

Л.А.Шевченко, В.В.Зелинская, Л.Т.Жупинская

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРАВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПОЛОСОВОГО ПРОКАТА В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ СОЛЯНОКИСЛОТНЫХ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Проведены исследования и рекомендованы режимы травления горячекатаных полос в турбулентном потоке солянокислотного травильного раствора.

Введение. Производительность непрерывно–травильного агрегата (НТА) определяется продолжительностью травления окалины со сталей, обрабатываемых в данном агрегате. Продолжительность травления окалины, в свою очередь, является функцией следующих параметров: структуры и толщины слоя окалины; температуры и состава травильного раствора; скорости движения травильного раствора относительно полосы; условиями предварительной механической обработки полосы.

Современное состояние вопроса. В настоящее время единственный ресурс увеличения скорости травления в горизонтальных плоских ваннах НТА – увеличение кинетической энергии травильного раствора в непосредственной близости к полосе. Одним из носителей кинетической энергии в травильном растворе являются турбулентные вихревые образования, характеризующиеся трехмерным пульсационным движением элементов жидкости. Именно величина составляющей пульсационной скорости, направленной перпендикулярно к плоскости полосы, и определяет степень интенсификации процесса травления. Чем больше степень турбулентности потока, тем большее количество движения передается полосе, и за счет увеличения силового воздействия ускоряется химическая реакция процесса травления. Увеличение степени турбулентности потока, обтекающего твердые поверхности, осуществляется обычно с целью интенсификации процесса теплоотдачи.

Учитывая аналогию между процессами теплоотдачи и массопереноса, можно утверждать, что повышение степени турбулентности приводит к интенсификации массообменных процессов.

За рубежом интенсивные поиски способов повышения производительности травильных агрегатов привели к созданию конструкции травильной ванны, обеспечивающей ускорение процесса травления турбулизацией травильного раствора. Так, фирмой МДЗ Маннесман Демаг Зак Гмбх разработана и используется на предприятиях конструкция ванны травления в турбулентном потоке, особенностью которой является горизонтальный канал, служащий для создания турбулентного режима потока кислоты.

В Украине травление горячекатаного полосового проката из углеродистых и низколегированных сталей на Мариупольском меткомбинате им. Ильича и меткомбинате «Запорожсталь» производится по устаревшим технологиям в растворах серной кислоты в глубоких ваннах с неподвиж-

ными растворами. В настоящее время на меткомбинате «Запорожсталь» готовится к пуску НТА солянокислотного травления горячекатаной полосовой стали в турбулентном потоке травильного раствора.

Методика исследования. В лабораторных условиях с целью применения при освоении технологии травления были исследованы факторы, влияющие на процесс травления сталей в потоке травильного раствора, и установлена степень их влияния. Исследования выполнялись на экспериментальной установке, моделирующей процесс удаления окалины с поверхности сталей в турбулентном потоке солянокислотного травильного раствора.

Для исследования отбирались образцы горячекатаной стали 08пс и 08Ю толщиной 2,3; 2,5; 3,0; 3,5; 4,2 мм при температурах смотки полос на стане горячей прокатки 650; 680; 750⁰С.

Изучалось влияние следующих параметров на продолжительность травления окалины: толщины горячекатаной полосы; концентрации компонентов и температуры травильных растворов; режимов предварительной механической обработки полосы.

Результаты проведенных исследований обсуждаются ниже.

Определено, что продолжительность травления горячекатаных полос в потоке травильного раствора возрастает с увеличением толщины полосы (рис.1).

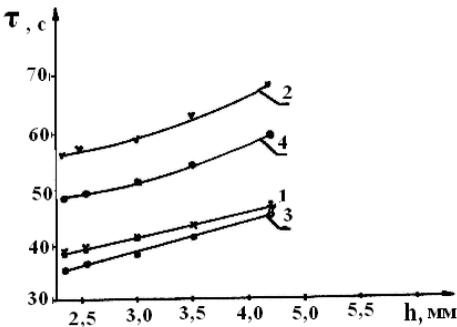


Рис.1. Зависимость продолжительности удаления окалины от толщины горячекатаной полосы. Состав раствора: суммарные хлориды – 200 г/л; Fe_{общ.} – 75 г/л, 80⁰С. 1,2 – Ст08Ю при температурах смотки 650 и 680⁰С, соответственно; 3,4 – сталь 08пс при температурах смотки 650 и 680⁰С, соответственно

Продолжительность травления исследованных сталей снижается с увеличением содержания кислоты до концентрации 15–18% (рис.2). При использовании травильных растворов с концентрацией HCl ≥ 18% происходит увеличение продолжительности травления. Это можно объяснить тем, что с возрастанием концентрации HCl в травильном растворе, содержащем хлористое железо, уменьшается возможная концентрация хлористого железа, при которой достигается область насыщения FeCl₂. Так, при концентрации HCl, равной 18%, для наступления состояния насыщения и резкого увеличения продолжительности травления в травильном растворе достаточно уже 40 г/л FeCl₂.

