



Atskaite

Par Rīgas Tehniskās universitātes projekta **“Darbojošu objektu tipveida konstrukcijas tehniskā stāvokļa monitoringa sistēmas prototips, objekta tehniskā stāvokļa novērtēšanai to ekspluatācijas laikā”** Nr.1.1.1.1/20/A/016 **norisi** laika posmā no 01.12.2020 līdz 28.02.2022. (**3. atskaites posms**). Projekta realizācijā iesaistīts sadarbības partneris – SIA “D un D centrs”.

Projekta mērķis ir: izstrādāt prototipu, kas nodrošinātu dažādu konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringa (SHM) sistēmas izstrādi, sērijveida ražošanu un pielietošanu tipiskām iekārtām (objektiem), kuras darbojas dažādos apstākļos, lai nodrošinātu tehniskā stāvokļa novērtēšanu ekspluatācijas laikā. Prototipa izstrādes galvenie etapi:

- prototipa galveno radītāju definīcija un to plānošana;
- algoritmu un laboratorijas prototipu izstrāde;
- laboratorijas eksperimenti;
- reāla prototipa validācija un atskaite par izmēģinājuma rezultātiem.

Šajā starpdisciplinārajā praktiskas ievirzes pētījumu projektā uzmanība galvenokārt tiek vērsta, lai izstrādātu pilnībā funkcionējošu konstrukcijas tehniskā stāvokļa monitoringa sistēmas prototipu tipiskām iekārtām, kuras darbojas dažādos apstākļos, objekta tehniskā stāvokļa novērtēšanai to ekspluatācijas laikā. Projekts ietver vairākas disciplīnas, piemēram, materiālu inženierija, mašīnbūve, elektronika un signālu un datu apstrāde. Papildus pašam prototipam, projekta pievienota vērtība ir plašākas zināšanas par SHM sistēmām kopumā un lielāka piemērojamība dažādiem objektiem un struktūrām, kuras atšķiras pēc to ģeometrijas, izmēra un ekspluatācijas apstākļiem salīdzinājumā ar esošajām sistēmām.

Trešā atskaites posma uzdevumi:

2. Noformēšana un izveide:

- 2.1. Sensoru izvietojanas optimizācijas algoritms
- 2.2. Automātiskā konstrukciju stāvokļa monitoringa algoritma izveide
- 2.3. Programmatūras izveide
- 2.4. Skaitliskā modelēšana un eksperiments
- 2.7. Zinātnisko atklājumu ziņošana

Atbilstoši 3. atskaites posmā izvirzītajiem uzdevumiem ir veiktas sekojošas darbības:

3. atskaites posmā tika turpināti iepriekš iesāktie projekta 2. aktivitātes “Noformēšana un izveide” darbi - 2.1. Sensoru izvietošana optimizācijas algoritms un 2.2. Automātiskā konstrukciju stāvokļa monitoringa algoritma izveide. Optimizācijas algoritma mērķis ir izrēķināt optimālās vietas devēju izvietošanai, balstoties uz parauga modālām formām. Šim mērķim tika izveidots programmas kods *Matlab* vidē, kas, balstoties uz izstrādāta kompozīta cilindra GEM modeļa modālām formām, atrod optimālās vietas sensoru izvietošanai. Algoritms izvēlās vietas ar maksimāli iespējamo deformāciju, ņemot vērā noteiktus robežnosacījumus – sensoru izmēri, minimālais attālums no malas un no citiem sensoriem. Iegūtie rezultāti ir noderīgi, lai sīkāk pētītu optimizācijas algoritma efektu uz eksperimentu veikšanu, jeb uz modālo parametru identifikācijas kvalitāti.

Automātiskā konstrukciju stāvokļa monitoringa algoritmam projekta izpildītāji izvēlējās komplekso pieeju, kas pēc iespējas labāk ietver bojājuma atpazīšanas funkcijas. Algoritms novērtē sekojošus konstrukcijas operatīvus datus:

- modālā frekvence
- modālā forma
- pieliktā slodze (spēks)
- apkārtējā temperatūra

Algoritms novērtē minētus parametrus kopā, kas ļauj ar labu precizitāti atpazīt modālo frekvenču un formu izmaiņas, pie tādām pašām slodzes un temperatūras vērtībām. Pamata metode ir anomālijas atpazīšana, jeb *anomaly detection*. No sākuma algoritmam tiek iemācītas references (vesela) stāvokļa parametru vērtību kombinācijas. Kad vēlāk algoritms novērtē jaunās kombinācijas, tas spēj pamanīt mazas izmaiņas tajās. Algoritms ir realizēts *Matlab* vidē. Darbs pie algoritma pilnveides vēl notiek, tālākie soļi iekļauj padziļinātu ārējo faktoru ietekmes pārbaudi, kā arī programmas koda optimizāciju.

Tiek veikts darbs pie punkta 2.4 - Skaitliskā modelēšana un eksperiments. Cilindra modālo frekvenču un formu aprēķināšanai un analīzei ir izstrādāts galīgo elementu (GE) modelis. GE modeļa ģeometrija atbilst kompozītmateriāla cilindra ģeometrijai, kas izgatavots no stikla šķiedras testēšanai uz stenda. Lai pārbaudītu GE modeli, tika veikti aprēķini un iegūtas pašfrekvences un formas, kuras tika salīdzinātas ar pirmajiem iegūtiem eksperimentālajiem datiem. Izmantojot galīgo elementu modeli, tika atrisināta piezo sensoru optimālās atrašanās vietas problēma (sk. augstāk, optimizācijas algoritms). Tas ļaus efektīvi noteikt kompozītmateriālu cilindru modālā frekvences un formas uz turpmākiem stenda testiem.

Tika iesākti darbi pie zinātnisko atklājumu ziņošanas, kuri attiecās uz augstāk minētiem darbiem. Ir plānots izveidot divus zinātniskus rakstus un prezentēt atklājumus divās zinātniskajās konferencēs vēlāk 2022. gadā. Pēc atklājumu ziņošanas ir iecerēts publicēties konferenču rakstu krājumos.

Projekta zinātniskais vadītājs Andris Čate

Datums: 08.03.2022.