

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ” ім. І.В. СІКОРСЬКОГО
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

Презентація

до дипломної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”
з напрямку підготовки 6.050403 “Інженерне матеріалознавство”
студента Дибби Дениса Андрійовича на тему:

ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ ПРИ ПОВЕРХНЕВІЙ ОБРОБЦІ ПСЕВДО β - ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Київ – 2017 рік

Мета роботи

Вивчити вплив швидкісного нагрівання на залишкові напруження та структуру поверхневого шару об'ємно зміцненого сплаву титану VT-22.

Основні завдання:

- 1) вивчити структурний стан об'ємно зміцненого сплаву ВТ-22 в розмірах деталей кріплення;
- 2) індукційним методом за різних режимів провести швидкісне нагрівання поверхневого шару зразків;
- 3) дослідити зміни, що відбуваються в поверхневому шарі відносно фазовго складу, напруженого стану та морфології фазових складових методами рентгеноструктурного та оптичного аналізів;
- 4) порівняти будову поверхневого шару в сплавах із об'ємним зміцненням та після індукційного нагріву
- 5) провести механічні випробування поверхнево зміцнених зразків .

Метод об'ємного зміцнення сплаву VT22



Рисунок 1 - Макрошліф поздовжного перетину зразка сплаву VT22, отриманого при зупинці крокового кування - прокатки прутка під деталь кріплення

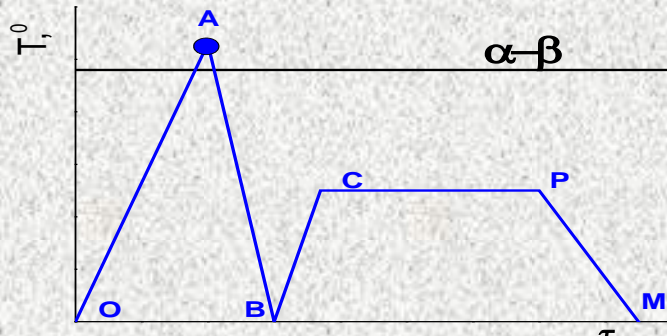


Рисунок 2 - Схема термічної обробки псевдо β-Ti сплавів для отримання об'ємного зміцнення.

Об'ємне зміцнення складається з швидкісного нагрівання вище температури $\alpha \leftrightarrow \beta$ перетворення (т.А), витримки 5-15 хвилин і гартування з β - області (т.В) із подальшим істарінням (т.С) з метою виділення дисперсної мартенситної ω - фази. Старіння (тт. С-Р) перетворює дисперсну ω - фазу в α - фазу, із будовою аналогічною композиційному матеріалу в рівноважному стані

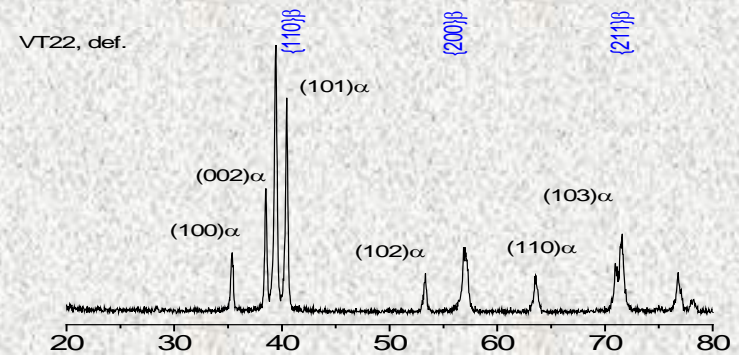
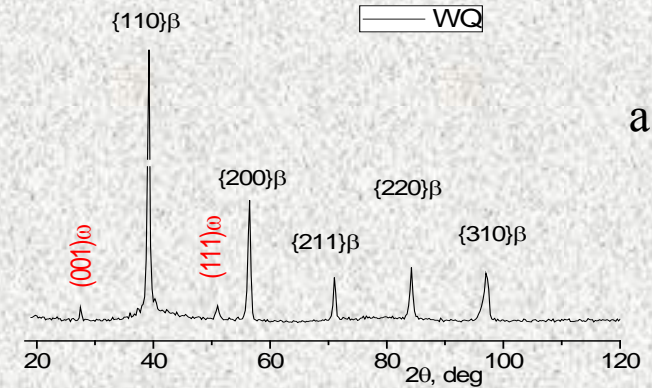


Рисунок 3 - « $\theta-2\theta$ » рентгенограми сплаву VT 22 після гартування (а) – ОЦК гратка (+ ω) та після старіння (б) – ГЦП та ОЦК кристалічні гратки

