

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ОТРЫВ ЛИСТОВОЙ ПЛАКИРОВАННОЙ СТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ РАЗНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ

Вихарева Т.В., Харьков О.А.

Руководитель – доцент, к.т.н., Калинин Г.Ю.

ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт – Петербург

e-mail: victorm@crism.ru

Повышение мощности атомных ледоколов для обеспечения круглогодичной проводки судов по Северному морскому пути и освоения месторождений арктического шельфа приводит к неизбежному повышению коррозионно-эрозионного износа стального корпуса при эксплуатации в мощных ледовых полях. Для предотвращения интенсивного износа необходимо использовать износо-, коррозионно-стойкие стали, к которым можно отнести нержавеющие стали. Так как нержавеющие стали, которые используют при изготовлении двух- и трехслойных сталей в настоящее время (08X18N10T, 08X19N10Г2Б, 316L, 317L и др.), не содержат азота, то их сопротивление питтинговой коррозии в морской воде примерно на порядок, а предел текучести в 2-3 раза ниже, чем у азотсодержащих сталей.

Для изготовления новой плакированной стали для основного слоя выбрали хладостойкую судостроительную корпусную сталь марки АБ-2 повышенной прочности (предел текучести не менее 590 МПа), для плакирующего слоя – аустенитную азотсодержащую коррозионностойкую сталь марки 04X20N6Г11МАФБ.

Цель данной работы заключалась в исследовании характера разрушения в зоне сцепления основного и защитного слоев при испытании на сопротивление отрыву: как одной из основных характеристик качества и работоспособности биметаллических материалов.

Исследование влияния технологии производства на прочность на отрыв проводили на специально разработанных образцах, изготовленных из заготовок плакированной стали, полученных методами электрошлаковой наплавки (ЭШН), пакетной прокатки и наплавки сваркой взрывом.

Результатом испытания является максимальное усилие (усилие отрыва), при котором происходит разрушение образца, а также расчетное значение напряжений отрыва, вычисляемое, как отношение максимального усилия к площади кольцевого участка отрыва (рис. 1).

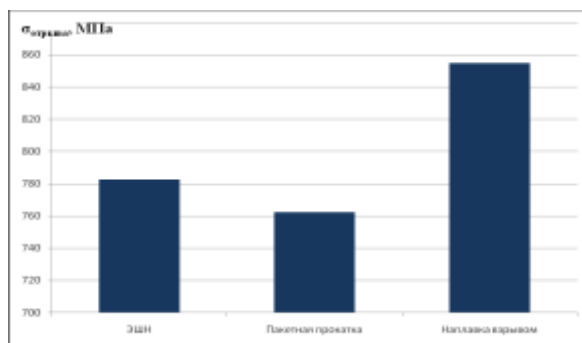


Рис. 1. Результаты испытаний на отрыв

Граница сцепления после сварки взрывом (рис. 2) представляет собой темную полосу, толщиной 2-3 мкм, разделяющую основной и плакирующий слой. Причем отчетливо виден типичный для сварки взрывом зубец основного металла, под который вклинивается металл плакирующей аустенитной стали.

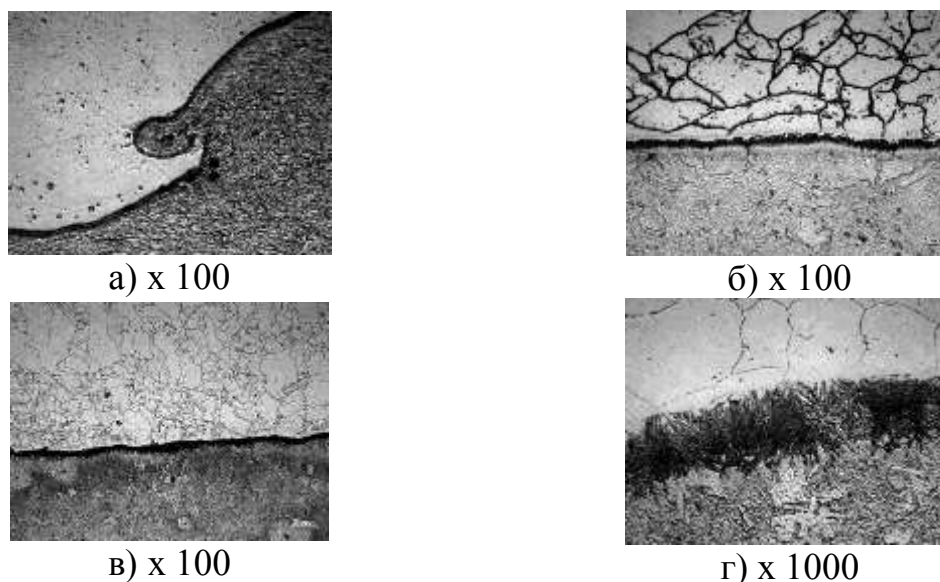


Рис. 2. Строение границы сцепления плакированной стали АБ2-2 + 04Х20Н6Г11М2АФБ после: а) сварки взрывом, б) пакетной прокатки, в, г) электрошлаковой наплавки

