

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

УДК 621.771:669.054.8

**Д.Т. Раимов¹, И.Е. Григорьев², Д.Д. Гордиенко², А.С. Раковец²,
С.Н. Лежнев¹, Д.В. Куис²**

¹Рудненский индустриальный институт;

²Белорусский государственный технологический университет

ОБ НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ ПО РЕЦИК- ЛИНГУ ПРУТКОВОГО ЛОМА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Одной из важнейших проблем в области охраны окружающей среды является проблема утилизации отходов различных производств и дальнейшее их потребление. Поэтому уже не одно десятилетие во всем мире уделяется большое внимание разработке различных способов не только утилизации отходов, но и их переработки, т.е. рециклинга, в том числе металлолома, который составляет особую категорию отходов, и очень часто называется «железным мусором». Можно выделить следующие категории металлолома: лом железный; лом нержавеющей металлов; чугунные отработавшие элементы; лом цветных металлов; лом драгоценных металлов. При этом утилизация отходов, как черных, так и цветных металлов является полезным процессом для экономики любой страны. Это обусловлено, во-первых, экономическими аспектами, т.к. переработка и вторичное использование данных отходов благоприятно сказывается на добыче природных ресурсов, так как потребность в них снижается и идёт экономия полезных ископаемых, а также трудовых и экономических резервов. Во-вторых, это обусловлено и экологическими аспектами, т.к. в большинстве современных металлоизделий помимо железа содержится большой ряд других химических элементов, которые при разрушении постепенно попадают в почву и грунтовые воды, а многие из этих элементов, в том числе и токсичны. Поэтому в любой стране уделяется особое значение развитию технологий утилизации металлов и их лома для дальнейшей переработки с целью дальнейшего использования для нужд человека. Одним из самых простых и часто применяемых способов утилизации лома черных и цветных металлов и сплавов является его переплавка и дальнейшее вторичное использование. При этом чаще всего предварительно осуществляется сортировка металлического лома по химическому составу с учетом показателя качества металла,

по его виду, и кроме того может проходить по факту содержания в металлоломе легирующих и углеродных компонентов. Но известен и другой способ переработки некоторых металлоизделий отслуживших срок службы – это метод горячей обработки их давлением с получением готового товарного продукта.

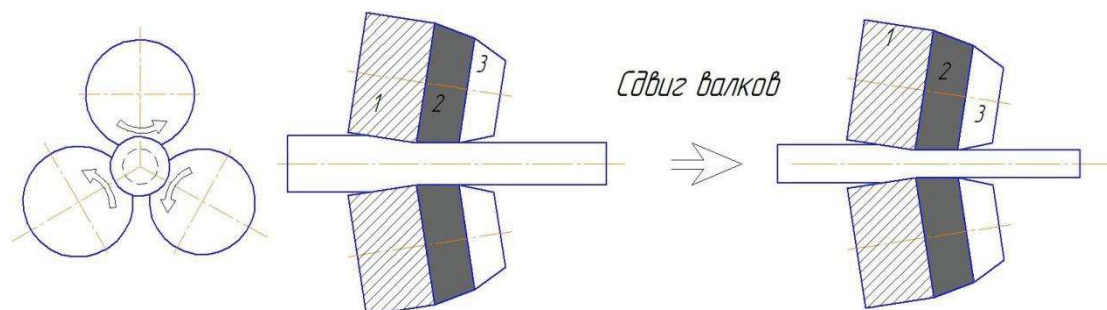
Хотя существует уже давно и другой способ переработки некоторых металлоизделий отслуживших свой срок службы различными способами горячей обработки давлением с получением готового товарного продукта [1-4]. Но качественно новый уровень возможностей по рециклингу переработки металлолома, как в виде некоторых длиннономерных металлоизделий, таких как штанги, оси, валы, отслуживших свой срок службы, так и обычного пруткового лома черных металлов, в том числе и арматуры, открывает процесс радиально-сдвиговой прокатки (РСП) [5].

С целью подтверждения возможности рециклинга различного пруткового лома черных металлов был проведен физический эксперимент на стане радиально-сдвиговой прокатки СВП-08. В качестве исходных заготовок будут использоваться: куски ржавой арматуры из стали марки 18Г2С класса А-II (А300) ГОСТ 5781-82 диаметром 25 мм и длиной 250 мм, которые предварительно перед деформированием были подвергнуты гомогенизирующему отжигу.

Технология рециклинга лома в виде арматуры включала в себя два этапа: 1-й этап - выкатывание самого арматурного профиля для получения обычной цилиндрической заготовки; 2-й этап – прокатка полученных цилиндрических заготовок с целью получения прутков с ультрамелкозернистой градиентной структурой. На первом этапе куски арматуры диаметром 25 мм перед деформированием на стане радиально-сдвиговой прокатки СВП-08 нагревали до температуры 1100°C с выдержкой 25 минут. После чего было осуществлено деформирование данных кусков арматуры на стане радиально-сдвиговой прокатки до диаметра 22 мм за два проходов с шагом абсолютного обжатия по диаметру 1,5 мм по схеме, представленной на рисунке 1. После получения заготовок диаметром 22 мм с формой поперечного сечения приближенной к цилиндрической осуществили подстуживание их до температуры 700°C с выдержкой в трубчатой печи Nabertherm R120/1000/13 для выравнивания температуры по сечению заготовок. На втором этапе деформирование заготовок диаметром 22 мм было осуществлено с шагом абсолютного обжатия по диаметру 2 мм по аналогичной схеме до диаметра 10 мм за шесть проходов.