Визначення залишкових напружень в після

об'ємного зміцнення

Основним законом пружності твердих тіл в області малих деформацій є закон Гука. Для ізотропних тіл він виражається співвідношенням:

$$\varepsilon = (-\mu/E) \sigma, \quad \varepsilon = \Delta d/d_0$$

ε - деформація, σ -напруження, E - модуль зсуву, μ - коефіцієнт Пуассона

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 1/E[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] & \varepsilon_3 &= 0 \text{ на поверхні} \\ \varepsilon_2 &= 1/E[\sigma_2 - \mu(\sigma_3 + \sigma_1)] \\ \varepsilon_3 &= 1/E[\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)] \end{aligned}$$

$$\sigma_x = [E/((1+\mu)\sin^2\psi)] \cdot ((d_\psi - d_{\psi\phi} / d_\perp)$$

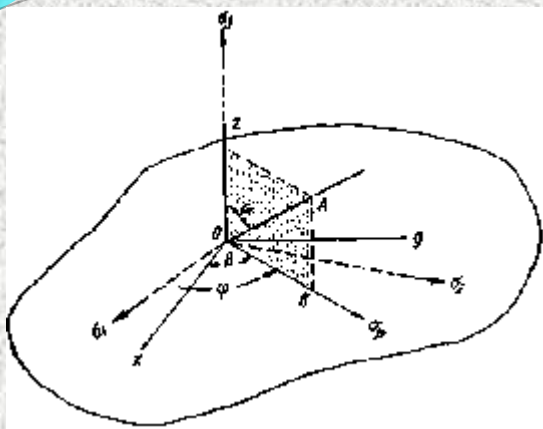


Рисунок 4 - Геометрія дифракції визначення ЗН в методі $\sin^2 \Psi$, N – нормаль до поверхні зразка.

№п/п	Ψ , кут	2θ , макс.	2θ , ц.тяж.	FWHM
1	20.00	53.119	53.133	0.481
2	15.00	53.156	53.217	0.411
3	10.00	53.349	53.223	0.380
4	5.00	53.384	53.367	0.350
5	0	53.384	53.330	0.273

№п/п	Ψ , кут	2θ , макс.	2θ , ц.тяж.	FWHM
1	20.00	57.194	57.422	0.785
2	15.00	57.401	57.417	0.678
3	10.00	57.365	57.365	0.615
4	-5.00	57.289	57.327	0.428
5	0	57.237	57.249	0.474

α - фаза ($2\theta \sim 53.378^\circ(102)$); $\sigma = 958$ ((+)-392) МПа β – фаза ($2\theta \sim 57.299^\circ, \{200\}$); $\sigma = -1721$ ((+)-506) МПа

Напруження стиснення в α - фазі та розтягу в β – фазі. ЗН в двофазному сплаві залежать від модуля зсуву фазових складових і їх величина обернено протилежна його значенню. Оскільки в β -фазі модуль зсуву менший – ЗН в цій фазі після відпалу (релаксації) більше, ніж в α -фазі.

Властивості сплаву VT22 після об'ємного зміцнення

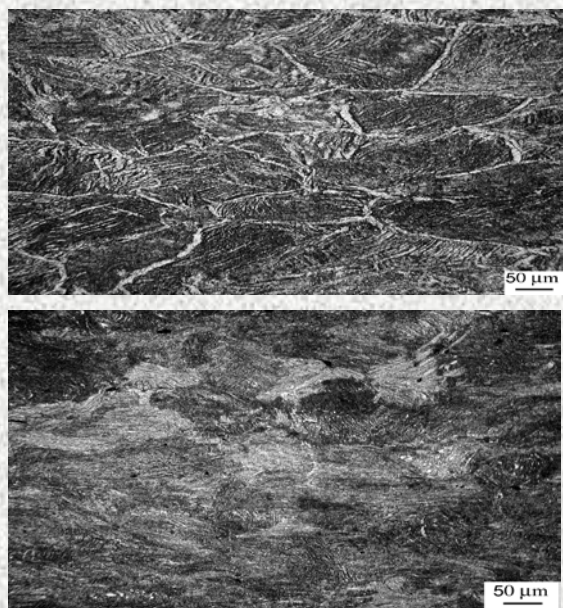


Рисунок 5 - Мікроструктура сплаву VT22 до (а) та після об'ємного зміцнення (б)

а Об'ємне зміцнення призвело до утворення текстури в β - фазі і незначну текстурованість в α - фазі, що пов'язано із різницею модулів зсуву в цих фазах і їх деформацією.

