

Расчет Q при изменении ν_n (частота вращения линзы) от 7,0 до 8,6 с^{-1} при постоянных значениях $\nu_2 = 4,5 \text{ с}^{-1}$ (частота возвратно-вращательного движения инструмента по обрабатываемой поверхности), $L = 50 \text{ мм}$ (амплитуда возвратно-вращательного перемещения инструмента), $d_n = 80 \text{ мм}$ (диаметр инструмента), $\nu_n / \nu_n = 0,7$ (ν_n – частота, с которой вращается инструмент), приведены на рис. 2, где β – угол раствора линзы. Из полученных результатов следует, что если назначить частоту вращения детали 8,0 с^{-1} , то будет происходить равномерная обработка детали (кривая 2). Такой режим назначают на стадии выхаживания, когда достигнуто требуемое значение радиуса кривизны обрабатываемой поверхности линзы и необходимо обеспечить ее заданную чистоту. Если же требуется организовать преимущественную обработку по краю линзы или в ее центре, то необходимо принимать частоту вращения линзы 8,6 и 7,0 с^{-1} соответственно, что отображено кривыми 3 и 1 на обсуждаемом рисунке.

Л и т е р а т у р а

1. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
2. Lens production enhancement by adoption of artificial influence functions and a knowledge based system in a magnetorheological finishing process / E. Pitschkeab [et al.] // Optical Manufacturing and Testing VII, SPIE. – 2007. – Vol. 6671. – P. 66711J.

УДК 621.771

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИИ НА СТРУКТУРУ МЕТАЛЛА

К. С. Горбунов, А. И. Позднякова, И. П. Мазур

*Липецкий государственный технический университет,
Российская Федерация*

Рассмотрено влияние скоростной асимметрии на структуру электротехнической стали. Проведено исследование на лабораторном стане с уникальными характеристиками двигателей.

Ключевые слова: асимметричная прокатка, стан, деформация, скорость, структура, сталь.

THE EFFECT OF VELOCITY ASYMMETRY ON THE METAL STRUCTURE

K. S. Gorbunov, A.I. Pozdnyakova, I. P. Mazur

Lipetsk State Technical University, Russian Federation

In this paper, the influence of velocity asymmetry on the structure of electrical steel is considered. This study was conducted on a laboratory mill with unique engine characteristics.

Keywords: asymmetric rolling, mill, deformation, speed, structure, steel.

Сегодня для удовлетворения потребностей различных отраслей промышленности от металлургов требуют новых решений по производству металлопроката с уникальным набором свойств. И если для их получения на дискретных изделиях этот вопрос решается термической обработкой, угловым прессованием и др., то для про-

30 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

изводства длинномерной продукции технологии, которые, например, могут обеспечить получение уникальной ультрамелкозернистой структуры, находятся в стадии разработки и освоения [1].

Асимметричная прокатка – одна из перспективных технологий, обладающая большим потенциалом и эффективностью для производства листов с ультрамелкозернистой структурой.

Если рассматривать классификацию асимметричной прокатки, то можно выделить следующие аспекты, определяющие асимметрию [2]:

- 1) неоднородность температуры по сечению полосы;
- 2) разность коэффициента трения на верхнем и нижнем рабочем валке;
- 3) разные диаметры рабочих валков;
- 4) разная окружная скорость рабочих валков.

В данной работе было выполнено исследование процесса асимметричной прокатки с использованием различных скоростей валков на уникальном лабораторном реверсивном стане ДУО листовой прокатки с индивидуальным приводом рабочих валков в лаборатории МГТУ им. Г. И. Носова «Механика градиентных наноматериалов имени А. П. Жилиева» (рис. 1).



