ANMUR Paweł Murjas
Ustrzycka 259
35-213 Rzeszów

Próba wytrzymałościowa zgrzewów

1. CEL

- Próba wytrzymałościowa rozrywania maszyną wytrzymałościową.
- Zbadanie materiału w procesie rozrywania.
- Określenie wytrzymałości i plastyczności zgrzewów z :
  a) umowną granicą sprężystości $R_{0.05}$,
  b) rzeczywistą plastycznością R_e,
  c) umowną granicą plastyczności $R_{0.2}$,
  d) wytrzymałości na rozdarcie R_m,
  e) naprężenie rzeczywiste w chwili rozerwania R_u,
  f) wydłużenia względnego A_p,
  g) wydłużenia równomiernego A_r,
  h) przewężenia Z,
  i) współczynnika sprężystości wzdłużnej E (modułu Younga).

Umowną granicę rozerwania wyznacza się w przypadku, gdy w trakcie rozciągania nie obserwuje się na wykresie wyraźnej granicy plastyczności. Współczynnik sprężystości wzdłużnej E (moduł Younga) należy wyznaczać na podstawie dokładnego pomiaru wydłużeń dokonanego za pomocą ekstensorów.

2. WPROWADZENIE

Statyczna próba rozerwania zgrzewu ujęta normą PN-91/H-04310 polega na poddaniu odpowiednio ukształtowanej próbki działaniu siły rozrywającej w kierunku osiowym aż do jej zerwania. Podstawową próbę rozrywania nazywa się próbą statyczną, chociaż obciążenie wolno narasta z określoną prędkością. Zakłada się jednak, że odpowiadające w stanie spoczynku określonym naprężeniom odkształcenia pojawiają się natychmiast po zadziałaniu obciążenia, tzn., że istnieje w każdej chwili równowaga w stanie naprężenia i odkształcenia. W dużej mierze jest to słuszne dla odkształceń sprężystych; w zakresie jednak odkształceń plastycznych dla wielu materiałów przyjęcie takiego założenia jest niezgodne z rzeczywistością. Normy przewidują ograniczenia maksymalnej szybkości rozciągania. Maksymalny przyrost naprężeń w zakresie odkształceń sprężystych nie powinien przekraczać 30MPa/s. Narastanie obciążeń powinno być powolne i ciągłe do swojej maksymalnej wartości.

Próbę rozciągania przeprowadza się na maszynach zwanych zrywarkami. Próbki do rozciągania posiadają część pomiarową o stałym kształcie. Przy odpowiedniej długości pomiarowej można przyjąć, że stan odkształcenia i naprężenia w każdym punkcie części pomiarowej jest jednorodny. W takich warunkach z pomiarów odkształceń na powierzchni szwu można wnioskować o odkształceniach wewnątrz, a z pomiarów całkowitej siły można wyliczyć naprężenia istniejące wewnątrz próbki.

Próba rozciągania jest podstawową i najczęściej stosowaną próbą wytrzymałościową, jednak należy pamiętać, że wielkości charakterystyczne uzyskane na podstawie rozciągania próbek mogą nie odzwierciedlać ogólnego zachowania się konstrukcji pod obciążeniem.

3. Teoria

3.1 *Jednostki i wielkości fizyczne*

Wielkości wyznaczające wymiary próbek jak również określające własności plastyczne i mechaniczne materiału zostały określone i zdefiniowane w normie PN-91/H-04310.

- *Średnica początkowa próbki* (d_0 [mm]) – średnica próbki na jej długości roboczej mierzo- na przed rozerwaniem.
- *Średnica końcowa próbki* (d_u [mm]) – średnica najmniejszego przekroju próbki w miejscu rozerwania.
- *Średnica próbki do wyznaczania wydłużenia równomiernego* (d_r [mm]) – średnica próbki po rozerwaniu mierzona na dłuższej części próbki w połowie odległości od miejsca jej rozerwania do końca długości pomiarowej.
- *Długość pomiarowa początkowa* (L_0 [mm]) – długość odcinka na roboczej części próbki, na której określa się wydłużenie.
- *Długość próbki* (L_t [mm]) – całkowita długość próbki.
- *Długość pomiarowa końcowa* (L_u [mm]) – długość pomiarowa próbki po rozerwaniu.
- *Powierzchnia przekroju początkowego próbki* (S [mm^2]) – powierzchnia przekroju po- przecznego próbki na długości pomiarowej mierzona przed rozerwaniem.
- *Powierzchnia przekroju końcowego* (S [mm^2]) – powierzchnia przekroju poprzecznego próbki w miejscu rozerwania.
- *Bezwzględne wydłużenie próbki po rozerwaniu* (ΔL [mm]): $\Delta L = L_u - L_0$.
- *Względne wydłużenie próbki proporcjonalnej po rozerwaniu* (A_p [%]): $A_p = \frac{\Delta L}{L_0} 100$ [%],

  gdzie: p – wskaźnik wielokrotności średnicy d_0 lub wielokrotności 1.13 .
- *Względne wydłużenie równomierne próbki okrągłej* (A_r [%]): $A_r = \frac{d_0^2 - d_r^2}{d_r^2} 100$ [%].
- *Względne przewężenie próbki* (Z [%]):
  - względne przewężenie próbki okrągłej: $Z = \frac{d_0^2 - d_u^2}{d_0^2} 100$ [%];

- względne przewężenie próbki płaskiej: $Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} 100$ [%].

