

## Wpływ parametrów cyklicznego obciążenia skręcającego na przebieg rozciągania stali energetycznej

Tadeusz Szymczak<sup>1</sup>, Zbigniew L. Kowalewski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Transportu Samochodowego, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, 22 43 85 274, tadeusz.szymczak@its.waw.pl

<sup>2</sup> Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa, 22 826 12 81, zkowalew@ippt.pan.pl

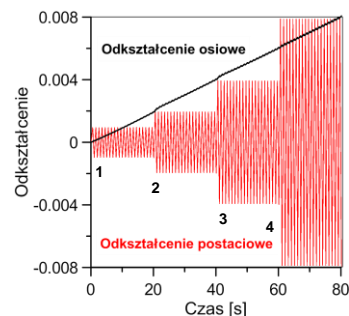
### 1. Wprowadzenie

Prace badawcze dotyczące określania wpływu obciążenia skręcającego na właściwości materiałów podczas rozciągania lub ściskania prowadzone są zarówno na poziomie mikroskopowym [1], jak i makroskopowym [2, 3]. Pierwsze z nich umożliwiają sformułowanie wniosków dotyczących efektów strukturalnych. Drugie natomiast są stosowane w celu określenia makroskopowych zmian właściwości mechanicznych, np. granic proporcjonalności i plastyczności. Wyniki badań prowadzonych w tym zakresie wykazują istotny wpływ obecności obciążenia skręcającego na przebieg naprężenia rozciągającego, wyrażający się nawet 90% obniżeniem rozpatrywanych wielkości mechanicznych [2]. Spośród parametrów cykli skrętnych wpływających w znaczący sposób na przebieg rozciągania wymienić należy amplitudę odkształcenia i częstotliwość. Dlatego też, zasadniczym celem pracy jest ocena wpływu wyżej wymienionych parametrów obciążenia skręcającego na przebieg jednocześnie prowadzonego rozciągania materiału.

### 2. Materiał i program badawczy

Do badań wytypowano stal 10H2M stosowaną w polskim przemyśle energetycznym, o

następujących właściwościach mechanicznych  $E=195\,134\text{MPa}$ ,  $R_{0.05}=331\text{MPa}$ ,  $R_{0.2}=380\text{MPa}$ ,  $R_m=557\text{MPa}$ . Badania realizowano na cienkościennych próbkach rurkowych o średnicy zewnętrznej i wewnętrznej bazy pomiarowej, wynoszących odpowiednio  $\phi\,7.5\text{mm}$  i  $\phi\,6\text{mm}$ .



Rys. 1. Program obciążenia

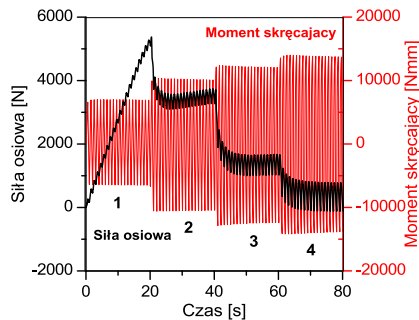
Program obciążenia zawierał monotonicznie narastający sygnał odkształcenia osiowego i sygnał odkształcenia postaciowego - cyklicznie zmienny o częstotliwości 1Hz. Obciążenie cykliczne zaplanowano w układzie blokowym od niskiej do wysokiej amplitudy odkształcenia przyjmującej wartości (1) -  $\pm 0.1\%$ , (2) -  $\pm 0.2\%$ , (3) -  $\pm 0.4\%$ , (4) -  $\pm 0.8\%$ , rys. 1.

W drugim etapie badań monotonicznie narastający sygnał odkształcenia osiowego i symetryczny, cyklicznie zmienny sygnał odkształ-

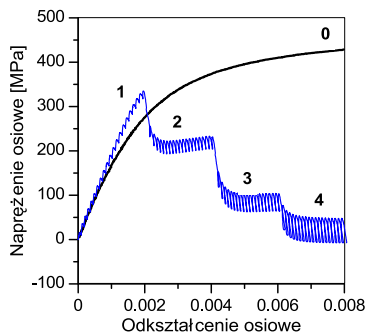
czenia postaciowego o stałej amplitudzie równej  $\pm 0.4\%$  i częstotliwości przyjmującej wartości (1) - 0.005Hz, (2) - 0.05Hz i (3) - 0.5Hz został wykorzystany do określenia wpływu częstotliwości.

### 3. Wyniki badań

W wyniku zastosowania programu obciążenia, rys. 1, otrzymano zmiany siły osiowej i momentu skręcającego pokazane na rys. 2.



Rys. 2. Zmiany siły i momentu skręcającego w stali 10H2M dla programu według rys. 1

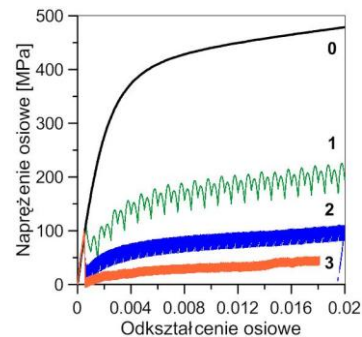


Rys. 3. Porównanie charakterystyki rozciągania (0) z krzywą naprężenie-odkształcenie wyznaczoną w obecności blokowego obciążenia skręcającego

Z przedstawionych danych wynika znaczące obniżanie się wartości siły rozciągającej wraz ze wzrostem amplitudy odkształcenia postaciowego, tj. z 5300N przy amplitudzie cykli

skrętnych  $\pm 0.1\%$  (segment 1) do 53N dla amplitudy  $\pm 0.8\%$  (segment 4). W układzie naprężenie-odkształcenie, rys. 3, wielkość redukcji naprężenia osiowego osiągnęła poziom 400MPa dla największej z rozpatrywanych wartości amplitudy odkształcenia postaciowego.

W przypadku zmian naprężenia osiowego - występujących podczas realizacji cykli skrętnych o stałej amplitudzie, lecz różnych wartościach częstotliwości - również zaobserwowano obniżanie się jego wartości ze wzrostem częstotliwości, rys. 4.



Rys. 4. Krzywe naprężenie-odkształcenie określone dla częstotliwości cykli skrętnych z zakresu od 0.005Hz do 0.5Hz porównane z charakterystyką rozciągania (0)

### Literatura

- [1] Jixi Zhang, Yanyao Jiang, Acta Materialia, 55, 2007, 1831-1842.
- [2] Z.L. Kowalewski, T. Szymczak, Materials Research Innovations, 75, 2011, 73-76.
- [3] T. Szymczak, Z.L. Kowalewski, Archives of Metallurgy and Materials, 57, 2012, 193-197.

## AN INFLUENCE OF CYCLIC LOADING PARAMETERS ON TENSILE OF THE POWER ENGINEERING STEEL

The paper reports tensile stress variations of the 10H2M steel determined in assistance of torsion cycles for strain amplitude and frequency within the range from  $\pm 0.1\%$  to  $\pm 0.8\%$ , and from 0.005Hz to 0.5Hz, respectively. It was observed that tensile stress level can be reduced when tension is assisted by torsion cycles. Such reduction depends strongly on the shear strain amplitude. It increases with an increase of cyclic strain amplitude. The tests also exhibited an influence of torsion cycles frequency on the axial stress reduction. The proposed manner of loading combinations can be an effective tool for determination of an optimal values of cyclic strain amplitude and frequency with respect to desired tensile stress reduction. It can be also helpful during planned modifications of selected technological processes, e.g.: drawing, extrusion or forging.