

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.3. - С.121-124

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СОРТОВОГО ПРОКАТА МЕТОДОМ ПРЕРВАННОЙ ЗАКАЛКИ

Болатова М., Канаев А.Т.

Эффективность использования металлопродукции в различных отраслях экономики определяется, главным образом, уровнем физико – механических и эксплуатационных свойств, с которым готовый прокат выпускается металлургическими заводами. В настоящее время массовые виды сортового проката (арматурные и круглые профили, уголки равнополочные и неравнополочные, швеллеры, двутавры) из углеродистых и низколегированных сталей производятся в подавляющем количестве в термоупрочненном состоянии и поэтому заданное структурное состояние и комплекс их физико–механических и эксплуатационных свойств обеспечиваются путем модернизации структуры поверхностного слоя сортового проката методом прерванной закалки.

В последние годы интенсивно развивается новое направление формирования структуры и свойств сортового проката – его деформационно – термическое упрочнение с использованием тепла остаточного прокатного нагрева. Эти процессы позволяют путем управления температурно–деформационными параметрами прокатки и скоростью охлаждения после выхода из последней клетки прокатного стана формировать благоприятное структурное состояние и высокий комплекс физико–механических свойств из углеродистых и экономно легированных марок сталей.

Благодаря снижению температуры конца прокатки или ускоренному охлаждению после выхода из чистой клетки в стали формируется мелкое зерно. Высокие скорости охлаждения после выхода из прокатного стана обеспечивают получение в стали высокодисперсных структур. Такое структурное состояние обеспечивает углеродистым и низколегированным сталям высокие значения прочности, усталостных характеристик и вязких свойств, в том числе и при низких температурах.

Анализ имеющихся экспериментальных данных показывает, что развитие процессов деформационно–термического упрочнения выдвигает задачу корректировки (а в отдельных случаях и создания новых) составов углеродистых и низколегированных сталей. Широко производимый в настоящее время сортамент проката по химическому составу был создан применительно к его использованию в горячекатаном состоянии. Деформационно – термическая обработка позволяет в максимальной степени

использовать облагораживающее действие легирующих элементов на структурное состояние и комплекс механических свойств. Содержание кремния (постоянной примеси в любой стали) свыше 1,5% в горячекатаную углеродистую или низколегированную сталь считается нецелесообразным, так как такая сталь в этом случае становится хрупкой и малопластичной. Однако в деформационно–термически упрочненном состоянии ($\sigma_{в} \geq 1000$ МПа) низкоуглеродистая сталь с 1,5% Si не только хорошо сопротивляется разупрочнению, но и обладает высокой пластичностью и сопротивлением коррозионному растрескиванию под напряжением. Существенно улучшаются свойства сталей, легированных также марганцем, хромом и другими элементами.

Из всех широко применяемых видов термической обработки массовых видов сортового проката деформационно – термическое упрочнение является наиболее эффективным средством значительного улучшения качества металлопродукции. Его применение позволяет снижать на 10-55 % расход металлопроката в различных отраслях экономики, получить реальную экономию легирующих элементов, улучшать служебные характеристики проката, в частности, хладостойкость, усталостные характеристики и др.

Показано, что деформационно–термическое упрочнение фасонных профилей из углеродистых сталей обыкновенного качества Ст. 3сп, Ст 3пс позволяет получить прокат класса прочности 46/33, соответствующий уровню механических характеристик низколегированных марок сталей марок 09 Г2, 09Г2С, 10Г2С1 в горячекатаном состоянии. Свойства низколегированных сталей этой группы по ГОСТ 19281 после деформационно – термического упрочнения соответствуют классу прочности 52/40 и отвечают свойствам никельсодержащих марок сталей типа 10ХСНД и сталей с карбонитридным упрочнением типа 16Г2АФ. При этом в деформационно–термически упрочненных сталях резко улучшается хладостойкость стали. Уровень ударной вязкости при температуре минус 70⁰С превышает 0,3мДж/м². Низколегированная сталь класса С 52/40 являются свариваемыми.

Специфика расчета эффективности производства и использования термически и термомеханически упрочненного проката состоит в том, что экономический эффект выявляется, главным образом, в сфере потребления, и поэтому действительная экономическая эффективность может быть определена лишь посредством сопоставления всех затрат живого и овеществленного труда на производство термического упрочнения проката на металлургическом заводе и затрат в отраслях, потребляющих металл на изготовление и выпуск машин, механизмов, различных металлических конструкций, железобетона и т.д.

Таким образом, критерием экономической эффективности термического упрочнения проката является экономия суммарных затрат, требующихся удовлетворения определенных потребностей экономики страны [5].

Как отмечалось выше, организация производства термически упрочненного проката увеличивает эксплуатационные расходы на энергетические затраты, заработную плату, амортизацию, текущий ремонт и др. В частности, закалка вызывает остаточные напряжения, которые могут вызывать недопустимые искажения при механической обработке и неблагоприятные напряжения при эксплуатации. В то же время использование в отраслях экономики упрочненного проката обуславливает снижение эксплуатационных и капитальных затрат в отраслях, потребляющих этот упрочненный прокат [6].

