

УДК 621.777

DOI 10.17073/0021-3438-2015-3-60-63

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПОСОБА «КОНФОРМ» ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СТРУЖКИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

© 2015 г. **В.Г. Шеркунов, Ю.В. Горохов, И.Л. Константинов,
Е.В. Иванов, В.П. Катрюк**

Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ), г. Челябинск

Сибирский федеральный университет (СФУ), г. Красноярск

Статья поступила в редакцию 14.10.13 г., доработана 24.04.14 г., подписана в печать 13.05.14 г.

Проведено исследование возможности применения способа непрерывного прессования на установке «Конформ» для переработки стружки из алюминиевых сплавов с ее подачей непосредственно в контейнер установки. Использовали стружку из сплава АД1. Перед прессованием ее промывали, с целью очистки поверхности, в мыльно-содовом растворе при температуре 80–90 °С в течение 8–10 мин при интенсивном перемешивании, затем подвергали сушке с помощью вентиляторов. Для прессования прутков круглого сечения применяли матрицы диаметром 4, 5, 6 и 8 мм, что обеспечивало при прессовании коэффициенты вытяжки 25,8; 16,5; 11,5 и 6,4 соответственно. Показано, что способом «Конформ» можно получать компактные полуфабрикаты непосредственным прессованием стружки алюминиевых сплавов. Механические свойства горячепрессованных полуфабрикатов позволяют рекомендовать их для использования в качестве изделий неотвеченного назначения.

Ключевые слова: непрерывное прессование, стружка, механические свойства, алюминиевые сплавы.

The possibility of applying the continuous pressing method using a «Konform» installation to process the aluminum-alloy chips with their feeding immediately into the installation container is investigated. Chips of the AD1 alloy were used. Before pressing, it was washed in a water–soda solution at 80–90 °C for 8–10 min under intense stirring in order to clean the surface and dried using fans. To press the round-section rods, matrices 4, 5, 6, and 8 mm in diameter were used, which provided the elongation coefficients during pressing of 6,3, 11,2, 16,0, and 25,3, respectively. It is shown that the «Konform» method can be used to produce compact semifinished products by immediate pressing the aluminum-alloy chips. The mechanical properties of hot-pressed semifinished products allow one to recommend them for using as wares of irresponsible indentation.

Keywords: continuous extrusion, chips, mechanical properties, aluminum alloys.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется разработке ресурсосберегающих технологий, к которым относится переработка мелких отходов и стружки алюминия и его сплавов, образующихся в процессе механической обработки. Традиционно такие отходы сортируют, очищают, брикетируют и

переплавляют в слитки, служащие исходным материалом для последующей обработки. Однако такой способ сложен, энергоемок и сопровождается большими потерями на угар.

В работах [1–4] описаны методы переработки стружки из алюминиевых и медных сплавов с по-

Шеркунов В.Г. – докт. техн. наук, проф., зав. кафедрой машин и технологий обработки материалов давлением ЮУрГУ (454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, 83). E-mail: sherkunovvg@susu.ac.ru.

Горохов Ю.В. – докт. техн. наук, доцент кафедры обработки металлов давлением СФУ (660025, г. Красноярск, пр-т Красноярский рабочий, 95). Тел.: (391) 206-37-31. E-mail: 160949@list.ru.

Константинов И.Л. – канд. техн. наук, доцент той же кафедры СФУ. Тел.: (391) 206-37-31. E-mail: ilcon@mail.ru.

Иванов Е.В. – ст. препод. той же кафедры СФУ. Тел.: (391) 206-37-31. E-mail: kafomd_1@mail.ru.

Катрюк В.П. – ст. препод. той же кафедры СФУ. Тел.: (391) 206-37-31. E-mail: katruk.sfu@gmail.ru.

лучением полуфабриката в виде проволоки, не использующие переплав и заключающиеся в применении сортных сыпучих металлических отходов, подвергаемых горячему брикетированию, а затем экструдированию, с дальнейшим использованием прутков в качестве заготовок для получения проволоки. Недостаток этих технологий — применение промежуточной операции брикетирования, а также периодичность процессов, присущая как брикетированию, так и экструдированию.

