

**Tytuł:** Wprowadzenie do mechaniki pękania

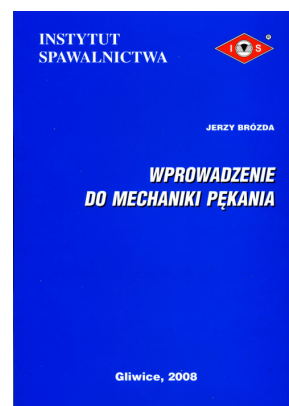
**Opracował:** Doc. dr inż. Jerzy Brózda

**Rok wydania:** 2008

**Wydawca:** Instytut Spawalnictwa

**Liczba stron:** 49

**Format:** B5



## **SPIS TREŚCI**

<b>1. WPROWADZENIE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. SPOSOBY USZKODZENIA KONSTRUKCJI.....</b>	<b>6</b>
2.1. Wyboczenie .....	6
2.2. Odształcenie plastyczne .....	6
2.3. Nagłe pęknięcie .....	7
<b>3. PODZIAŁ I ZAKRES ZASTOSOWANIA MECHANIKI PĘKANIA .....</b>	<b>9</b>
3.1. Znaczenie grubości materiału. Płaski stan naprężeń i płaski stan odkształceń .....	10
<b>4. PODSTAWY LINIOWO-SPRĘŻYSTEJ MECHANIKI PĘKANIA .....</b>	<b>12</b>
4.1. Energetyczne kryterium pękania .....	12
4.2. Sposoby pękania .....	14
4.3. Uplastycznienie w pobliżu wierzchołka szczeliny .....	15
4.4. Współczynnik intensywności naprężeń $K_I$ i odporności materiału na pęknięcie w płaskim stanie odkształceń $K_{Ic}$ .....	18
4.5. Wyznaczanie odporności na pęknięcie w płaskim stanie odkształceń $K_{Ic}$ .....	20
4.5.1. Wyliczanie $K_Q$ .....	21
4.6. Przykłady wykorzystania liniowo-sprężystej mechaniki pękania .....	23
<b>5. PODSTAWY SPRĘŻYSTO-PLASTYCZNEJ MECHANIKI PĘKANIA .....</b>	<b>27</b>
5.1. Wyznaczanie CTOD .....	27
5.1.1. Wyliczanie CTOD ( $\delta$ ) .....	29
5.1.2. Przykład wyników badań CTOD .....	30
5.2. Wyznaczanie $J$ .....	31
5.2.1. Wyliczanie wartości $J$ .....	32
5.2.2. Całka $J$ dla materiałów ciągliwych .....	33
5.3. Wykorzystanie sprężysto-plastycznej mechaniki pękania do wyznaczania dopuszczalnej (tolerowanej) wielkości wad .....	34
5.3.1. Poziomy jakości złączy spawanych i przydatność użytkowa konstrukcji .....	35
5.3.2. Przykłady wyznaczania dopuszczalnej wielkości niezgodności spawalniczych w zbiorniku kulistym .....	36
<b>6. WZROST PĘKNIĘĆ ZMĘCZENIOWYCH .....</b>	<b>41</b>
6.1. Obciążenia zmęczeniowe i ich charakterystyka .....	41
6.2. Krzywa Wöhlera .....	42

6.3. Prędkość wzrostu pęknięcia zmęczeniowego .....	43
6.4. Przykład wyznaczania wzrostu pęknięć zmęczeniowych .....	44
<b>7. ROZWÓJ PĘKNIĘĆ W WYNIKU KOROZJI NAPRĘŻENIOWEJ .....</b>	<b>46</b>
<b>8. LITERATURA .....</b>	<b>49</b>

## **WPROWADZENIE**

Mechanika pękania jest stosunkowo młodą dziedziną nauki o materiałach, której główny rozwój odbywał po II-giej Wojnie Światowej. Stanowi metodę przewidywania uszkodzenia konstrukcji zawierających pęknięcia. Posługuje się analitycznymi metodami mechaniki ciała stałego do wyliczenia siły potrzebnej do propagacji pęknięcia oraz metodami doświadczalnej mechaniki w celu scharakteryzowania odporności materiału na pęknięcie. W nowoczesnej nauce o materiałach mechanika pękania stosowana jest jako ważne narzędzie do oceny i poprawy zachowania się materiałów i elementów konstrukcyjnych podczas eksploatacji.

Konstrukcje spawane, w których występują niezgodności spawalnicze lub wady tego rodzaju, jak pęknięcia, przyklejenia, braki przetopu, żużle liniowe i ostre podtopienia, są szczególnie narażone na rozwój tych nieciągłości w postaci pęknięć, często w sposób kruchy. Mechanika pękania, a dla powszechnie stosowanych materiałów konstrukcyjnych - sprężysto-plastyczna mechanika pękania, pozwala na ilościową ocenę wpływu tych nieciągłości na inicjowanie kruchych pęknięć i określenie krytycznej wielkości parametru wad.

W książce przedstawiono podstawowe zasady liniowo-sprężystej i sprężysto-plastycznej mechaniki pękania. Omówiono próby stosowane do wyznaczenia współczynnika intensywności naprężeń  $K_I$  i jego krytycznej wartości  $K_{Ic}$ , krytycznej wielkości rozwarcia wierzchołka szczeliny  $\delta_c$  w próbie CTOD oraz całki Rice'a  $J_{Ic}$ . Podano również kilka podstawowych informacji z zakresu wzrostu pęknięć zmęczeniowych, który zależy od zakresu zmian współczynnika intensywności naprężeń oraz rozwoju pęknięć w wyniku korozji naprężeniowej.

Praktyczne znaczenie metod mechaniki pękania dla oceny przydatności użytkowej różnego rodzaju konstrukcji, w tym konstrukcji spawanych, podkreślają zamieszczone przykłady z zakresu liniowo-sprężystej i sprężysto-plastycznej mechaniki pękania. Dotyczą one doboru stali o odpowiednich własnościach wytrzymałościowych z punktu widzenia wykrywalności wad o krytycznych wymiarach za pomocą badań nieniszczących oraz oceny wykrytych i przewidywanych pęknięć z uwagi na możliwość inicjowania przez nie kruchych pęknięć w zbiornikach ciśnieniowych. Zamieszczono również przykład wyliczenia wzrostu pęknięć zmęczeniowych pod wpływem cyklicznych zmian obciążeń.

Książka przeznaczona jest głównie dla uczestników systemu szkolenia personelu spawalniczego w zakresie programu nauczania dla Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika i Międzynarodowego Technologa Spawalnika, ustalonego przez Międzynarodowy Instytut Spawalnictwa.