

УДК 669.176..539.26

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА ПТ-3В

Н.Г. ДЖАВАДОВ*, К.А. АСКЕРОВ**

В статье изучены текстура и ориентационная зависимость модуля Юнга (E), удельного электросопротивления (ρ) и магнитной восприимчивости (χ) промышленных листов сплава ПТ-3В после холодной деформации, определены упругие и кинетические характеристики монокристаллов сплава ПТ-3В. Установлен вклад структурной и кристаллографической составляющих в электрическое сопротивление рассматриваемых листов. Рассчитан коэффициент текстурного упрочнения таких листов в условиях двухосного сбалансированного нагружения.

Ключевые слова: *текстурное упрочнение, двухосное сбалансированное нагружение, магнитная восприимчивость, анизотропия, гексагональный ортотропный лист.*

Введение. Развитие современной космической инновационной технологии открывает новые возможности для получения материалов и сплавов, используемых в космических летательных аппаратах. Благодаря уникальному сочетанию прочностных и пластических свойств сплавы системы Ti – Al – V; VT6, VT6с, ПТ-3В и ПТ-3В_{кт} нашли широкое применение в промышленности.

Состояние проблемы. В литературе изучены возможности управления кристаллографической текстурой, развитие анизотропии механических свойств в изделиях этих сплавов посредством различных видов термомеханической обработки [1, 2]. Нами исследованы физические свойства данных материалов: удельного электросопротивления (ρ), магнитной восприимчивости (χ), теплопроводности, эффекта Холла, которые в литературе практически не изучены. Эти характеристики не являются служебными, но имеют ту же физическую природу, что и механические свойства. Поэтому естественной является постановка задачи о прогнозировании и контроле таких свойств, как предел текучести (σ), предел прочности, коэффициент текстурного упрочнения (к.т.у.) по данным анизотропии физических свойств.

Постановка задачи. В данной работе рассматривается текстура и ориентационная зависимость модуля Юнга (E), удельного электросопротивления (ρ) и магнитной восприимчи-

* Азербайджанская Инженерная академия

** Министерство оборонной промышленности Азербайджана

ности (χ) промышленных листов сплава ПТ-3В после холодной деформации, определяются упругие и кинетические характеристики монокристаллов сплава ПТ-3В и рассчитывается коэффициент текстурного упрочнения листов в условиях двухосного сбалансированного погружения.

Исходным материалом для исследований служили промышленные листы ПТ-3В, прокатанные при температуре 800⁰С. Деформация проводилась при комнатной температуре на прокатном стане с диаметром валков 160 мм до обжатия $\epsilon=20, 40, 60$ и 80% по толщине. Из полученных листов вырезали образцы для рентгенографических исследований. Полюсные фигуры определялись рентгенографический в $\text{Cu-K}\alpha$ излучении методом на отражение и просвет на рентгенографическом дифрактометре “ДРОН-3М” с учетом дефокусировки по работе [3]. Полюсные фигуры (ПФ) {0002} сплава ПТ-3В после различных степеней деформаций холодной прокаткой в продольном направлении представлены на рис. 1.

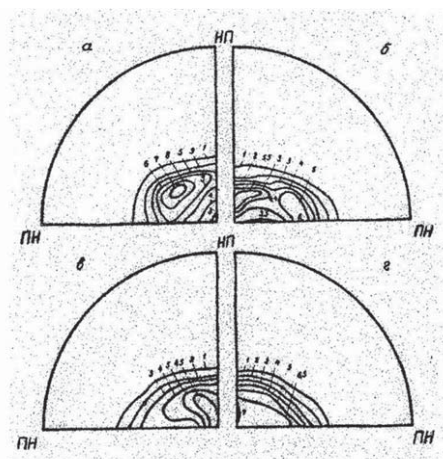


Рис. 1. Полюсные фигуры {0002} листов сплава ПТ-3В после холодной прокатки а) до 20, б) - 40, в) - 60, г) - 80% обжатия

Для изучения ориентационной зависимости модуля Юнга и удельного электросопротивления

