



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-3-35-36>
УДК 669

Поступила 08.04.2024
Received 08.04.2024

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ СТРУКТУРЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ПЕРЛИТНОЙ СТАЛИ

В. П. ФЕТИСОВ, г. Орел, Российская Федерация. E-mail: olga1560@yandex.ru

При равномерном и сосредоточенном растяжении тонкопластинчатой перлитной стали проведено сравнение структурной зависимости прочностных и пластических свойств, показателей интенсивности упрочнения в виде степени относительного прироста прочности и скорости деформационного упрочнения. Повышенная структурная чувствительность характерна для напряжения разрушения, равномерного относительного сужения и степени относительного прироста прочности. Оценку вклада интенсивности деформационного упрочнения в формирование пластичности перлитной стали рекомендовано осуществлять по параметрам относительного прироста прочности.

Ключевые слова. Дисперсность структуры, равномерное и сосредоточенное растяжение, интенсивность упрочнения, степень относительного прироста прочности, скорость деформационного упрочнения.

Для цитирования. Фетисов, В. П. Влияние дисперсности структуры на интенсивность упрочнения при растяжении перлитной стали / В. П. Фетисов // Литие и металлургия. 2024. № 3. С. 35–36. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-3-35-36>.

THE INFLUENCE OF STRUCTURE DISPERSITY ON THE INTENSITY OF HARDENING DURING TENSILE TESTING OF PEARLITIC STEEL

V. P. FETISOV, Orel, Russian Federation. E-mail: olga1560@yandex.ru

During uniform and concentrated stretching of thin-plate pearlite steel, a comparison of the structural dependence of strength and plastic properties, indicators of hardening intensity in the form of the degree of relative strength increase and the rate of deformation hardening, was carried out. Increased structural sensitivity is characteristic of the fracture stress, uniform relative contraction, and the degree of relative strength increase. It is recommended to evaluate the contribution of the deformation hardening intensity to the formation of the ductility of pearlitic steel by the parameters of the relative strength increase.

Keywords. Structure dispersity, uniform and concentrated stretching, hardening intensity, degree of relative strength increase, deformation-hardening rate.

For citation. Fetisov V. P. The influence of structure dispersity on the intensity of hardening during tensile testing of pearlitic steel. Foundry production and metallurgy, 2024, no. 3, pp. 35–36. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-3-35-36>.

При испытаниях на растяжение формирование пластических свойств углеродистой стали во многом предопределяется величиной интенсивности упрочнения на стадиях равномерной и локальной деформации [1,2]. Поэтому требуются дополнительные исследования интенсивности деформационного упрочнения для напряжений текучести, течения и разрушения.

В настоящей статье рассмотрено влияние дисперсности структуры на интенсивность упрочнения при равномерном и локальном растяжении тонкопластинчатой перлитной стали и определен показатель интенсивности деформационного упрочнения с повышенной структурной чувствительностью.

Исследовали (см. таблицу) показатели интенсивности деформационного упрочнения $S_p/S_{ш}$, $I_{равн} = (S_{ш} - S_T)/q_{ш}$ и $I_{сопр} = (S_p - S_{ш})/(q_p - q_{ш})$ [3], $Y\sigma_{равн} = (\sigma_{равн} - \sigma_{02})/\sigma_{02}$ и $Y\sigma_{разр} = (\sigma_{разр} - \sigma_{равн})/\sigma_{равн}$ [2], где S_T , σ_{02} – пределы текучести; $S_{ш}$, $\sigma_{равн}$ – истинные напряжения при окончании равномерной деформации; S_p , $\sigma_{разр}$ – истинные напряжения при разрушении образца; $q_{ш}$, $\Psi_{равн}$ и q_p , $\Psi_{разр}$ – относительные сужения в момент до появления сосредоточенной деформации и при разрыве. При этом показатели $I_{равн}$ и $I_{сопр}$ характеризуют скорость деформационного упрочнения, а $Y\sigma_{равн}$ и $Y\sigma_{разр}$ – степень относительного прироста прочности при равномерной и в области завершающей локальной деформации.

Анализ выполнен для тонкопластинчатой перлитной стали 80 с межпластиночными расстояниями 0,088 и 0,142 мкм. Структурную зависимость оценивали по изменению отношения экстремальных значений.

Сопоставление составляющих показателей интенсивности деформационного упрочнения (см. таблицу) выявило, что для прочностных свойств повышенное влияние структуры характерно для напряжения

разрушения: $i = 1,21$ против $1,18$ для предела текучести и $1,06$ для напряжения однородной деформации, а для пластичности – при контроле равномерного относительного сужения: $i = 1,13$ против $1,09$ при разрушении образца.

