

Н. Н. Загиров, А. С. Юриков

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫПУЧИХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРУТКОВ И ПРОВОЛОКИ НЕБОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ**

*Приведены результаты исследований технологии производства прутков и проволоки небольшого сечения из сыпучих отходов, образующихся при резке алюминиевых профилей на мерные длины. Показано, что тщательный сбор таких отходов и применение комбинированных методов обработки дают возможность получать полуфабрикаты и изделия с требуемым уровнем механических характеристик, минуя достаточно энергоемкую стадию переплава отходов.*

В условиях все возрастающих цен на мировом и внутреннем рынке на алюминий и алюминиевые сплавы по-прежнему актуальной задачей является вовлечение в производственный оборот вторичного алюминия. Как известно, традиционным способом переработки вторичных металлов и металлосодержащих отходов является их переплав [1]. Однако, по нашему мнению, плавильный передел и связанные с ним заготовительно-транспортные операции, являясь проверенным средством утилизации кускового лома и отходов, не обеспечивают необходимую эффективность переработки стружковых отходов. Это обусловлено влиянием ряда факторов, среди которых можно отметить повышенный угар металла, снижение производительности металлургических агрегатов, потери металла за счет коррозии, отсутствие технологии и оборудования для предварительной подготовки стружковых отходов и др. Все это побудило обратить более пристальное внимание на термомеханический способ переработки стружки, исключая стадию переплава. Его основу составляет метод совмещенной прокатки-прессования (СПП), адаптированный для деформирования сыпучих материалов [2].

Применение метода СПП в соответствии с [3] позволяет осуществить процесс компактирования и дальнейшей обработки сформированной заготовки в одном узле путем ее экструдирования через калибрующий канал матрицы за счет сил трения, передаваемых металлу валками. Процессы брикетирования и СПП могут быть разделены, тогда обработка уже сформированной заготовки может осуществляться в соответствии с [4].

Устройство для непрерывного прессования металла состоит из пары валков, на одном из которых выполнена рабочая канавка (ручей), расположенная по всему периметру (окружности). Форма рабочей канавки в большинстве случаев является прямоугольной, частично перекрываемой выступающей частью другого валка, за счет чего образуется закрытый калибр (полость) для подачи прутковой заготовки. Замкнутость пространства обеспечивается установкой на незначительном удалении от плоскости, проходящей через оси валков, матричного узла с вмонтированной матрицей, рабочее отверстие которой соответствует сечению получаемого пресс-изделия. Если ввести прутковую заготовку в рабочую по-

лость, образованную вращающимися валками, которые выполняют роль мини-контейнера, то металл заготовки под действием активных сил контактного трения перемещается по калибру, образуя зону осадки перед матрицей. Выдавливание (экструзия) через матрицу начнется и будет происходить тогда, когда совокупность температурно-скоростных и напряженно-деформационных условий обеспечит минимум затрат энергии для осуществления данного процесса. В первую очередь это связано с необходимостью регулирования и достижения определенной температуры металла в зонах, находящихся непосредственно перед матрицей или за ней. Эти условия при СПП формируются за счет соотношения температур нагрева прутковой заготовки перед ее подачей в валки и температурой на поверхности самих валков (как правило предварительно нагретых).

Приведем результаты экспериментальных исследований процесса получения прутков и проволоки из стружки алюминиевого сплава АД31, образующейся при резке пресс-изделий на мерные длины на одном из металлургических предприятий.

Разработанный технологический процесс состоит из следующих основных операций: брикетирования стружки в заготовки с необходимым размером поперечного сечения; получения прессованных прутков определенного диаметра методом совмещенной прокатки-прессования; термообработки; волочения проволоки на цепном стане до заданного диаметра.

Брикетирование стружки производилось в пресс-форме, включающей верхний и нижний пуансоны, разъемную матрицу и обойму с наклонными контактирующими поверхностями. Матрица с удлиненными составляющими выполнена с выступами, на которые устанавливается нижний пуансон. Угол наклона к вертикали образующей контактных поверхностей матрицы составлял 20°. Пресс-форма была использована в лабораторных условиях для изготовления из стружки сплава АД31 брикетов под последующую совмещенную прокатку-прессование (рис. 1). Давление брикетирования составило 100 МПа, размеры брикета – 15×20×200 мм, относительная плотность – 80 % (рис. 1, а). Далее полученные брикеты нагревали в печи до температуры порядка