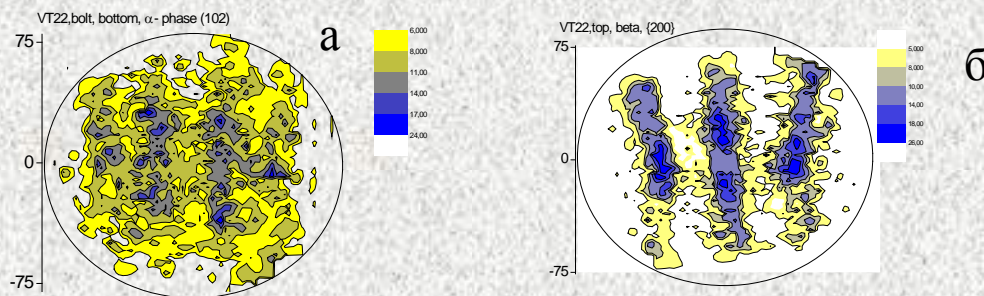
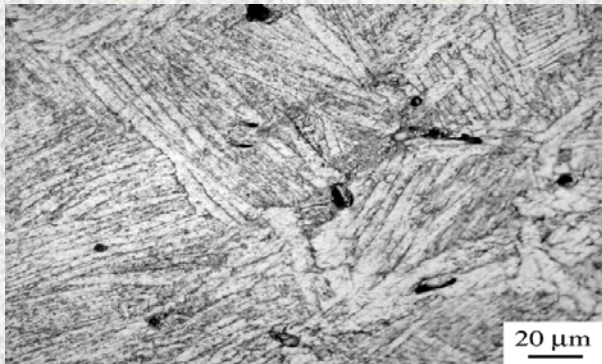


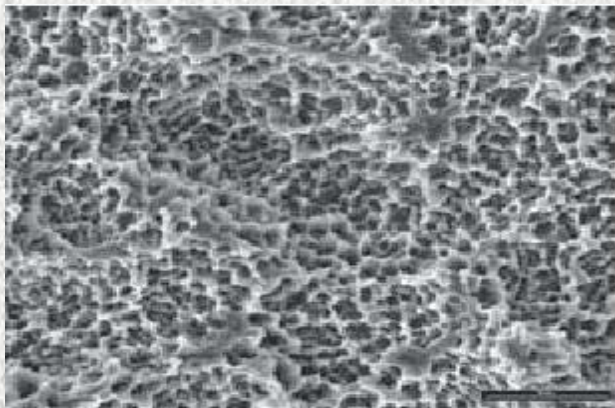
Рисунок 6 - Полюсні фігури (102) α (а) та (200) β (б) фазових складових сплаву VT22 в області обробки СР.

Матеріал/властивості	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ заг., %	ψ %
VT22, вихідний стан	896±12	958±14	18,4	56,0
VT22, після об'ємного зміцнення	1294 ±20	1366 ±16	10,84	33,71
30ХЗМФ(використовується зараз)	1150	1290	12,1	30,3

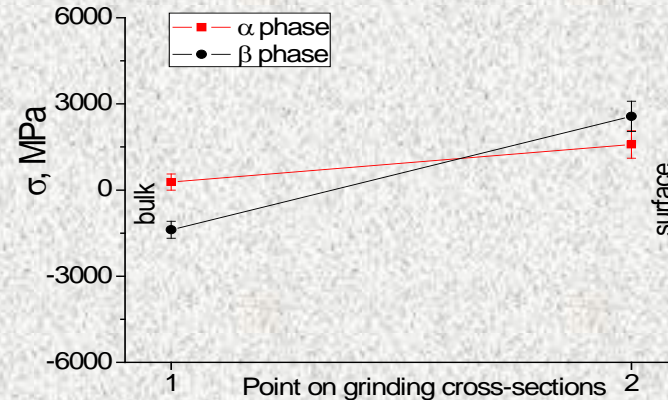
Властивості поверхневого шару сплаву VT22 після індукційного нагріву



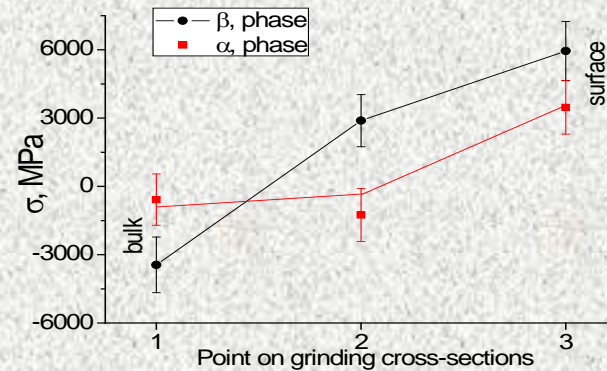
а



б



а



б

Рисунок 7 – Мікроструктура сплаву VT22 після старіння (а) та її модифікована поверхня (б).

