

Antud magistritöö uurimisobjektiks oli pidevtermotöötlusliinil liiniosa rikke korral ahju seisma jäänud detailid. Uurimise all olid AS Norma termotöötuse osakonnas olevad liinid. Pidevtootmises tuleb ette, et liini rikke tõttu jäävad detailid kuumutusahju seisma, kusjuures kuumutusahju protsessiparameetrid suudetakse säilitada kuni liini seisakut põhjustatud rike on eemaldatud. Suure geomeetrilise varieeruvuse tõttu ei ole võimalik termotöötuse liine disainida nii, et ükski detail ei põhjustaks liini seiskumist. Suure tootmismahu tõttu on liinid koormatud ja tihtipeale koguneb liini ka kõige kaugematesse nurkadesse detaile, mis aja möödudes hakkavad takistama liiniosade liikumist. Olenevalt liini osast võib takistuse põhjustada tekitada hetkelist või halvemal juhul pikemaajalist seisakut. Praeguses olukorras on sellised olukorrad lahendatud detailide isoleerimisega. Paremal juhul suudetakse lisakatsete abil tõestada toodangu vastavust, halvemal juhul tuleb kogu rikke ajal kuumutusahjus olnud toodang isoleerida.

AS Norma puhul on tegemist toodanguga, millest sõltuvad otseselt inimesed. Seetõttu ei saa teha möödalaskmisi toodangu ja materjali kvaliteedis. Uurimaks kas toodang, mis on seisnud kuumutusahjus protsessiparameetritel kauem kui see on määratud, vastab nõuetele teostati katseid. Antud uurimustöös valiti katsetuste tegemiseks kõvaduse mõõtmine, dünaamilises katsestendis katsetamine ja mikrostruktuuri uuringud. Kõvadus annab esmase indikatsiooni, kas protsessile omane struktuur on saavutatud. Dünaamilise koormuse andmine katsetatavale detailile näitab paremini detaili mehaaniliste omaduste seisukorda kui staatilisel tõmbamisel. Samuti on dünaamiline koormamine rohkem ligilähedane autos avarii hetkel, kui seda on staatiline tõmbamine. Struktuurianalüüsid mikrokoobi all annavad ülevaate saavutatud struktuurist. Saavutamaks ekstreemseid katseolusid teostati dünaamilisi katseid madalal temperatuuril. Kuna pendelstend toob välja võimalikud probleemid hapruses, siis detaili külmutamine -50°C kraadini ja seejärel katsetamine võimendas seda olukorda. Pendelstendi ja kõvaduse katsetused teostati AS Norma-s ja mikrostruktuuri analüüsid TTÜ Mehaanika ja metroloogia katselaboris. Katsetustes kasutati AS Norma kahte suure tootmismahuga detaili.

Kahe katsetusteks kasutatud detailide tulemused ei toonud välja eripära tootmisparameetrite ja pikema seisutusaja vahel. Kõvaduste mõõtetulemused jäid mõlema katsekeha puhul nii pika kui ka lühikese seisutusaja korral samasse suurusjärku. Mõõtetulemused küll erinesid, aga muutust võib lugeda väikseks, arvestades mõõtemasina täpsust. Kõvaduse tulemused mõlemal juhul jäid tolerantsipiiride keskele või ühiku võrra kõrgemale.

Dünaamiliste katsete tulemused näitasid samuti stabiilseid tulemusi. Kõrgusregulaatori katsetamisel ühtegi detaili ei purunenud. Ühe katse tulemus oli madalam teistest, kuid selle põhjuseks pole detaili ega protsessi eripära vaid katsetendi ebakorrektnen käitumine. CLT-Ri katsekehade tulemused olid samuti ühtlase trendiga. Erisusi tulemustes ei täheldatud. Nii pika kui ka lühikese seisutusajaga tehtud detailide katsekehade hulgast purunes mõlemal juhul üks detail. Kuna purunesid mõlema seisutusaja pikkuse puhul katsetatud detailid ühesuguse iseloomuga ei saa viidata otseselt seisutusaja pikkuse mõjule. Hilisemal murdepindade uurimisel selgus murdepinnal mikropragusid. Kuna detaile katsetati suuremate jõududega kui ette määratud, saab öelda, et detaili purunemine on mitme asja kokkulangemine.

Analüüsides kõiki katsetulemusi saab öelda, et ei ole näha mõju detailide vastupidavusele seisutusaja pikkusega kuni 3 tundi. Töös on võrreldud detaile mis on tehtud protsessiparameetrite juures ja samuti pikema seisutusajaga termotöötlusliini kuumutusahjus. Tulenevalt katsetulemustes on töös tehtud ettepanek AS Norma termotöötuse osakonnale muuta protsessidokumente.

Protsessidokumentide muutmise eesmärk oleks muuta hetkel kehtivat reeglit, mis sätestab aja, peale mida tuleb kuumutusahjus seisnud toodangu isoleerida. Seoses pidevtootmisega tekib liini rikkeid ja töös kirjeldatud probleeme. Järgides hetkel kehtivaid reegleid, on inseneridel suur töö peale isoleerimist detaile katsetada ja tõestada nende töökindlust. Teine võimalus on toodangu utiliseerimine, mis on aga kordades kallim. Katsetulemuste põhjal protsessi muudatuse tegemine tooks kaasa ka läbi aja kokkuhoiu säästmise võimalike rikete korral.

Antud töös on kirjeldatud ja katsetatud olukorda, kus liini rikke korral on termotöötlusliini kuumutusahjus säilitatud protsessi parameetrid (eelkõige temperatuur ja gaasikeskkond). AS

Norma termotöötuse osakonna huvides on ettepanek edasiseks uuringuteks võimalik uurida ka liini rikke korral tekkinud temperatuuri tõusu olukord. Kuumutusahjus temperatuuri languse korral ei pruugita saavutada protsessile määratud nõudeid temperatuuri ja aja suhtes. Temperatuuri tõustes üle protsessi tolerantside on olukord, kus hetkel on suurem uurimustöö tegemata.

Antud töö käigus saadi parem ülevaade termotöötuse protsessist, teooriast ja katsetamistest. Saadi aru erinevatest võimalikest probleemidest ning kuumutusahju seisutusaja mõjust eri tüüpi materjalidele. Samuti leiti ka võimalusi parendusettepanekute tegemiseks termotöötuse osakonnas.