- *Siła rozciągająca* (F [N]) – siła działająca na próbkę w określonej chwili badania.
- *Naprężenie rozciągające* (R [MPa]) – naprężenie wyrażone stosunkiem siły F do przekro- ju początkowego próbki S_0.
- *Umowna granica sprężystości* ($R_{0.05}$ [MPa]) – naprężenie odpowiadające działaniu siły rozciągającej, wywołującej w próbce umowne wydłużenie trwałe x, wynoszące 0.05% długości pomiarowej L_0; w technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się okreś- lenie granicy sprężystości przy wydłużeniach trwałych mniejszych niż 0.05%:

$$R_{0.05} = \frac{F_{0.05}}{S_0} \text{ [MPa]}$$

- *Umowna granica plastyczności* ($R_{0.2}$ [MPa]) – naprężenie odpowiadające działaniu siły rozciągającej, wywołującej w próbce umowne wydłużenie trwałe x, wynoszące 0.2% dłu- gości pomiarowej L_0; w technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się określenie umownej granicy plastyczności przy innych wydłużeniach trwałych w granicach 0.05-0.5%:

$$R_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0} \text{ [MPa]}$$

- *Siła odpowiadająca wyraźnej granicy plastyczności* (F_e [N]) – siła, przy której występuje wyraźny wzrost wydłużenia rozciąganej próbki; dla określonych materiałów rozróżnia się siłę F_{eH}, odpowiadającą górnej granicy plastyczności oraz siłę F_{eL}, odpowiadającą dolnej granicy plastyczności.
- *Wyraźna granica plastyczności* (R_e [MPa]) – naprężenia odpowiadające działaniu siły F_e:

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} \text{ [MPa]}$$

Rozróżnia się górną granicę plastyczności R_{eH}, w której naprężenie odpowiada pierwsze- mu szczytowi obciążenia zarejestrowanemu przy badaniu materiału oraz dolną granicę plastyczności R_{eL}, odpowiadającą najmniejszej wielkości naprężenia przy wyraźnym wzroście wydłużenia; w przypadku, gdy występuje więcej niż jedno minimum, pierwsze- go z nich nie bierze się pod uwagę.

- *Największa siła* (F_m [N]) – największa siła rozciągająca działająca na próbkę.
- *Wytrzymałość na rozciąganie* (R_m [MPa]) – naprężenie odpowiadające działaniu siły F_m:

$$R_m = \frac{Fm}{S_0} \text{ [MPa]}$$

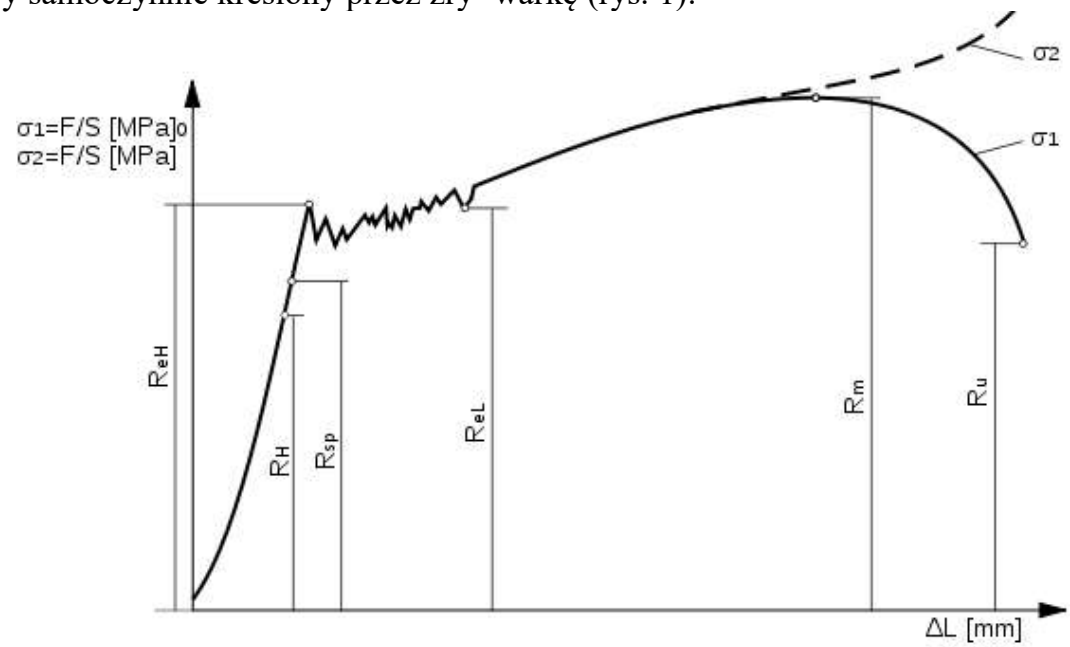
- *Siła rozerwania* (F_u [N]) – siła rozciągająca w chwili rozerwania próbki.
- *Naprężenie rozrywające* (R_u [MPa]) – naprężenie odpowiadające działaniu siły F_u:

$$R_u = \frac{Fu}{S_u} \text{ [MPa]}$$

- *Współczynnik sprężystości wzdłużnej* (E [MPa]) – stosunek naprężenia R do odpowiadają- cego mu wydłużenia względnego A_p w zakresie, w którym krzywa rozciągania jest linią prostą.
- *Podatność maszyny* (K [mm/N]) – stosunek zmiany odległości między uchwytami maszy- ny wytrzymałościowej do zmiany siły obciążającej.
- *Powiększenie skali wydłużeń* (α) – stosunek Δl odczytanego na wykresie do rzeczywiste- go Δl próbki.

