

**Наталья Александровна Калинина^{1,2*}, Татьяна Викторовна Мальцева²,
Наталья Борисовна Пугачева¹, Владимир Павлович Швейкин¹**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

²ПАО «КУМЗ», г. Каменск-Уральский, Россия

*kalinina_na@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ С ЦЕЛЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ПРЕССОВАНИЯ

При разработке технологических процессов важным аспектом является возможность управления структурой и свойствами алюминиевых сплавов в процессе пластической деформации и термической обработки с целью получения заранее определенного уровня указанных параметров.

В рамках работы оценивается возможность термомеханической обработки алюминиевых деформируемых сплавов с целью оптимизации производственного цикла прессования. А также демонстрируется целесообразность использования в качестве исходной заготовки выходных концов отпрессованного изделия и отклоненные крупногабаритные прутки, если изготавливаемые полуфабрикаты не удовлетворяют всем условиям нормативной документации.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, термомеханическая обработка, микроструктура, прессование.

Natalya A. Kalinina, Tatyana V. Maltseva, Nataliya B. Pugacheva, Vladimir P. Shveikin

JUSTIFICATION OF THERMO-MECHANICAL PROCESSING MODES OF ALUMINUM DEFORMABLE ALLOYS TO OPTIMIZING THE PRESSING PRODUCTION CYCLE

When developing technological processes, an important aspect is the ability to control the structure and properties of aluminum alloys during plastic deformation and heat treatment in order to obtain a predetermined level of the specified parameters.

The work evaluates the possibility of thermomechanical processing of aluminum deformable alloys in order to optimize the production cycle of pressing. It also demonstrates the feasibility of using the output ends of the pressed product and rejected large-sized rods as the initial blank if the manufactured semi-finished products do not meet all the conditions of the regulatory documentation

Key words: aluminum alloys, thermomechanical processing, microstructure, pressing.

Целью данной работы является обоснование режимов термомеханической обработки алюминиевых деформируемых сплавов с целью оптимизации производственного цикла прессования. Основная задача состоит в разработке технологии термомеханической обработки технологических отходов прессового производства алюминиевых сплавов, для последующего получения из них заготовок для прессования в технологической цепочке получения изделий из алюминиевых сплавов АД33 и Д16 в условиях ПАО «КУМЗ». Актуальность тематики обусловлена существенным повышением производительности прессового участка.

Одним из основных способов получения длинномерных заготовок методом горячей пластической деформации алюминиевых сплавов на ПАО «КУМЗ» является процесс прессования. Технологические особенности прессования определяются следующими показателями: метод прессования (прямое или обратное), геометрические размеры слитка, температурный интервал, скорость прессования, форма каналов и их расположение на матрице, вид контактного трения, силовые параметры [1-9].

Основным методом получения прессовых заготовок на ПАО «КУМЗ» является прессование с прямым истечением металла (рис. 1).

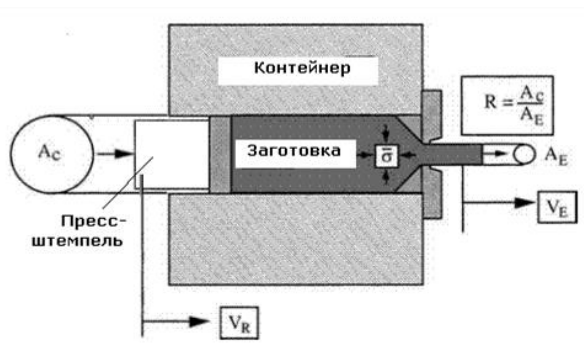


Рис. 1. Схема прессования с прямым истечением металла

В условиях ПАО «КУМЗ» производство крупногабаритных прутков производится на горизонтальном прессе усилием 120 МН из контейнера Ø800мм с предварительным нагревом. Прессование производят прямым методом без применения смазки. Нагрев слитков перед прессованием производится в двух камерных печах конвейерного типа. Далее выполняется обрезка технологических отходов (в т.ч. выходных концов) на ленточной или дисковой пиле. После этапа прессования выходные концы как технологические отходы направляются в переплав (синяя траектория на рис. 2). В тоже время они могут быть направлены на термическую обработку для корректировки структуры и повторно отпрессованы (красная траектория на рис.2).

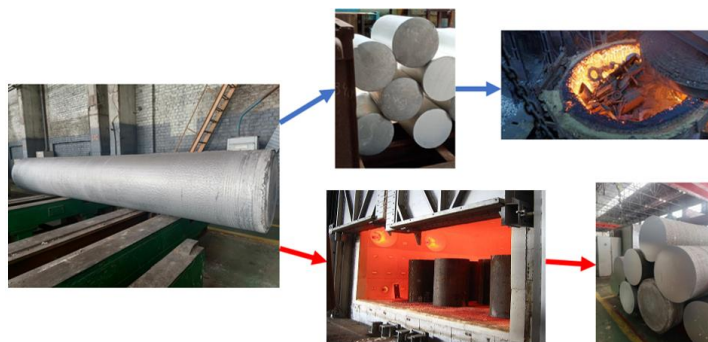


Рис. 2. Возможные пути рециклинга выходных концов пресс изделий

Предварительные расчеты объема металла, который может быть направлен на дополнительную термическую обработку и последующее прессование на меньший размер представлены на рис. 3. Как видно доля металла выходных концов (с непроработанной структурой) находится на уровне 14-18% для пресс изделий с диаметром более 190 мм. Для меньших сечений прессованных полуфабрикатов объем такого металла значительно снижается до уровня 4-5%.

