



**TALLINNA TEHNICAÜLIKOOI**  
**INSENERITEADUSKOND**  
Virumaa kolledž

**Metanooli saamine  
põlevkivi pürolüüsi käigus tekkinud  
poolkoksigaasi osalise oksüdeerimise meetodil**

**Production of methanol by the partial oxidation of semi - coke gas  
generated during the pyrolysis of oil shale**

**KÜTUSTE KEEMIA JA TEHNOLOOGIA ÕPPEKAVA MAGISTRITÖÖ**

Üliõpilane: Aleksandr Mošnikov

Üliõpilaskood: 204202RAKM

Juhendaja: Allan Niidu,

Tallinna Tehnikaülikooli professor

## KOKKUVÕTE

Enefit Power AS tegeleb pidevalt kemikaalide tootmisprotsesside arendamise ja täiustamisega. Võttes arvesse Eesti Energia AS kontserni strateegiat, otsustas autor uurida metanooli saamise võimalust poolkoksigaasist.

Käesoleva töö eesmärk oli uurida metanooli tootmise küsimuse teooriat ja selle põhjal välja töötada tehnoloogiline skeem, arvutada materjali- ja energiabilansid metanooli tootmiseks poolkoksigaasist, mida saadakse kõrvalsaadusena poolkoksigaasist põlevkiviõli tootmisel Enefit Power AS keemiatootmise Enefit-140 ja Enefit-280 üksustes.

Selle eesmärgi saavutamiseks uuris autor olemasolevaid sünteesgaasi tootmise tehnoloogiaid, selle puhastamist vesiniksulfiidist, süsivesinikel põhinevate gaaside kokkusurumisprotsesse ja metanooli sünteesi protsessi. Materjali- ja energiabilansside arvutamiseks sisestati Aspen HYSYS simulaatorisse väljatöötatud tehnoloogiline skeem, samuti poolkoksigaasi komponentide koostise ja massivoolukiiruse lähteandmed. Simulaatori abil optimeeriti saadud andmete analüüsi käigus protsesse kõige olulisemate kriteeriumide järgi:

- maksimaalne H<sub>2</sub> ja CO sisaldus sünteesgaasis, mis on tingitud O<sub>2</sub> optimaalse massivoolukiiruse valikust;
- H<sub>2</sub>:CO suhte viimine sünteesgaasis 1,167-lt nõutavale 1:2-le, juhides 35% sünteesgaasist CO-konversioonireaktorisse, et saada H<sub>2</sub> ja segada see sünteesgaasiga;
- metallisünteesireaktorist saadava metanooli maksimaalse väljundi saavutamine, valides optimaalse gaasi voolukiiruste suhte pärast metanooli sünteesireaktorit läbi retsirkulatsioonitoru ja 48,7% inertset komponenti lämmastiku kujul sisaldavate osade gaaside tsüklilist eemaldamise liini koos nende hilisema kasutamisega Enefit-280 üksuse elektrikatlas.

Väljatöötatud tehnoloogiline skeem, arvutused ja protsesside optimeerimine näitavad, et põlevkiviõli tootmise käigus saadav poolkoksigaasi võib kasutada toorainena toormetanooli tootmiseks, milles metanoolisisaldus on 99,6%, mis võimaldab edaspidi loobuda poolkoksigaasi otsepõletamisest energiakateldes Enefit Power AS.

Arvutused näitavad, et 40 410 kg/h poolkoksigaasist saadakse 38 180 kg/h toormetanooli, mis sisaldab 99,68% metanooli ja samal ajal tsüklis eraldub vastavalt tarbitud ja vastuvõetud soojusenergia bilansile 66,7 MWh soojusenergiat.

Samuti näitavad arvutused, et CO<sub>2</sub> emissioon metanooli tootmisel on ~ 3,3 korda väiksem kui poolkoksigaasi põletamisel kateldes. Seega metanooli saamine poolkoksigaasist on keskkonnasõbralikum kasutusviis võrreldes otsepõletamisega kateldes.

Metanooli tootmine poolkoksigaasist tehniliselt teostatav projekt. Projekt on majanduslikult põhjendatud ja võimaldab laiendada ettevõtte keemiatoodete portfelli.

Samuti tuleb märkida, et Aspen HYSYS simulaator võimaldab protsesse optimeerides saada optimistlikumaid tulemusi. Autor teadvustab, et metanooli tootmistehase detailsemal projekteerimisel, tehes iga põhiseadme ühiku kohta eriarvutusi, võivad tulemused käesolevas töös saadud tulemustest mõnevõrra erineda.

Kõike eelnevat arvestades võib järeldada, et metanooli tootmine poolkoksigaasist on tehniliselt teostatav projekt ja sellel on positiivne majanduslik mõju. Vaatamata poolkoksigaasi tingimuslikule nullhinnale on selle projekti olulised riskid järgmised:

- O<sub>2</sub> kättesaadavus vajalikus koguses ja selle maksumus (eeldab pikaajalist Koostöölepingut Partneriga);
- CO<sub>2</sub> heitkoguste kvootide maksumus;
- seadmete hinna võimalik tõus otsuse tegemise ajal (inflatsiooniriskid);
- seadmete paigalduskulude võimalik suurenemine (inflatsiooniriskid).

Käesolev projekt aitab kaasa kontserni üleminekule süsinikuneutraalsusele ja toetab selle strateegiat, mille üks eesmärke on 2035. aastast järk-järgult lõpetada gaasi otseepõletamine kateldes, seega autor, tuginedes 2022. a. teadaolevatele eeldustele, soovib antud projekti ettevõttes ellu viia.