3.2 Wykresy rozciągania

Zachowanie się badanego materiału w czasie próby rozciągania najlepiej obrazuje wykres rozciągania, przedstawiający zależności między obciążeniem i odpowiadającym mu przyros- tem długości próbki F-Δl. Wykres taki jest w czasie próby samoczynnie kreślony przez zry- warkę (rys. 1).



Rys. 1. Wykres rozciągania w dwóch układach współrzędnych:
a) naturalnym; b) odkształcenie średnie-naprężenie

Początkowo wraz ze wzrostem obciążenia wydłużenia są bardzo małe, po odciążeniu próbka powraca do pierwotnej długości – nie można stwierdzić żadnych trwałych wydłużeń, a wykres jest linią prostą. Liniowa zależność wykresu w początkowej jego fazie ($F < F_{0.05}$) stanowi doświadczalne potwierdzenie prawa Hooke'a w zakresie małych odkształceń.

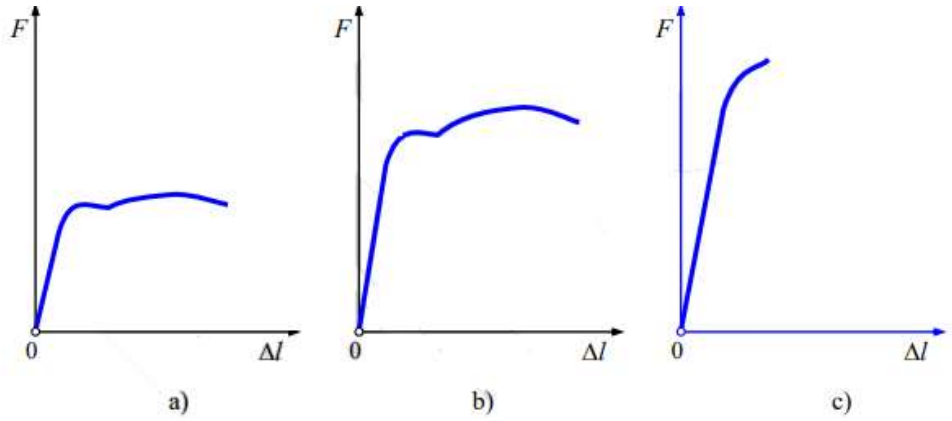
Przy dalszym obciążaniu wykres zakrzywia się, a po odciążeniu pojawiają się odkształcenia trwałe. Po osiągnięciu pewnej wartości siły F_e siła mimo wzrastających

wydłużeń nie tylko nie wzrasta, ale nawet może chwilowo zmniejszać się. Zachowanie materiału określa się jako *płynięcie*. Z chwilą rozpoczęcia płynięcia na powierzchni próbek pojawiają się drobne bruzdy widoczne jako tzw. *linie Lüdersa*, nachylone do osi pod kątem około 45°. Są to ślady gwałtownych wzajemnych przesunięć (poślizgów) cząstek materiału. Przy dalszym trwaniu próby płynięcie ustaje, następuje tzw. *umocnienie*; dalszemu wzrostowi wydłużeń towarzyszy wzrost siły o wyraźnie plastycznym charakterze. Stosunek wydłużenia do siły nie jest wprost proporcjonalny. Z chwilą osiągnięcia maksymalnej wartości siły *Fm* pojawia się w jednym miejscu próbki gwałtowne zwężenie, zwane *szyjką*. Przekrój zmniejsza się w tym miejscu przy spadku obciążenia, aż w końcu próbka ulega rozerwaniu.

Dzieląc siłę *F* przez pierwotne pole przekroju (powierzchnię przekroju początkowego próbki) bez uwzględnienia odkształceń uzyskuje się tzw. *naprężenie umowne* lub *nominalne* σ_n. W celu wyznaczenia naprężenia rzeczywistego należałoby siłę *F* podzielić przez rzeczywiste pole przekroju *S* odpowiadające wartości działającej siły (z uwzględnieniem zmniejszania się pola przekroju). W zakresie odkształceń sprężystych różnice w przekroju poprzecznym są zupełnie nieistotne. Przy dalszym przebiegu rozciągania różnice te są zupełnie wyraźne. Wydłużenie względne ϵ wyznacza się ze wzoru $\epsilon = \Delta L/L_0$. Początkowo, gdy wydłużenia są równomierne, tak wyliczona wartość odpowiada rzeczywistym wydłużeniom właściwym; z chwilą pojawienia się szyjki jest to średnia wartość wydłużenia na określonej długości pomiarowej. Ponieważ $S_0=const$ i $L_0=const$, więc wykres w układzie F-Δl (siła-wydłużenie całkowite) po zmianie skali można uważać za wykres w układzie σ-ϵ (pokazujący zależność wydłużenia średniego $\epsilon_{śr}$ od naprężenia umownego σ_n).

Wyznaczając naprężenie $\sigma = F/S$ (gdzie *S* – rzeczywiste pole przekroju, z chwilą pojawienia się szyjki pole najmniejszego przekroju) można otrzymać wykres zależności $\epsilon_{śr}$ od rzeczywistego naprężenia maksymalnego (rys. 1.1 - linia przerywana). Z wykresów można odczytać wielkości sił, natomiast nie można mierzyć wydłużeń długości pomiarowej próbki. Wydłużenia na wykresie przedstawiają bowiem przemieszczenie zrywarki, na które składa się wydłużenie całej próbki, sprężyste odkształcenie maszyny i poślizgi w szczękach.

