

Analiza odpovedi večstopenjskega vrstnega rotacijskega tesnila v vodi pod visokim tlakom

Zenghui Liu^{1,2} – Changlong Du^{1,*} – Songyong Liu¹ – Hongxiang Jiang¹

¹ Kitajska rudarska in tehniška univerza, Šola za mehatroniko, Kitajska

² Univerza Monash, Oddelek za gradbeništvo, Avstralija

Napredovalni stroji si pri razbijanju trde skale pomagajo z visokotlačnimi vodnimi curki. Pri tem je pomemben dejavnik doba do odpovedi visokotlačnih rotacijskih tesnil (HPRS), ki vpliva na varnost in učinkovitost napredovalnega stroja. Članek opisuje eksperimentalno raziskavo mehanskih lastnosti HPRS.

Eksperimentalna analiza enostopenjskega vrstnega rotacijskega tesnila je pokazala, da so mehanske lastnosti kombiniranega tesnila boljše od lastnosti obročnega tesnila zaradi manjšega tornega navora, večjega kontaktnega pritiska in manj puščanja. Puščanje pri obročnih tesnilih se z delovnim tlakom povečuje, pri kombiniranih tesnilih pa zmanjšuje. Puščanje pri nižjih hitrostih vretena se povečuje s hitrostjo do določene vrednosti, nato pa praktično ni več odvisno od dodatne rasti hitrosti.

Za kombinirana tesnila velja, da so pri večjih vrednostih Δp večje tudi deformacije obročnega tesnila. To lahko povzroči večji kontaktni pritisk med zobatim drsnim obročem in gredjo ter manjše puščanje. Pri obročnem tesnilu povzroči večja vrednost Δp večje deformacije, tesnilo se lahko zvije in če so deformacije dovolj velike, ga lahko celo obrne. Puščanje se tedaj povečuje sorazmerno z Δp . Pri običajnem obročnem tesnilu sta statično in dinamično puščanje pri delovnem tlaku 40 MPa presegala dovoljeno največjo vrednost 50 ml/h. Običajno obročno tesnilo zato ni primerno za uporabo v rotacijskih tesnilih pod visokim tlakom in za preizkus dobe do odpovedi večstopenjskega rotacijskega tesnila je bilo izbrano kombinirano tesnilo. Ugotovljeno je bilo, da je doba do odpovedi rotacijskih tesnil od 1. do 4. stopnje 15, 11, 5 oz. 4 dni.

Temperatura v vseh stopnjah raste s časom, pri čemer temperatura v 1. in 2. stopnji raste počasneje na začetku preizkusa in nato hitreje do odpovedi, temperatura v 3. in 4. stopnji pa zraste takoj. Trend krivulj puščanja je podoben trendu temperaturnih krivulj. Ko je bila lekažna odprtina v 1. stopnji zamašena z navojnim čepom, se je lahko voda pod visokim tlakom pretakala v rotacijsko tesnilo 2. stopnje in nekaj odpadkov je prišlo neposredno do stika 2. stopnje. Krivulje 2. stopnje zato nimajo stabilne periode v primerjavi s 1. stopnjo in doba do odpovedi je krajša kot v 1. stopnji. Najtežje poškodbe so bile ugotovljene na stiku 1. stopnje, najmanjše pa v 4. stopnji. Razlog je v tem, da trenje na stiku 1. stopnje nikoli ne izgine zaradi slabe toplotne prevodnosti in velikega temperaturnega koeficienta dolžinskega raztezka materiala PTFE. Tako zaide več odpadkov PTFE in kovine iz 1. in 2. stopnje do stika 3. in 4. stopnje, zaradi česar se močno povišata temperatura in puščanje, rotacijsko tesnilo pa hitro odpove.

Celotna doba do odpovedi večstopenjskega vrstnega rotacijskega tesnila je bila 35 dni, mnogo nad pričakovani. Delovna vrtilna hitrost gredi je bila večino časa okrog 50 obr./min in ne 100 obr./min. Dejanska doba do odpovedi štiristopenjskega rotacijskega tesnila v delovnih pogojih bi bila zato daljša od 35 dni, presežna doba do odpovedi pa lahko šteje kot varnostni faktor. Pri večstopenjskem vrstnem rotacijskem tesnilu je doba do odpovedi višje stopnje prekratka v primerjavi z nižjo stopnjo. Priporočljiva je uporaba tri- ali štiristopenjskih rotacijskih tesnil.

Ključne besede: analiza odpovedi, rotacijsko tesnilo, mehansko preizkušanje, obraba, visok tlak