

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

[]
(наименование отделения / школы)

Химическая технология

(направление / специальность)

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, НАКЛЁП
И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ**

(номер / название лабораторной работы)

Вариант

: 22

(номер вашего варианта)

Дисциплина **Материаловедение**

:

(наименование дисциплины)

Студент: 3-2Д92

(номер группы)

Дьяченко Н.В.

(фамилия, инициалы)

21.06.2023

(дата сдачи)

Руководитель:

Багинский А.Г.

(должность,
уч. степень, звание)

(фамилия, инициалы)

Томск – 2023г.

(город, год)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить влияние пластической деформации на структуру и механические свойства металлов.
2. Изучить влияние нагрева на механические свойства деформированного металла.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Нагревательные печи с термопарами и автоматическими приборами для регулирования температуры.
2. Пневматический ковочный молот.
3. Твердомеры Бринелля ТШ-2.
4. Образцы технически чистой меди.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

I. Пластическая деформация металлов

Дислокация – это

Линейный дефект или нарушение кристаллической решётки твёрдого тела.

Плотность дислокаций – это

Число линий дислокаций, пересекающих единичную площадку в кристалле.

Механизм пластической деформации в идеальных кристаллах (*теоретическая модель*):

Одновременное смещение всех атомов одного слоя по отношению к атомам соседнего слоя.

Механизм пластической деформации в реальных металлах (*теория дислокаций*):

Последовательное перемещение дислокаций через весь кристалл дислокаций в единицу объёма.

II. Наклёп и рекристаллизация металлов

Наклёп – это

Деформированное упрочнение.

Механизм наклёпа металлов –

В процессе деформирования количество движущихся в кристалле дислокаций постоянно увеличивается, что затрудняет их скольжение.

Для снятия наклёпа деформированный металл нагревают.

Рекристаллизация – это

Явление, при котором микроструктура материала полностью перестраивается за счёт зарождения и роста новообразованных дефектных зерен.

Механизм рекристаллизации заключается в

Полной или частичной замене деформированных зерен данной фазы новыми, более совершенными зернами той же фазы.

Температурой рекристаллизации T_p называют

Самая низкая температура, при которой обнаруживаются новые зерна.

Рекристаллизационный отжиг – это

Нагрев до температуры 100-200 градусов выше температуры рекристаллизации, выдержка и последующее охлаждение.

По отношению температуры деформации к температуре рекристаллизации различают холодную и горячую пластическую деформацию металлов.

Холодная деформация (пластическая) – это

Обработка давлением при температурах ниже температуры начала рекристаллизации.

Горячая деформация (пластическая) – это

Обработка давлением при температурах выше температуры начала рекристаллизации.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Заполнить таблицу:

Таблица

Результаты измерения твёрдости образцов меди

Операции	№ п/п	Исходная h_0 , мм	Конечная h_k , мм	Степень деформации ε , %	Твёрдость		Операция	Твёрдость	
					$d_{отп}$, мм	НВ		$d_{отп}$, мм	НВ
Образец № 1: деформирован не при $t = 20^\circ\text{C}$	1	5,5	5,5	0	2,60	44	Деформированный образец № 1 после нагрева при $t_{po} = 600^\circ\text{C}$	2,60	44
	2	5,5	4,5	18	1,95	80			
	3	5,5	3,4	38	1,80	95			
	4	5,5	1,3	76	1,70	107			
Образец № 2:	1	5,5	5,5	0	2,60	44			

деформирован ие при $t_{\text{деф}} = 700 \text{ }^\circ\text{C}$	2	5,5	4,0	27	2,60	44
	3	5,5	2,8	49	2,55	46
	4	5,5	2,0	64	2,50	48

2. Определить какой из образцов подвергся «холодной», а какой «горячей» деформации. Ответ обосновать.

Образец № 1

Холодной, так как проводилась при температуре ниже температуры рекристаллизации

Образец № 2

Горячей, так как проводилась при температуре выше температуры рекристаллизации

3. Построить графические зависимости в единой системе координат, используя построитель диаграмм (рис. 1) (ввести экспериментальные значения в таблицу для построения требуемых графиков изменения свойств):

- для образца № 1 (два графика): а) после деформации; б) после нагрева;
- для образца № 2: после деформации.

