

ВТОМНА МІЦНІСТЬ ГІБРИДНИХ НАСОСНИХ ШТАНГ ПРИ ЦИКЛІЧНОМУ РОЗТЯЗІ ТА ЗГІНІ

Копей Б.В., Юй Шуанжуй, Стефанишин А.Б.

ІФНТУНГ, Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, koreyb@nung.edu.ua

Сталеві штанги є важкими і схильними до втомного руйнування, корозії і корозії під напруженням. Скловолокнисті штанги є легшими, проте величина їх розтягування є набагато більшою, ніж сталевих та вони не рекомендуються для змінного стиску в перехідних зонах.

У цій роботі ми розглянемо застосування вуглецевого волокна як потенційного вирішення цих проблем. Вуглецеве волокно утворюється з контрольованого піролізу полімерного попередника - поліакрилонітрилу. Матеріал з вуглецевого волокна володіє надзвичайно високою міцністю на розрив, аж до 3,5 ГПа, а також має модуль пружності при розтягуванні величиною до 230 ГПа. Вуглецеве волокно також має дуже низьку густину - 1800 кг/м³, тобто в 4,6 разів нижчу, ніж сталь.

Вуглецеву штангу виробляють з безперервних волокон, які збираються в нитки, як пучок склопластику. Ці волокна є незалежними один від одного, і не піддаються такому явищу, як утворення тріщин, що є значною ознакою при розгляді циклічних навантажень. В результаті процесу піролізу, вуглець повністю реагує, і, по суті, стає стійкий до корозії, яка зазвичай діє на метал.

Дані насосні штанги були розроблені для того, щоб перенести вуглецеве волокно для використання в приводі штангового глибинного насоса. Основний підхід до конструкції, включаючи з'єднувальні елементи, запозичили з перевірених конструкцій, широко використовуваних в морській промисловості. Безліч пултрузійних вуглецевих волокон, змочених епоксидною смолою, формують структуру тіла стержня насосної штанги. Лабораторні випробування були завершені, а промислові випробування конструкції продовжуються.



Рисунок 1 – Поперечний переріз гібридної насосної штанги з тріщиною, яка утворилася в вуглепластиковій серцевині (зліва) та розшарування гібридної насосної штанги, яке утворилося в склопластиковій оболонці після експлуатації в свердловині (справа) на промислах в Китаю.

Досліджено згинальну втомну поведінку гібридних 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. Методика акустичної емісії і мікроскопічне дослідження використовувалися для характеристики прогресування пошкодження і механізмів руйнування. Число циклів до відмови залежало від прикладеного рівня напруги, дво-параметричний аналіз Вейбула використовувався для визначення ймовірності відмови згідно кривої σ -N. Пошкодження було ініційоване і розповсюджувалося в результаті розтріскування матриці і руйнування в зв'язці скляних волокон в оболонці. Втома при згині починається тільки тоді, коли гібридна штанга піддається прогину, що перевищує 42% міцності на вигин. Пошкодження досягло точки насичення уздовж

контакту скловолокно/вуглеволокно через концентрацію напружень, яка виникала між двома матеріальними системами, що призвело до асимптотичної поведінки втрати жорсткості. Оскільки пошкодження не поширювалося на ядро вуглеволокна, статичні механічні властивості зберігалися до ~ 85% межі міцності або більше.

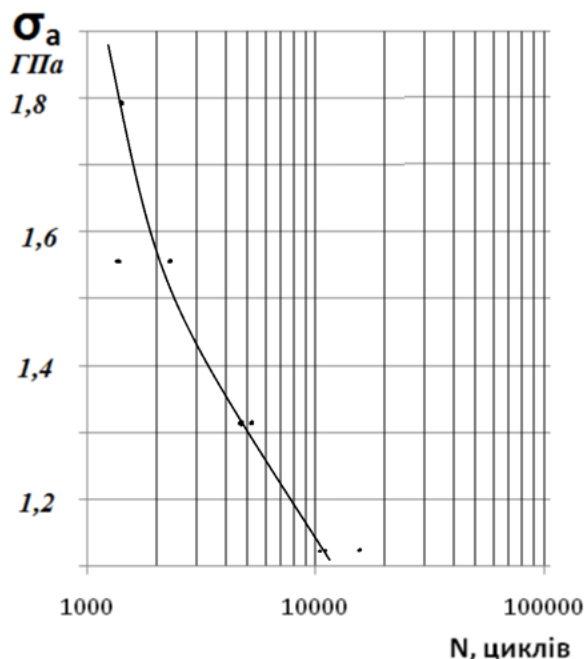


Рисунок 2 – Крива втоми гібридних насосних штанг при циклічному розтязі та загальний вигляд зразка для випробувань на втому при згині

Випробування відрізків гібридних штанг діаметром 19 мм і довжиною до 320 мм проводили на стенді ЗКШ-25 при консольному згині частотою $n=950$ хв⁻¹. Межа витривалості гібридних штанг при циклічному згині виявилася в 2 рази вищою, ніж відповідна межа втоми склопластикових насосних штанг.

УДК 622.276.53

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ НАСОСНИХ ШТАНГ ПІСЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗВАРЮВАННЯМ ТЕРТЯМ

Б. В. Копей, О.В. Пригорівський

ІНФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342)727101,
e-mail: kopeyb@gmail.com

Насосні штанги являють собою стрижень круглого поперечного перерізу з висадженими кінцями, на яких розміщено ділянки квадратного перерізу і різьби [1]. Різьба служить для з'єднання штанг з муфтами, а ділянка квадратного перерізу використовується для захвату штанги ключем при згвинчуванні і розгвинчуванні різьбового з'єднання. (рисунок 1).

Експериментальна оцінка довговічності відновлених штанг методом зварювання тертям у порівнянні із новими штангами не проводилася.

Метою роботи є експериментальне дослідження довговічності при консольному згині з обертанням насосних штанг після їх відновлення методом зварювання тертям. Експериментально досліджували довговічність на втому нових (незміцнених) насосних штанг та двох типів відновлених зварюванням тертям насосних штанг: без покриття та з антикорозійним поліуретановим захисним покриттям.