Зміна залишкових напружень в поперечному перетині циліндричних зразків для α - та β - фазових складових при одноразовій (а) та дворазовій (б) індукційній обробці призвела до утворення в обох фазах ЗН стиснення

Випробування на згин сплаву VT22 після поверхневого зміцнення

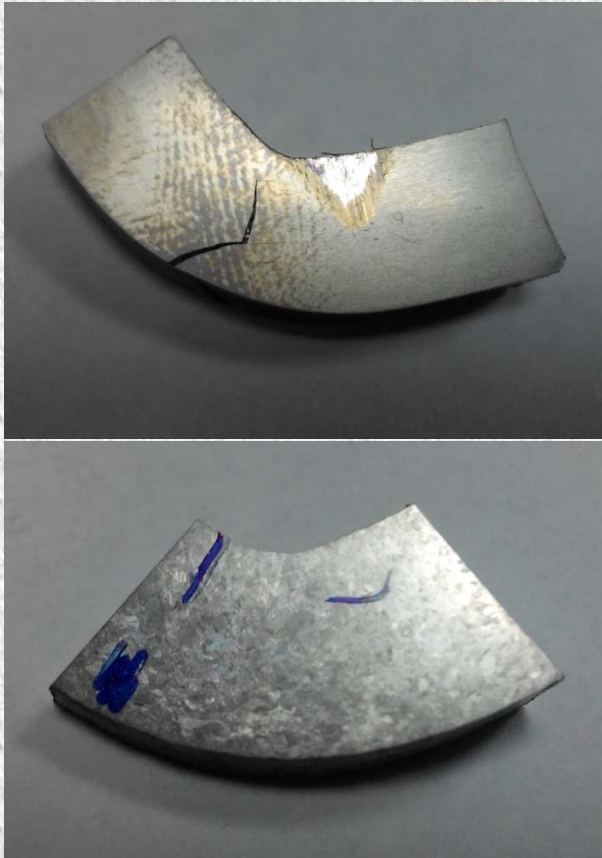


Рисунок 9 - Макрошліфи зразків сплаву VT22 після випробування на згин.

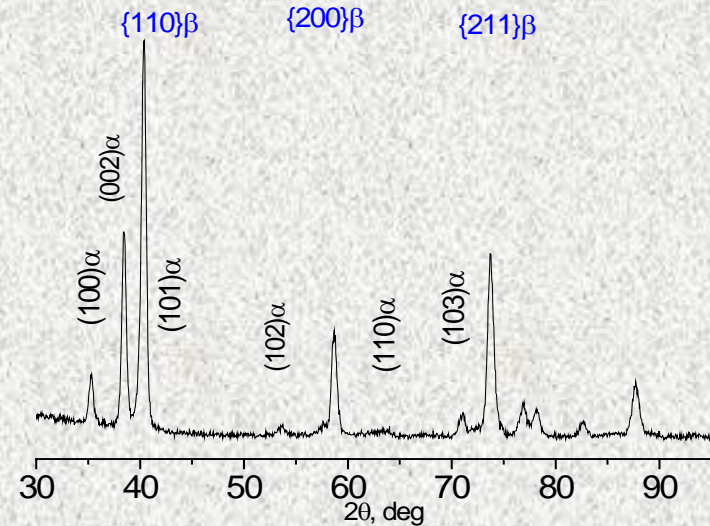


Рисунок 10 - « $\theta-2\theta$ » рентгенограма сплаву VT22 після випробування на згин.
Спостерігаються текстурні зміни в обох фазах.

Стандартні випробування на прогиб :

сталевих зразків : **4-8 мм**

титанових зразків

без поверхневої обробки 10-12мм

із поверхневою обробкою 12-14мм

Висновки

При виконанні дипломної роботи було проведено ознайомлення із науковими досягненнями в розробці технологій зміцнення титанових сплавів та нових методів їх порошкового отримання, проаналізовані наукові статті та публікації у напрямку створення зміцнених псевдо β – сплавів. Були підготовлені зразки для досліджень та проведені експерименти по поверхневому зміцненню дротових зразків сплаву ВТ-22. Оптичними та рентгенівськими методами досліджені результати впливу поверхневої обробки на залишкові напруження та морфологію фазового стану двокомпонентного титанового сплаву ВТ-22. Підготовлені та випробувані зразки із поверхневою обробкою на згин, проаналізовано структурні зміни внаслідок випробовувань.

Дякую за увагу!