Граница сцепления плакированной стали, соединенной с помощью пакетной прокатки (рис. 3) представляет собой темную полосу толщиной 4-5 мкм с несколько размытыми краями, что вероятно связано со взаимным проникновением легирующих элементов из одного слоя в другой.

При рассмотрении структуры плакированной стали, полученной методом наплавки (рис. 4 (а)) граница сцепления представляет собой также темную полосу, но ее ширина уже достигает 25-30 мкм, т.е. намного шире, чем при других способах плакирования. Очевидно, это связано с тем, что ее формирование происходит, когда металл наплавки находится в расплавленном состоянии, что в свою очередь приводит к более

интенсивному перемешиванию элементов, входящих в состав обоих слоев плакированной стали.

Если рассматривать строение зоны сплавления (рис. 4 (б)) при большем увеличении ($\times 1000$), то можно обнаружить, что она представляет собой мартенситную структуру, которая, по всей вероятности, связана с взаимной диффузией легирующих элементов между слоями.

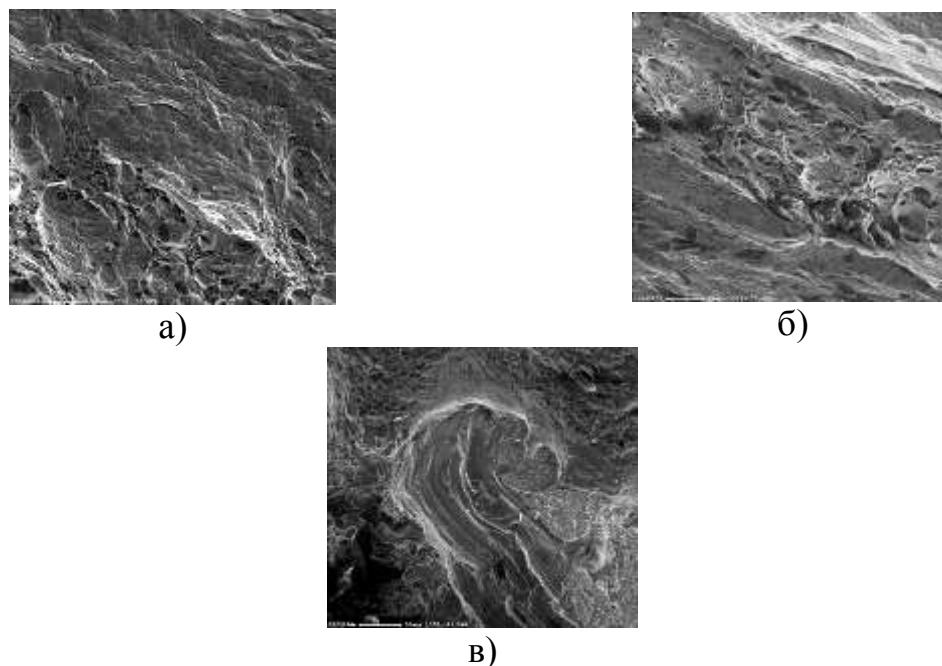


Рис. 3. Вид поверхности разрушения образцов плакированной стали, изготовленных по различным технологическим схемам: а) электрошлаковая наплавка; б) пакетная прокатка; в) сварка взрывом.

На рисунке 3 (а–в) приведены фотографии типичных участков поверхности разрушения образцов плакированной стали, изготовленных по различным технологическим схемам. Изломы образцов из листов, изготовленных с применением технологии наплавки и пакетной прокатки, образованы протяженными участками вязкого чашечного разрушения, расположенными по всей окружности образца, ограниченными поверхностями вязкого среза. Поверхность изломов образцов от листов, изготовленных с применением технологии наплавки (сварки) взрывом, кроме участков вязкого чашечного разрушения и вязкого среза, содержит участки разрушения округлой и волнообразной формы в виде отрывов по сложному профилю линии сплавления, занимающие около 25% исследованной площади.