

## КОНТРОЛЬ РУЙНУВАННЯ ТА РОСТУ ВТОМНИХ ТРІЩИН В ГІБРИДНИХ НАСОСНИХ ШТАНГАХ

*Копей Б.В., Блажків Т.Б., Юй Шуанжуй, Стефанишин А.Б.*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 koreyb@ukr.net*

Для визначення працездатності склопластикових і гібридних насосних штанг в умовах дії навантажень циклічного розтягу та згину використана методика натурних випробувань на втому. Досліджено згинальну втомну поведінку та опір втомі при асиметричному осьовому циклічному розтягуванні гібридних втомних композитних стрижнів, що складаються з односпрямованих вуглецевих волокон в осерді і скляних в оболонці. Пошкодження оцінювали, контролюючи втрату жорсткості залежно від кількості циклів, а згинальну втомну міцність визначали з точки зору появи тріщин і руйнування.

Для дослідження втомної міцності було використано зразки склопластикових діаметром 22 мм та гібридних штанг (осердя з вуглепластика зі склопластиковою оболонкою) діаметром 19мм і довжиною до 320 мм китайського виробництва (рис. 1). Зразки досліджували при різному навантаженні та напруженнях згину на стенді ЗКШ-25 при консольному згині з обертанням частотою  $n=950\text{хв}^{-1}$ . Для достовірності результатів проведено дослідження при 4 різних напруженнях згину.

Після відпрацювання 7,34 млн. циклів при заданих величинах напруження 120 МПа в гібридній штанзі утворилося три тріщини:  $l_1=32\text{мм}$ ,  $l_2=30\text{мм}$ ,  $l_3=5\text{мм}$ .



**Рисунок 1 – Загальний вигляд зразка гібридної штанги (зліва) з повздовжнім розшаруванням (з тріщиною довжиною до 32мм) та склопластикових штанг (справа) після розвитку тріщини і кінцевої**

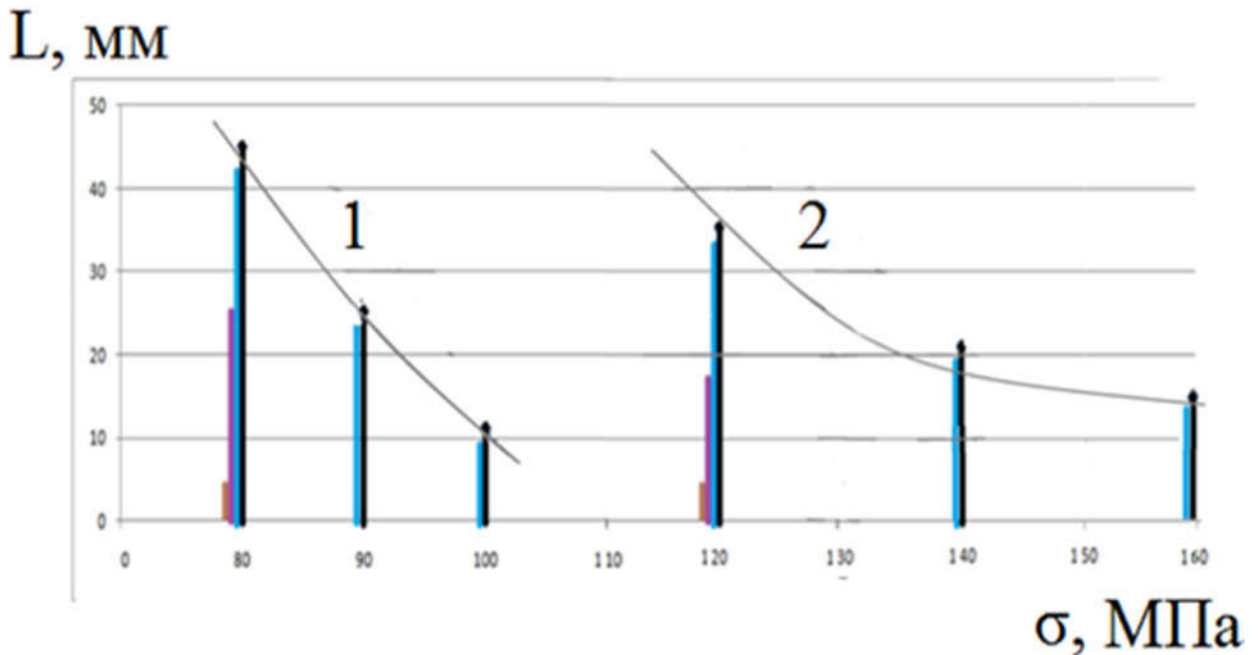
**поломки після випробовувань на втому при згині**

На основі отриманих результатів дослідів можна зробити наступні висновки.

При напруженні в 140, 150, 160 МПа випробувальний зразок гібридної насосної штанги зламався в місці з'єднання сталевий головки з тілом штанги, витримавши при цьому 1,4372, 0,0812, млн. циклів відповідно. Це свідчить про те, що дані гібридні насосні штанги не в змозі витримувати високі напруження згину.

При напруженні згину в 120 МПа досліджувальний зразок пройшов 7,34 млн. циклів відповідно і не зламався, проте з'явилися численні втомні тріщини. Такі результати свідчать про те, що дані штанги можуть з легкістю витримувати напруження згину до 120 МПа.

На зразках, що працювали при напруженнях згину 120, 140, 150 і 160 МПа були виявлені тріщини різних довжин. На основі цих даних побудована графічна залежність (рис.2).



**Рисунок 2 – Графік залежності кількості та довжин тріщин від напруження згину склопластикових (1) та гібридних (2) насосних штанг**

Виявлено, що межа витривалості гібридних штанг при циклічному згині є майже в 1,5 рази вищою, ніж відповідна межа втомних склопластикових насосних штанг. Визначені закономірності росту тріщин як в склопластикових так і в гібридних насосних штангах.

*1. Втомне руйнування склопластикових насосних штанг при згині. Богдан Копей, Володимир Копей // Шостий міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей, (Львів, 21-23 травня 2003р.) – Львів: КІНПАТРІ ЛТД. – 2003. – С. 26.*