Для повышения эффективности переработки вторичного алюминия весьма перспективно использование способа непрерывного прессования «Конформ» [5–12], реализующего два направления переработки металлической стружки. Первое предполагает переработку массы стружки в компактный полуфабрикат для переплава, что снизит угар. Второе направление — это непосредственное экструдирование стружки в полуфабрикат или изделие неотчетливого назначения [6]. В обоих случаях компактирование материала идет путем схватывания дискретных металлических частиц (стружки) и прочность получаемого полуфабриката во многом определяется температурой в очаге деформации, степенью деформации и давлением прессования, а также связана с морфологией частиц и состоянием их поверхности.

Способ «Конформ» реализуется на установках [7], принципиальная схема одной из которых изображена на рис. 1. Конструкция установки предусматривает экструдирование как сплошной заготовки, так и стружки.

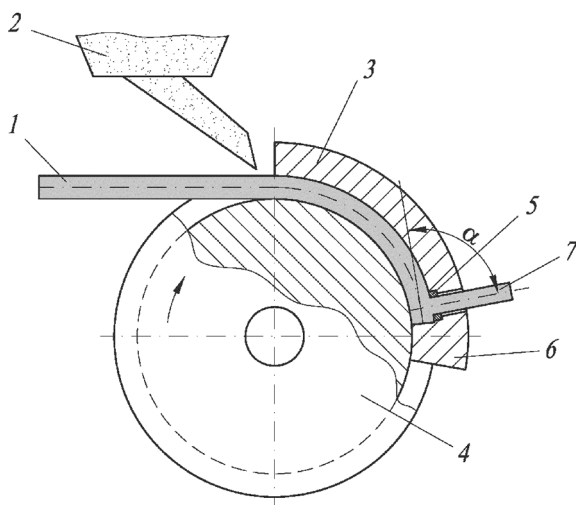


Рис. 1. Принципиальная схема установки «Конформ»
1 — прутковая заготовка; 2 — бункер; 3 — неподвижная вставка контейнера; 4 — колесо; 5 — матрица; 6 — упор; 7 — полуфабрикат

В случае варианта подачи в контейнер дискретных металлических частиц высокое давление и тепло, выделяющееся при трении материала о поверхность неподвижной вставки контейнера 3, а также частиц между собой, способствуют свариванию их перед матрицей, и в результате достигается непрерывное экструдирование сплошного изделия 7, как и в случае подачи монолитной заготовки 1. Обычно для переработки этим способом отходы предварительно переплавляют, а затем превращают в порошок газовой распылкой или в гранулы центрифугированием в охлаждающую среду [13]. Однако предварительная переработка отходов в порошок или гранулы усложняет технологический процесс и снижает выход годного продукта из-за угара при плавлении отходов.

Цель настоящей работы — использование способа непрерывного прессования на установке «Конформ» для переработки стружки из алюминиевых сплавов с подачей стружки непосредственно в контейнер установки.

Методика исследований

В лаборатории кафедры обработки металлов давлением СФУ была спроектирована и изготовлена установка «Конформ» (рис. 2). Ее конструктивные особенности заключаются в следующем. Рабочее

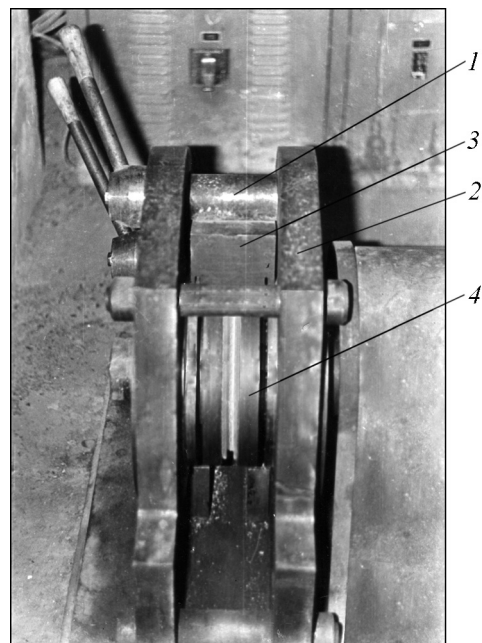


Рис. 2. Прессовый узел лабораторной установки «Конформ»
1 — эксцентриковый прижим; 2 — станина;
3 — неподвижная вставка контейнера; 4 — колесо

