

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОКАТКИ ЛИСТОВ ИЗ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ НА РАЗМЕРЫ И СВОЙСТВА

Бибик П.Ю.^{1,2}, Огмрцян А.Р.¹, Шаталов Р.Л.¹

¹*Московский политехнический университет, Москва;*

²*Богородский филиал АО «НПО «Прибор», Ногинск*

Ключевые слова: прокатка, разворот листа, сплав АМг2, сплав АД1, форма листа, твердость, удельная электропроводность.

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния продольной прокатки и чередования продольных и поперечных проходов листов размером 1,90 x 40 x 40 мм из сплава АМг2 и АД1 на стане 150 x 235 на формирование размеров, распределение твердости и удельной электропроводности. Установлено, что за два прохода в зависимости от направления прокатки листов на толщину около 1,2 мм при относительном обжатии около 45% распределение геометрических размеров, твердости и электропроводности отличается. Показано, чередование продольных и поперечных проходов при прокатке практически восстанавливает форму листа в квадратную и уменьшает анизотропию твердости и удельной электропроводности с 20 до 9%.

STUDY OF THE INFLUENCE OF ROLLING OF LIGHT ALLOY SHEETS ON THE DIMENSIONS AND PROPERTIES

Bibik P.Yu.^{1,2}, Ogmrtcyan A.R.¹, Shatalov R.L.¹

¹*Moscow Polytechnic University, Moscow;*

²*Bogorodsky Branch of JSC NPO Pribor, Noginsk*

Keywords: rolling, sheet turning, AMg2 alloy, AD1 alloy, sheet shape, hardness, specific electrical conductivity.

Abstract. The article presents the results of a study examining the influence of longitudinal rolling and alternating longitudinal and transverse passes on 1,90 x 40 x 40 mm sheets made of AMg2 and AD1 alloys on a 150 x 235 mill on the dimensional development, hardness distribution, and electrical conductivity. It was found that, after two passes, the distribution of geometric dimensions, hardness, and electrical conductivity differs depending on the rolling direction of the sheets to a thickness of approximately 1,2 mm with a relative reduction of approximately 45%. It is shown that alternating longitudinal and transverse passes during rolling practically restores the sheet shape to a square shape and reduces the anisotropy of hardness and electrical conductivity from 20 to 9%.

Введение

Современные машиностроительные предприятия ужесточили требования к качеству листового проката. Особенно востребована прокатка листов и лент, имеющих заданные геометрические параметры, форму, а также однородные структуру и механические свойства, что актуально для их последующей штамповки в посуду и иную продукцию [1, 2]. В связи с этим металлургические комбинаты, в том числе занимающиеся обработкой цветных металлов, уделяют пристальное внимание совершенствованию технологий горячей и холодной прокатки качественных листов и полос [3, 4].

Одним из эффективных методов для выравнивания размеров, формы и обеспечения равномерности физических и механических свойств заготовки

является прокатка с чередованием продольных и поперечных проходов, осуществляемая путем разворота листа. Вследствие этого исследования и создание новых технологических решений для прокатки с разворотом качественных листовых заготовок из легких сплавов АМг2 и АД1 на лабораторных и промышленных станах являются весьма актуальной задачей.

Цель работы. Установить влияние изменения направления прокатки листов из алюминиевых сплавов на формирование размеров, показателей механических и физических свойств.

Методика проведения эксперимента

В качестве исходного материала использовали наклепанные до 30% алюминиевые листы ГОСТ 21631-2019 сплава АМг2 и АД1, нарубленные на заготовки квадратной формы толщиной 1,90 мм, шириной и длиной 40 x 40 мм. Твердость алюминиевых листов АМг2 50 НV с удельной электропроводностью $K = 22,39$ мСм/м. Твердость алюминиевых листов АД1 – 20 НV, удельная электропроводность $K = 27,60$ мСм/м. Общее количество заготовок 6 шт. Геометрические размеры определяли электронным штангенциркулем ГОСТ 166-80 и металлической линейкой ГОСТ 427-75.