из полученных листов вырезали в плоскости прокатки прямоугольные образцы длиной 100 и шириной 10 мм под различными углами к направлению прокатки НП: $\varphi=0, 15, 30, 45, 60, 75$ и 90^0 . Экспериментальные значения величин модуля Юнга (E^3) определялись динамическим методом, а удельного электросопротивления (ρ) – четырехзондовым методом. Статистическая обработка полученных данных дала для модуля Юнга относительную погрешность 1%, а для ρ -0,6% при коэффициенте надежности 0,98. При построении функций $E(\varphi)$ и $\rho(\varphi)$ учли внешнюю оптотропную симметрию листа, аформированную прямой прокаткой. В этом случае Фурье-разложение ориентационной зависимости $[E(\varphi)]^{-1}$ содержит три коэффициента A_0, A_2, A_4 , а $\rho(\varphi)$ – два коэффициента B_0, B_2 :

$$[A(\varphi)]^{-1} = A_0 + A_2 \cos 2\varphi + A_4 \cos 4\varphi \quad (1)$$

$$\rho(\varphi) = B_0 + B_2 \cos 2\varphi \quad (2)$$

Нахождение значений A_0, A_2, A_4, B_0, B_2 осуществляли из условия минимизации форм:

$$\sum_{i=1}^7 [1/E^3(\varphi_i) - (A_0 + A_2 \cos 2\varphi_i + A_4 \cos 4\varphi_i)]^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^7 [\rho^3(\varphi_i) - (B_0 + B_2 \cos 2\varphi_i)] \rightarrow \min \quad (4)$$

Дифференцируя (3) и (4), получаем системы уравнений относительно A_0, A_2, A_4 и B_0, B_2 :

$$\begin{aligned} 7A_0 + A_2 \sum_{i=1}^7 \cos 2\varphi_i + A_4 \sum_{i=1}^7 \cos 4\varphi_i &= \sum_{i=1}^7 1 / E^3(\varphi_i) \\ A_0 \sum_{i=1}^7 \cos 2\varphi_i + A_2 \sum_{i=1}^7 \cos^2 2\varphi_i + A_4 \sum_{i=1}^7 \cos 2\varphi_i \cdot \cos 4\varphi_i &= \sum_{i=1}^7 \cos 2\varphi_i / E^3(\varphi_i) \\ A_0 \sum_{i=1}^7 \cos 4\varphi_i + A_2 \sum_{i=1}^7 \cos 2\varphi_i \cdot \cos 4\varphi_i + A_4 \sum_{i=1}^7 \cos^2 4\varphi_i &= \sum_{i=1}^7 \cos 4\varphi_i / E^3(\varphi_i) \end{aligned} \quad (5)$$

$$7B_0 + B_2 \sum_{i=1}^7 \cos 2 \varphi_i = \sum_{i=1}^7 \rho^3(\varphi_i)$$

$$B_0 \sum_{i=1}^7 \cos 2 \varphi_i + B_2 \sum_{i=1}^7 \cos^2 2 \varphi_i = \sum_{i=1}^7 \rho^3(\varphi_i) \cos 2 \varphi_i \quad (6)$$

Графики функций $E(\varphi)$ и $\rho(\varphi)$, рассчитанных по (1), (2), коэффициенты в которых определены из систем уравнений (5), (6), приведены на рис. 2 и 3.

В интервале $[0; 90^\circ]$ ориентационная зависимость $E(\varphi)$ и $\rho(\varphi)$ для всех исследуемых листов является монотонной, причем максимум функции $E(\varphi)$ наблюдается в поперечном направлении (ПН), функции $\rho(\varphi)$ – в НП.

Листы, прокатанные до $\varepsilon = 20\%$, практически изотропны в плоскости листа относительно величин E и ρ . Прокатка до $E=40\%$ приводит к росту коэффициента анизотропии модуля Юнга $\eta_E = (E_{\max} + E_{\min} / E_{\min}) \cdot 100\%$ до 10%, а для удельного электросопротивления до 1,2%. Дальнейшая прокатка практически не изменяет характер ориентационной зависимости величин E и ρ .

Для изучения анизотропии магнитной восприимчивости сплава ПТ-3В вырезались образцы в виде прямоугольных параллелепипедов массой не более 30 мг под теми же углами к направлению прокатки (НП), что и для E и ρ . Перед измерениями образцы обжигались при 400°C в вакууме в течение 1 часа для снижения влияния наклепа и протравливались на глубину $\sim 0,2$ мм для снятия нарушенного при резке поверхностного слоя. После травления образцы промывались в спирте и дважды дистиллированной деионизованной воде.

