

KOKKUVÕTE

Eesti metallitööstuses on vähe levinud alumiiniumi ja tema sulamite keevitamine. Põhjuseks on vähene info ja kogemused selle materjaligrupi keevitamiseks, kuid ka ettevalmistatud keevitajate puudus. Antud töö ülesandeks oli välja töötada raudteevaguni alumiiniumist ventilatsiooni paneeli tootmine keevitustehnoloogia. Antud lõputöö pidi ka tõestama, et antud alumiiniumi sulamist keevitustehnoloogia välja töötamine on teostatav kui on vajalikud tingimused täidetud. Siinkohal võib nentida, et mõlemad ülesanded said lõputöö jooksul edukalt teostatud. Antud töös täideti edukalt järgmised ülesanded:

1. Analüüsiti kirjanduse põhjal alumiiniumi keevitamise iseärasusi võrreldes terase keevitamisega. Alumiiniumi keevitamist mõjutavad järgmised materjali omadused nagu suur joonpaisumine, oksüüdide kahjulik mõju, suur soojusjuhtivus, madal sulamistemperatuur, teatud juhtudel kalduvus kuumpragudele. Erilised nõuded on keevitusprotsessi puhtusele ehk töökultuurile. Keevitustööde kvaliteedi tagamiseks on vajalik atesteeritud ja kogenud keevitajate ja keevitusprotseduuride õige kasutamine.
2. Analüüsiti olemasolevat paneeli joonist ja täiendati teda nõuetega keevitusdefektidele, mõõtmete ja kuju hälvetele, kontrolli -katsetamise meetodite osas. Töötati välja detailide joonised. Üldiselt on toode sobiv keevituseks ja on tagatud hea ligipääs keevitamiseks. Kõiki keevisõmblusi on võimalik keevitada allasendis. Paneeli materjal on hästi keevitav ja kuumpragude risk puudub.
3. Analüüsiti Al keevitamiseks kasutatavaid keevitusprotsesse ja leiti, et kõige sobivamaks antud toote valmistamisel on TIG-keevitus - standardi ISO 4063 järgi tunnusnumbriga 141 (lisamaterjali kasutamisega). Valiti gaasisuudmiku suurus, elektroodi läbimõõt, voolu tugevus, jt keevitusparameetrid. Parameetrite leidmiseks kasutati keevitusseadmete valmistaja Fronius AG telefoni äppi. Saadud tulemusi võrreldi kirjanduse tooduga ja leiti hea tulemuste kokkulangevus.
4. Keevitustööde kvaliteedi tagamisel on tähtsal kohal keevitustehnoloogilise ja katseliselt heakskiidetud kaardi ehk keevitusprotseduuride WPS-de ettevalmistamine ja evitamine tootmises. On koostatud eelspetsifikaadid pWPS (on vajalikud keevituskatsete tegemisel) nii pökkõmblusele ja nurkõmblusele vastavuses standardi EVS-EN ISO 15614-2 soovitudele. Käsitletakse keevitusprotseduuri heakskiiduks vajalikke tegevusi ja protseduure.
5. Käsitletud on keevitaja atesteerimisega seotud küsimusi seostatuna EVS EN ISO 9606-2 soovitudega.
6. Välja töötatud juhend alumiiniumi keevitustööde teostamiseks võimaldab vältida riske toodete kvaliteedile ja on vajalik ning abiks ettevõtetes rakendamisel.

SUMMARY

Increased utilization of aluminium in lightweight application has resulted in demand for continuous development of joining processes. Although welding of aluminium in the Estonian metal working industry is widespread, available technical information and industrial experience is lacking. The aim of this thesis was to develop a welding technology for a railcar ventilation panel made of aluminium. The special requirements for aluminium welding are described. Following results have been obtained:

1. Properties and impact on welding processes of aluminium and its alloys were analysed. It was found out that multiple characteristics impact weldability: thermal conductivity, lower melting point, the effect of aluminium oxides. Aluminium welding needs special cleanliness conditions.
2. Aluminium panel design and drawings were analyzed. A 3D model of the panel was developed. The drawings were completed with tolerances, quality requirements for imperfections, and testing methods according to EVS ISO 10042. Changes to the panel resulted in better welding accessibility and testing. All the welds can be done in a flat position. Testing conditions of the weld were included in the drawings as 100% visual testing.
3. Multiple welding processes were analyzed and the best option was chosen for the current application - TIG-welding (GTAW). ISO standard ISO 1011-4 was used to find the electrodes, filler materials and other parameters. Welding company Fronius phone application was used to estimate the welding parameters which were compared with recommendations in welding literature.
4. In order to provide the best welding quality, special requirements are brought out in the standards: using welding procedure specifications (WPS), qualified welders and welding coordination personnel. In this thesis 2 preliminary welding procedures (pWPS) for butt and fillet welds were developed in accordance with EVS-EN ISO 15614-2 standard.
5. The quality of welding operation depends on the qualification and competence of welders. Qualification of welders is approved by the EVS EN ISO 9606-2 standard. The testing principles of welders for welding butt and fillet welds are described.
6. Instructions for aluminium welding in manufacturing companies were developed.