Wykresy rozciągania można przedstawić w układzie F-Δl (siła-wydłużenie) lub σ-ϵ (naprężenie-odkształcenie). Układ σ-ϵ pozwala na bezpośrednie porównywanie naprężeń dla różnych materiałów, gdyż układ ten jest niezależny od wymiarów próbki. Wykres rozciągania w układzie σ-ϵ dla naprężeń rzeczywistych otrzymujemy dzieląc siłę przez pole przekroju w stanie odkształconym. Dla zagadnień technicznych wyznacza się tylko naprężenie umowne, dzieląc siłę przez początkowe pole przekroju rozciąganej próbki. Przykładowe wykresy rozciągania dla różnych materiałów przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Wykresy rozciągania różnych stali: a) stal węglowa w stanie surowym;

a) stal węglowa w stanie zahartowanym i odpuszczonym;

b) stal węglowa w stanie zahartowanym

3.3 Próbki

Wyniki tej samej próby uzyskane na próbkach różnych materiałów powinny pozwolić na poznanie własności materiałów, a nie odzwierciedlać przypadkowy wpływ warunków doświadczenia. Warunki zapewniające ten stan nazywają się *prawami podobieństwa prób mechanicznych*.

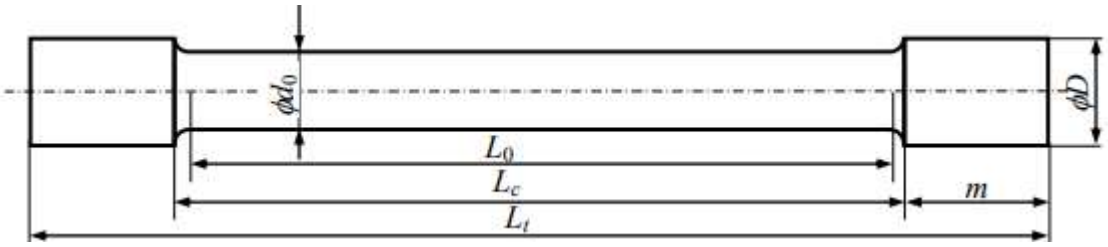
Wymagane jest zachowanie trzech rodzajów podobieństw:

a) geometrycznego (kształt i wymiary próbek);

b) mechanicznego (warunki obciążenia);

c) fizycznego (zewnętrzne warunki fizyczne).

W celu zachowania podobieństwa geometrycznego, kształty i wymiary wszystkich próbek stosowanych do rozciągania zostały znormalizowane. Podaje je norma PN-91/H-04310 (rys. 3). Najczęściej stosuje się próbki o przekroju kołowym oraz prostokątnym (tzw. próbki płaskie). Miejsce i kierunek pobierania odcinków próbnych, z których wykonuje się próbki, określa norma. Główki próbek powinny być dostosowane do szczęk i uchwytów.



Rys. 3. Próbka okrągła z główkami do chwytania w szczęki

W zależności od długości pomiarowej próbki dzielimy na proporcjonalne i nieproporcjonalne. Próbki proporcjonalne mają długość pomiarową.

Długość pomiarowa okrągłych próbek wyraża się następującymi wielkościami ich średnic:

$L_0 = 4d_0, 5d_0, 8d_0, 10d_0$.

Zaleca się stosować próbki o szerokości 50 mm i powyżej, próbki płaskie . . Wymiary podają normy PN-63/H-831-08. Kształt ich zapewnia uzyskanie pęknięcia w środku próbki, gdzie średnica jest najmniejsza.

Warunki mechanicznego podobieństwa w najbardziej ogólnym ujęciu powinny stwarzać identyczny stan naprężeń i odkształceń w odpowiadających sobie przekrojach części pomiarowej próbki. Przy pominięciu wpływu prędkości odkształcenia i działania sił bezwładności warunki mechanicznego podobieństwa będą spełnione, jeżeli siły zewnętrzne działające na próbki będą jednakowo skierowane i przyłożone w odpowiednich miejscach próbek. Warunki fizycznego podobieństwa prób mechanicznych uzależnione są przede wszystkim od temperatury, w jakiej przeprowadza się badania porównawcze różnych metali.

3.4 Maszyny wytrzymałościowe

Do przeprowadzania próby rozciągania stosuje się maszyny wytrzymałościowe różnej konstrukcji. Najczęściej są one budowane jako maszyny uniwersalne umożliwiające przeprowadzenie nie tylko próby rozciągania, ale także zginania, ściskania i niektórych prób techno- logicznych. Każda maszyna wytrzymałościowa składa się z następujących zasadniczych zes połów:

1) mechanizmu napędowego, którego celem jest wywołanie żądanej siły i odkształcenia próbki z określoną prędkością;
2) urządzenia do pomiaru siły;
3) układu uchwytów do mocowania różnych typów próbek;

4) urządzenia rejestrującego zależność odkształcenia próbki od obciążenia;
5) obudowy o dostatecznie sztywnej konstrukcji.

Wśród stosowanych mechanizmów napędowych najczęściej spotyka się napęd mechaniczny i hydrauliczny. Próbki mocuje się w uchwytach, których zadaniem jest uniemożliwienie wysunięcia się próbki oraz zapewnienie osiowego obciążenia. Próbka musi mieć możliwość ustawienia się w kierunku siły rozciągającej. W zależności od rodzaju próbek rozróżnia się uchwyty szczękowe i pierścieniowe. Szczęki prowadzone klinowo zaciskają się na główkach próbki zwiększając nacisk w miarę wzrostu siły rozciągającej i nie pozwalają na wysunięcie się próbki.

