

Analiza rabe energije naprave za visokoučinkovito brezkontaktno odstranjevanje ledu v predorih

Hongwei Yan – Qi Chang – Hailong Niu – Guorui Wang – Pengyang Zhao – Bolong He
Kitajska severna univerza, Šola za strojništvo, Kitajska

Predori so pomemben del sodobne infrastrukture: izboljšujejo učinkovitost prometa oz. prevoza ter so ključno orodje za zagotavljanje ekonomske rasti in napredka v družbi. Predori so v svoji dobi trajanja izpostavljeni naravnemu okolju in staranju konstrukcije. Le-to je zelo intenzivno v zgornjem stroju, zato lahko pride do nastanka razpok in pronicanja vode. Pri nizkih temperaturah tako na stropu predora nastanejo ledene sveče. Te rastejo s pronicanjem vode ter resno ogrožajo varnost delovanja opreme in vozil v predoru. Odstranjevanje ledenih sveč s stropa predorov je zato ena od glavnih nalog pri vzdrževanju predorov.

Po pregledu literature so bili določeni konstrukcijski parametri naprave za odstranjevanje ledu v predorih. Najprej je bil izdelan trirazsežnostni model konstrukcije naprave s tirnicami, osnovno platformo in delovnim modulom. Nato je bil simuliran in analiziran proces odstranjevanja ledu na podlagi delovanja laserske svetlobe in osnovne teorije prenosa toplote. Opredeljeno je optimalno stanje delovanja naprave in analizirani so glavni dejavniki, ki vplivajo na rabo energije. Končno je bila opravljena še eksperimentalna potrditev rezultatov in točnosti simulacij.

Jedro članka obravnava opremo za odstranjevanje ledu v predorih ter rabo energije v ta namen pod vplivom različnih dejavnikov.

Po analizi treh spremenljivk so bile opredeljene odvisnosti med rabo energije ter začetno temperaturo ledenih sveč, oddaljenostjo laserja od ledenih sveč in hitrostjo vetra. Manjša raba energije in učinkovitost odstranjevanja ledu sta v korelaciji z višjo temperaturo ledenih sveč, manjšo oddaljenostjo laserja in nižjo hitrostjo vetra.

Študija ima tudi določene omejitve; v eksperimentih tako npr. ni bil upoštevan vpliv različnih valovnih dolžin. V nadaljevanju bo mogoče opraviti dodatne raziskave z različnimi močmi, tipi laserjev in valovnimi dolžinami laserske svetlobe za optimizacijo učinkovitosti odstranjevanja ledu. Trenutno obstaja vrzel med eksperimentalnimi pogoji v pričujoči študiji in dejanskimi delovnimi pogoji v predoru. Tam lahko med drugim nastopijo težave zaradi odbojev laserskega žarka na stenah predora in prekrivanja slike. Ob upoštevanju teh dejavnikov bo v prihodnje mogoče opraviti podrobnejše eksperimente s točnejšimi rezultati za nadaljnje izboljšave naprave za odstranjevanje ledu.

Omenjene naprave se uporabljajo v cestnih in železniških predorih. Gre za multidisciplinarno tehnologijo, ki zajema optiko, termodinamiko, strojništvo, krmilno tehniko in komunikacije. Prispevek in novosti: laser v primerjavi s tradicionalnimi kemijskimi in mehanskimi metodami hitreje ter bolj učinkovito odstrani led, izboljšuje varnost v predorih in učinkovitost vzdrževanja, zmanjšuje obseg dela in stroške vzdrževanja. Naprava med delovanjem ni v fizičnem stiku z ledom, s čimer preprečuje škodo na predorski konstrukciji in ohranja predorsko opremo. Lasersko odstranjevanje ledu ne ustvarja kemijskih onesnaževal, je prijazno do okolja, učinkovito ter ponuja znatne prednosti pri zaščiti okolja. Istočasna uporaba več laserjev omogoča natančen nadzor nad dovodom energije in lokalizacijo za minimalne izgube energije in večjo energijsko učinkovitost. Predstavljena zasnova naprave bo lahko izhodišče za raziskave in razvoj pametne opreme za odstranjevanje ledu.

Ključne besede: tunelska tehnika, brezkontaktno, modularna zasnova, lasersko odstranjevanje ledu, simulacijska analiza, analiza rabe energije