

## Vpliv več dejavnikov na vodni udar zaradi velikega potnega ventila

Yaoyao Liao<sup>1, 2,\*</sup> – Zisheng Lian<sup>1,2</sup> – Jiling Feng<sup>3</sup> – Hongbing Yuan<sup>1,2</sup> – Ruihao Zhao<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Tehniška univerza v Taiyuanu, Kolidž za strojništvo

<sup>2</sup> Shanxi laboratorij za mehanizirano premogovniško opremo, Kitajska

<sup>3</sup> Metropolitanska univerza v Manchesterju, Šola za strojništvo, Združeno kraljestvo

Voda postopoma zamenjuje tradicionalne emulzije v vlogi delovnega medija za hidravlične podpore v premogovnikih, saj manj onesnažuje podtalnico. Veliki pretoki in majhna stisljivost vode zlahka povzročijo hidravlični udar, ki lahko resno poškoduje hidravlični sistem, raziskave načinov za zmanjšanje tveganja vodnega udara pa so zato zelo pomembne. Vodni udar se običajno zgodi zaradi nenadne spremembe pretoka, ki jo povzroči hitro odpiranje ali zapiranje potnega ventila. Predstavljena študija obravnava več dejavnikov, ki vplivajo na pojav vodnega udara in njihove učinke z namenom določitve ukrepov za zmanjšanje tega pojava.

Analiza vodnega udara zaradi zapiranja potnega ventila je bila opravljena s kombinacijo simulacij in eksperimentalnega testa.

Model celotnega ventila vključuje tudi matematični model dušilne odprtine. Opravljena je bila simulacija za preučitev vodnega udara, ki ga povzroči potni ventil. Izvedena je bila optimizacija oblike dušilne odprtine, togosti vzmeti in regulacijske krivulje. Rezultati simulacije so bili potrjeni z eksperimentalnimi testi.

Na vodni udar vpliva mnogo dejavnikov, v članku pa so obravnavani le trije najpomembnejši. To so togost vzmeti, oblika dušilne odprtine ter postopek odpiranja in zapiranja.

Togost vzmeti ima posredno velik vpliv na vodni udar prek hitrosti zapiranja in stabilnosti ventila. Tlačna nihanja se krepijo s povečevanjem togosti vzmeti: hitrost zapiranja ventila z vrednostjo togosti  $k_2 = 4,3$  N/mm je večja kot pri ventilu s togostjo  $k_2 = 3$  N/mm, zato je vršna vrednost vodnega udara ustrezno višja. Ventil nato postane nestabilen, ko se togost vzmeti poveča na 6,6 N/mm. Z drugimi besedami – manjša togost vzmeti ugodno vpliva na stabilnost ventila in na preprečevanje vodnega udara.

Kar se tiče dušilne odprtine, je bil udar največji pri ventilu z okroglo odprtino, najmanjši pa pri batu ventila s trikotno odprtino. Prenihaj zaradi udara je bil 61,3 % oz. 22 %.

Nadzor procesa odpiranja in zapiranja glavnega ventila lahko učinkovito zmanjša vodni udar. Na voljo sta dva pristopa: s podaljšanjem časa zapiranja ali pa s prilagoditvijo regulacijske krivulje. Najmanjši je vodni udar ventila s krivuljo S, kjer je hitrost ventila v fazi majhne odprtine najmanjša. V srednjem delu krivulje S nato večja hitrost bata ventila omogoči, da ventil hitro doseže največji pretok. V zadnjem delu krivulje S se hitrost postopoma zmanjšuje, zaradi česar je bistveno manjši tako mehanski udar med batom in ohišjem kakor tudi tlačni udar.

V prihodnjih eksperimentih bi bilo mogoče preveriti še več vzmeti z različnimi togostmi. Poleg tega je bil vpliv odpiranja in zapiranja ventila preučen samo s simulacijo in v prihodnje bi bilo treba opraviti tudi ustrezne eksperimente.

- (1) V prihodnjih modelih ventila bo treba upoštevati še obliko dušilne odprtine, ki vpliva na ojačenje pretoka in na vodni udar ventila.
- (2) Dokler se ventil lahko zapira, vzmet z manjšo togostjo učinkovito zmanjšuje tlačni udar in ugodno vpliva na stabilnost ventila. Ko se poveča togost vzmeti, se pospeši tudi zapiranje ventila in se poveča tlačni udar. Ventil pri določeni vrednosti togosti postane nestabilen in vodni udar je zato še večji.
- (3) V študiji je bil preučen vpliv procesa odpiranja in zapiranja glavnega ventila na vodni udar in rezultati bodo uporabni za snovanje elektrohidravličnega proporcionalnega krmiljenja velikih potnih ventilov.

**Ključne besede:** vodni udar, velik potni ventil, dušilna odprtina, hidravlična podpora, proporcionalno krmiljenje, vodni ventil