4. PRZEBIEG BADANIA

4.1 Wykonanie pomiarów

Próby przeprowadza się w temperaturze ~20°C, jednak nie wyższej niż 35°C i nie niższej niż 10°C. Przed badaniem należy sprawdzić wykonanie i wymiary próbek. Pomiaru dokonuje się suwmiarką lub mikromierzem z dokładnością do 0.01 mm. grubość próbek należy zmierzyć w trzech miejscach części pomiarowej w dwóch prostopadłych kierunkach. Do tabelki pomiarowej (tab. 1.1) należy wpisać wartość średnią średnicy. Dopuszczalne odchyłki wymiarów jak również wymaganą dokładność pomiaru podaje norma PN-91/H04310.

Długość pomiarową próbki zaokrągla się do najbliższych 5 mm, aby dała się odczytać z kresek nacinanych na części pomiarowej próbki w odstępach 5 mm albo 10 mm. Kreski te bądź nacina się przyrządem podziałowym, bądź też nanosi tuszem lub ołówkiem. Dla próbek oblicza się orientacyjny zakres obciążenia, który powinien być tak dobrany, aby największa siła potrzebna przy rozciąganiu była nie mniejsza niż 30% i nie większa niż 90% pełnego za- kresu obciążeń.

Ogólny przebieg próby można przedstawić w następujących punktach:

1. Przygotowanie próbki (pomiar, naniesienie działek)
2. Przygotowanie maszyny wytrzymałościowej (szczęki, zakres, urządzenie rejestrujące)
3. Zamocowanie próbki
4. Obciążenie próbki siłą osiową (do momentu zerwania)
5. Rejestracja i opracowanie wyników

5. OPRACOWANIE WYNIKÓW I WYTYCZNE DO SPRAWOZDANIA

5.1 Tabela pomiarowa

Na podstawie wyników uzyskanych w czasie próby rozciągania wyznacza się wielkości wymienione w punkcie 1.

Własności wytrzymałościowe (umowna granica sprężystości $R_{0.05}$, wyraźna granica plastyczności R_e lub umowna granica plastyczności $R_{0.2}$, wytrzymałość na rozciąganie R_m, naprężenie rozrywające R_u) oraz *własności plastyczne* (wydłużenie względne A_p, wydłużenie równomierne A_r, przewężenie Z) wyznacza się zgodnie z zależnościami podanymi w punkcie 3.1. W tab. 1 podano dokładności, z jakimi podaje się wyniki próby rozciągania.

Tabela 1

Rodzaj wielkości	Jednostka	Zakres wartości	Dokładność zaokrąglenia	Sposób zaokrąglenia wartości
R ($R_{0.05}$, $R_{0.2}$, itp)	MPa	do 1000	do 1.0	wartości <0.5 nie uwzględnia się; wartości ≥0.5 zaokrągla się do 1.0
R_{eH}, R_m, R_u, E	MPa	powyżej 1000	do 10.0	wartości <5.0 nie uwzględnia się; wartości ≥5.0 zaokrągla się do 10.0
A_p, A_r, Z	%	bez ograniczenia	do 0.1	wartości <0.05 nie uwzględnia sie: wartości ≥0.05 zaokrągla się do 0.1

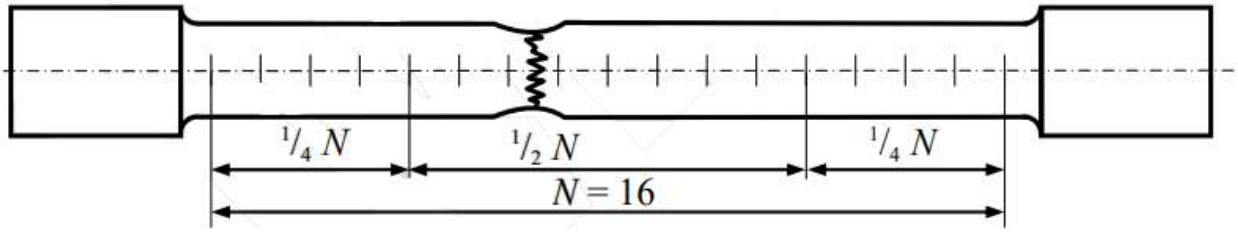
Długość pomiarową L_u po zerwaniu w zależności od miejsca zerwania oblicza się dwoma sposobami:

a) Polska norma dotycząca próby rozciągania podaje, że jeżeli próbka dziesięciokrotna zerwie się w środkowej części odpowiadającej $^1/_2$ długości pomiarowej, to długość po zerwaniu mierzy się tak, jakby szyjka powstała w środku próbki (rys. 4). Dla próbki pięciokrotnej długość po zerwaniu można zmierzyć tak samo, ale pod warunkiem, że miejsce zerwania znajduje się w środkowej części próbki obejmującej $^1/_3$ długości pomiarowej. Pomiaru tego dokonuje się posługując się uprzednio naniesionymi na próbkę działkami. Dzieląc długość pomiarową $L0$ przez odległość między działkami (np. 5 mm) uzyskuje się liczbę działek N odpowiadającą długości pomiarowej. Mierząc w zerwanej próbce długość odcinka zawierającego N działek uzyskuje się długość pomiarową po zerwaniu Lu. Pomiaru należy dokonywać w ten sposób, aby miejsce zerwania było w pobliżu środka odcinka zmierzonego.

