

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА

И.В. Чуманов, М.А. Матвеева, В.И. Чуманов

В статье приведены данные по осуществлению экспериментального электрошлакового переплава для получения многослойного металлического материала. Описаны результаты микроструктурных исследований, а так же данные о испытаниях механических свойств экспериментального материала.

Ключевые слова: электрошлаковый переплав, многослойный металлический материал, микроструктура, макроструктура, механические свойства.

Электрошлаковый переплав уже давно зарекомендовал себя как способ глубокого рафинирования металла. Но помимо возможности применения переплава для глубокой очистки металла, также можно использовать его и для получения слоистого материала с чередованием слоёв разного химического состава. В ЮУрГУ в г. Златоусте на кафедре Общей металлургии

был разработан метод электрошлакового переплава с присадкой по ходу процесса легирующего компонента [1]. Результатом переплава является слиток с ярко выраженной слоистой структурой, где один слой соответствует переплавляемому материалу, а второй – легирующей присадке. При том, благодаря жидкофазному способу получения слитка, зона соединения слоёв надёжно сплавлена.

Эксперимент по получению многослойного металлического материала проводился на полупромышленной установке А-550 в кристаллизатор диаметром 90 мм под флюсом АНФ-6. Материал полученный при переплаве электрода стали марки 30Х13 [2, 3] с введением присадка углеродсодержащего компонента состоит из чередующихся железоуглеродистых и железохромистых слоёв. В качестве углеродсодержащего компонента была использована чугунная стружка. Химический состав полученного материала С – 0,4–1,6 %, Si – 0,5 %, Mn – 0,25 %, Cr – 9,5–11,0 %.

Полученный слиток подвергали горячей деформации до размера необходимой заготовки. Термическая обработка материала велась по двум режимам – отжиг (нагрев до температуры 730–750 °С, выдержка при этой температуре в течение 2 часов и охлаждение с печью) и отжиг + закалка (нагрев до температуры 1030–1050 °С и охлаждение в масле).

Исследование показали, что макроструктура материала не имеет какой-либо неплотности в виде пор и трещин (рисунок 1 и 2). Материал обладает выраженной слоистостью. Достигнута высокая чистота сплавления слоёв.

Микроструктура материала (рисунков 3 и 4) показывает, что слои плотно сплавлены, отсутствует чёткая зона перехода. Получение прочной взаимосвязи и плавного перехода между слоями обусловлены способом получения материала и характерны для литых слоистых композиций. Размытость границ является результатом диффузии углерода из науглероживателя на разных стадиях получения материала: в процессе переплава, термической обработки иковки материала. В слоистом материале в большом количестве присутствуют карбиды хрома, размер от 1 до 10 мкм. Наличие карбидной фазы предполагает высокие износостойкие свойства.

Испытанием на определение механических свойств подвергались образцы двух групп: первая – продольные образцы после отжига; вторая – продольные образцы после отжига и закалки.

Опытные образцы были подвергнуты следующим испытаниям: испытание на растяжение производили на разрывной машине типа УТС 110М-5 по ГОСТ 1497-84; испытание на ударную вязкость производили на маятниковом копре типа ИО 5003-0,3; для определения твердости использовался твердомер ТР-5014. Результаты испытаний приведены в таблице.

