

Даниил Олегович Соболев^{1,2*}, Юрий Николаевич Логинов²

¹ ООО «ЦОМ «МОСТ-1», г. Мытищи, Россия

² Уральский Федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

*hfsdlk@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЛЬНОЙ ТВЕРДОСТИ ДИСКА ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Плоский прокат из алюминиевых сплавов практически всегда обладает определенным уровнем анизотропии механических свойств. Испытания на растяжение для определения механических свойств проводятся в различных направлениях относительно направления прокатки. Измерение твердости может служить более экономичным способом определения механических свойств. В работе описана методика измерения твердости диска из сплава Д16 Т по круговым координатам. Построена эпюра распределения твердости при изменении угла ориентации индентора твердомера. Выявлена зависимость между уровнем твердости и направлением прокатки.

Ключевые слова: алюминиевый сплав, механические свойства, анизотропия, твердость, твердомер, диск, плита.

Daniil O. Sobolev, Yuri N. Loginov

EXPERIMENTAL MEASUREMENT OF THE RADIAL HARDNESS OF D16 ALUMINUM ALLOY DISK

Flat-rolled products of aluminum alloys almost always have a certain level of anisotropy of mechanical properties. Tensile tests to determine mechanical properties are carried out in different directions relative to the rolling direction. Hardness measurement can serve as an easier way to determine mechanical properties. This paper describes a method for measuring the hardness of a disk made of alloy D16 T by circular coordinates. A plot of the hardness distribution is constructed when the orientation angle of the indenter of the hardness tester changes. The dependence between the hardness level and the rolling direction has been revealed.

Keywords: aluminum alloy, mechanical properties, anisotropy, hardness, hardness tester, disk, plate.

Плоский прокат из алюминиевых сплавов практически всегда обладает определенным уровнем анизотропии механических свойств [1-3]. Для некоторых сплавов может прослеживаться общая тенденция: увеличение анизотропии при увеличении толщины полуфабриката [4].

В испытаниях на растяжение для определения механических свойств применяют различную ориентацию образцов относительно направления прокатки. Измерение твердости также может использоваться как косвенный

метод определения механических свойств изделия [5]. В таком случае более экономичным способом является измерение твердости при пошаговом изменении угла ориентации индентора.

В работе диск диаметром 385 мм, вырезанный из катаной плиты толщиной 60 мм из сплава Д16 в состоянии Т, путем разметки разделен на 72 сектора по 5°. В каждом секторе на внешнем контуре выделены три площадки высотой 10 мм, от лицевой поверхности до середины толщины пластины. Измерения проведены при помощи портативного динамического твердомера ТКМ-359С с датчиком типа D и индентором диаметром 3 мм. В основу принципа действия твердомера заложен динамический метод контроля твердости, который заключается в определении скорости отскока твердосплавного индентора от поверхности контролируемого изделия [6].

Направление внедрения индентора совпадало с направлением радиуса диска. На каждой площадке проведено семь измерений твердости. Крайние значения не учитывались, остальные пять усреднялись для определения значения твердости на площадке. При оценке результатов измерений по секторам усреднялись значения твердости на площадках, входящих в определенный сектор.



Рис. 1. Диск, вырезанный из плиты толщиной мм из сплава Д16, с нанесенной координатной сеткой

В результате измерений получены значения твердости в диапазоне 112...123 НВ. По данным электронного справочника свойств материалов Matweb, значение твердости для аналогичного сплава 2024 в состоянии Т3 составляет 120 НВ.

На рис.2 изображена эпюра распределения твердости при изменении угла ориентации индентора в диапазоне 0...180°.