Влияние дисперсности перлита в стали 80 на механические свойства и показатели интенсивности деформационного упрочнения при растяжении со скоростью 10^{-2} с^{-1} и температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Показатель	Межпластиночное расстояние в перлите Δ , мкм		Отношение экстремальных значений i
	0,088	0,142	
$S_T, \sigma_{02}, \text{ Н/мм}^2$	980	833	1,18
$S_{ш}, \sigma_{равн}, \text{ Н/мм}^2$	1194	1127	1,06
$S_p, \sigma_{разр}, \text{ Н/мм}^2$	2009	1661	1,21
$q_{ш}, \Psi_{равн}, \%$	6,1	6,9	1,13
$q_p, \Psi_{разр}, \%$	57	52,5	1,09
$S_p/S_{ш}$	1,68	1,47	1,14
$I_{равн} = (S_{ш} - S_T)/q_{ш}$	3,57	4,35	1,22
$I_{соср} = (S_p - S_{ш})/(q_p - q_{ш})$	1,63	1,195	1,36
$Y\sigma_{равн} = (\sigma_{равн} - \sigma_{02})/\sigma_{02}$	0,22	0,35	1,59
$Y\sigma_{разр} = (\sigma_{разр} - \sigma_{равн})/\sigma_{равн}$	0,68	0,47	1,45

Сравнение показателей упрочнения $I_{равн}$ и $Y\sigma_{равн}$ при равномерном растяжении, $S_p/S_{ш}$, $I_{соср}$ и $Y\sigma_{разр}$ (расчет $I_{равн}$ и $I_{соср}$ осуществляли для напряжений в кгс /мм²) при сосредоточенной деформации свидетельствует (см. таблицу) о повышенной структурной чувствительности $Y\sigma_{равн}$ и $Y\sigma_{разр}$: в 1,3 раза выше по сравнению с $I_{равн}$ и соответственно в 1,07 и 1,27 раза больше для $I_{соср}$ и $S_p/S_{ш}$.

Кроме того, показатели, подобные $Y\sigma_{равн}$ и $Y\sigma_{разр}$, превышают также [4] изменения традиционного параметра деформационного упрочнения n в известном уравнении $\sigma = K\epsilon^n$.

Таким образом, при анализе влияния параметров деформационного упрочнения при равномерном и локальном растяжении на формирование пластических свойств в зависимости от дисперсности структуры целесообразнее использовать показатели $Y\sigma_{равн}$ и $Y\sigma_{разр}$.

Выводы

При испытаниях на растяжение изменение межпластиночного расстояния в перлите в большей степени проявляется на величине напряжения разрушения и равномерного относительного сужения, а при контроле интенсивности упрочнения в областях равномерной и сосредоточенной деформации повышенная структурная зависимость характерна для показателей степени относительного прироста прочности по сравнению с параметрами скорости деформационного упрочнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фетисов, В.П. Исследование локализации пластической деформации при растяжении низкоуглеродистой стали / В.П. Фетисов // Литье и металлургия. – 2023. – № 1. – С. 85–87.
2. Фетисов, В.П. Формирование пластических свойств при деформации растяжением перлитной стали / В.П. Фетисов // Литье и металлургия. – 2023. – № 2. – С. 61–63.
3. Губкин, С.И. Пластическая деформация металлов. Т. 2 / С.И. Губкин. – М.: Металлургиздат, 1961. – 416 с.
4. Фетисов, В.П. Деформационное упрочнение углеродистой стали / В.П. Фетисов. – М.: Мир, 2005. – 200 с.

REFERENCES

1. Fetisov V.P. Issledovanie lokalizatsii plasticheskoy deformatsii pri rastyazhenii nizkouglerodistoy stali [Investigation of localization of plastic deformation during stretching of lowcarbon steel]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 1, pp. 85–87.
2. Fetisov V.P. Formirovanie plasticheskikh svoystv pri deformatsii rastyazheniem perlitnoy stal [Formation of plastic properties during deformation stretching of pearlitic steel]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 2, pp. 61–63.
3. Gubkin S.I. *Plasticheskaya deformatsiya metallov. T. 2* [Plastic deformation of metals. Vol. 2]. Moscow, Metallurgizdat Publ., 1961, 416 p.
4. Fetisov V.P. *Deformatsionnoe uprochnenie uglerodistoy stali* [Strain hardening of carbon steel]. Moscow, Mir Publ., 2005, 200 p.