b) Jeżeli zerwanie nastąpi poza zakresem określonym uprzednio jako środkowa część próbki, to długość L_u oblicza się tak, jak to zostało przedstawione na rys. 4. Wykorzystuje się przy tym fakt jednakowego wydłużenia działek, na jakie próbka została podzielona, położonych symetrycznie w stosunku do miejsca zerwania. W tym celu należy wykonać następujące czynności:

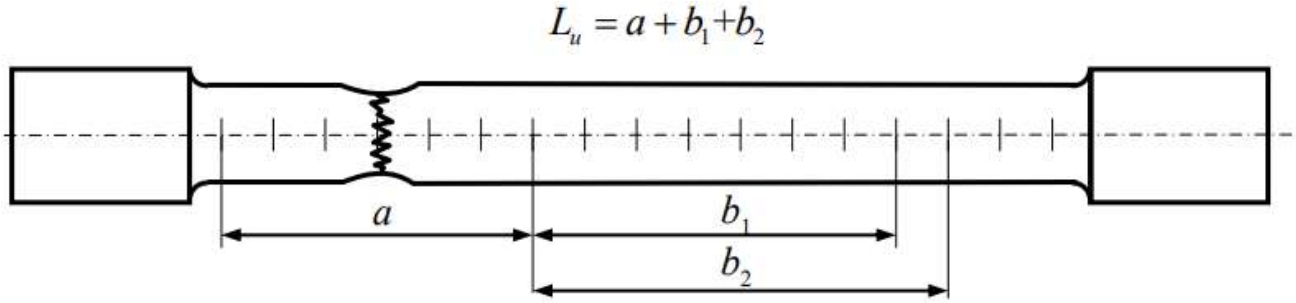
1. Obliczyć liczbę działek N odpowiadającą długości pomiarowej L_0.
2. Złączyć obie części próbki.
3. Zmierzyć odległość a (rys. 4) między n działkami położonymi po obu stronach miejsca zerwania.
4. Pozostałą liczbę działek podzielić na połowę: $(N - n)/2$.
5. Zmierzyć odległość b odpowiadającą tej liczbie działek.
6. Obliczyć długość L_u przez dodanie do długości a dwóch odcinków o długościach b:

$$L_u = a + 2b$$



Rys. 4. Ocena próbki okrągłej po zerwaniu – zerwanie w środkowej części

Wynika to z założenia, że gdyby próbka zerwała się symetrycznie w środku, to odcinki o długościach b byłyby jednakowe z obu stron miejsca zerwania. Jeżeli liczba działek $(N - n)$ jest liczbą nieparzystą, to długość L_u oblicza się dodając do długości a dwa odcinki o długość.



Rys. 5. Ocena próbki okrągłej po zerwaniu – zerwanie poza środkową częścią

Unieważnienie wyników próby

Wyniki próby rozciągania unieważnia się jeżeli:

1. Na próbce tworzy się więcej niż jedna szyjka.
2. Próbka zerwała się poza długością pomiarową, a obliczone wydłużenie nie odpowiada wymaganiom stawianym badanemu materiałowi.
3. Próbka zerwała się w miejscu rysy działki pomiarowej i nie wykazuje wymaganego przewężenia lub wydłużenia.
4. Próbka zerwała się wskutek miejscowej wady wewnętrznej materiału.

5.2 *Wpływ niektórych czynników na wyniki próby*

Na wyniki próby mają wpływ:

1. Szybkość rozciągania
2. Sposób zamocowania próbki
3. Kształt i wymiary próbki oraz rodzaj jej obróbki
4. Rodzaj maszyny wytrzymałościowej
5. Występowanie karbu

5.3 *Rodzaje złomów*

Zasadniczo rozróżnia się trzy rodzaje złomów: złom poślizgowy, złom kruchy i złom pośredni (rozdzielczy). Na podstawie wyglądu złomu można w pewnej mierze określić własności materiału, budowę krystaliczną materiału, ocenić jego czystość i jednorodność, wykryć wady takie, jak: wtrącenia niemetaliczne, pęcherze, zawalcowania itp.

Złom poślizgowy, który pojawia się najczęściej w materiałach plastycznych, powstaje przez pokonanie spójności materiału w płaszczyznach poślizgów. Powstanie takiego złomu jak też złomu pośredniego poprzedza powstanie szyjki.

Złom kruchy powstaje w przypadku, gdy naprężenia przekroczą wartość spójności cząstek materiału. Złom ten nie jest poprzedzany odkształceniem plastycznym w sensie makroskopowym.