Исследование проводилось на двухвалковом прокатном стане 150 x 235 мм в лаборатории кафедры обработки материалов давлением и аддитивные технологии Московского политехнического университета. Прокатку листов проводили в два прохода. Три листа каждого сплава прокатывали в продольном направлении, а три других перед вторым проходом разворачивали на 90 градусов. После первого прохода толщина листов алюминиевого сплава АМг2 уменьшилась до 1,6 мм, а после второго составила около 1,2 мм. После прокатки первого прохода толщина листов сплава АД1 уменьшилась до 1,5 мм, после второго до 1,0 мм. При суммарном относительном обжатии 36,84 и 47,37% соответственно.

Твёрдость на поверхности листов определяли с помощью мобильного ультразвукового твердомера INATEST. Исследование электропроводимости проводили после прокатки и в исходном состоянии определяли в тех же местах, где измерялась твёрдость. Использовали контрольный прибор Константа К6.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунке 1 приведены фотографии исходного листа (0) из алюминиевого сплава листов АМг2 и прокатанных за два прохода в продольном направлении (1) и при чередовании продольных и поперечных проходов (2).



Рис. 1. Алюминиевые листы АМг2 до прокатки (0) и после двух продольных (1) и второго поперечного прохода (2) на двухвалковом стане

После прокатки в продольном направлении два раза листы вытягиваются и стремятся принять прямоугольную форму с параметрами такими как: для листа АМг2: толщина 1,20 мм; ширина 40, длина 74 мм с суммарным обжатием 36,5%. А для листа АД1 толщина 1,00 мм, ширина 41 мм, длина 104 мм с суммарным обжатием 42,5%. При этом твердость и удельная электропроводность листов распределяются не равномерно. В центральной части листа прокатанного без изменения направления твердость минимальная 99-103HV, а при смещении к кромкам растёт до 117-121HV. Удельная электропроводность в центральной части К максимальная 21,64-21,93 мСм/м, а на кромках снижается до 17,61-18,01 мСм/м. Средняя анизотропия свойств составляет около 18%.

После прокатки с чередованием продольной и поперечной прокатки листы стремятся принять квадратную форму с размерами: для алюминиевого сплава АМг2: толщина 1,20 мм; ширина 48 мм; длина 58 мм с суммарным обжатием 35%; а для АД1: толщина 1,05 мм; ширина 48,5 мм; длина 45 мм с суммарным обжатием 44%.

Анализ листа, прокатанного с разворотом, указывает на распределение свойств: в центральной части и на кромках твердость 106-109HV и 113-117HV, и удельная электропроводность К в центре и на кромках 19,01-19,38 мСм/м 17,61-18,89 мСм/м соответственно. При прокатке листов с разворотом средняя анизотропия снижена: твердость и удельная электропроводность около 9%.

При прокатке в прямом направлении алюминиевого сплава АД1 наблюдается существенный разброс значений. В центральной части листов были зафиксированы средние значения удельной электропроводности $K = 16,7$ мСм/м и твердости 39 HV. В то же время, у боковых кромок эти показатели оказались значительно выше: $K = 24,2$ мСм/м и 27,1 HV. Разница в значениях удельной электропроводности между центром и краями достигает примерно 44%, что указывает на сильную неравномерность свойств материала.

Использование технологии прокатки с разворотом позволяет существенно снизить эту неоднородность. При таком режиме обработки разница в распределении удельной электропроводности и твердости становится менее выраженной. В центральной части листов значения составляют $K = 21,8$ мСм/м и твердость 23,6 HV. Наименьшие значения данных характеристик были обнаружены в угловых зонах листов $K = 23,5$ мСм/м и твердость 25,3 HV.

На рисунке 2 приведены графики, характеризующие влияние твердости на удельную электропроводность листов из сплавов АМг2 и АД1.

Заключение

1. Установлено, что после продольной прокатки два раза листы вытягиваются и стремятся принять прямоугольную форму с параметрами для листа АМг2: толщиной 1,20 мм; шириной 40 мм, длиной 74 мм с суммарным обжатием 36,5%. А для листа АД1 толщиной 1,00 мм, шириной 41 мм, длиной 104 мм с суммарным обжатием 42,5%.

После прокатки с чередованием продольной и поперечной прокатки листы стремятся принять квадратную форму с размерами: для алюминиевого сплава АМг2: толщиной 1,20 мм; шириной 48 мм; длиной 58 мм с суммарным обжатием 35%; а для АД1: толщиной 1,05 мм; шириной 48,5 мм; длиной 45 мм с суммарным обжатием 44%.