Измерения экспериментальных зависимостей магнитной восприимчивости (МВ) от напряженности магнитного поля (Н) проводились методом Фарадея, который основан на измерении силы, действующей на исследуемый образец, помещенный в неоднородное магнитное поле. Основной частью измерительной установки являются очень чувствительные торсионные весы, которой точность измерений составляла 1%. Установка позволяет проводить измерения

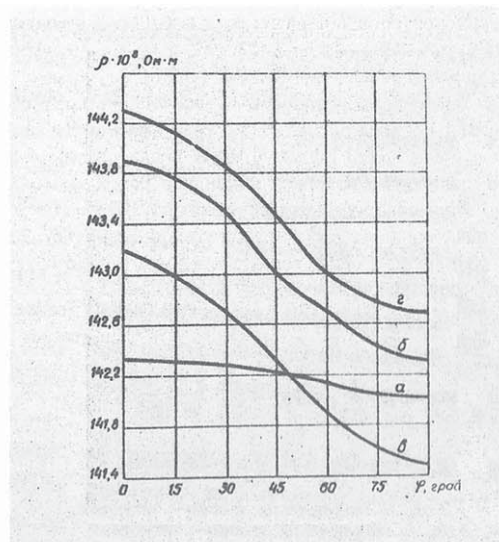


Рис.2. Зависимость удельного электросопротивления от направления в листах сплава ПТ-3В после холодной прокатки
а) до 20, б) - 40, в) - 60, г) - 80% обжатия

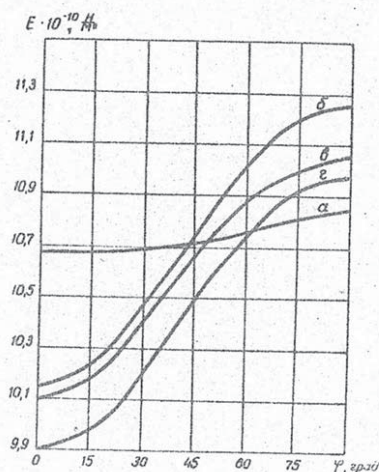


Рис.3. Анизотропия модуля Юнга в листах сплава ПТ-3В после холодной прокатки
а) до 20, б) - 40, в) - 60, г) - 80% обжатия

МВ в магнитных полях напряженностью от 0,3 до 6 кЭ.

Анизотропия магнитной восприимчивости измерялась при двух ориентациях исследуемых образцов относительно магнитного поля. Первая ориентация соответствовала нормальному направлению к плоскости листа (НН), а вторая определялась углами вырезки образца из прокатного листа, которые составляли соответственно 0, 15, 30, 45, 60, 75, и 90 градусов к направлению прокатки (НП). Экспериментальные значения МВ, влияние степени деформации на анизотропию магнитной восприимчивости (χ) в плоскости листа и в нормальном направлении к плоскости прокатки (НН), при $\chi \cdot 10^{11}$ м³/кг приведены в табл.1.

Табл. 1.

Экспериментальные значения МВ

Φ	$\varepsilon = 20\%$		$\varepsilon = 40\%$		$\varepsilon = 60\%$		$\varepsilon = 80\%$	
	$\chi_{\text{НН}}$	χ в плоскости прокатки	$\chi_{\text{НН}}$	χ в плоскости прокатки	$\chi_{\text{НН}}$	χ в плоскости прокатки	$\chi_{\text{НН}}$	χ в плоскости прокатки
0 ⁰	347	284	342	278	346	274	345	275
15 ⁰	346	286	345	281	347	273	347	274
30 ⁰	341	288	342	283	344	270	344	271
45 ⁰	343	289	344	280	345	271	342	275
60 ⁰	344	282	346	281	348	275	345	276
75 ⁰	345	284	345	284	349	275	347	270
90 ⁰	344	286	341	282	343	273	343	274

В отличие от [4] нелинейность полевых зависимостей $\chi = \chi(H)$ оказалась в пределах погрешности эксперимента (1%). Для каждой степени обжатия значения $\chi_{\text{НН}}$ усреднялись. Значения $\chi_{\text{НН}}$ и $\chi_{\text{НП}}$ определялись из соотношений аналогичным (2, 4, 6). Результаты расчета значения магнитной восприимчивости (χ) сплава ПТ-3В, полученные статистической обработкой экспериментальных данных ($\chi \cdot 10^{11}$ м/кг), представлены в табл.2.