Влияние содержания хлоридов железа на продолжительность травления определяли в травильных растворах с постоянной концентрацией HCl 9% при изменении концентрации общего железа от 20 до 160 г/л (рис.3). В интервале концентраций 40–140 г/л $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ практически не оказывает влияния на длительность травления. При дальнейшем возрастании содержания общего железа увеличивается продолжительность травления, так как достигается область насыщения.

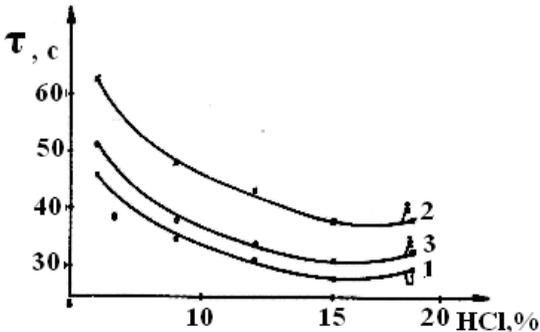


Рис.2. Влияние концентрации соляной кислоты на продолжительность травления стали 08пс, прокатанной по различным режимам горячей прокатки, при концентрации $\text{Fe}_{\text{общ.}} = 75$ г/л и температуре раствора 80°C . 1 – температура смотки 650°C ; 2 – температура смотки 750°C ; 3 – температура смотки 680°C .

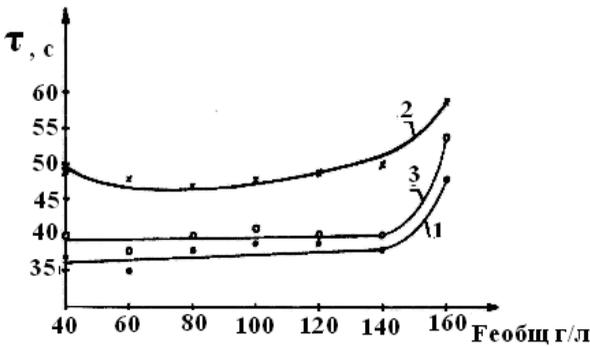


Рис.3. Влияние концентрации хлоридов железа на продолжительность травления стали 08пс, прокатанной по различным режимам горячей прокатки, при концентрации HCl – 9% и температуре раствора 80°C . 1 – температура смотки 650°C ; 2 – температура смотки 750°C ; 3 – температура смотки 680°C

Изучено влияние содержания соляной кислоты и хлористого железа на скорость растворения металла, лишенного окисных слоев – «голового» металла (рис.4, 5). Исследования показали, что с увеличением концентрации соляной кислоты скорость растворения «голового» металла возрастает, особенно значительно в растворах с содержанием кислоты более 15%. Определено также, что скорость растворения «голового» металла в потоке раствора несколько больше (~ в 1,2–1,5 раза), чем в стационарном раство-

ре. Однако, поскольку примерно во столько же раз ускоряется удаление окислы, нахождение металла в кислоте уменьшается, и «перетрав» металла в движущихся и стационарных растворах будет примерно одинаков.

Результаты исследования. По результатам исследований можно сделать вывод: травление горячекатаных полос необходимо производить в травильных растворах с содержанием HCl – 6–15% и $\text{Fe}_{\text{общ}}$ до 120 г/л (суммарные хлориды ≈ 200 г/л и железо общее до 120 г/л). При травлении в таких растворах продолжительность удаления окислы и скорость коррозии «голового» металла будут минимальными.

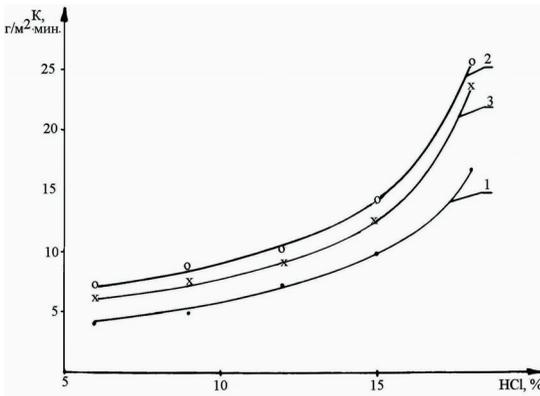


Рис.4. Зависимость скорости коррозии стали 08пс от концентрации HCl при концентрации $\text{Fe}_{\text{общ}}$ 75 г/л и температуре раствора 80°C.

