

По результатам расчёта фрактальной размерности  $L_i$  имеет самый низкий показатель. В сравнении с фрактальной размерностью распределения других элементов это значение стоит обособленно, что подтверждают данные дендрограммы (рис. 1). Cu-Ba, Ni-Be, Ga-Pb и Mn-Co обладают значениями фрактальной размерности с разностью между величинами пар порядка тысячных.

Таким образом, распределение элементов по геохимическому профилю показало наличие групп, каждая из которых представлена парой элементов. Прослежена взаимосвязь между показателем фрактальной размерности и результатами, получаемыми при анализе результатов иерархической кластеризации. К примеру, прослеживается явная корреляция между показателем  $D$  и результатом кластерного анализа. Следовательно, метод вычисления фрактальной размерности диаграмм, может являться эффективным инструментом, в совокупности со стандартным аппаратом статистики, применяемой для выявления характера отношений между химическими элементами, как в области геохимии, так и материаловедения.

Автор выражает благодарность заведующему кафедрой теоретической физики ФФ ТГУ, профессору Шаповалову А.В. и профессору, д.ф.-м.н. Лычагину Д.В. за помощь в выполнении работы и обсуждении результатов.

#### Литература.

1. Интерпретация геохимических данных: Учебное пособие / Под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
2. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 251 с.
3. Марфин А.Е. Распределение концентраций химических элементов по региональному геохимическому профилю 3-ДВ // Тезисы XXII международной конференции «Математика. Компьютер. Образование», Пушкино, 26 - 31 января 2015– С.183.
4. Федер Е. Фракталы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с.

### СКЛАДКООБРАЗОВАНИЕ В [111] – МОНОКРИСТАЛЛАХ НИКЕЛЯ

*Р.Р. Фазлеев, студент группы 10390,*

*научный руководитель: Алфёрова Е. А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Вопросы складкообразования интересуют ученых достаточно давно. Выявляются причины их образования, исследуется процесс. Решение вопросов улучшения качества и управления их свойствами напрямую связано с установлением взаимосвязи между их структурой и характеристиками (в том числе и склонностью к складкообразованию).

При подготовке работы использовались исследования российских ученых в области складкообразования и гофрирования. Одним из них является Лычагин Д.В., проводивший фундаментальные исследования с монокристаллами меди [1, 2]. В ходе эксперимента модельный образец деформировали сжатием и трением, в результате чего были получены данные о деформации в приторцевой области образцов. Исследователь сравнивал складки на разных уровнях и выявил закономерности их образования и общие сходства структур складок, полученных от двух видов деформации.

Много внимания теме гофрирования уделяет Губернаторов В.В. В своей работе [3] он развивает представления о существенной роли гофрирования материала при прокате в создании текстуры и структуры деформации и рекристаллизации. Им предложена геометрическая модель формирования текстуры и структуры в структурно-однородной среде при прокате.

Другой исследователь Панин В. Е. в своей работе [4] изучал влияние поверхностного слоя твердого тела на пластичность и прочность. Указанный автор рассматривал деформированный поверхностный слой как отдельную подсистему и пришёл к выводу, что специальным конструированием поверхностного слоя и его интерфейса с объемом кристалла можно задерживать развитие всего процесса гофрирования. Это позволяет упрочнять материал с одновременным увеличением его пластичности.

Тему построения полей напряжений, возникающих при пластическом гофрировании материалов, в своей работе [5] описал Антоненко А.Н.. Автор построил поле напряжений группы из 110 незавершенных сдвигов, расположение участков которых соответствует гофрированному порядку, исследовал поля девяти конфигураций сдвигов, имеющих различную вероятность образования. Исследователем внесен вклад в прогнозирование хода пластической деформации и взаимодействия рассмотренных им элементов.

Складкообразование представляет интерес как с фундаментальной точки зрения, так и с практической. Складки являются нежелательным эффектом при обработке металлов давлением, так как меняют эксплуатационные свойства материала. В связи с этим установление закономерностей формирования складок является актуальной задачей.

В настоящей работе рассматривается опыт, в котором сжатием деформировали материал. В качестве модельного материала использовали монокристалл никеля, форма образца – параллелепипед, размер 3х3х6мм. Кристалл ориентирован так, чтобы направление [111] совпадало с направлением оси сжатия, боковые грани (110), (112). Деформация сжатием осуществлялась при комнатной температуре со скоростью

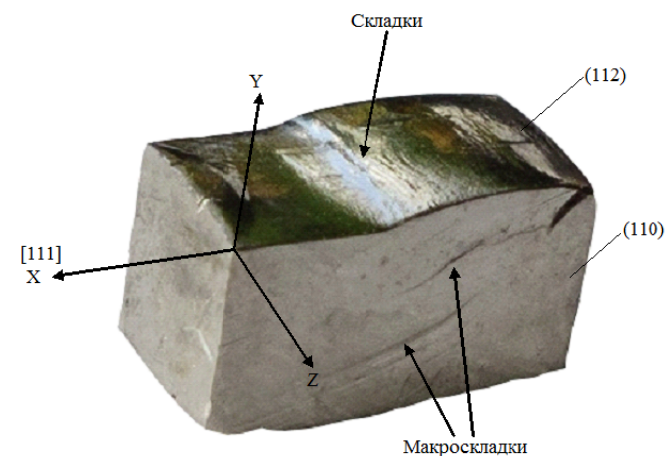


Рис. 1. Ориентация образца и деформационный рельеф [111]-монокристаллов никеля, при деформации  $\epsilon=16\%$

$1,4 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  на испытательной машине Instron ElectroPuls E10000. Величина деформации равна  $\epsilon=16\%$ . Изучение формирования макрополос проводилось с помощью растрового микроскопа Tescan Vega2 LMU с EBSD приставкой для выявления локальных разориентаций.