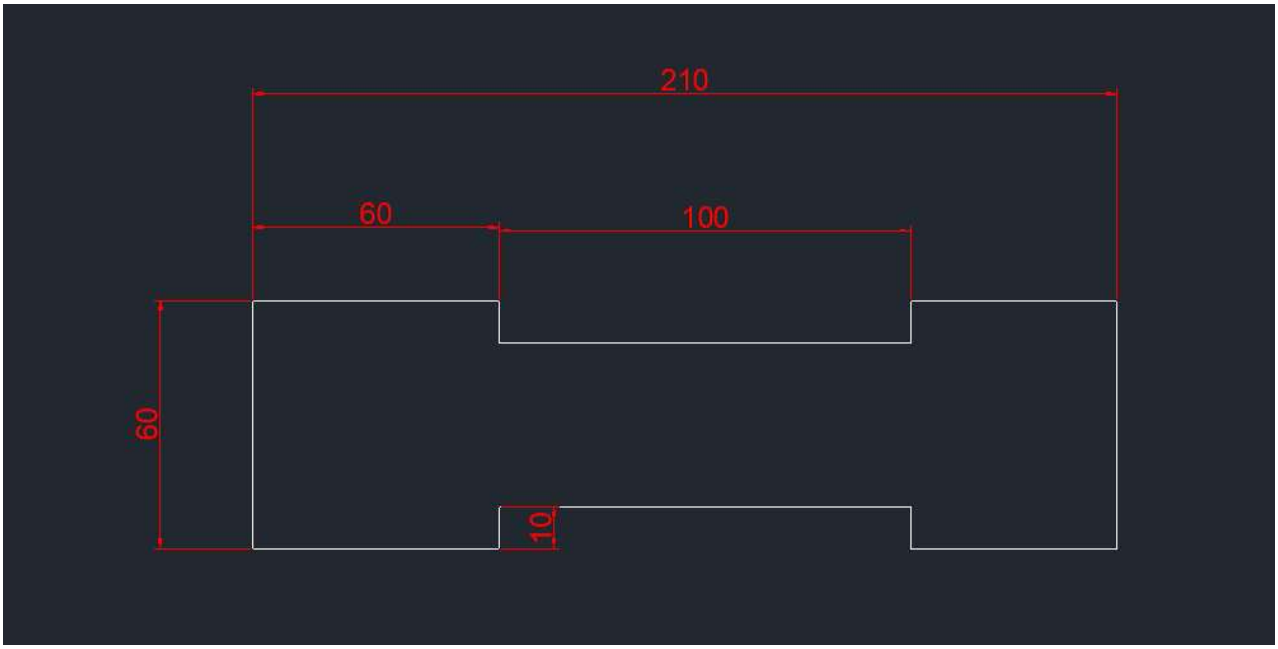
Rodzaj złomu zależy przede wszystkim od stanu naprężenia. Znając stan naprężenia można przewidzieć możliwość powstania jednego z wymienionych rodzajów złomu za pomocą tzw. wykresu stanu mechanicznego podanego przez Fridmana.

Badanie wytrzymałościowe zgrzewów

Badanie:

Przebieg badania:

Badanie przeprowadziliśmy statyczną próbę rozciągania próbek z tkaniny pvc https://www.mehler-texnologies.com/produkte-archive/boat-8841/ zgrzanej na zgrzewarce Laister semtek 36 na 4 próbkach próbce Próbka została zmierzona i narysowana na rys1.



rys1. Wymiary próbki

Stwierdzamy, że spełnia ona wymiarowe wymagania normy PL-EN 10002-1:2004. Badania przeprowadzone zostały na maszynie do statycznego rozciągania firmy Labor Tech typu LabTest Z1484. Do pomiarów używaliśmy ekstensometru MFA 2 oraz pomiarów samej maszyny. Ekstensometr długości 50mm posiadał zakres

pomiarowy wydłużenia 2mm co ograniczało pomiar wydłużenia względnego do 4%, dalsze pomiary można było prowadzić ze zmniejszoną dokładnością opartą na pomiarach w głowicy maszyny. Maszyna dysponowała siłą 200kN. Do osiągnięcia siły 1000 N maszyna rozciągała próbkę ze stała prędkością 3 mm/min następnie (po około 3 sekundach) przeszła w tryb stałego przyrostu siły z prędkością 1000N/min. Po około 215 sekundy osiągnęła siłę wynoszącą 3521N i pierwsza próbka została zerwana. Druga próbka 3620N / 210s trzecia 3540N/ 230s a czwarta próbka 3580N/ 250S.

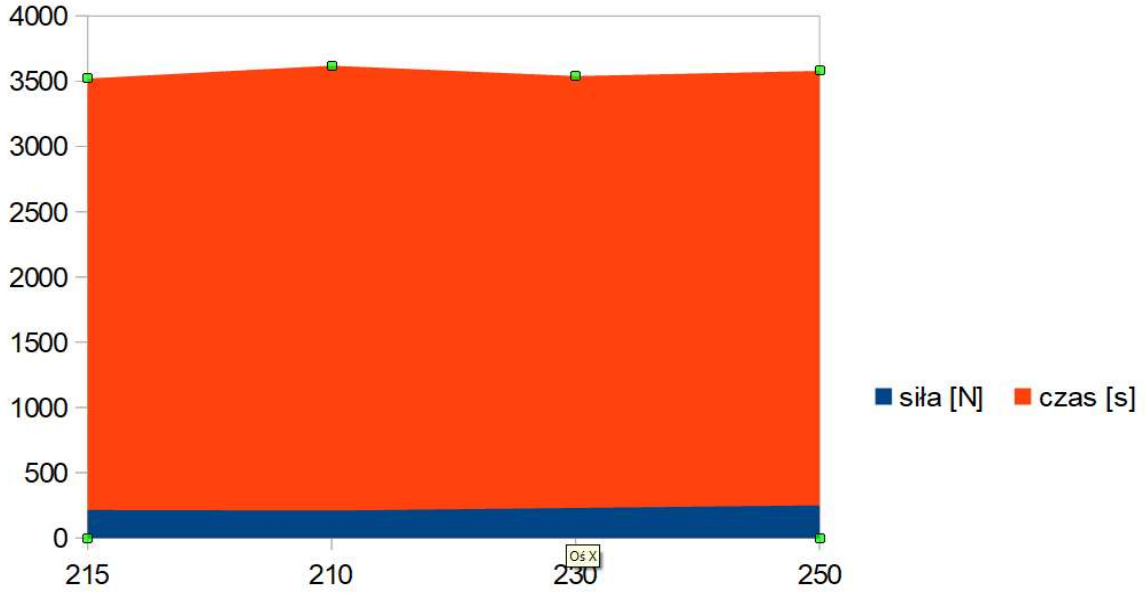
Osiągnięta wartość jest zadowalająca ponieważ wytrzymałość samej tkaniny deklarowana przez producenta wynosi 2800N. Badanie wykazało że inferencja termiczna w tkaninę wzmacnia ją przez co staje się bardziej wytrzymała.