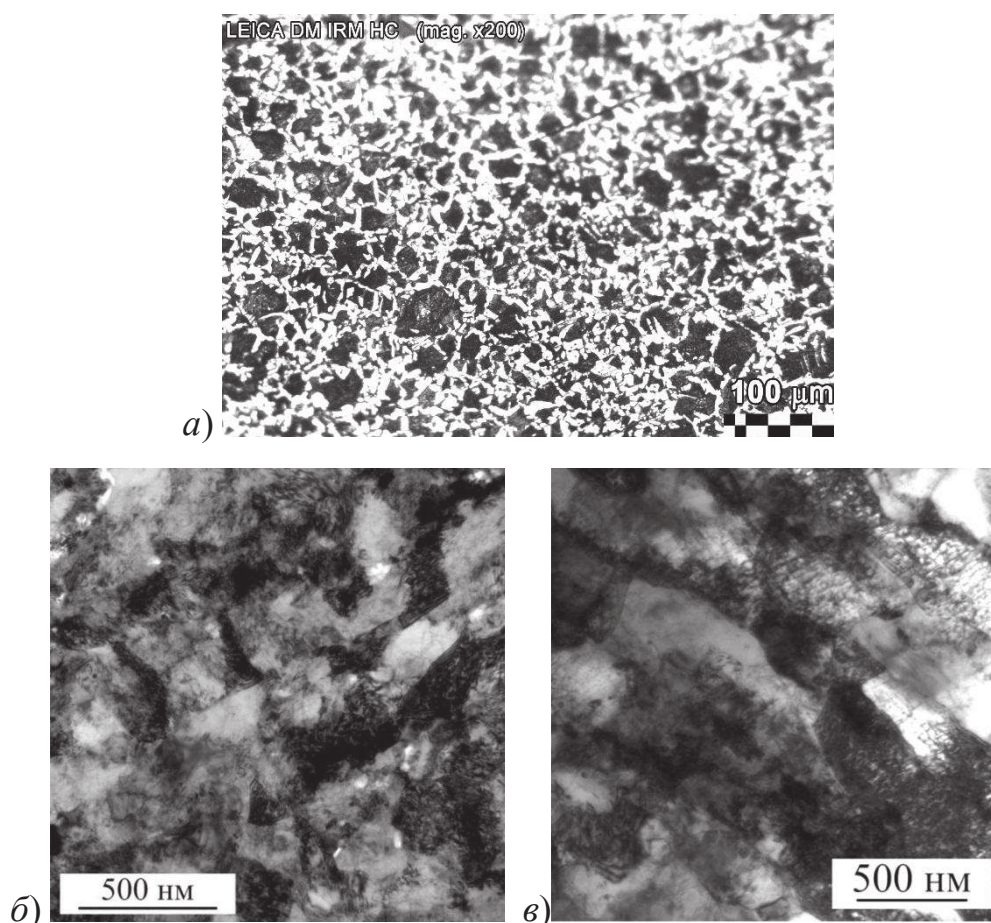
Анализ эволюции микроструктуры показал, что низколегированная сталь марки 18Г2С в исходном состоянии (после гомогенизирующей

щего отжига) имеет перлитно-цементитную структуру, вторичный цементит располагается по границам зерен (рисунок 2а), средний размер зерен составляет 25 мкм.



1 – обжимной участок для прямых проходов; 2 – калибрующий участок для всех проходов; 3 – обжимной участок для реверсивных проходов.

Рисунок 1 – Схема радиально-сдвиговой прокатки



а) в исходном состоянии (после гомогенизирующего отжига); б) после 8 проходов РСП в периферийной части прутка; в) после 8 проходов РСП в центральной части прутка

Рисунок 2 – Микроструктура стали марки 18Г2С

Проведенный анализ микроструктуры после восьми проходов (2-х предварительных при температуре начала деформирования 1100°C и 6-ти основных при температуре начала деформирования 700°C) деформирования на стане радиально-сдвиговой прокатки СВП-08 показал, что в периферийной части прутка стали 18Г2С наблюдается фрагментация зерен в результате образования дислокационных стенок и формирования ячеек деформации. Несмотря на высокую плотность дислокаций, также наблюдается большое количество субзерен, свободных от дислокаций (рисунок 2б). В микроструктуре также обнаружены рекристаллизованные области с низкой плотностью дислокаций, которые являются признаком развития динамической рекристаллизации при деформировании. Обнаруженные рекристаллизованные зерна отличаются не только отсутствием дислокаций в теле зерна, но и близкой к равновесной структурой границ разориентировки, о чем свидетельствует слабый полосчатый электронно-микроскопический контраст на этих границах. Структура же центральной зоны представляла собой вытянутые в направлении прокатки длинные и узкие зерна с размером, лежащем в интервале 1-2 мкм (рисунок 2в).

Таким образом, можно сделать вывод, что проведенные исследования подтвердили не только возможность использования радиально-сдвиговой прокаткой для переработки различных отходов черных металлов с получением товарного продукта в виде металлического прутка, но и возможность получения при этом мелкозернистой структурой, что в свою очередь сможет обеспечить существенное повышение механических свойств, а соответственно и качество получаемых металлоизделий.

Литература

1. Patent USA № 1086789. Method of rolling flanged shapes/ Edwin E. Slick, 1914.
2. Patent USA № 4982591. Rail recycle process/ Darrell B. McGahhey, 1991.
3. Патент РФ № 2541211. Способ изготовления сортового металлопроката из фрагментов рельс / Матлашов А.М., 2015.
4. Патент РФ № 2574531. Способ производства сортового проката из демонтированного железнодорожного рельса / Злобин А.А., 2016.
5. Galkin S.P. Radial shear rolling as an optimal technology for lean production// Steel in Translation. 2014. №44 (1). – P. 61-64.