Табл. 2

Результаты расчета значения магнитной восприимчивости

$\varepsilon, \%$	$\chi_{\text{НН}}$	$\chi_{\text{НП}}$	$\chi_{\text{ЛП}}$
20	345 ±1	286 ±4	285 ±2
40	344 ±2	280 ±4	283 ±3
60	344 ±2	275 ±4	285 ±3
80	346 ±2	272 ±4	272 ±2

Пользуясь моделью ортотропного листа, установили аналитическую связь между свойствами второй тензорной размерности моно- и поликристалла гексагональной симметрии через интегральные характеристики текстуры (ИХТ):

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \langle \alpha_{13}^2 \rangle ; & I_2 &= \langle \alpha_{23}^2 \rangle ; & I_3 &= \langle \alpha_{33}^2 \rangle ; \\
 I_4 &= \langle \alpha_{13}^4 \rangle ; & I_5 &= \langle \alpha_{23}^4 \rangle ; & I_6 &= \langle \alpha_{13}^2 \cdot \alpha_{23}^2 \rangle .
 \end{aligned}$$

$\langle \rangle$ - означает усреднение направляющих косинусов α_{ik} , задающих ориентацию кристаллита относительно системы координат, связанной с листом (НП, ПН, НН), по всем возможным ориентациям. Интегральные характеристики текстуры рассчитывались из полюсной плотности прямой полюсной фигуры (ППФ) (0002) по [12]. Результаты расчета интегральные характеристики текстуры (ИХТ) листов сплава ПТ-3В после холодной прокатки с различными степенями обжаты представлены в табл. 3.

Табл. 3

Результаты расчета интегральные характеристики текстуры

$\varepsilon, \%$	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
20	0,117	0,132	0,751	0,025	0,031	0,111
40	0,718	0,181	0,748	0,011	0,060	0,009
60	0,686	0,170	0,761	0,011	0,060	0,007
80	0,509	0,158	0,791	0,006	0,052	0,005

Для листов сплава ПТ-3В по данным ИХТ и анизотропии магнитной восприимчивости (МВ) рассчитаны компоненты тензора магнитной восприимчивости соответствующего монокристалла из выражений:

$$\begin{aligned} (\chi_{\text{нп}} + \chi_{\text{нн}}) / 2 &= \chi_1 + (\chi_3 - \chi_1) \cdot (I_1 + I_2) / 2 \\ \chi_{\text{нн}} &= \chi_1 + (\chi_3 - \chi_1) \cdot I_3 \end{aligned}$$

Значения χ_i монокристаллов сплава при доверительной вероятности 0,96 составили:

$$(\chi_1 = 268 \pm 6 \text{ и } \chi_3 = 368 \pm 10) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}.$$

В работе [5] показано, что нелинейность полевых зависимостей может быть следствием одной из трех причин:

1. Выделение ферромагнитных примесей, содержащихся всегда в парамагнитных металлах в твердом растворе, в виде самостоятельной фазы, в результате пластической деформации [6].
2. Изменение спектра электронов, которое происходит вследствие увеличения или уменьшения межатомных расстояний, что приводит к изменению числа элементарных магнитных моментов [7].
3. Существование в ядрах дислокаций большого числа носителей магнитного момента, между которыми существует обменное взаимодействие, обуславливающее появление ферромагнитной структуры [8].

В пользу дислокационной модели ферромагнетизма [8] свидетельствуют экспериментальные исследования [9], в которых установлена корреляция плотности дислокаций с величиной нелинейности полевых зависимостей $\chi = \chi(H)$.

Согласно этой модели, появление зависимости МВ от напряженности магнитного поля (H) в пластически деформированных кристаллах указывает на то, что они приобрели ферромагнитные свойства в процессе пластической деформации. На основании этого можно ожидать, что отсутствие полевых зависимостей $\chi = \chi(H)$ указывает на малую величину структурного вклада как в физические, так и в механические свойства изучаемых листов сплава ПТ-3В.