Właściwości materiału	wartość	jednostka	Metody pomiaru / klasyfikacje
waga całkowita	900	g / m^2	DIN EN ISO 2286-2
Wytrzymałość na rozdarcie osnowa / wątek	2900/2900	N / 50 mm	DIN EN ISO 1421 / V1
Wytrzymałość na rozdarcie osnowa / wątek	300/300	n	DIN 53363
Siła klejenia	20.	N / cm	PA 09.03 (wewnętrzny)
Odporność na zimno.	-40	° C	DIN EN 1876-1
Wytrzymałość cieplna	+70	° C	PA 07.04 (wewnętrzny)
Odporność na światło	> 6	Uwaga, wartość	DIN EN ISO 105 B02
Odporność na załamania	100 000 x		DIN 53359 A
materiał	PES		DIN EN ISO 2076
Rozmiar wątku	1100	dtex	DIN EN ISO 2060
wiążący	L 1/1		ISO 3572

Tabela producenta z właściwościami materiału

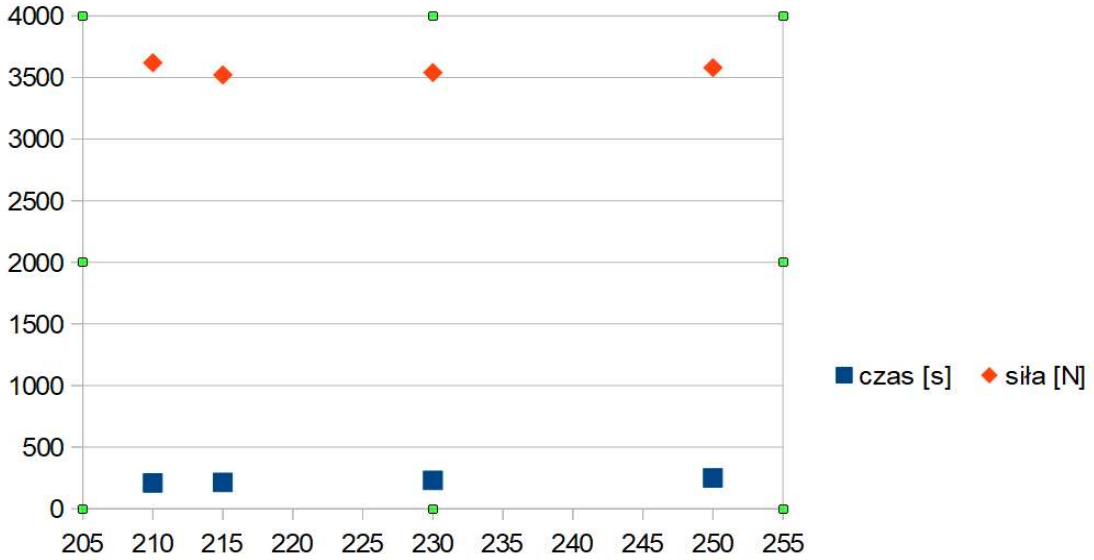
Próbka 1 Próbka 2 Próbka 3 Próbka 4

Zerwanie nastąpiło po zakończeniu zapisu automatycznego i było konieczne by wymontować próbkę z maszyny, zredukować naprężenia niepozwalające otworzyć zacisków. Przebieg badania graficznie przedstawiony został na wykresie 1.



Wykres 1

Zależność siły od czasu, do chwili wyłączenia się automatycznego pomiaru, wynikającego z przekroczenia warunku spadku siły o 80% od siły maksymalnej. Wyniki pomiaru Po przeprowadzeniu badania dysponowaliśmy wykresami 1. zależności siły od czasu (wykres 1)



wykres 2

2. zależności drogi od czasu (wykres 2)

LITERATURA

1. Beluch W., Burczyński T., Fedeliński P., John A., Kokot G., Kuś W.: *Laboratorium z wytrzymałości materiałów*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Skrypt nr 2285, Gliwice, 2002.
2. Bąk R., Burczyński T.: *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, WNT, Warszawa 2001.
3. Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: *Wytrzymałość materiałów*, t. I-II, WNT, Warszawa 1996-97.
4. Strugalski Z.: *Struktura wewnętrzna materiałów*, WNT, Warszawa 1981.
5. *Badania własności mechanicznych tworzyw. Laboratorium*, Praca zbiorowa pod redakcją Lambera T., Skrypty uczelniane Pol. Śl., nr 515,Gliwice 1975.
6. *Ćwiczenia z wytrzymałości materiałów. Laboratorium*, Praca zbior. pod red. Lambera T., Skrypty uczelniane Pol. Śl., nr 1527, Gliwice 1990.