, которые невозможно получить в традиционной металлургии. Самими крупными в настоящее время концентраторами с тепловой мощностью 1000 кВт являются солнечные печи во Франции и в Узбекистане.

Большая солнечная печь представляет собой сложный оптико-механический комплекс с автоматическими системами управления, состоящий из гелиостатного поля и параболического концентратора. Гелиостатное поле состоит из шестидесяти двух гелиостатов, расположенных в шахматном порядке для уменьшения затенения, напротив концентратора. Они обеспечивают зеркальную поверхность концентратора световым потоком в режиме непрерывного слежения за солнцем в течение всего дня. Датчики автоматически корректируют положение каждого гелиостата в соответствии с движением солнца. Каждый гелиостат может поворачиваться как по вертикали, так и по горизонтали. Гелиостат состоит из 195 плоских зеркальных элементов, называемых "фацетками". [3]

Солнечная энергия, которая получена от солнца может быть преобразована в электричество. Это - универсальный источник возобновляемого источника энергии, который может использоваться в удивительном числе направлений, обеспечивая энергию для всего.[2]

Изобретен революционный способ получения железа, обещающий цивилизацию лишить громадных выбросов парниковых газов, неизменно присущих этому процессу. До сих пор основным методом получения чугуна и стали остается плавление железных руд в доменных печах при очень высоких температурах. В настоящее время изобретен метод плавки железа с использованием энергии Солнца, исключая выброс CO₂ в атмосферу. Для инновационного получения железа предложен термо-электрохимический процесс (STEP)[1]. Железную руду, будь то гематит или магнетит, можно плавить в растворе карбоната лития при куда более низких температурах — порядка 800°С. Такой температуры можно достичь, используя сфокусированные лучи Солнца.

Впервые изобретен преобразователь солнечной энергии со 100-процентным КПД: свет нагревает расплав, а та часть энергии, которую удается преобразовать в ток фотоэлектрическим методом, идет на электролиз. STEP-технология можно использовать для утилизации углекислого газа и получения углеводородного топлива. По оценкам ученых, новое применение технологии STEP позволит снизить объемы выбрасываемых парниковых газов на четверть.