

Студенты гр. 104210 Савич А.Ю., Шевцов А.Ю.
Научный руководитель Вейник В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы является анализ свойств мартенситно-старяющих сталей, их достоинств и применений.

Мартенситно-старяющие стали широко используются как в машиностроении, так и в других отраслях промышленности, а также науки, известность этих сталей получена благодаря сочетанию высоких механических свойств и технологичности.

В этих сталях содержится от 8 до 24 % Ni с добавками, чаще всего значительными, кобальта (8-12 %), молибдена (3-6 %), а также титана (1-2 %), алюминия (1-2 %) и др.

Высокий уровень прочности, достигаемый в мартенситно-старяющих сталях, обусловлен процессами старения в безуглеродистом ($< 0,03$ % C) мартенсите, который в исходном, несостаренном, состоянии обладает высокой пластичностью и относительно малой прочностью. Упрочнение сталей осуществляется при старении и обусловлено процессами «предвыделения» и образования высокодисперсных интерметаллидных фаз типа NiTi, Ni₃Ti, Ni(Ti, Al), Ni₃(Ti, Al), Fe₂Mo и др., когерентно связанных с матрицей. Максимальный эффект при старении дает Ti и Al, меньший Mo и Co.

Мартенситно-старяющие стали имеют высокий предел текучести и низкий порог хладноломкости. Например, сталь H18K9M5T для получения необходимых свойств проводят нагрев под закалку до 900 °С и старение при 480-520 °С. При этом обеспечивается получение требуемых свойств, но происходит понижение пластичности и вязкости: $\sigma_{0,2} = 1800 \dots 2000$ МПа; $\sigma_b = 1900 \dots 2200$ МПа; $\delta = 8 \dots 12\%$; $\psi = 40 \dots 60\%$; KCU = 0,4...0,6 МДж/м²; HRC = 52.

Мартенситно-старяющие стали (03H18K9M5T, 04X11H9M2D2TЮ) превосходят по конструкционной прочности и технологичности среднеуглеродистые легированные стали. Они обладают малой чувствительностью к надрезам, высоким сопротивлением хрупкому разрушению и низким порогом хладноломкости при прочности около 2000 МПа.

Высокой прочности этих сталей достигают при помощи простой термообработки. В закаленном состоянии мартенсит пластичен и может подвергаться деформации. При термической обработке не происходит обезуглероживание и изменение размеров, что в свою очередь позволяет из закаленных заготовок изготавливать практически готовые детали с небольшими припусками под чистовые размеры.

Одним из достоинств мартенситно-старяющих сталей является отсутствие ограничений по прокаливаемости металла в больших сечениях (более 500X500 мм) в результате полного мартенситного превращения, также в этих сталях присутствует повышенная сопротивляемость межкристаллитной коррозии под напряжением. Готовые изделия любой формы можно подвергать упрочнению (старению) ввиду отсутствия короблений и деформации. Присутствует возможность деформирования в холодном состоянии (прокатка, волочение, штамповка) до высоких степеней без промежуточных отжигов, поскольку такая сталь после закалки характеризуется высокой пластичностью (относительное удлинение 18—20%, относительное сужение поперечного сечения 70—80%, ударная вязкость 20—30 кДж/см²) и малым коэффициентом деформационного упрочнения.

Однако мартенситно-старяющим сталям присущи и недостатки:

1. Высокое содержание дорогостоящих легирующих элементов, прежде всего Co и Ni привело к созданию экономнолегированных сталей с повышенным содержанием углерода и пониженным содержания легирующих элементов.

2. Высокие показатели пластичности и вязкости, достигаемые применением лишь вакуумных способов выплавки.

3. Необходимо максимально уменьшать содержания вредных примесей (серы, фосфора, газов), если производить плавку под вакуумом и использовать чистые шихтовые материалы, что в свою очередь приводит к удорожанию самих сталей и их производства.

Мартенситно-стареющая сталь как конструкционный материал целесообразно, прежде всего, использовать для изготовления деталей отдельных узлов и конструкций, от которых требуется большая прочность при малой массе, т. е. высокая удельная прочность, а также высокая эксплуатационная надежность.

Легирование хромом придает мартенситно-стареющей стали антикоррозионные свойства.

Такую сталь можно использовать для изготовления деталей химической аппаратуры, а также изделий, которые длительное время находятся в атмосферных условиях или же в условиях повышенной влажности. Мартенситно-стареющую сталь можно применять в тех случаях, когда к конструкционным материалам предъявляют требования простоты вида упрочняющей обработки, хорошей прокаливаемости, свариваемости металла в больших сечениях и низкого порога хладноломкости.

Мартенситно-стареющая сталь обладает также высоким пределом упругости, превосходящим предел упругости наиболее распространенных пружинных сплавов (36ХНТЮ и др.). Эта сталь характеризуется также высоким сопротивлением ползучести при температурах до 300° С и поэтому ее целесообразно использовать для изготовления упругих чувствительных элементов, а также других деталей приборов и механизмов. Низкий порог хладноломкости мартенситно-стареющей стали (ниже –100° С) позволяет применять ее для изготовления холодильных аппаратов и установок, а также машин и механизмов, работающих в условиях крайнего севера. Также высокопрочные стали этого класса используются авиации, космонавтики, ракетостроения — областей техники, где соотношение общей массы конструкции и полезной грузоподъемности приобретает решающее значение.

УДК 669.14-156

Аморфные материалы в технике

Студентка гр. 104210 Чепаченко Ю.И.

Научный руководитель Пучков Э.П.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Аморфные металлы и сплавы – новый класс материалов, который отличается от обычных металлов тем, что у них отсутствует упорядоченность расположения атомов свойственных кристаллическим металлам и сплавам. Аморфная структура характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов, благодаря чему в ней нет кристаллическая анизотропии, отсутствуют границы блоков, зерен и другие дефекты структуры. Аморфные металлические сплавы получают быстрой закалкой расплавов при скоростях охлаждения жидкого металла в интервале 10^4 – 10^6 град/с и при условии, что сплав содержит достаточное количество элементов, способствующих образованию аморфной структуры.

Если расплав охлаждать с большой скоростью, то жидкость затвердевает, так и не начав кристаллизоваться. Атомы просто не успевают выстроиться в решетку и сохраняют хаотическое расположение, свойственное жидкости. Однако это уже не жидкое, а твердое вещество. Его вязкость много больше, чем у жидкости, и близка к вязкости кристалла.

Нагрев аморфных сплавов сопровождается структурными изменениями, связанными с атомными перестройками без диффузии на значительные расстояния. Такая структурная релаксация сопровождается уплотнением аморфной матрицы, обусловленной аннигиляцией