

Образцы отожженной стали и стружка подвергались карбонитрации при 550 °С в течении 1 часа. Данные температурно-временные параметры должны обеспечивать диффузионный слой толщиной до 0,2 мм [1]. Значительное различие размеров диффузионного слоя и стружки исключает влияние «размерного фактора» на скорость формирования диффузионного слоя. Толщина слоя оценивалась измерением микротвердости по сечению образцов. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Микротвердость (МПа) по сечению образцов из стали Х6ВФ

Вид образца	Расстояние от поверхности, мкм						
	20	40	60	80	100	150	200
Отожженная полоса	3490	2720	2280	2060	2180	2020	2140
Стружка	4840	4420	3840	3380	2970	2680	2880

Как видно из таблицы, в образцах из отожженной полосы повышенная твердость сохраняется на глубине ≈ 60 мкм, а у стружки на глубине до 80 – 100 мкм, что свидетельствует о большей толщине диффузионного слоя, полученного на стружке, в 1,3 – 1,6 раза. Бóльшая толщина диффузионного слоя объясняется повышенным количеством дефектов в структуре, которые образовались за счет наклепа при резании. При этом микротвердость карбонитридного слоя, полученного на стружке, выше и составляет 4880 ± 341 МПа, в то время как у отожженной полосы 3490 ± 209 МПа. По данным [2] твердость карбонитрированного слоя суммируется из твердости основы и прироста твердости за счет образования дисперсных карбонитридных фаз в зоне внутреннего азотирования. Причем прирост твердости зависит от содержания азота и углерода в диффузионном слое.

Исходя из данных [2] и анализа значений твердости диффузионного слоя и основы, видно, что прирост твердости диффузионного слоя на стружке больше, чем у образцов из отожженной стали. Это можно объяснить: 1) большей исходной твердостью стружки, которая составляет 2884 ± 256 МПа, а отожженной полосы 2080 ± 124 МПа; 2) более высоким содержанием азота и углерода в диффузионном слое. Повышенное содержание азота и углерода в диффузионном слое объясняется большим количеством дефектов в стружке, которые способствуют увеличению коэффициента диффузии.

Литература

1. Лахтин Ю.А., Коган Я.Д. – Азотирование стали. М. Машиностроение, 1976, 256 с.
2. Прокошкин Д.А. – Карбонитрация стали. М. Машиностроение, 1984, 240 с.

УДК 621.745.669.13

Сварка стали HAR DOX и влияние сварки на её свойства

Магистрант Острога С.П.

Научный руководитель – Саранцев В.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

На оборудование, работающее в горнодобывающей промышленности, часто оказывается различное неблагоприятное воздействие, приводящее к его износу и разрушению – истирание, удары, деформация и т.п. Для преодоления такого воздействия оборудование должно быть изготовлено из специального материала. Такой материал – высокопрочную износостойкую сталь марки HARDOX выпускает Шведская компания SSAB Oxelosund AB.

HARDOX — семейство марок сверхтвёрдых сталей, обладающих высокой стойкостью к износу, одинаковой по всей толщине листа. В настоящее время выпускаются марки – HARDOX 400, 450, 500 и 600. Индекс показывает величину твердости данной марки стали по Бринелю (HBW).

HARDOX представляет собой низколегированную сталь. Типичный химический состав, например, для марки HARDOX 400 (толщина листа – 30 мм): C = 0,16 %, Si = 0,32 %, Mn = 1,3 %, Cr = 0,60 %, B = 0,002 %.

Износостойкая сталь HARDOX была специально создана для того, чтобы противостоять сильному износу. Фактический срок службы толстолистовой стали зависит от твердости материала, контактирующего с листом, а также от типа износа.

При работе с материалами имеющие высокую твёрдость оборудование обычно подвергается изнашивающему воздействию нескольких типов – износ при трении и ударе, часто в сметании с сильной деформацией. Различные условия износа обычно требуют использования материалов с различным составом и свойствами. Так, керамические изнашиваемые детали отличаются превосходным сопротивлением износу при трении скольжения, но совершенно непригодны в условиях износа при ударе. Резина и марганцовистая сталь противостоят износу лишь при условии, что частицы материала соударяются с износостойкой поверхностью под прямым углом, в то время как их сопротивление износу при трении скольжения неудовлетворительно. Изнашиваемые части из чугуна выдерживают износ при трении скольжения и умеренный износ при ударе.

