



Resonant test bench with controlled support position at a variable flexural nodal point during block loading fatigue testing of drillpipes

Wednesday 2 September 2026 09:45 (15 minutes)

Obiettivi

Nell'ambito della perforazione petrolifera, o esplorativa a fini di ricerca, è di interesse la sperimentazione meccanica sui componenti che compongono la stringa di perforazione. Al fine di testare le zone della connessione a fatica, solitamente si eseguono test in risonanza su porzioni del singolo elemento di perforazione (drillpipe) o sulla zona di connessione che tipicamente rappresenta l'elemento debole. Per eseguire questi test in risonanza, la porzione di elemento tubolare (sia semplice tubo, sia zona di connessione) è sottoposta a delle masse fisse posizionate lateralmente e una singola massa eccentrica rotante la cui velocità di rotazione è controllata con elevata risoluzione. In questo modo la massa eccentrica rotante può essere portata ad una frequenza molto vicina a quella di risonanza, ovvero la frequenza naturale del primo modo proprio flessionale della struttura, costituita dal tubo stesso e le masse aggiuntive. La modulazione della frequenza, in un intorno piuttosto ristretto del primo modo proprio, può essere gestita mediante un motore elettrico asincrono e relativo inverter, tuttavia, questa variazione della frequenza di eccitazione comporta una modifica della forma e quindi al tempo stesso una diversa posizione dei nodi che sono usati per sostenere il peso proprio della struttura e per tenere in posizione il componente durante il test. Al fine di gestire questa variazione in esercizio, senza interrompere la prova, è stato depositato dagli autori un brevetto in cui si implementa una soluzione per la movimentazione e il controllo della posizione del supporto maggiormente sottoposto alla variazione della posizione durante il test. L'obiettivo del presente lavoro è mostrare la progettazione e l'implementazione delle soluzioni costruttive adottate per ottenere un riposizionamento continuo del supporto durante l'esecuzione del test.

Metodi

Tipicamente, la posizione dei supporti per questo tipo di test è determinata preliminarmente tramite analisi modale o di risposta armonica implementate tramite FEM. L'accuratezza di questa stima dipende da alcuni accorgimenti tenuti in considerazione durante la simulazione. Tuttavia, anche in caso di stime imprecise, brevi test iniziali permettono di regolare iterativamente la posizione per evitare vibrazioni eccessive dei supporti. Questa metodologia è adatta a prove ad ampiezza costante come avviene di consueto per ottenere le curve SN. Per prove ad ampiezza variabile, la posizione dei nodi cambia passando da un blocco di carico all'altro. In particolare, si osserva che il nodo della massa fissa resta vicino alla condizione ideale del primo modo proprio flessionale, mentre quello della massa eccentrica è più sensibile all'ampiezza e alla frequenza. Per questo motivo, la boccia a contatto con il supporto è stata dotata di rotelle disposte a 120° che ne consentono lo scorrimento assiale rispetto all'elemento tubolare. La soluzione di controllo prevede il monitoraggio di due accelerometri alle estremità della boccia, con correzione della posizione del supporto per mantenere un rapporto prefissato tra le ampiezze degli accelerometri stessi.

Risultati

Nel presente lavoro si mostra come il sistema, attualmente brevettato, sia stato implementato e messo in funzione dimostrando la capacità di controllare in modo automatico la posizione del supporto per inseguire il nodo, generando una rapida riduzione del livello di vibrazione e rumore nel momento in cui l'ampiezza della sollecitazione, e conseguentemente la frequenza, è modificata. Nel lavoro si mostra inoltre come il sistema è inizialmente tarato in modo che possa garantire un controllo affidabile, della posizione del supporto, durante l'esercizio ad ampiezza variabile.

Conclusioni

In questo lavoro, si parte dal concetto descritto in un brevetto recentemente depositato e concesso, e si mostra la progettazione e l'implementazione delle soluzioni meccaniche per mettere in esercizio la soluzione che prevede un supporto variabile durante l'esecuzione di prove in risonanza su elementi di perforazione. In particolare, si mostrano le soluzioni tecniche e costruttive, ed inoltre il principio di controllo basato su due accelerometri opportunamente posizionati sulla boccia di supporto dell'elemento tubolare. Questa evoluzione

della macchina a risonanza, per prove di fatica rotante su elementi tubolari, permette di eseguire test ad ampiezza variabile, quantomeno con un tipo di caricamento a blocchi, che può essere una tipologia di test di particolare interesse per gli elementi di perforazione che subiscono storie di carico complesse durante l'esercizio.

Primary authors: Prof. SANTUS, Ciro (DICI - Università di Pisa); Dr ROMANELLI, Lorenzo (DII - Università di Trento)

Co-author: Dr BURCHIANTI, Alessandro (ACTA Srl)

Presenter: Prof. SANTUS, Ciro (DICI - Università di Pisa)

Session Classification: Progettazione Meccanica

Track Classification: Progettazione Meccanica