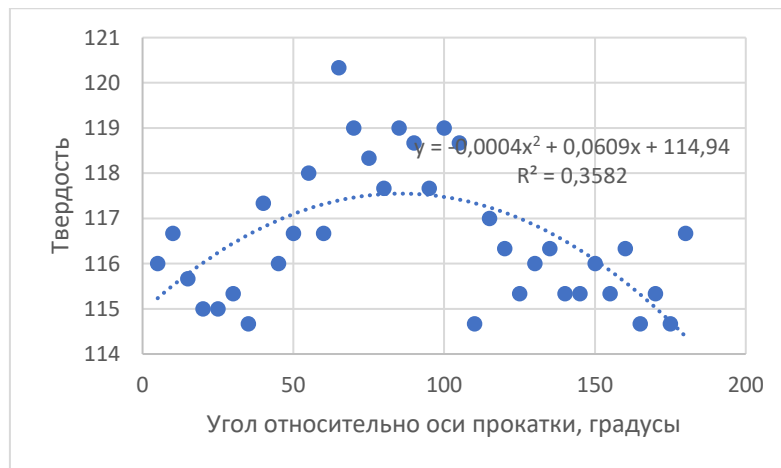


Рис. 2. Эпюра распределения твердости относительно угловой координаты

Как видно из полученных результатов, в направлении прокатки наблюдаются пониженные значения твердости, а поперек направления прокатки – повышенные значения. При это колебания параметра достаточно велики, хотя они и построены путем усреднения трех величин для каждого сектора измерений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данилов С. В. Влияние горячей прокатки на анизотропию механических свойств алюминиевого сплава 6061 / С. В. Данилов [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallurgy. 2017. Т. 17. № 1. С. 73-80. <https://www.doi.org/10.14529/met170109>.
2. Логинов Ю. Н. Исследование влияния технологии производства плоского проката из сплава системы Al-Mg-Si на анизотропию свойств / Ю. Н. Логинов [и др.] // Технология легких сплавов. 2016. № 3. С. 69-74.
3. Швечков Е. И. Анизотропия механических свойств и характеристик трещиностойкости листов из алюминиевых сплавов / Е. И. Швечков // Технология легких сплавов. 2015. № 3. С. 72-84.
4. Логинов, Ю. Н. Анализ распределения деформаций при правке растяжением горячекатаных полос из алюминиевых сплавов / Ю. Н. Логинов, Д. О. Соболев // Цветные металлы. 2021. № 8. С. 83-88. <https://www.doi.org/10.17580/tsm.2021.08.13>
5. Орешко Е.И. Методы измерения твердости материалов (обзор) / Е. И. Орешко [и др.] // Труды ВИАМ. 2020. № 1(85). С. 101-117. <https://www.doi.org/10.18577/2307-6046-2020-0-1-101-117>.
6. Соболев Д. О. Отладка методики измерений твердости тонколистового проката из алюминиевых сплавов / Д. О. Соболев, Ю. Н. Логинов // Magnitogorsk Rolling Practice 2024 : Материалы VIII международной молодежной научно-технической конференции, Магнитогорск, 04–07 июня 2024 года. 2024. С. 48-49.

REFERENCES

1. Danilov S. V. The effect of hot rolling on the anisotropy of the mechanical properties of aluminum alloy 6061/ S.V. Danilov [et al.] // Bulletin of the South

- Ural State University. Series: Metallurgy. 2017. V. 17. № 1. P. 73-80.
<https://www.doi.org/10.14529/met170109>.
2. Loginov Y. N. Investigation of the effect of the production technology of flat rolled products from the Al-Mg-Si alloy system on the anisotropy of properties / Y. N. Loginov [et al.] // Light alloy technology. 2016. № 3. P. 69-74.
 3. Shvechkov E. I. Anisotropy of mechanical properties and crack resistance characteristics of aluminum alloy sheets / E. I. Shvechkov // Light alloy technology. 2015. № 3. P. 72-84.
 4. Loginov Y. N. Analysis of the distribution of deformations during straightening of hot-rolled strips of aluminum alloys / Y. N. Loginov, D. O. Sobolev // Non-ferrous metals. 2021. № 8. P. 83-88.
<https://www.doi.org/10.17580/tsm.2021.08.13>
 5. Oreshko E. I. Methods for measuring the hardness of materials (review) / E. I. Oreshko [et al.] // Works of VIAM. 2020. № 1(85). P. 101-117.
<https://www.doi.org/10.18577/2307-6046-2020-0-1-101-117>.
 6. Sobolev D. O. Development of the hardness measurement method for thin-sheet rolled products of aluminum alloys / D. O. Sobolev, Y. N. Loginov // Magnitogorsk Rolling Practice 2024 : Proceedings of the VIII International Youth Scientific and Technical Conference, Magnitogorsk, 04-07 June 2024. 2024. P. 48-49.