

Sinhronizacija in stabilnost treh sovrtečih se rotorjev, povezanih z vzmetmi v neresonančni sistem

Mingjun Du^{1,*} – Yongjun Hou¹ – Tong Tang² – Lian Tang³ – Jialong Wang¹ – Hongbo Gao¹

¹ Jugozahodna univerza za nafto, Šola za mehatroniko, Kitajska

² AECC Chengdu Engine Co., Kitajska

³ Sichuan Aviation Industry Chuanxi Machinery Co., Kitajska

S hitrim razvojem tehnologije usmerjenega vrtnja se povečujeta kapaciteta in učinkovitost vibracijskih miz za vrtno tekočino (angl. drilling fluid shale shaker – DFSS). V članku je podan predlog mehanizma za ustvarjanje vibracij s tremi sovrtečimi se rotorji, povezanimi z vzmetmi, ki je namenjen velikim in težkim vibracijskim mizam v naftni industriji.

Predlagani vibrator učinkovito varčuje z električno energijo in izboljšuje zmogljivost opreme. Rezultati pričujoče raziskave bodo uporabni kot teoretično izhodišče za projektiranje velikih in težkih vibracijskih miz.

Za analizo sinhronizacije sistema za ustvarjanje vibracij je bila najprej na osnovi Lagrangeovih enačb popisana dinamika treh sovrtečih se rotorjev, povezanih z vzmetmi. Nato so bili po metodi povprečenja izpeljani pogoji za sinhrono delovanje sistema, kriterij stabilnosti pa je bil določen po Hamiltonovem načelu. Analiziran je bil tudi vpliv raznih faktorjev na sinhronizacijo v stacionarnem stanju, med drugim položaja treh rotorjev, togosti vzmeti in frekvenčnega razmerja. Postavljen je bil tudi model elektromagnetne sklopitve po algoritmu Runge-Kutta z adaptivno regulacijo in preučene so bile odvisnosti med stanjem sinhronizacije sistema in njegovimi elektromehanskimi sklopitvenimi lastnostmi. Končno je bil zasnovan tudi eksperimentalni prototip za potrditev teorije in numerične analize.

Povezovalne vzmeti z majhno togostjo k le malo vplivajo na sinhronizacijo sistema za ustvarjanje vibracij. Sinhrono stanje motorjev je vedno protifazno. S povečevanjem vrednosti k nad kritično vrednost se fazna razlika med posameznima dvema rotorjema postopoma stabilizira na ničli, sinhrono stanje sistema pa tako preide iz protifaznega v sofaznega. Dovolj toge povezovalne vzmeti omogočajo praktično ničelno fazno razliko med rotorji v stacionarnem obratovalnem stanju.

Eksperimentalne možnosti so omejene, zato je bila za validacijo rezultatov numerične analize in simulacij uporabljena strategija s preskusi sinhronizacije in dinamičnih lastnosti dveh sovrtečih se rotorjev, povezanih z vzmetjo. Fazna sinhronizacija dveh sovrtečih se rotorjev je preprosto uresničljiva z dovolj togo vzmetjo.

Za izboljšanje amplitude in učinkovitosti velikih in težkih vibracijskih sit, ki se uporabljajo pri vrtnju naftnih vrtin, je podan predlog sistema za ustvarjanje vibracij, ki ga sestavljajo trije sovrteči se rotorji, povezani z vzmetmi.

Ključne besede: sinhronizacija, dinamične lastnosti, sinhrono stanje, kriterij stabilnosti, vzmeti, vibracijsko sito za vrtno tekočino