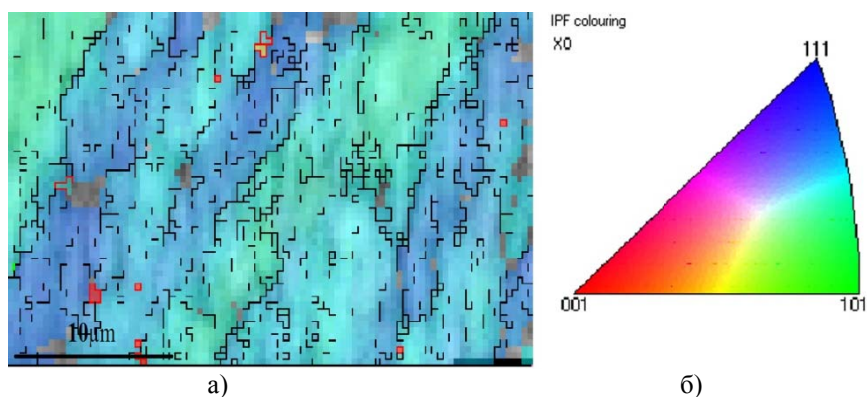


Рис. 2. Разориентация в складчатой структуре относительно оси сжатия (а), соответствие цветов направлениям на стереографическом треугольнике (б)

При деформации образец изогнулся как показано на рисунке 1. На грани (112) наблюдается образование складок в приторцевых областях и серединной части образца. Съемка для EBSD анализа проводилась на грани (110), которая перпендикулярна грани со складками. Деформационный слой был снят, после чего грань (110) была отполирована. Полученные результаты позволяют изучить разориентацию в глубине складок (рис.2, а). Синим цветом отображены области ориентации которых близка к исходному направлению [111]. Зеленым цветом отображены переориентированные области. Соответствие цветов направлению ориентации показано на рис. 2, б. Ширина переориентированных областей варьируется и составляет порядка 3...6 мкм. Переориентация идет в направлении [212]. Величина углов разориентации наблюдается по границам разориентированных областей.

#### Заключение

Все проводимые в данной области исследования показывают, что складкообразование может изучаться как с фундаментальной точки зрения, так и с практической. Проводимые в настоящей работе эксперименты показали, что в складчатой структуре монокристалла никеля деформированного до значения  $\epsilon=16\%$  наблюдается развитие чередующихся переориентированных областей. Переориентация областей относительно оси сжатия (111) происходит в сторону направления [212].

#### Литература.

1. Лычагин Д.В., Алфёрова Е.А. Фрагментация и симметрия ГЦК-монокристаллов при сжатии. Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2006. - Т.3. - №2. - С. 9-12.
2. Лычагин Д.В., Тарасов С.Ю., Чумаевский А.В. Складкообразование на поверхности боковых граней монокристаллов меди при одноосном сжатии и при трении. Письма о материалах. - 2013. - Т. 3. - С. 202-205.
3. Губернаторов В.В., Владимиров Л.Р., Сычева Т.С., Долгих Д.В. Явление гофрирования и формирование структуры и текстуры в металлических материалах при деформации и рекристаллизации: 1. Геометрическая модель пластического течения структурно-однородных сред в прокате. Физическая мезомеханика. - 2001. - Т. 4. - №5. - С. 97-101.
4. Панин В.Е., Панин А.В. Эффект поверхностного слоя в деформируемом твердом теле. Физическая мезомеханика. - 2005. - Т. 8. - №5. - С. 7-15.
5. Антоненко А.Н., Неверов В.В. Поля напряжений, возникающие при пластическом гофрировании материалов. Физическая мезомеханика. - 2004. - Т. 7. - Спец. выпуск. - С. 196-198.

### ЕРЕМИН А.Н. И ТОМСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

*Д.Э. Шавдуров, студент группы 10А21*

*научный руководитель: Ласуков А. А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: shavdurov@yandex.ru*



Рис. 1

В галерее ярких имен Томской научной школы в области технологии машиностроения профессор Еремин занимает особое место. Его докторская диссертация «Деформация, твердость, сила и чистота поверхности в процессе резания» (1947) и монография «Физическая сущность явлений при резании стали» (1951) являются шедеврами ума и рук человеческих. К сожалению приходится констатировать, что величие этого человека остается недооцененным. Справедливости ради, отметим, что во многом благодаря Розенбергу А.Н. Еремину удалось достичь Олимпа. Их взаимное уважение друг к другу проявилось в последующих совместных публикациях в период с 1949 по 1964 года.

В данной статье мы задались целью представить многосторонность главного дела этого удивительно простого и скромного человека, интеллигента и интеллектуала.

Александр Николаевич Еремин начал познавать металлообработку резанием с 13 - летнего возраста в 1916 году на одном из Уральских заводов. Любовь и уважение к металлу и рабочей профессии слесаря - лекальщика А.Н. Еремина пронес через всю свою жизнь. Его умелыми и дотошным умом великолепного конструктора-изобретателя были созданы оригинальные прецизионные приборы: оптический угломер; одно-, двух- и трех компонентные динамометры; склерометрический маятниковый твердомер и многое другое, что в совокупности, позволило ему провести свое фундаментальное экспериментальное исследование и первым в мире выявить и строго обосновать качественную картину взаимосвязей между основными явлениями, сопровождающими процесс резания разнообразных сталей.

В ходе исследования Еремин открыл закон волнообразных типичных кривых с несколькими особыми точками, смещение которых зависит от температуры, развивающейся в процессе резания (рис.2). Варьируя режимами резания, свойствами сталей и геометрическими параметрами инстру-