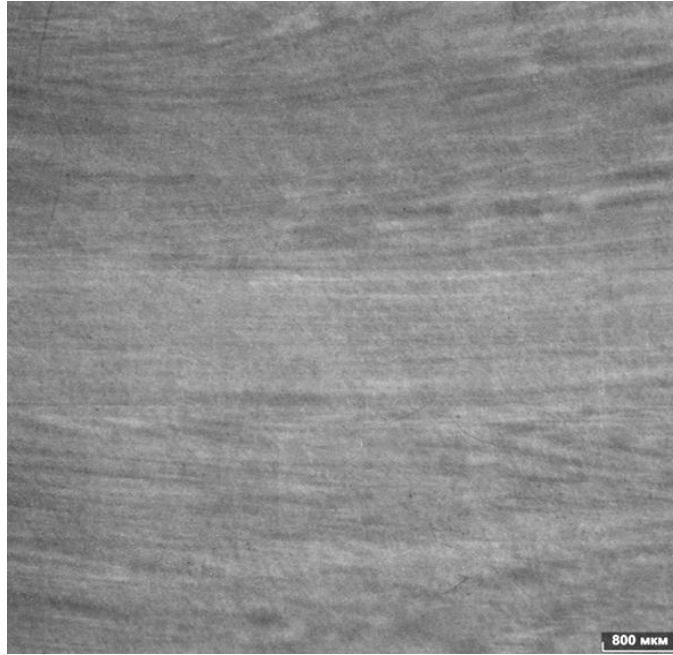


Рис. 1. Макроструктура продольного образца, $\times 25$

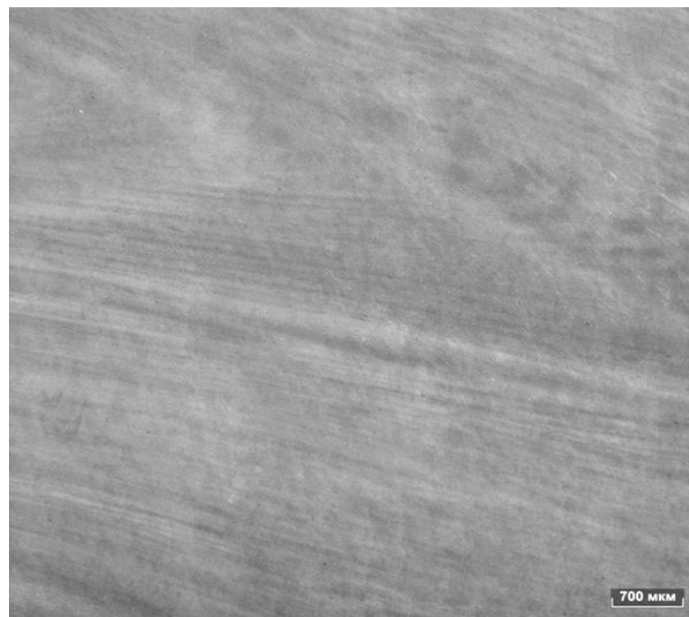


Рис. 2. Макроструктура продольного торсионного образца, $\times 25$

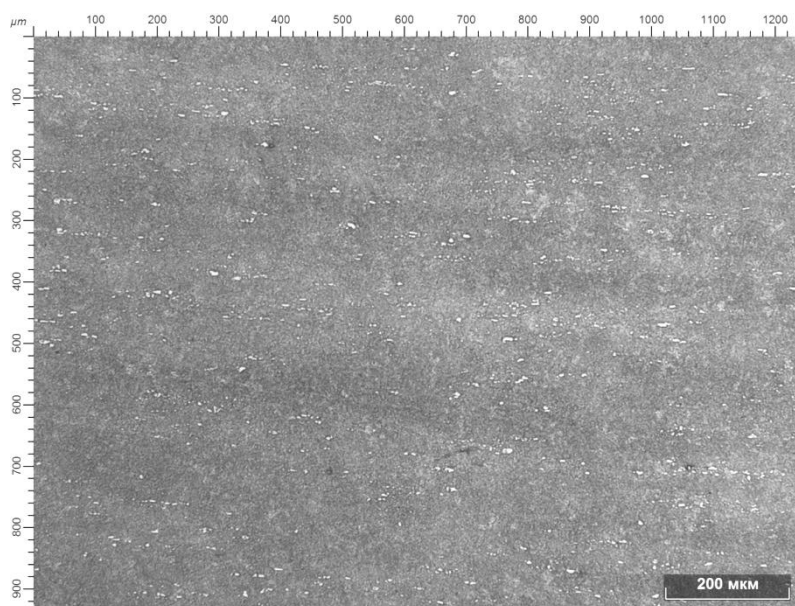


Рис. 3. Микроструктура продольного образца, $\times 130$

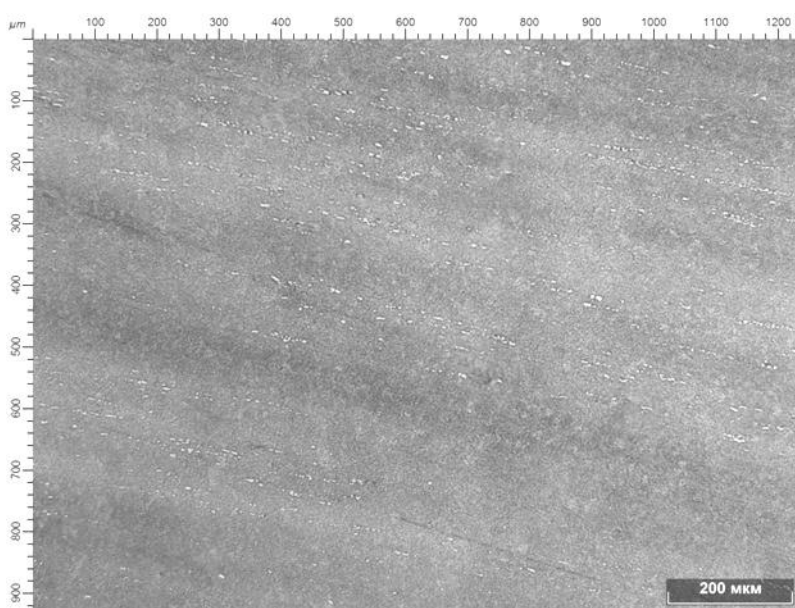


Рис. 4. Микроструктура продольного торсионного образца, $\times 130$

Таблица
Механические свойства экспериментального многослойного материала

Режим термической обработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	HRC	НВ	КСУ, Дж/см ²
Отжиг	1011	1043	12	62	625	15
Отжиг + закалка	1259	1287	9	65	677	20

Полученный многослойный металлический материал имеет выраженную слоистую структуру с плавным переходом от структуры одного слоя к структуре другого и достаточно высокие показатели по механическим свойствам. Чередование высоко- и низкоуглеродистых слоёв создаёт, так называемое, армирование материала. При ударе высокоуглеродистые слои будут препятствовать проникновению инородного тела вглубь материала, а низкоуглеродистые – гасить инерцию удара.

Использование электрошлаковой технологии для получения слоистой металлической композиции открывает широкий спектр возможностей для влияния на свойства получаемого материала. Изменяя исходные параметры переплава – химический состав компонентов, частота и количество присадок – можно воздействовать на свойства получаемой композиции и, в конечном итоге, получать материал с задаваемыми свойствами.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 11.1470.2014/К.

Библиографический список

1. Пат. № 2163269 Российская Федерация, «Способ получения многослойного слитка электрошлаковым способом» / В.И. Чуманов, В.Е. Рощин, И.В. Чуманов, Ю.Г. Кадочников. – 2001. Бюл. 5.
2. Чуманов, И.В. Исследование композиционного материала с многослойной структурой полученного методом электрошлакового переплава / И.В. Чуманов, В.И. Чуманов, М.А. Матвеева // *Электротехнология*. – 2011. – № 9. – С. 35–38.
3. Чуманов, И.В. Особенности жидкофазного получения слоистого материала / И.В. Чуманов, В.И. Чуманов, М.А. Матвеева // *Металлургия машиностроения*. – 2012. – № 2. – С. 11–14.

[К содержанию](#)