Для проверки этой гипотезы из данных по $\rho_{\text{нп}}$ и $\rho_{\text{пн}}$ и интегральных характеристик текстуры (ИХТ) [10] определялись с учетом межзеренного взаимодействия по [11] компоненты тензора удельного электрического сопротивления монокристаллов ρ_1 и ρ_3 , а затем рассчитывались структурный и кристаллографический вклады в удельное электросопротивление рассматриваемых листов. Значения ρ_1 , ρ_3 монокристаллов сплава ПТ-3В составили: $\rho_1 = 144,3 \cdot 10^{-8}$ Ом·м ; $\rho_3 = 128,3 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Кристаллографический вклад рассчитывается по формуле [10]:

$$\rho_{\text{крист}}^i = (\rho_3 - \rho_1) l_i + \rho_1 \quad (7)$$

$i = 1, 2, 3$ соответствует НП, ПН, НН соответственно, а структурный вклад по [11]:

$$\rho_{\text{структ.}}^i = - (\rho_3 - \rho_1)^2 [l_i - (l_i)^2] / 2\rho_1 + \rho_3 . \quad (8)$$

Табл. 4.

К.т.у. и расчетные значения структурного и кристаллографического вклада и удельное электросопротивление листов

ε, %	$\rho_{\text{нп}} \cdot 10^8$, ом·м		$\rho_{\text{пн}} \cdot 10^8$, ом·м		$\rho_{\text{пн}} \cdot 10^8$, ом·м		к.т.у.
	структ.	кристал.	структ.	кристал.	структ.	кристал.	
20	-0,34	132,3	-0,6	142,40	-0,07	142,30	1,29
40	-0,12	132,24	-0,01	143,90	-0,00	142,30	1,33
60	-0,11	132,14	-0,04	143,18	-0,09	141,55	1,31
80	-0,10	131,66	-0,03	144,31	-0,02	142,70	1,31

Из данных, приведенных в табл. 4, следует, что структурный вклад можно не учитывать при рассмотрении свойств исследованных листов. Полученные результаты позволяют использовать кристаллографическую связь [10] упругих свойств моно- и поликристаллов и применить к оценке к.т.у. гипотезу Е. К. Ашкенази о геометрическом подобии ориентационной поверхности $1/E(\varphi)$ и $1/\sigma_{0,2}(\varphi)$ [13]. В работе [10] с пренебрежением межзеренного взаимодействия получена связь $E(\varphi)$ гексагональноортотропного листа с константами податливости монокристаллов S_{ik} :

$$E(\varphi) = [x + 2y\psi_2^T(\varphi) + Z\psi_4^T(\varphi)]^{-1} \quad (9)$$

где $x = S_{11}$; $y = S_{13} - S_{11} + \frac{1}{2} S_{44}$; $Z = S_{11} + S_{33} - 2S_{13} - S_{44}$

$$\psi_2^T(\varphi) = I_1 \cos^4 \varphi + I_2 \sin^4 \varphi + \frac{1}{4}(I_1 + I_2) \sin^2 2\varphi$$

$$\psi_4^T(\varphi) = I_4 \cos^4 \varphi + I_5 \sin^4 \varphi + 1,5 I_6 \sin^2 2\varphi$$

Из результатов по $E(\varphi)$, I_1 , I_2 , I_4 , I_5 , I_6 посредством метода нелинейного программирования из [9] получено:

$$S_{11} = 1,0778 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{н} ; \quad S_{33} = 0,9392 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{н} ; \quad 2S_{13} + S_{44} = 0,657 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{н} . \quad (10)$$

Рассматривая значения модуля Юнга в НН как компоненту S_{3333} ортотропного листа, рассчитали E_{nn} по формуле [9]:

$$E_{nn} = (S_{3333})^{-1} = x + 2yI_3 + Z(1 - 2I_1 - 2I_2 + I_4 + I_5 + I_6) \quad (11)$$

Коэффициент текстурного упрочнения (к.т.у.) листов в условиях двухосного сбалансированного нагружения оценивали, согласно гипотезе Е. К. Ашкенази, по формуле:

$$\text{к.т.у.} = \sigma_{02nn} / \sigma_{02(\varphi)_{\min}} = E_{nn} / E(\varphi)_{\min} \quad (12)$$

К.т.у. и расчетные значения структурного и кристаллографического вклада и удельное электросопротивление листов сплава ПТ-3В представлены в табл.4.

Из полученных результатов (таб.4) следует, что деформация холодной прокаткой практически не изменяет к.т.у. листов сплава ПТ-3В в условиях двухосного сбалансированного нагружения.

