

Nov model dinamike sistema več teles globokomorsko rudarsko vozilo-cevovod-ladja in integrirana simulacija njegovih gibanj

Yu Dai^{1,2,3,*} – Liping Pang¹ – Lisong Chen¹ – Xiang Zhu¹ – Tao Zhang¹

¹ Univerza srednjega juga, Kolidž za strojništvo in elektrotehniko, Kitajska

² Univerza srednjega juga, Raziskovalni inštitut Shenzhen, Kitajska

³ Univerza v Šanghaju, Državni laboratorij za ladijsko strojništvo, Kitajska

Do danes še ni bil narejen opis kompleksne dinamike celotnih sistemov za rudarjenje na globokih morjih. Izvajanje preizkusov na oceanu bi bila draga in izjemno težavna naloga, zato s tem pristopom ni mogoče vrednotiti konstrukcijskih rešitev in njihove sposobnosti za trajno obratovanje. Učinkovit vpogled v te lastnosti pa je mogoče pridobiti s simulacijami dinamike sistema.

Članek opisuje razvoj točnih in učinkovitih modelov dinamike podsistemov, ki so združeni v model celotnega sistema. V jeziku C je bila pripravljena inovativna uporabniška podrutina za popis posebnega teramehanskega modela sedimentov na morskem dnu, ki je bila dodana v paket za simulacije RecurDyn/Track in nato validirana z laboratorijskimi preizkusi.

V paketu RecurDyn/Track je bil z integracijo pripravljenega teramehanskega modela sedimentov na morskem dnu razvit tridimenzionalni model dinamike več teles za vozilo za rudarjenje na morskem dnu. Metoda diskretnih elementov (DEM) je v primerjavi s tradicionalno metodo končnih elementov (MKE) in metodo združenih parametrov (LPM) učinkovitejša in primernejša sredstvo za hitro simulacijo dinamike pri zelo dolgih cevovodih. V modelu DEM cevovoda za rudarjenje na globokem morju so bili tako uporabljeni diskretni togi elementi, povezani z upogljivimi deli.

Brezmasni upogljivi povezovalni deli so popisani s šestimi vzmetnimi elementi, zunanje hidrodinamične obremenitve pa delujejo v masnih središčih teh elementov. Model vključuje veliko število diskretnih togih elementov, diskretne hidrodinamične sile in upogljive povezovalne dele, zato bi bilo zelo zamudno in povezano z napakami, če bi ga gradili na klasičen način, torej za vsak diskretni element posebej. Namesto tega je bila s pomočjo sekundarne razvojne platforme ProcessNet razvita inovativna uporabniška podrutina v jeziku C# za hitro in samodejno parametrično izgradnjo modela DEM v programskem paketu RecurDyn. Zgrajen je bil kinematični model ladje za rudarjenje s šestimi prostostnimi stopnjami, pri katerem je bil ključen popis zibanja.

Z združitvijo modelov podsistemov je bil postavljen nov tridimenzionalni model dinamike več teles za celotni sistem globokomorsko vozilo za rudarjenje-cevovod-ladja. Z integrirano simulacijo gibanj so bile pridobljene nekatere ključne lastnosti dinamike, kot so trajektorije gibanj, interakcije med podsistemi itd. Izkazalo se je, da je stanje gibanja vseh podsistemov stabilno znotraj dovoljenih meja ter da je mogoče zagotoviti sinhronizirano stabilno gibanje celotnega sistema med obratovanjem.

Predstavljena raziskava tako podaja dragoceno in učinkovito metodo modeliranja za namene optimizacije konstrukcije, vrednotenja zmogljivosti in integriranega nadzora delovanja celotnega sistema vozilo za rudarjenje na globokem morju-cevovod-ladja.

V prihodnjih raziskavah bo postavljen laboratorijski sistem za eksperimentalno preučevanje integriranega sistema za rudarjenje na morju. Pri tem bodo uporabljeni načelo podobnosti ter načrtovalska merila za preizkušanje integriranih gibanj in operativnega nadzora celotnega sistema. Na ta način bo omogočena celovita validacija rezultatov simulacij dinamike iz tega članka ter priprava predlogov za optimizacijo zasnove in praktične metode upravljanja sistemov za rudarjenje na globokih morjih.

Ključne besede: sistem za rudarjenje na globokih morjih, teramehanski model, model dinamike več teles, model z diskretnimi elementi, uporabniška podrutina, integrirana simulacija gibanja