Износостойкие листы из стали HARDOX с твердостью по Бринелю 400 – 600 способны выдерживать большинство типов износа.

На рисунке 1 представлен относительный срок службы изделия из стали HARDOX при работе с магнетитом.

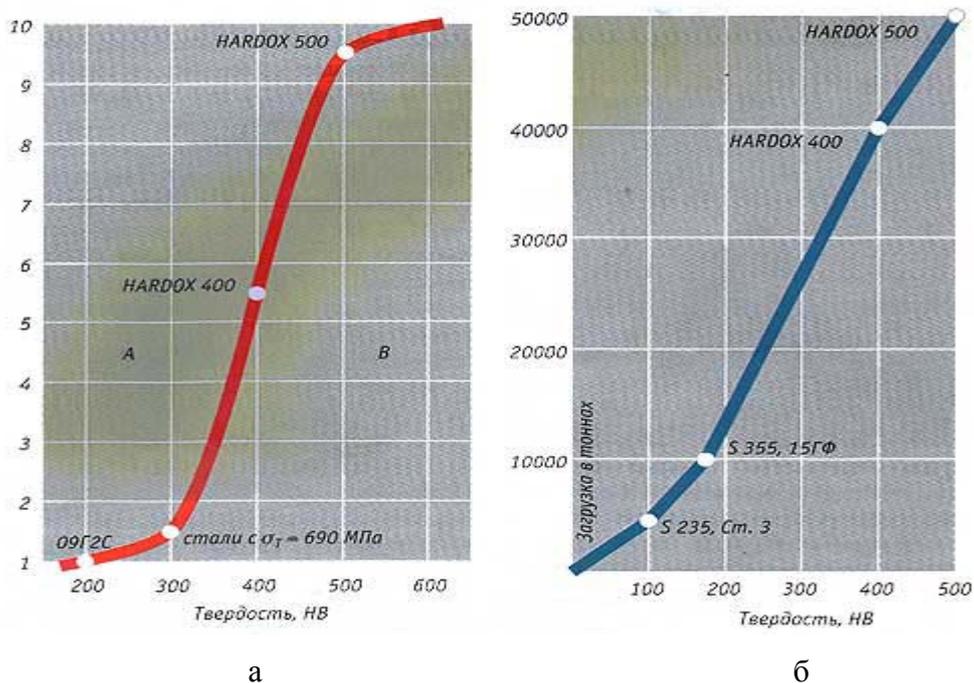


Рисунок 1 – Относительный срок службы изделия из стали HARDOX:

а – относительная продолжительность эксплуатации изделия из стали HARDOX при работе с магнетитом; б – зависимость обработанной рудной массы ковшем экскаватора от твёрдости листового материала

Из графика видно, что износостойкий лист подвергается двум типам износа.

В области А, твердые минералы в обрабатываемой породе могут вырывать микроскопические кусочки из листа (вырывающий износ). После этого поверхность листа становится не столь твердой, чтобы долго выдерживать такой агрессивный тип износа.

В области В обрабатываемый минерал не столь тверд, чтобы вырывать кусочки из листа. В этом случае лист подвергается только «сминающему» износу. Подобное повторяющееся сминание постепенно приводит к отрыву участков металла от поверхности листа. Такой менее агрессивный тип износа известен как деформационный износ.

Так, сталь марки HARDOX 400 имеет при $t = -40$ °С гарантированное значение удельной вязкости > 30 J/см² (образец с V-образным надрезом). Типичное значение предела прочности стали HARDOX 400 составляет 1250 МПа, предела текучести – 1000 МПа, относительное удлинение – 15 %, относительное сужение – 63 %.

При сварке конструкционных и высокопрочных сталей важно свести к минимуму вероятность образования холодных трещин. Главной причиной такого растрескивания является присутствие водорода при возникновении напряжений в сварном шве. Для снижения вероятности растрескивания можно:

1) подогреть основной металл перед сваркой (чем выше температура при и после сварки, тем легче водороду выйти из стали, чем больше толщина металла, тем больший подогрев необходим);

2) обеспечить полную чистоту и сухость свариваемых поверхностей;

3) свести к минимуму напряжения от тепловой усадки – для этого обеспечить хорошую пригонку свариваемых частей и правильно спланировать последовательность наложения основных швов;

4) использовать сварочный материал с низким содержанием водорода.

При этом сварка листов, например, HARDOX 400, толщиной 20 мм осуществляется без предварительного нагрева при комнатной температуре.