Заключение. Ориентационная зависимость модуля Юнга и удельного сопротивления в интервале $[0; 90^0]$ является монотонной, причем максимум модуля Юнга достигается в поперечном направлении, а удельного электросопротивления – в направлении прокатки листа. Максимальная анизотропия данных свойств наблюдается при прокате со степенью $\varepsilon = 40\%$. Анизотропия магнитных свойств в плоскости листа практически отсутствует.

Анизотропия магнитных и электрических свойств листов сплава ПТ-3В в основном определяется кристаллографической текстурой. Структурный вклад можно не учитывать при рассмотрении свойств исследованных листов.

Компоненты тензоров податливости, удельного электросопротивления и магнитной восприимчивости монокристалла сплава ПТ-3В равны:

$$(S_{11} = 1,0778 ; S_{33} = 0,9392; 2S_{13} + S_{44} = 0,657) \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{н} ,$$

$$(\rho_1 = 144,3 ; \rho_3 = 128,3) \cdot 10^{-8} \text{ ом}\cdot\text{м},$$

$$(\chi_1 = 268 ; \chi_3 = 368) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Деформация холодной прокаткой практически не изменяет коэффициент текстурного упрочнения в условиях двухосного сбалансированного нагружения.

REFERENCES

1. **Bryuhanov A.A., Usov V.V., Sovkova T.S.** Anizotropiya uprugih svojstv i kristallograficheskaya tekstura splava Ti-Al-V, FMM, 1980, 50, №5, s.1108-1111.
Брюханов А.А., Усов В.В., Совкова Т.С. Анизотропия упругих свойств и кристаллографическая текстура сплава Ti-Al-V, ФММ, 1980, 50, №5, с.1108-1111.
2. **Grebenkin S.V.** Teksturoobrazovanie i anizotropiya mehanicheskikh svojstv splavov sistem Ti-Al-V, Avtoreferat dissertacii na soisk. uch.stepeni kand. fiz.-mat. nauk, Sverdlovsk, UPI, 1986.
Гребенкин С.В. Текстурирование и анизотропия механических свойств сплавов систем Ti-Al-V, Автореферат диссертации на соиск. уч.степени канд. физ.-мат. наук, Свердловск, УПИ, 1986.
3. **Segmüller A.** Correction for defocusing in the Schulz Technique for pole figures determination. J. Appl. Phys., 1972, v. 42, №6, p. 2607-2610.
4. **Mihajlivskij Y.G., Gohman A.R., Bryuhanov A.A.** Prognozirovanie karakteristik prochnosti po dannym izmerenij anizotropii magnitnoj vospriimchivosti v listah titanovyh splavov / V kn.: Tezisy dokladov 5 Vsesoyuzn. konf. «Tekstury i rekristallizaciya v metallah i splavah», Ufa, 1987, ch.2., s. 196.

