

6 KOKKUVÕTE

Uurimus analüüsis võimalust komposiitmaterjali loomisest selektiivlasersulatatud (*selective laser melted*) titaan-võrestikust alumiiniumist täitematerjaliga. Töö alguses anti ülevaade kirjandusest. Uurimustööd keskendusid elementstruktuuridele, mõned ka analüüsisid materjalide omadusi - täpsemalt titaan-alumiinid sulameid. Üks uuring tegeles läbipõimitud faasidega komposiitmaterjaliga, samas ükski neist töödest ei arvestanud võimalust kasutada algmaterjalideks kahte erinevat metalli.

Käesolevas uurimustöös loodi võrestikstruktuurid Realizer RDesigner tarkvaras. Tootmine toimus selektiivlasersulatamisega. Teemantkujulise elementidega võrestikke tehti erinevates suurustes: 1 mm, 1,5 mm ja 2 mm elemendi suurustega.

Võrestikstruktuuride nitriitimine tehti ahjus lämmastiku keskkonnas. Eesmärk oli luua titaannitriidi võrestikstruktuuris. Kahe partii eksemplare kasutati. Esimeses partiiis oli muutuv temperatuur: 750 °C (30 minutit eelmainitud temperatuuril hoidmine), 900 °C ja 1050 °C (60 minutit mõlemal). Ilmselt kahe viimase eksemplari olid liiga kõrge temperatuuri all - eeldatavasti tekkis titaan karbonitriid titaannitriidi asemel. Samas seda eeldust peaks kinnitama tulevased uuringud. Teine partii kasutas konstantset temperatuuri: 750 °C. Ahjus hoidmise aega muudeti kolme eksemplari jaoks: 30 minutit, 60 minutit ja 240 minutit (4 tundi).

Läbipõimitud faasidega komposiitmaterjale toodeti erinevate meetoditega: pressimine ja paagutamine, säde-plasma paagutamist (*spark plasma sintering*) ja kipstsentrifugaalvalu.

Pressimine ja paagutamine ei andnud head tulemust - ilmselt pulbrit ei suudetud piisavalt kokku pressida võrestikstruktuuri vahel. Säde-plasma paagutamine töötas paremini kui eelmainitud meetod. Samas sarnane probleem tekkis mõlemal juhul - surve põhjustas komposiitmaterjali sees oleva võrestikstruktuuri kokkuvarisemist.

Võrestiku esialgse kuju hoidmiseks kasutati kipstsentrifugaalvalu, et täita võrestik alumiinumiga. Selleks kasutati spetsiaalset tsentrifugaalvaluaparaati. Seda meetodit kasutati nii töötlemata kui ka nitriiteeritud võrestikude puhul.

Tingliku voolavuspiiri mõõtmiseks survele kasutati servo-hüdraulilist katsesüsteemi. Täitematerjalita võrestikstruktuuri katsetulemused olid võrreldavad kirjanduse ülevaates toodud tulemustega. Alumiiniumist täitematerjaliga võrestikstruktuuride esialgsed tingliku voolavuspiiri tulemused olid madalamad võrreldes referentsi tsentrifugaalvalatud alumiinumiga. Samas ühel 1,5 mm elemendisuurusega 900 °C juures 60 minutit nitriiditud võrestikstruktuuril (alumiiniumiga tsentrifugaalvalu abil täidetud) olid positiivsed tulemused: tinglik voolavuspiir survele oli 175,2 MPa,

võrreldes tsentrifugaalvalatud alumiiniumiga 148,7 MPa. Teoreetiline maksimaalne tihedus sellisel komposiitmaterjalil oleks 2,85 g/cm³, samas puhta alumiiniumi tihedus on umbes 2,70 g/cm³. Seega vähese tiheduse suurenemisega (5,6 %) vastav materjal omaks 17,8 % suuremat tinglikku voolepiiri survele.

Leiti, et erinevate meetoditega saadud läbipõimitud faasidega komposiitmaterjalid olid võrestikstruktuuride sammaste ning alumiiniumi täitematerjali vahel tühimikud. Sellele võivad olla mitmed selgitused: valuvormi tegemisest võrestikstruktuurile jäänud vaha, mis aurustus metalli valuvormi valgumise ajal; ei kasutatud eelsoojendust, mis võis põhjustada varajast tahkestumist; alumiiniumi kahanemine jahtumise ajal; tühimikud võisid tekkida hiljem (pildid tehti pärast survekatsid)

Selles uurimustöös oli mõningaid puudujääke: rohkem oleks pidanud kasutama süstemaatilist lähenemist, et viia läbi täpsemat analüüsi; rohkem ideid oleks võinud proovida (parem võrestikstruktuuride eelsoojendamine, et vältida tühimike teket; katsed titaan karbonitriidiga) ning rohkem eksemplare oleks võinud kasutada. Samas, üldiselt võiks arvata, et see töö näitas, et on võimalik luua läbipõimitud faasidega komposiitmaterjali kasutades metalle. Vastav materjal oleks titaanist kergem, samas tugevam kui alumiinium ja ehk ka väsimustsüklite (pragude tekke) suhtes vastupidavam. Mainitud komposiitmaterjali väsimustugevuse analüüs võiks seejuures olla aluseks tulevasteks uuringuteks.