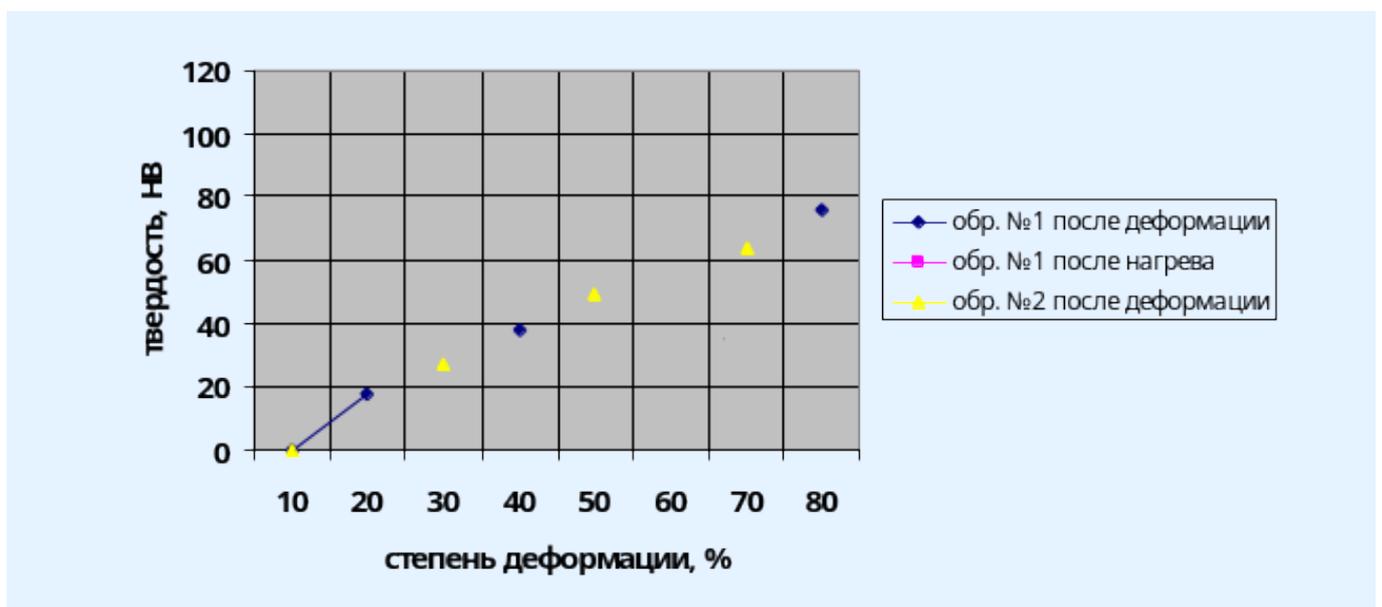


Рис. 1. Построитель диаграмм

4. Описать и объяснить изменение твёрдости *образца № 1*:

а) после деформации, Упрочняется образец

б) после нагрева, Уменьшается плотность, так как при нагреве наклёп исчезает практически, уменьшается твёрдость

5. Описать и объяснить изменение твёрдости *образца № 2*:

после деформации,

Пластическая деформация проводилась выше порога рекристаллизации, процессы наклепа и рекристаллизация протекали одновременно, в результате чего в деформированном образце происходила горячая деформация.

6. Определить какой из образцов подвергся рекристаллизационному отжигу. Ответ обосновать.

Образец №1. С начала было пластическое деформирование образца, приводящее к наклёпу. При последующем нагреве происходит следующее: укрупняются зёрна, значит уменьшается площадь межзерных поверхностей раздела S , соответственно снижается $F_{пов}$ и общая свободная энергия. Это приводит структуру и свойства металла к равновесному, недеформированному состоянию — упрочнение, вызванное пластической деформацией (наклеп), ликвидируется. Повышение температуры углубляет (ускоряет) этот процесс.

Выводы: (как можно использовать процессы наклёпа и рекристаллизации на практике)

Для технических металлов и многих сплавов, не упрочняемых термической обработкой, наклеп — единственный способ упрочнения в достаточно больших сечениях. Это используется, например, для повышения прочности медных и алюминиевых электропроводов, для изготовления траков гусеничных машин, крестовин рельсов, черпаков землеройных машин и т. п. В промышленности широко распространены малоотходные высокопроизводительные методы холодной штамповки. Так, в автомобилестроении штамповкой из листового материала получают около 60 % деталей, в точном машино- и приборостроении до 75 %, а в производстве товаров широкого потребления - до 98 %. При холодной штамповке металл наклепывается, приобретает достаточную для эксплуатации прочность. В ряде случаев изделия, изготавливаемые методами обработки металлов давлением, не испытывают при эксплуатации значительных механических нагрузок. Например, трубопроводы из медных сплавов, применяемые в морском судостроении. Тогда рекристаллизационный отжиг прессованных труб на заданную величину зерна обеспечивает однородную мелкозернистую структуру, обладающую хорошим сочетанием механических свойств и коррозионной стойкости. Особо следует отметить целенаправленное использование наклепа для повышения эксплуатационных свойств изделий. Примером этого является поверхностное упрочнение стальных изделий методами поверхностного пластического деформирования (дробеструйная обработка, обкатка роликами). Такая финишная обработка создает слой глубиной 0,2...0,4 мм с повышенной твердостью и высоким уровнем полезных остаточных напряжений сжатия. В результате существенно возрастает предел выносливости (усталости) и долговечность работающих изделий. Так, после дробеструйной обработки предел выносливости стальных рессор

повышается в 1,5...2 раза. Такой обработке подвергают и другие изделия машиностроения - шестерни, зубчатые колеса, гильзы и поршни, лопатки компрессоров и т. п. Обкатка роликами применяется в основном для упрочнения шеек валов.