- Михайликовский Ю.Г., Гохман А.Р., Брюханов А.А. Прогнозирование характеристик прочности по данным измерений анизотропии магнитной восприимчивости в листах титановых сплавов / В кн.: Тезисы докладов 5 Всесоюз. конф. «Текстуры и рекристаллизация в металлах и сплавах», Уфа, 1987, ч.2., с. 196.
5. **Deryagin A.I., Nasyrov R.Sh.** Magnitnaya vospriimchivost plasticheski deformirovannyh volframa i molibdena, FMM, 1980, t. 49, vup.6, s. 1189-1203.
Дерягин А.И., Насыров Р.Ш. Магнитная восприимчивость пластически деформированных вольфрама и молибдена, ФММ, 1980, т. 49, вып.6, с. 1189-1203.
 6. **Vonsovskij S.V.** Sovremennoe uchenie o magnetizme. М.-Л., GIFML, 1952, 440 s.
Вонсовский С.В. Современное учение о магнетизме. М.-Л., GIFML, 1952, 440 с.
 7. **Deryagin A.I., Pavlov V.A., Vlasov K.B., Shishminceva V.F.** Vliyanie plasticheskoy deformatsii na paramagnitnyuyu vospriimchivost monokristallov niobiya, FMM, 1972, t.34, vup.2, s.279-282.
Дерягин А.И., Павлов В.А., Власов К.Б., Шишминцева В.Ф. Влияние пластической деформации на парамагнитную восприимчивость монокристаллов ниобия, ФММ, 1972, т.34, вып.2, с.279-282.
 8. **Kosevich A.M., Shklovskij V.A.** Dislokatsionnaya model ferromagnetizma v nemagnitnyh kristallah. ZhETF, 1968, t.35, №3, s.1131-1141.
Косевич А.М., Шкловский В.А. Дислокационная модель ферромагнетизма в немагнитных кристаллах. ЖЭТФ, 1968, т.35, №3, с.1131-1141.
 9. **Smoc V.M., Ivanov-Omskij V.I., Novikov N.N., Shtym V.S., Kutkovskij B.M.** Vliyanie dislokatsiy na magnitnyuyu vospriimchivost kristallov germaniya i kremniya. FTT, 1981, t.23, №8, s.2446-2448.
Смоц В.М., Иванов-Омский В.И., Новиков Н.Н., Штым В.С., Кутковский Б.М. Влияние дислокаций на магнитную восприимчивость кристаллов германия и кремния. ФТТ, 1981, т.23, №8, с.2446-2448.
 10. **Bryuhanov A.A., Gohman A.R.** Ispolzovanie priblizhenij Hilla pri opredelenii uprugih harakteristik monokristallov po rezul'tatam issledovaniy teksturovannyh listov. FMM, 1986, t.64, vup.3, s.572-577.
Брюханов А.А., Гохман А.Р. Использование приближений Хилла при определении упругих характеристик монокристаллов по результатам исследований текстурованных листов. ФММ, 1986, т.64, вып.3, с.572-577.
 11. **Mityushov E.A., Adamesku R.A.** Vliyanie mezherennogo vzaimodeystviya na kineticheskie svoystva teksturovannyh materialov / Izv. vuzov MV i SSO SSSR. Fizika, 1983, №7, s.54-57.
Митюшов Е.А., Адамеску Р.А. Влияние межзеренного взаимодействия на кинетические свойства текстурованных материалов / Изв. вузов МВ и ССО СССР. Физика, 1983, №7, с.54-57.
 12. **Gohman A.R.** Kolichestvennye parametry tekstury i anizotropiya fiziko-mehani cheskikh svoystv nekotoryh ($\alpha+\beta$) splavov titana. Avtoref. na soisk. uchenoj stepeni kand. fiz.-mat. nauk, Leningrad, LPI, 1985.
Гохман А.Р. Количественные параметры текстуры и анизотропия физико-механических свойств некоторых ($\alpha+\beta$) сплавов титана. Автореф. на соиск. ученой степени канд. физ.-мат. наук, Ленинград, ЛПИ, 1985.
 13. **Ashkenazi E.K., Ganov E.V.** Anizotropiya konstruktsionnyh materialov. Spravochnik, L.: Mashinostroenie, 1980, 248 s.
Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник, Л.: Машиностроение, 1980, 248 с.

PT-3V ƏRİNTİSİNİN FİZİKİ XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

N.H. CAVADOV, K.Ə. ƏSGƏROV

Məqalədə soyuq deformasiyadan sonra sənayedə istifadə edilən vərəqəkilli PT-3V ərintilərinin maqnit nüfuzluluğu (χ), elektrik müqaviməti (ρ), tekstura və Yung modulunun (E) orientasiya asılılıqları tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda PT-3V ərintisinin monokristallarında elastiki və kinetik xarakteristikaları təyin edilmişdir. Tədqiq edilmiş vərəqlərdə struktur və kristalloqrafik tərkibin elektrik müqavimatına təsiri qiymətləndirilmişdir. İkiöxlü balanslaşma yüklənməsi şəraitində vərəqlərin tekstur sərtləşdirmə əmsalı hesablanmışdır.

Açar sözlər: *tekstur möhkəmlik, ikiöxlü balanslaşdırılmış yüklənmə, maqnit nüfuzluluğu, anizotrop luq, heksaqonal ortotrop vərəq.*

RESEARCH PHYSICAL PROPERTIES OF PT-3V ALLOY

N.G. JAVADOV, K.A. ASKEROV

In this article, we studied the texture and orientational dependence of Young's modulus (E), electrical resistivity (ρ) and magnetic susceptibility (χ) of industrial sheets of PT-3V alloy after cold deformation, determined the elastic and kinetic characteristics of single crystals of PT-3B alloy. The contribution of the structural and crystallographic components to the electrical resistance of the sheets under consideration were established. The coefficient of textural hardening of such sheets under conditions of biaxial balanced loading is calculated.

Keywords: *textural hardening, biaxial balanced loading, integral characteristics, magnetic susceptibility, anisotropy, hexagonal orthotropic sheet.*