लोचदार व्यवहार और तरल यांत्रिकी अध्ययन नोट्स

विषय सूची

1. **लोचदार व्यवहार का परिचय**
2. **तनाव और विकृति**
3. **लोचदार विरूपण के प्रकार**
4. **हुक का नियम और लोचदार मापांक**
5. **वास्तविक दुनिया के अनुप्रयोगों में लोचदार व्यवहार**
6. **तरल यांत्रिकी का अवलोकन**
7. **तरल पदार्थों में दबाव**
8. **उत्प्लावन और आर्किमिडीज का सिद्धांत**
9. **पास्कल का नियम और हाइड्रोलिक प्रणालियाँ**
10. **तैरने के नियम**
11. **सारांश और मुख्य अवधारणाएँ**

1. लोचदार व्यवहार का परिचय

लोचदार व्यवहार किसी पदार्थ की तनाव के अंतर्गत विरूपित होने और तनाव हटाए जाने पर अपने मूल आकार में वापस आने की क्षमता को दर्शाता है। यह गुण इंजीनियरिंग और पदार्थ विज्ञान में महत्वपूर्ण है।

2. तनाव और विकृति

2.1 तनाव

तनाव को प्रति इकाई क्षेत्र पर लगाए गए बल के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$\text{तनाव}(\sigma) = \frac{\text{बल}(F)}{\text{क्षेत्र}(A)}$$

- **इकाइयाँ**: पास्कल (Pa)
- **तनाव के प्रकार**:
- **तन्य तनाव**: किसी पदार्थ को खींचना
- **संपीड्य तनाव**: किसी पदार्थ को दबाना
- **कर्तन तनाव**: पदार्थ की परतों को खिसकाना

2.2 विकृति

विकृति किसी पदार्थ द्वारा अनुभव किए गए विरूपण का उसके मूल आयामों के सापेक्ष माप है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

$$\text{विकृति}(\varepsilon) = \frac{\text{आयाम में परिवर्तन}}{\text{मूल आयाम}}$$

- **इकाइयाँ**: विमाहीन
- **विकृति के प्रकार**:
- **तन्य विकृति**
- **संपीड्य विकृति**
- **कर्तन विकृति**

3. लोचदार विरूपण के प्रकार

विरूपण प्रकार	विवरण	उदाहरण
तन्य	पदार्थ को खींचना	रबर बैंड
संपीड्य	पदार्थ को दबाना	कंक्रीट स्तंभ
कर्तन	पदार्थ की परतों को खिसकाना	कर्तन के अंतर्गत धातु शीट

4. हुक का नियम और लोचदार मापांक

4.1 हुक का नियम

हुक का नियम बताता है कि किसी स्प्रिंग को खींचने या दबाने के लिए आवश्यक बल उस दूरी के अनुक्रमानुपाती होता है जितना वह खींचा या दबाया जाता है।

$$F = -kx$$

- **F**: लागू बल
- **k**: स्प्रिंग नियतांक
- **x**: साम्यावस्था से विस्थापन

4.2 लोचदार मापांक

मापांक	परिभाषा	सूत्र
यंग का मापांक	तन्य या संपीड्य तनाव के प्रति प्रतिरोध	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
कर्तन मापांक	कर्तन तनाव के प्रति प्रतिरोध	$G = \frac{\tau}{\gamma}$
आयतन प्रत्यास्थता मापांक	एकसमान संपीडन के प्रति प्रतिरोध	$B = -\frac{P}{\Delta V / V}$

© 2023-2025 Copyright SATHEE

5. वास्तविक दुनिया के अनुप्रयोगों में लोचदार व्यवहार

- **संरचनात्मक इंजीनियरिंग**: स्टील और कंक्रीट जैसी सामग्रियों का उपयोग उनके लोचदार गुणों के लिए किया जाता है।
- **चिकित्सा उपकरण**: स्टेंट और प्रत्यारोपण अपने कार्य करने के लिए लोचदार विरूपण पर निर्भर करते हैं।
- **यांत्रिक प्रणालियाँ**: स्प्रिंग्स और शॉक अवशोषक ऊर्जा को अवशोषित करने के लिए लोचदार व्यवहार का उपयोग करते हैं।

6. तरल यांत्रिकी का अवलोकन

तरल यांत्रिकी तरल पदार्थों (द्रव और गैसों) और विभिन्न परिस्थितियों में उनके व्यवहार का अध्ययन है।

- **मुख्य अवधारणाएँ**:
- **सांतत्य समीकरण**
- **बर्नौली का सिद्धांत**
- **श्यानता**
- **दबाव**