Общим принципом, положенным в основу методики определения экономии металла, является условие равнопрочности термически упрочненного и неупрочненного проката. В соответствии с этим принципом экономия металла определяется сравнением удельных расходов упрочненного и неупрочненного проката, имеющего одинаковое назначение.

В каждом конкретном случае принцип соблюдения условия равнопрочности должен осуществляться по-разному: в одних случаях путем сопоставления расхода металла на равные по потребительной ценности изделия, производимые с применением упрочненного и неупрочненного проката (арматурных профилей), в других случаях – на единицу длины проката, если речь идет о фасонных профилях (.уголки, швеллера) или на единицу полезной площади проката, если речь идет о листовом прокате.

На величину экономии металла оказывает влияние изменение отхода и брака металла при производстве и термическом упрочнении проката. Так, при производстве арматурных и угловых профилей не наблюдается увеличение коэффициента расхода металла, так как термическое упрочнение производится сразу после чистовой клетки прокатного стана.

Эффективность термического упрочнения проката заключается еще и в том, что в ряде случаев упрочненной углеродистой сталью можно заменить и тем самым уменьшить капитальные вложения в развитие добычи дефицитного сырья, строительство ферросплавных заводов и электростанций. Однако следует отметить, что наличие одинаковых механических свойств (σ_T , σ_B , δ_5) не является необходимым и достаточным основанием для использования в железобетонных конструкциях упрочненной углеродистой стали взамен легированной стали, так как определяемые по ГОСТ 5781 прочностные, пластические и вязкие характеристики не отражают ни условий работы, ни характера разрушения при эксплуатации, ни напряженного состояния конкретного сортового профиля. Поэтому по механическим свойствам, определяемым по ГОСТ 5781, невозможно установить, какая из этих сталей лучше в реальных условиях эксплуатации. Отсюда возникает задача сравнительного исследования конструктивной прочности этих сталей, характеризующей работоспособность изделий (деталей, конструкций, сооружений и т.д.) в реальных условиях эксплуатации. Тем более, сегодня к понятию «прочности» предъявляются несколько иные требования, смысл которых сводится к

обязательности сочетания высокой прочности с достаточным запасом пластичности и вязкости. Поэтому возникает острая необходимость в сравнительном исследовании механических и иных свойств упрочненной углеродистой и горячекатаной легированной стали, используя термин "конструктивная прочность", под которой понимается некоторый набор механических характеристик, наиболее полно отражающий реальные условия службы различных изделий (не только конструкций).

Важным звеном в выборе технологического процесса термического упрочнения проката явилось изучение возможности замены печного отпуска, требующего больших капитальных вложений, на самоотпуск, не влекущий за собой дополнительных энергозатрат. Исследования в этом направлении позволили предложить технологический процесс упрочняющей термической обработки сортового проката по схеме прерванной закалки с последующим самоотпуском, который является наиболее экономичным вариантом термической обработки.

Охлаждающее устройство, использованное в работах этого направления, легко вписывается в действующий технологический процесс производства сортовой металлопродукции, оно предназначено для интенсивного охлаждения движущегося проката с температуры 1000–1050 °С до 450–500 °С, что позволит улучшить условия труда на участках речного холодильника и адьюстажа прокатного стана за счет резкого уменьшения тепловыделения от горячего проката. Это немаловажно для существенного улучшения условий труда и приведет (наряду с экономическим) к значительному социальному эффекту.

Охлаждающей средой при деформационно-термической обработке металлопродукции является техническая вода, которая используется с цехового оборотного водоснабжения и водоотведения с фильтрацией от взвешенных частиц (размер взвешенных частиц в воде должен быть не более 1,0–1,5 мм). Поэтому производство деформационно-термически упрочненного проката на действующих или строящихся прокатных станах не влияет на экологическую ситуацию на данном участке, что также имеет немаловажное значение.

Список литературы

1. Узлов И.Г., Пучиков А.В., Кудлай А.С. Термомеханическое упрочнение фасонного проката методом прерванной закалки. *Металлургия и горно-рудная промышленность.* - 2004, №6, стр.65-66
2. Канаев А.Т., Рамазанова Ж.М. Модернизация структуры поверхностного слоя металлических материалов. - Астана: Изд-во «Мастер-ПО», 2013. - 232 с.
3. Гольдштейн М.И., Емельянов А.А., Пышминцев И.Ю. Упрочнение малоуглеродистых сталей. *Сталь.* - 1996, №66, с. 53-58.

4. Kanaev A.T., Bakizhanova D.S., Bogomolov A.V. Thermic strengthening of moving corner profiles in the stream of rolling machine.-Przemysl: Naukaistudio, 2013. № 30 (98). - P.19-22.

5. Бень Т.Г., Ильина Р.В., Кольцова А.П., Будаева В.Г. Экономическая эффективность термического упрочнения проката и труб.- М.:Металлургия, 1985.- 120 с.

6. Thomson Reuters. Chobaut N., Carron D., Saelzle P., Drezet JM. Measurements and Modeling of Stress in Precipitation-Hardened Aluminum Alloy AA2618 during Gleeble Interrupted Quenching and Constrained Cooling. Том: 47А Выпуск: 11 Стр.: 5641-5649. Ноябрь 2016.