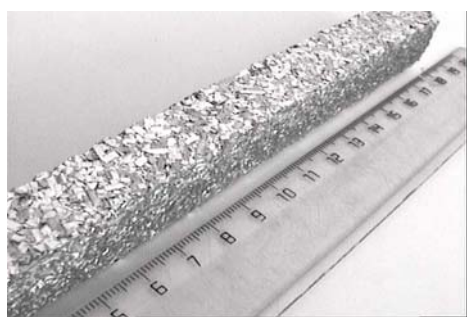
400 °С, выдерживали при этой температуре в течение 30 мин, после чего задавали в валки установки СПП-200, в одном случае холодные, в другом – предварительно подогретые до 100...150 °С. Выдавливание металла осуществлялось через матрицу с калибрующим отверстием диаметром 7 мм, при этом процесс истечения металла прерывался незадолго до его завершения, что позволяло извлекать из валков недокаты (рис. 1, б).

Выбор размера получаемого пресс-изделия обусловлен тем, что для обеспечения удовлетворительного качества прутков необходимо вести прессование с высокими степенями деформации, в большинстве случаев превышающими 90 %. При прессовании с меньшими степенями деформации полного схватывания между частицами стружки не происходит.

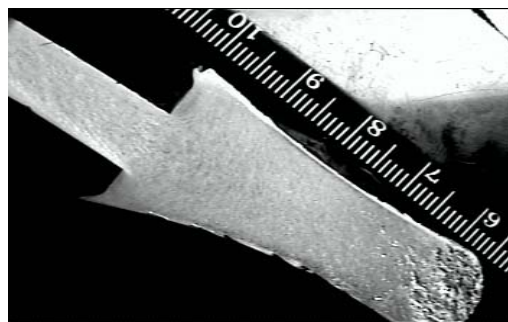
В ходе экспериментов было установлено, что решающим фактором, оказывающим существен-

ное влияние на схватывание частиц стружки при выдавливании, наряду со степенью деформации, является температура обработки. Низкая температура прессования, обусловленная недостаточным прогревом валков, не обеспечивает получения качественного прутка. При испытании на разрыв образцы, изготовленные из этих прутков, разрушались по границам стружки практически без удлинения. Об этом свидетельствуют и результаты металлографических исследований, подтверждающих, что частицы стружки находятся лишь в плотном контакте и никакого взаимодействия между ними не происходит (рис. 2).

На микроструктуре прутков, полученных при температуре нагрева валков около 150 °С, уже видны участки взаимодействия отдельных частиц стружки в виде сплошных зон, вытянутых по направлению деформации (рис. 3). При этом объем этих зон значителен, а границы между частицами стружки менее выражены.

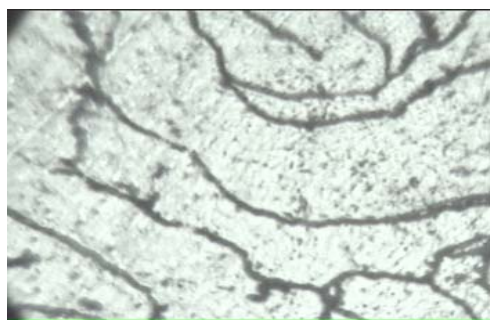


а

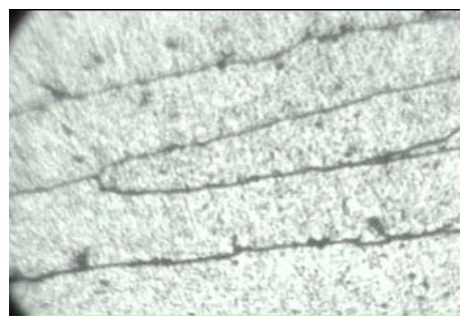


б

Рис. 1. Форма заготовки после брикетирования (а) и недоката (б) после прокатки-прессования