7. तरल पदार्थों में दबाव

7.1 तरल स्तंभ के कारण दबाव

तरल स्तंभ में गहराई पर दबाव ऊपर के तरल के भार के कारण गहराई के साथ बढ़ता है।

$$P = \rho g h$$

- **P**: दबाव
- **ρ**: तरल का घनत्व
- **g**: गुरुत्वीय त्वरण
- **h**: तरल स्तंभ की ऊँचाई

7.2 गेज दबाव

गेज दबाव वायुमंडलीय दबाव के सापेक्ष दबाव को मापता है।

$$P_{\text{गेज}} = P_{\text{निरपेक्ष}} - P_{\text{वायुमंडलीय}}$$

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

8. उत्प्लावन और आर्किमिडीज का सिद्धांत

8.1 आर्किमिडीज का सिद्धांत

किसी तरल में डूबी हुई वस्तु पर ऊपर की ओर एक उत्प्लावन बल कार्य करता है, जो विस्थापित तरल के वजन के बराबर होता है।

$$F_{\text{उत्प्लावन}} = \rho_{\text{तरल}} V_{\text{विस्थापित}} g$$

- **F_b**: उत्प्लावन बल
- **ρ_तरल**: तरल का घनत्व
- **V_विस्थापित**: विस्थापित तरल का आयतन
- **g**: गुरुत्वीय त्वरण

8.2 उत्प्लावन और तैरना

- **तैरती वस्तुएँ**: उत्प्लावन बल वस्तु के वजन के बराबर होता है।
- **डूबती वस्तुएँ**: उत्प्लावन बल वस्तु के वजन से कम होता है।

9. पास्कल का नियम और हाइड्रोलिक प्रणालियाँ

9.1 पास्कल का नियम

एक बंद तरल पर लगाए गए दबाव में परिवर्तन संपूर्ण तरल में बिना कमी के संचरित होता है।

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- **F1, F2**: पिस्टनों पर लगाए गए बल
- **A1, A2**: पिस्टनों के क्षेत्रफल

9.2 हाइड्रोलिक प्रणालियाँ

- **हाइड्रोलिक लिफ्ट**: बल को गुणित करने के लिए पास्कल के नियम का उपयोग करती हैं।
- **हाइड्रोलिक ब्रेक**: ब्रेकिंग बल लगाने के लिए तरल दबाव का उपयोग करते हैं।

10. तैरने के नियम

10.1 मुख्य नियम

1. **कोई वस्तु तैरेगी यदि उसका घनत्व तरल के घनत्व से कम है।**

© 2023-2025 Copyright SATHEE

2. **कोई वस्तु डूबेगी यदि उसका घनत्व तरल के घनत्व से अधिक है।**
3. **कोई वस्तु निलंबित रहेगी (तटस्थ उत्प्लावन) यदि उसका घनत्व तरल के घनत्व के बराबर है।**

11. सारांश और मुख्य अवधारणाएँ

मुख्य अवधारणाएँ

- **लोचदार व्यवहार**: तनाव के अंतर्गत प्रतिवर्ती विरूपण।
- **तनाव और विकृति**: पदार्थ प्रतिक्रिया के मौलिक माप।
- **हुक का नियम**: तनाव और विकृति के बीच रैखिक संबंध।
- **लोचदार मापांक**: पदार्थ की विरूपण के प्रति प्रतिरोध की मात्रा।
- **तरल यांत्रिकी**: तरल व्यवहार और दबाव का अध्ययन।
- **उत्प्लावन**: डूबी वस्तुओं पर ऊपर की ओर लगने वाला बल।
- **आर्किमिडीज का सिद्धांत**: उत्प्लावन बल विस्थापित तरल के वजन के बराबर होता है।
- **पास्कल का नियम**: तरल पदार्थों में दबाव संचरण।
- **तैरने के नियम**: तैरने, डूबने या तटस्थ उत्प्लावन की शर्तें।

निष्कर्ष

लोचदार व्यवहार और तरल यांत्रिकी भौतिकी और इंजीनियरिंग में मौलिक अवधारणाएँ हैं। वास्तविक दुनिया के अनुप्रयोगों में पदार्थ विरूपण और तरल गतिकी का विश्लेषण करने के लिए इन सिद्धांतों को समझना आवश्यक है।

परिशिष्ट

पारिभाषिक शब्दावली

- **तनाव**: प्रति इकाई क्षेत्र पर बल।
- **विकृति**: विरूपण का माप।
- **मापांक**: किसी पदार्थ की कठोरता का माप।
- **उत्प्लावन**: डूबी वस्तुओं पर ऊपर की ओर लगने वाला बल।
- **हाइड्रोलिक प्रणाली**: बल संचारित करने के लिए तरल दबाव का उपयोग करती है।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE