

УДК 669.131.4

ДИСПЕРСИОННО-УПРОЧНЕННЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Илья Иванович Потапов

*Студент 5 курса, специалитет
кафедра "Оборудование и технологии прокатки"
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: П.Ю.Жихарев
старший преподаватель, кафедра "Оборудование и технологии прокатки".*

Актуальность проблемы

В настоящее время отмечается возрастающий интерес к высокопрочным конструкционным маркам стали, которые благодаря уникальному комплексу свойств, позволяют повысить работоспособность готовой техники, уменьшить расходы на ее эксплуатацию, снизить материалоемкость и продлить срок службы. Они обладают высокой прочностью с достаточной пластичностью, вязкостью, хорошей свариваемостью и способностью к холодной формовке. Наиболее типичными областями применения данных сталей являются несущие конструкции мостов, подъемных механизмов, погрузочно-разгрузочной техники, в т.ч. автокранов и транспортных средств.

В автомобилестроении наибольшее применение HSLA стали нашли при изготовлении энергопоглощающих и несущих элементов конструкции, таких как, балки, перекладки, диски колес, диагональные рычаги подвески, рамы и т.д.

Целью настоящего исследования является разработка комплексной технологии изготовления горячекатаного рулонного проката из высокопрочной низколегированной стали с гарантированным минимальным пределом текучести 700 МПа.

Содержание работы

В качестве объекта исследования выбрана высокопрочная микролегированная сталь класса прочности S700, в которой должно быть обеспечено сочетание высоких показателей прочности (предел текучести не менее 700 МПа, предел прочности – 750-950 МПа), пластичности (относительное удлинение – не менее 18%) и способности к раздаче отверстия (более 80%).

Для промышленного опробования в условиях непрерывного широкополосного стана 2000 горячей прокатки были выбраны низколегированные стали нескольких систем легирования: 1 – (Low)C-Si-Mn-(Hi)Nb-Mo-B, разработанной на базе стали типа S550MC; 2 – (Low)C-Mn-(Hi)Ti-Mo; 3 – (Low)C-Mn-(Hi)Ti-Nb-Mo.

Режимы горячей прокатки и параметры ускоренного охлаждения для каждой рассматриваемой системы легирования были выбраны исходя из температур растворимости легирующих элементов в аустените, положения критических точек, кинетики рекристаллизационных процессов и дисперсионного твердения, определенных посредством лабораторной имитации процесса прокатки.

В стали композиции легирования №1 сформирована структура реечного бейнита, в котором углеродсодержащая фаза представлена в виде аустенита, с равномерно распределенными мелкими компактными частицами М/А-составляющей; в сталях систем легирования №2, 3 – сформирована однофазная структура, представленная полигональным и квазиполигональным ферритом, при этом, полный комплекс механических свойств обеспечен в стали типа (Low)C-Mn-(Hi)Ti-Nb-Mo за счет формирования частиц избыточных фаз по межфазному механизму.

Для сталей композиций №2,3 исследовано влияния дополнительной термообработки (отжига 1-го рода) при температурах 450-750 °С на предел текучести, предел прочности и относительное удлинение. По результатам проведенных испытаний выявлено незначительное снижение показателей прочности (до 10 МПа) по мере повышения температур, вплоть до 700 °С, при неизменных показателях пластичности. При нагреве до более высоких температур наблюдается падение предела текучести на 170 МПа, предела прочности на 130 МПа. Сделано предположение, что данное явление связано с укрупнением частиц карбидов титана и ниобия, которые упрочняют ферритную матрицу.

Выводы

По результатам испытаний у стали типа 1 предел текучести составил порядка 625 МПа при требуемой величине не менее 700 МПа; предел прочности составляет порядка 820 МПа, что удовлетворяет требованиям EN 10149 – 2:2013. Предел текучести оказался ниже требуемого уровня за счёт формирования М/А-составляющей ввиду разности объёмов матрицы и второй фазы.

У стали типа 2 пределы текучести и прочности составляют, соответственно, 720-745 МПа и 750-775 МПа, что соответствует стандартам для данных сталей.

Сталь типа 3 обладает пределом текучести 723-759 МПа и пределом прочности 750-820 МПа. Сталь типа 2 обладает меньшей прочностью в сравнении со сталью типа 3 по причине более крупного зерна и меньшей плотности выделений дисперсных частиц.

Стали систем легирования на основе Ti (тип №2, 3) устойчивы к термическому воздействию при нагреве до 700 °С.

Литература

1. Nanoscale Precipitation In Hot Rolled Sheet Steel, *Jun Sun*, USA, 104 p.
2. Hot Rolled Hsla Strip Steels For Automotive And Construction Applications, *Jitendra Patel, Christian Klinkenberg and Klaus Hulka*, Germany, 2003, 29 p.
3. Effect Of Microstructure And Crystallographic Texture On Mechanicalanisotropy Of Ti-Nb Microalloyed Hot Rolled 800 Mpa Hsla Steel, *S. Das Bakshi, N. Javedb, K. N. Sasidharc, T. Dhandeb, V. Sharmad, M. Mukherjeed*, India, 2017, 22 p.
4. Hot Rolled High Strength Steelsfor Suspension And Chassis Parts “Nanohiten” And “Bht® Steel”, *Seto Kazuhiro, Funakawa Yoshimasa, Kaneko Shinjiro*, 2007, 7 p.