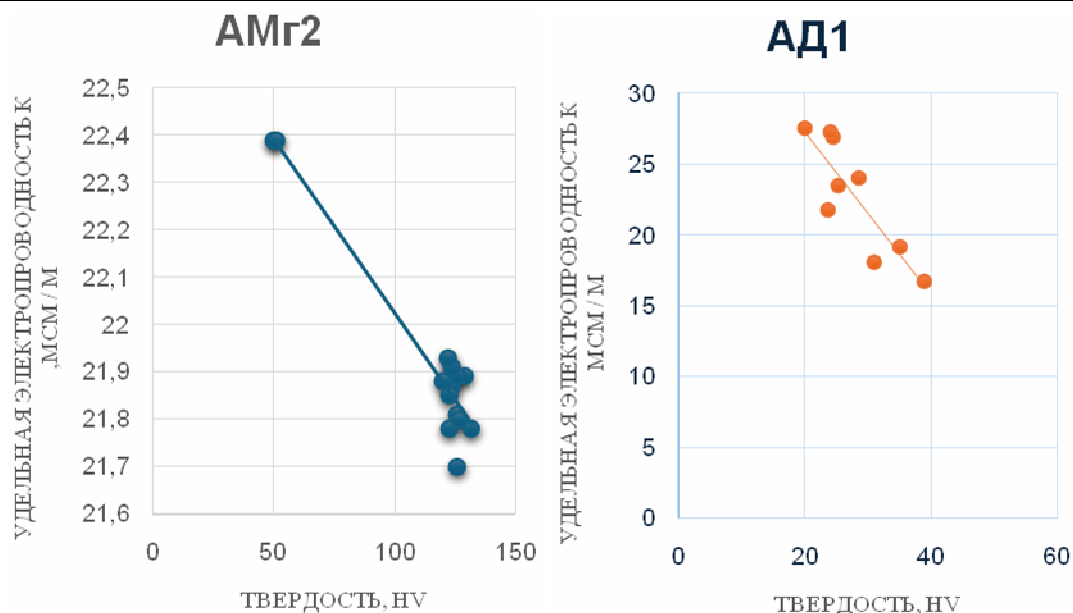


Рис. 2. Влияние твердости на удельную электропроводность алюминиевых листов из сплавов АМг2 и АД1

2. Установлены количественные закономерности изменения удельной электропроводности от твердости. Показано, что для листа АМг2 с увеличением твердости с 50 до 129 HV удельная электропроводность снижается по линейному закону с 22,39 до 21,70 мСм/м. А для листа АД1 с увеличением твердости с 18,1 до 39 HV удельная электропроводность снижается с 30,10 до 16,70 мСм/м.

3. Результаты исследований могут быть использованы для повышения показателей качества при прокатке и контроле свойств листов из алюминиевых сплавов.

Список литературы

1. Tiplin S.A., Belousov V.B., Lyubetskaya S.I. Testing the Cross-Sectional Microhardness in Sheets with A 0.08% Carbon Concentration // Solid State Phenomena. 2021, vol. 316, pp. 269-275.
2. Tiplin S.A., Belousov V.B., Lyubetskaya S.I. Testing the cross-sectional microhardness in sheets with a 0,08% carbon concentration // Solid State Phenomena. 2021, vol. 316, pp. 269-275.
3. Шелест А.Е., Юсупов В.С., Рогачев С.О., Тен Д.В., Андреев В.А., Карелин Р.Д. Исследование влияния условий правки полос и лент из металлических материалов на их свойства, геометрические и деформационные параметры процесса знакопеременного упругопластического изгиба // Металлы. – 2024. – №1. – С. 83-91.
4. Skripalenko M.N., Skripalenko M.M., Ashikhmin D.A., Sidorov A.A., Yang X. Wavelet analysis of fluctuations in the thickness of cold-rolled strip // Metallurgist. 2013, vol. 57 (7-8), pp. 606-611. DOI: 10.1007/s11015-013-9777-y

Сведения об авторах:

Бибик Павел Юрьевич – аспирант, главный метролог;

Озмрян Акон Рубенович – аспирант;

Шаталов Роман Львович – д.т.н., профессор.