Рис. 1. Реверсивный стан ДУО листовой прокатки с индивидуальным приводом рабочих валков

Образцы из электротехнической стали размером $15 \times 15 \times 150$ мм нагревались в муфельной печи до температуры $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Первый образец после нагрева в печи моментально закаливался для исходной структуры перед прокаткой. Другие нагретые образцы прокатывались с разной скоростью валков – $10 : 10$ (симметричный способ, контрольная прокатка), $2 : 10$ – с суммарным обжатием 80% . После прокатки образцы закалялись для фиксации структуры (рис. 2). Прокатанные образцы исследовались на сканирующем электронном микроскопе (SciosII, EBSD BRUKER, eFlash) и оптически инвертированном металлографическом микроскопе (Leica) [3–5].

Металлографский анализ образцов, прокатанных асимметричным способом ($2 : 10$) с суммарным обжатием 80% , показал, что в процессе прокатки удалось получить ультрамелкозернистую структуру размером менее $5\text{ }\mu\text{m}$ в отличие от контрольной прокатки без асимметрии. На рис. 3 представлено сравнение структуры образцов после симметричной ($10 : 10$) и асимметричной прокатки ($2 : 10$).



Рис. 2. Образец после асимметричной прокатки 2 : 10

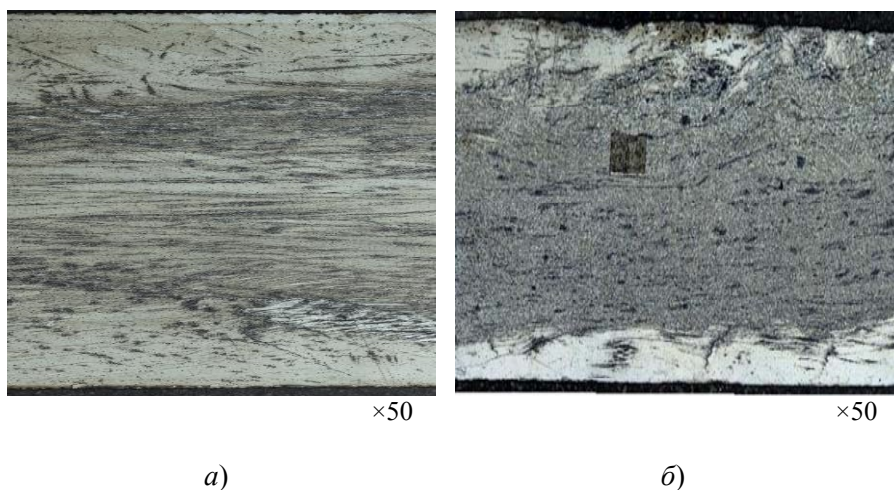


Рис. 3. Структура образцов после симметричной (а), асимметричной (б) прокатки ($\epsilon = 80\%$)

Проведенные исследования показали, что за счет скоростной асимметрии можно обеспечить получение ультрамелкозернистой структуры.

Литература

1. Of the rheological properties of steel in the plate rolling process conditions / A. Kawalek, H. Duja, K. V. Ozhmegov // *Cis Iron and Steel Review*. – 2020. – Vol. 19. – P. 37–43.
2. Горбунов, К. С. Преимущества асимметричной прокатки / К. С. Горбунов // Школа молодых ученых по проблемам технических наук : материалы обл. профил. семинара, Липецк, 2020 г. / Липец. гос. пед. ун-т. – Липецк, 2020. – С. 47–49.
3. Мухин, Ю. А. Влияние деформационно-скоростного режима горячей прокатки в чистовой группе широкополосных станов на структуру стали марки Ст3 / Ю. А. Мухин, В. Н. Соловьев, Е. Б. Бобков // *Черные металлы*. – 2018. – № 11 (1043). – С. 12–15.
4. Коновалов, Ю. В. Справочник прокатчика : в 2 кн. / Ю. В. Коновалов. – М. : Теплотехник, 2008. – Кн. 1. Пр-во горячекатаных листов и полос. – 640 с.
5. Салганик, В. М. Асимметричная тонколистовая прокатка: развитие теории, технологии и новые решения : учеб. пособие для вузов / В. М. Салганик, А. М. Песин. – М. : МИСИС, 1997. – 191 с.