

# Analitične formule in uporaba vertikalnega dinamičnega odgovora železniških vozil

Yuewei Yu – Yunpeng Song – Leilei Zhao\* – Changcheng Zhou

Tehniška univerza v Shandongu, Šola za transport in avtomobilsko tehniko, Kitajska

Parametri vzmetenja osnovnih vozičkov pomembno vplivajo na stabilnost teka, varnost in udobje železniških vozil. Izbira parametrov sistemov vzmetenja je zato ključna pri projektiranju osnovnih vozičkov. Konstruktorji za hitro in učinkovito odločanje pogosto uporabljajo analitično metodo, t. j. smiselno poenostavijo model na podlagi teoretične analize in nato določijo parametre blaženja s pomočjo tega modela. S tem problemom se je ukvarjalo že veliko raziskovalcev, ki so razvili različne analitične formule za izračun učinkovite vrednosti (RMS) vertikalnega vibracijskega odgovora železniških vozil. Te analitične formule pa so običajno pridobljene na podlagi poenostavljene formule za gostoto močnostnega spektra nepravilnosti na progi, kar močno odstopa od dejanskega stanja.

Za odpravo tega problema je bila najprej uporabljena metoda integralske rešitve funkcije s kompleksnimi spremenljivkami za določitev analitičnih formul za učinkovito vrednost (RMS) vertikalnega pospeška vagona, vertikalnega hoda sekundarnega vzmetenja in vertikalne sile ohišja osnega ležaja pod vplivom naključnega vzbujanja proge, ki bolje posnema dejansko stanje med vožnjo. Pravilnost analitičnih formul je bila preverjena s preizkusi na vozilu. S pomočjo izpeljanih analitičnih formul je bila nato oblikovana analitična metoda za projektiranje optimalne stopnje dušenja sekundarnega vertikalnega vzmetenja na podlagi večciljnega programiranja in enociljne analize omejitve intervalov, ki daje najboljši kompromis pri nasprotujočih si zahtevah, kot so udobje, mirna vožnja in varnost. Končno so bili analizirani vplivi parametrov sistema na optimalno stopnjo blaženja. Pri izbiri parametrov blaženja sekundarnega vertikalnega vzmetenja je treba poleg parametrov samega vozila upoštevati tudi vpliv hitrosti vožnje.

Analitične formule za učinkovito vrednost, predstavljene v članku, lahko v primerjavi z obstoječimi pristopi bolj smiselno in točno ocenijo lastnosti vertikalne dinamike vozila na progi. Predlagana analitična metoda za določitev optimalne stopnje blaženja bo lahko učinkovito teoretično izhodišče pri izbiri začetnih vrednosti parametrov sekundarnega vertikalnega vzmetenja železniških vozil. Omeniti je treba, da je bila raziskava opravljena na podlagi poenostavljenega modela, ki učinkovito opisuje samo lastnosti vertikalnih vibracij železniških vozil ter ni primeren za horizontalni vibracijski odgovor železniških vozil. V prihodnjih študijah bo mogoče določiti še analitične formule za učinkovito vrednost horizontalnega vibracijskega odgovora železniških vozil na podlagi poenostavljenega modela, da bodo lahko konstruktorji hitro in učinkovito ocenjevali oz. določali tudi horizontalni vibracijski odgovor železniških vozil in pripadajoče parametre vzmetenja.

**Ključne besede:** železniško vozilo, vertikalni dinamični odgovor, izpeljava modela, projektiranje parametrov blaženja, optimalen kompromis, analiza vpliva stopnje blaženja