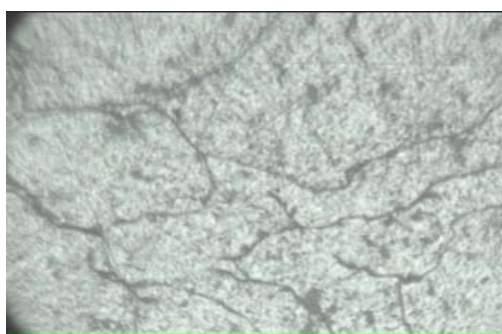


а

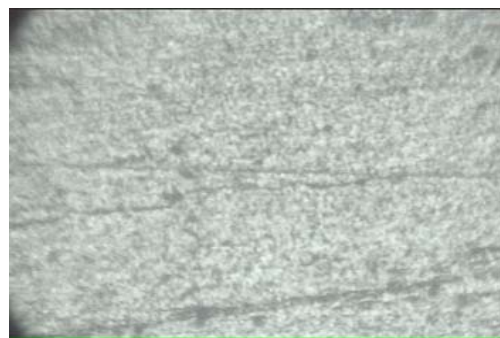


б

Рис. 2. Микроструктура прутков ( $\times 500$ ) в поперечном (а) и продольном (б) сечениях, полученных при температуре валков 20 °С



а



б

Рис. 3. Микроструктура прутков ( $\times 500$ ) в поперечном (а) и продольном (б) сечениях, полученных при температуре валков 150 °С

Повышение качества схватывания частиц стружки с увеличением температуры обработки подтверждено и результатами механических испытаний образцов, вырезанных из пресс-изделий. Предел прочности при растяжении составил 170...180 МПа, относительное удлинение – 13...15 %, относительное сужение в месте образования шейки – 35...40 %, что соответствует уровню свойств горячепрессованных прутков из сплава АД31 по ГОСТ 21488–97.

Анализ характера разрушения образцов при растяжении лишний раз подтвердил, что качественное схватывание происходит лишь при степенях деформации 90 % и более, а также при соответствующей температуре обработки. У прутков, спрессованных при пониженных температурах, качественное схватывание наблюдалось лишь на кольцевых участках в приповерхностных слоях образцов. Разрушение этих колец происходило подобно цельному металлу. В осевой же части имелись поры и расслоения.

В прутках, полученных при повышенных температурах, указанных выше дефектов не обнаружено, а образцы, изготовленные из них, по всему сечению разрушались подобно компактному материалу.

Далее полученные прутки подвергались отжигу в камерной печи при температуре 300 °С в течение 1 ч.

Заключительным технологическим этапом являлось волочение, которое проводилось на цепном волочильном стане усилием 50 кН без применения промежуточной термообработки. В результате была получена проволока минимального диаметра 2 мм. Волочение происходило стабильно, без обрывов, со средним относительным обжатием 15...20 %

Анализ микроструктуры проволоки показал, что при холодной деформации заготовки происходит уменьшение границ между сплошными зонами и еще более сильное вытягивание их вдоль оси деформации. При этом с увеличением степени деформации до 70 % наблюдается повышение прочности свойств в среднем на 15...20 %.

Таким образом, по результатам исследований предложена технологическая схема получения пресс-изделий и проволоки непосредственно из алюминиевой стружки, применение которой может существенно сократить безвозвратные потери металла. При этом следует четко представлять, что положительный эффект от использования такого рода материалов для получения пресс-изделий и проволоки зависит от степени чистоты исходного сырья, а наличие тонкой окисной пленки на поверхности частиц стружки может отрицательно сказываться на качестве получаемой продукции.

#### Библиографический список

1. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии / под ред. И. К. Андриевского. Киев : Изд-во АН УССР, 1963. 420 с.
2. Сидельников, С. Б. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов : моногр. / С. Б. Сидельников, Н. Н. Довженко, Н. Н. Загиров. М. : МАКС-Пресс, 2005. 344 с.
3. А. с. № 1692739 СССР. Устройство для получения проволоки и профилей / С. Б. Сидельников, В. Н. Корнилов, Н. Н. Довженко и др. Опубл. 1991. Бюл. № 43.
4. Пат. 1785459 Устройство для непрерывного прессования металла / Н. Н. Довженко, С. Б. Сидельников, Н. Н. Загиров. Опубл. 1992. Бюл. № 48.

*N. N. Zagirov, A. S. Yurikov*

#### THE USAGE OF GRANULAR WASTES OF ALUMINIUM ALLOYS FOR PRODUCING OF SMALL SECTION RODS AND WIRES

*It is given the results of explorations of the technologies of small section rods and wires production from granular wastes, which are formed by cutting of aluminium profiles to measure lengths. It is shown that accurate gathering of such kind of wastes and application of combine treatment methods give the possibility for getting semimanufacture items and products with the necessary level of mechanical characteristics without power-intensive stage of waste refining.*