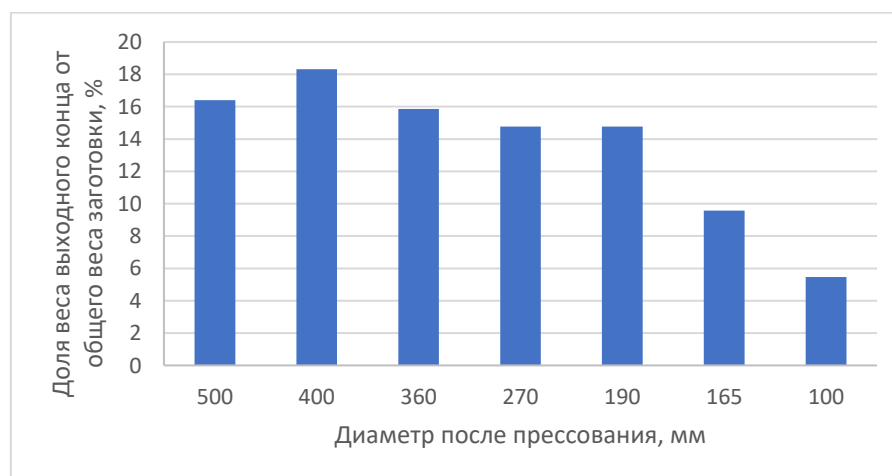


Рис. 3. Доля объема металла выходного конца пресс изделия от его общей массы слитка

Приведенные данные свидетельствует о высокой доле материала, уходящего в переплав на первых четырех-пяти переходах прессования. Стоит отметить, что важной задачей для получения качественного изделия с заданным комплексом механических свойств является необходимость обеспечения структурного состояния повторно прессуемой заготовки идентичным исходному, формируемому до пластической деформации. Одним из путей решения указанной проблемы является дополнительная термическая обработка, которая должна исключить наследственность структуры после предыдущих переделов.

Для оценки параметров микроструктуры и механических свойств пресс-изделий из алюминиевых сплавов АД33 и Д16, были проведены комплексные исследования выходных концов, в зависимости от температуры отжига.

По результатам рентгеноструктурного анализа образцов установлено, что только в слитке сплава Д16 до прессования металл находится в изотропном, нетекстурованном состоянии. Для сплава Д16 после прессования и сплава АД33 во всех исследованных состояниях характерно наличие аксиальной кристаллографической текстуры разных типов. По результатам ДСК исследований установлен возможный температурный режим термической обработки выходных концов прессовой заготовки для дальнейшего передела.

По результатам микроструктурных исследований и экспериментальным данным о сопротивлении деформации исследуемых сплавов было установлено, что наиболее оптимальной температурой для отжига выходных концов прессовых полуфабрикатов является температура 390°C при длительности выдержки, регламентированной технологическими инструкциями предприятия, исходя из марки сплава и поперечного сечения заготовки. Данная температура позволила сформировать структуру и уровень механических свойств прессованной заготовки выходного конца близкой к уровню исходного недеформированного материала, что позволяет выполнить последующий рециклинг материала исключая металлургический передел.

Таким образом, выполненные микроструктурные и пластометрические исследования, ДСК анализ - показали, что целесообразно проведение промежуточного отжига выходных концов из исследованных сплавов АД33 и Д16 при температурах 380-400°C. Данные диапазоны применимы для обоих сплавов, что позволяет оптимизировать процессы термообработки за счет одновременного отжига исследованных типов сплавов, следовательно снизить экономические затраты на передел.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бережной В. Л. Прессование с активным действием сил трения / В. Н. Щерба, А. И. Батулин. М.: Металлургия, 1988. 296с.
2. Гун Г. Я. Прессование алюминиевых сплавов / В. Н. Яковлев, Б. А. Прудковский. М.: Металлургия, 1974. 362с.
3. Кузьменко В. А. Прессование алюминиевых сплавов / В. А. Кузьменко. М.: Металлургия, 1986. 108 с.
4. Райтбарг Л. Х. Производство прессованных профилей / Л. Х. Райтбарг. М.: Металлургия, 1984. 264 с.
5. Елагин В. И. Алюминиевые сплавы. Структура и свойства полуфабрикатов из алюминиевых сплавов: справочник / В. И. Елагин, В. А. Ливанов. М.: Металлургия, 1974. 432 с.
6. Щур И. А. Технологическое оборудование для прессования металла / Щур И. А. М.: Металлургия, 1994. 96 с.

REFERENCES

1. Berezhnoy V. L. Pressing with the active action of friction forces / V. N. Shcherba, A. I. Baturin. Moscow: Metallurgy, 1988. 296 p.
2. Gun G. Ya. Pressing aluminum alloys / V. N. Yakovlev, B. A. Prudkovsky. Moscow: Metallurgy, 1974. 362 p.
3. Kuzmenko V. A. Pressing aluminum alloys alloys / V. A. Kuzmenko. Moscow: Metallurgiya, 1986. 108 p.
4. Raitbarg L. H. Production of pressed profiles / L. H. Raitbarg. Moscow: Metallurgiya, 1984. 264 p.
5. Elagin V. I. Aluminum alloys. Structure and properties of semi-finished products from aluminum alloys: a reference book / V. I. Elagin, V. A. Livanov. Moscow: Metallurgiya, 1974. 432 p.
6. Shchur I. A. Technological equipment for metal pressing / Shchur I. A. M.: Metallurgy, 1994. 96 p.