колесо 4 установки диаметром 320 мм закреплено на валу с осевым отверстием, по которому циркулирует охлаждающая жидкость. На боковой поверхности колеса выполнена канавка, имеющая прямоугольную форму поперечного сечения. Вал колеса установлен на подшипниках в стойках станины 2, а неподвижная вставка контейнера 3 с выступом прямоугольной формы фиксируется в рабочем положении и прижимается к колесу двумя эксцентриковыми прижимами 1. Площадь сечения контейнера в виде квадрата со стороной 18 мм составляет 324 мм². В качестве привода используется электродвигатель постоянного тока мощностью 90 кВт.

Для прессования применяли стружку из сплава АД1. Перед этим для очистки поверхности ее промывали в мыльно-содовом растворе при температуре 80–90 °С в течение 8–10 мин при интенсивном перемешивании и подвергали сушке на воздухе с помощью вентиляторов. Перед засыпкой в бункер партию стружки массой 1 кг нагревали в печи электропрототипа до $t = 300 \div 350$ °С, а рабочее колесо с помощью газовой горелки — до $t = 200 \div 250$ °С. В процессе прессования, выполняемом при скорости вращения колеса 5 об/мин, в результате действия сил трения и работы деформации температура прессования достигала 400–420 °С, что фиксировалось хромель-алюмелевой термопарой, зачеканенной в отверстие, выполненном в упоре б (см. рис. 1). После этого включалась подача охлаждающей жидкости в отверстие вала рабочего колеса, и поддержание изотермических условий в указанном температурном интервале осуществлялось путем регулирования расхода жидкости.

Результаты и их обсуждение

Напряженное состояние металла при прессовании по способу Конформ характеризуется большими сдвиговыми напряжениями, вызываемыми резким поворотом течения металла перед упором и попаданием в канал матрицы. Для изучения влияния величины угла α , заключенного между осью канала матрицы и касательной, проведенной к оси контейнера в точке ее пересечения с осью матрицы (см. рис. 1), на качество горячепрессованных



Рис. 3. Продольный разрез пластилиновых образцов, полученных при прессовании в матрицы, установленные под углом $\alpha = 90^\circ$ (а) и 60° (б)

прутков использовали данные работы [14], а также моделирование процесса прессования с помощью разноцветного пластилина и двух видов неподвижных вставок контейнера. Первый вид обеспечивал фиксацию оси канала матрицы под углом $\alpha = 90^\circ$ (вставка 1), а второй — под углом $\alpha = 60^\circ$ (вставка 2). Эксперимент с прессованием пластилина наглядно показал (рис. 3), что вставка 2 ($\alpha = 60^\circ$) обеспечивает симметричный характер течения материала заготовки, и подтвердил результаты [15] моделирования процесса «Конформ» с установкой матрицы под углами 90, 60, 30 и 0°.

После этого для прессования прутков круглого сечения использовали обе вставки и матрицы диаметром 4, 5, 6 и 8 мм, что обеспечивало при прессовании коэффициенты вытяжки 25,8; 16,5; 11,5 и 6,4 соответственно.

В ходе проведения экспериментов были получены прессованные прутки, у которых в первую очередь оценивалось состояние поверхности. Установлено, что при использовании вставки 1 на поверхности прутков, расположенной с противоположной стороны относительно выступа упора вставки контейнера, наблюдались надрывы и трещины (рис. 4, а). Скорее всего, это обусловлено тем, что такое расположение матрицы приводит к асимметричному характеру течения металла, вызывающему значительную неравномерность сдвиговой деформации по поперечному

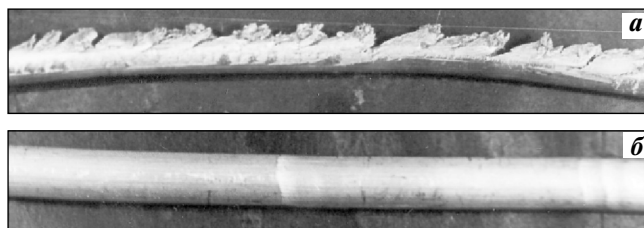


Рис. 4. Прутки, полученные прессованием стружки марки АД1 на установке «Конформ» при установке матрицы под углом $\alpha = 90^\circ$ (а) и 60° (б)