1 – температура смотки 650°C; 2 – температура смотки 750°C; 3 – температура смотки 680°C

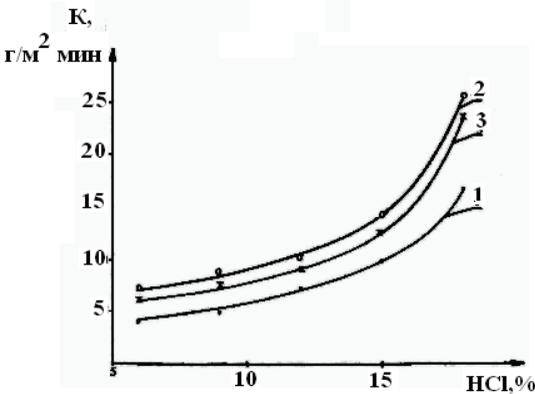


Рис.5. Зависимость скорости коррозии стали 08пс от концентрации хлоридов железа при постоянной концентрации HCl – 9% и температуре раствора 80°C.

1 – температура смотки 650°C; 2 – температура смотки 680°C; 3 – температура смотки 750°C

Исследование влияния температуры на продолжительность удаления окислы показало (рис.6), что повышение температуры травильного раствора на 10°C приводит к снижению продолжительности травления в 1,3–1,4 раза. Выбор температурного режима в производственных условиях должен производиться с учетом расхода энергоресурсов, и, как показывает зарубежная практика, будет колебаться в первой и последней секциях травильной ванны в диапазоне 70–85°C.

Изучено также влияние режимов предварительной обработки полосы в изгибо-растяжной машине (ИРМ) на продолжительность травления (исследования проводились на одном из металлургических предприятий России). Как показали результаты исследования, обработка в ИРМ с фактическим относительным удлинением полосы 0,3% уменьшает продолжительность травления для полос толщиной 2,5 мм и массу окалины на 4%.

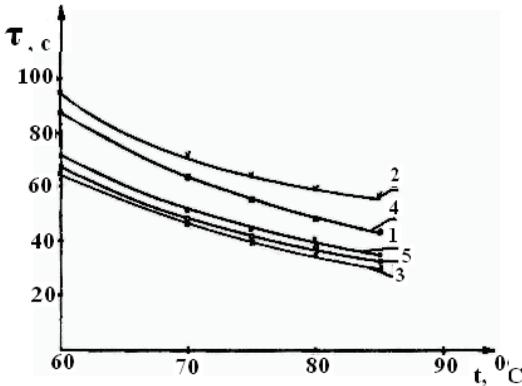


Рис.6. Зависимость продолжительности удаления окалины со сталей от температуры травильного раствора. Состав раствора: $\Sigma\text{Cl} - 200$ г/л; $\text{Fe}_{\text{общ.}} - 75$ г/л. 1 — Ст08Ю 3,0 мм температура смотки 650°C; 2 — Ст08Ю 3,0 мм температура смотки 680°C; 3 — Ст08пс 2,3 мм температура смотки 650°C; 4 — Ст08пс 2,3 мм температура смотки 680°C; 5 — Ст08пс 2,3 мм температура смотки 750°C

Обработка полосы с относительным удлинением 0,7% уменьшает продолжительность травления примерно так же; масса окалины при этом уменьшается на 12%. Разницу во влиянии относительного удлинения на эти два параметра можно объяснить тем, что уже малые деформации разрушают слой окалины и создают условия для работы локальных гальванических пар, ускоряющих процесс травления. Увеличение степени деформации приводит, в основном, к осыпанию окалины; продолжительность травления оставшейся на полосе окалины будет та же. Таким образом, обработка полосы с относительным удлинением 0,3 и 0,7% приводит к одинаковому снижению продолжительности травления, но обработка с относительным удлинением 0,7% предпочтительна, так как в этом случае расход кислоты будет меньше, (значительная часть окалины осыпается до вхождения полосы в травильную ванну).

Выводы. По результатам проведенных исследований можно рекомендовать следующий режим травления горячекатаных полос в турбулентном потоке травильного раствора: содержание соляной кислоты 6–15%, железа общего — до 120 г/л, суммарных хлоридов ≈ 200 г/л; температура раствора по секциям 70–85°C; предварительная обработка в изгибо-растяжной машине с относительным удлинением 0,7%.

Статья рекомендована к печати к.т.н.И.Ю.Приходько