Результаты механических испытаний горячепрессованных прутков, полученных из стружки сплава АД1 прессованием на установке «Конформ»

Коэффициент вытяжки	Временное сопротивление разрыву (σ_B), МПа	Относительное удлинение (δ), %
6,4	40	5
11,5	90	9
16,5	100	15
25,8	105	16

сечению пресс-изделия. В случае вставки 2, когда ось матрицы располагается под углом $\alpha = 60^\circ$, обеспечилось хорошее качество поверхности (рис. 4, б).

После экструзии от полученных прутков отрезали передний слабодеформированный и задний утяжной концы и отбирали по 5 образцов, которые подвергали механическим испытаниям на растяжение по ГОСТ 10446-80 на универсальной электро-механической разрывной машине LFM-400. Результаты испытаний приведены в таблице.

Установлено, что основное влияние на уровень механических свойств горячепрессованных прутков оказывает степень деформации при экструзии. Так, при увеличении коэффициента вытяжки с 6,4 до 25,8 временное сопротивление разрыву полуфабрикатов возросло приблизительно в 2,5 раза, а относительное удлинение — в 3 раза. Достигнутые результаты позволяют рекомендовать полученные полуфабрикаты для изготовления изделий неответственного назначения — например, прутков для раскисления стали и т.д.

Заключение

В результате экспериментов было показано, что способ «Конформ» можно использовать для получения компактного полуфабриката непосредственным экструдированием стружки алюминиевых сплавов. Механические свойства полученных горячепрессованных полуфабрикатов позволяют реко-

мендовать их для изготовления изделий неответственного назначения.

Литература

1. Биронт В.С., Аникина В.И., Загиров Н.Н. Материаловедение. Формирование структуры нового класса стружковых материалов. Красноярск: ГУЦМиЗ, 2005.
2. Биронт В.С., Аникина В.И., Загиров Н.Н., Сапарова А.С., Ковалева А.А. Структуры гетерогенных стружковых материалов цветных металлов. Новосибирск: СИБПРИНТ, 2011.
3. Загиров Н.Н., Константинов И.Л., Иванов Е.В. // Изв. вузов. Цв. металлургия. 2012. № 2. С. 36.
4. Загиров Н.Н., Константинов И.Л., Иванов Е.В., Роговой А.А. // Изв. вузов. Цв. металлургия. 2014. № 4. С. 41.
5. Бережной В.Л., Шерба В.Н., Батурин А.И. Прессование с активным действием сил трения. М.: Металлургия, 1988.
6. Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Загиров Н.Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов. М.: МАКС Пресс, 2005.
7. Браузер М., Зауер Г., Зигерт К. Прессование: Справ. рук-во. М.: АЛЮСИЛ МВиТ, 2009.
8. Корнилов В.Н. Непрерывное прессование со сваркой алюминиевых сплавов. Красноярск: Изд-во педагог. ин-та, 1993.
9. Гильденгорн М.С., Селиванов В.В. // Технол. легких сплавов. 1987. № 4. С. 67.
10. Сидорин А.С., Чиченев Н.А., Шур И.А. // Цв. металлы. 2005. № 2. С. 30.
11. Потапов И.Н., Ефремов Д.Б., Финагин П.П., Прудковский Б.А., Романцев Б.А. // Цв. металлы. 1987. № 3. С. 85.
12. Сергеев В.М., Антич В.А., Корнилов В.Н., Дранишников С.В. // Цв. металлы. 1992. № 5. С. 67.
13. Локшин М.З., Шамраев В.Н., Авдеев В.В., Богатов В.Ю. // Технол. легких сплавов. 1992. № 10. С. 60.
14. Горохов Ю.В., Солопко И.В., Суслов В.П. // Цв. металлы. 2010. № 10. С. 81.
15. Горохов Ю.В., Солопко И.В., Суслов В.П., Крылов М.А. // Цв. металлы. 2010. № 12. С. 69.