

4 CONCLUSION

This work investigates the effect of temperature on PEM efficiency and evaluates the comparative heating efficiency of different electrolyzer components. The main objectives were to evaluate the effect of water temperature on energy efficiency and to determine how heating the anode and cathode lines separately, or both simultaneously, affects the efficiency of the electrolyzer.

Through a series of three different experiments conducted at different voltage levels, it was shown that increasing the temperature leads to an increasing rate of hydrogen production. Increasing of the water electrolyzer temperature allows to decrease the electrical energy consumption, thus increasing the energy efficiency (thermodynamic effect). This result not only confirmed the assumption about the importance of the temperature factor in electrolysis, but also provides valuable data for the further development of hydrogen fuel technologies. Analysis of various experimental parameters, including different voltage levels and methods of heating the anode and cathode lines, revealed consistent patterns.

One of the key discoveries made during this research was the recognition of the significant role of the cathode line in the electrolysis process, as well as its greater impact on efficiency compared to the anode line. Heating the catalyst is an additional important moment. In other words, in the mentioned above improvement of energy efficiency through the thermodynamic effects of heating contribute also activation of the catalyst, which is a separate mechanism for increasing productivity.

Influence of temperature on the overvoltages is important. Temperature plays important role in improving performance because the overvoltage at the cathode is much lower than at the anode. Lower overvoltage reduces the additional energy required for the electrochemical reaction, which improves the energy efficiency of the process. Increasing the temperature speeds up the chemical reactions at the cathode, resulting in faster hydrogen production and therefore an increase in the overall efficiency of the electrolysis process. This catalyst activation effect at the cathode is of significant interest for future research as it may open new avenues for further improvements in hydrogen fuel technologies.

Temperature also influence on the another overvoltage – ohmic resistance of the membrane, under higher temperature the resistivity of the Nafion membrane decreasing improving the hydrogen production rate.

Evaluating the results of this work, it is clear that the experiments have significantly improved our understanding of key aspects of electrolysis and have provided practical directions for further improvements to these processes. The main reasons for the observed results include decreasing of the electrical energy consumption due to increasing of the temperature, from the other side, temperature increase causes to the activation of catalysts; lower cathode overvoltage making temperature more effective for improved productivity; and heating the catalyst at the cathode, accelerating chemical reactions and therefore accelerating hydrogen production as well as increasing temperature improves the conductivity of Nafion membrane. These factors collectively contribute to a better understanding of electrolysis dynamics, paving the way for the development of more efficient electrolysis systems.

Kokkuvõte

Käesolevas töös uuritakse temperatuuri mõju PEMi tõhususele ja hinnatakse erinevate elektrolüsaatorikomponentide võrreldavat soojendustõhusust. Peamised eesmärgid olid hinnata vee temperatuuri mõju energiatõhususele ja määrata kindlaks, kuidas anoodi- ja katoodiliinide eraldi või mõlema samaaegne kuumutamine mõjutab elektrolüüseri tõhusust.

Kolme erineva pingetaseme juures tehtud katsesarja abil näidati, et temperatuuri suurendamine toob kaasa vesiniku tootmise kiiruse suurenemise. Veeelektrolüsaatori temperatuuri tõstmine võimaldab vähendada elektrienergia tarbimist, suurendades seega energiatõhusust (termodünaamiline efekt). See tulemus mitte ainult ei kinnitanud oletust temperatuuri teguri tähtsuse kohta elektrolüüsis, vaid annab ka väärtuslikke andmeid vesinikkütuse tehnoloogiate edasiseks arendamiseks. Erinevate katseparameetrite, sealhulgas erinevate pingetasemete ning anoodi- ja katoodiliinide kuumutamise meetodite analüüs näitas järjepidevaid mustreid.

Üks peamisi avastusi, mis tehti selle uurimistöö käigus, oli katoodliini olulise rolli äratundmine elektrolüüsiprotsessis, samuti selle suurem mõju tõhususele võrreldes anoodliiniga. Katalüsaatori kuumutamine on täiendav oluline moment. Teisisõnu, eespool mainitud energiatõhususe parandamisele soojendamise termodünaamilise mõju kaudu aitab kaasa ka katalüsaatori aktiveerimine, mis on eraldi mehhanism tootlikkuse suurendamiseks.

Oluline on temperatuuri mõju ülepingetele. Temperatuuril on oluline roll jõudluse parandamisel, sest katoodil on ülepinge palju madalam kui anoodil. Madalam ülepinge vähendab elektrokeemiliseks reaktsiooniks vajalikku lisaenergiat, mis parandab protsessi energiatõhusust. Temperatuuri tõstmine kiirendab keemilisi reaktsioone katoodil, mille tulemuseks on kiirem vesiniku tootmine ja seega elektrolüüsi protsessi üldise tõhususe suurenemine. See katalüsaatori aktiveeriv mõju katoodil pakub olulist huvi tulevaste teadusuuringute jaoks, sest see võib avada uusi võimalusi vesinikkütuse tehnoloogiate edasiseks täiustamiseks.

Temperatuur mõjutab ka teist ülepinget - membraani oomilist takistust, kõrgema temperatuuri korral väheneb Nafioonmembraani takistus, mis parandab vesiniku tootmismäära.

Selle töö tulemusi hinnates on selge, et katsed on oluliselt parandanud meie arusaamist elektrolüüsi põhiaspektidest ja andnud praktilisi suuniseid nende protsesside edasiseks täiustamiseks. Täheldatud tulemuste peamisteks põhjusteks on elektrienergia tarbimise vähenemine temperatuuri tõstmise tõttu, teiselt poolt põhjustab temperatuuri tõus katalüsaatorite aktiveerimist; madalam katoodi ülepinge, mis muudab temperatuuri tõhusamaks tootlikkuse parandamiseks; ja katalüsaatori kuumutamine katoodil, mis kiirendab keemilisi reaktsioone ja seega kiirendab vesiniku tootmist, samuti parandab temperatuuri tõstmine Nafion-membraani juhtivust. Need tegurid aitavad üheskoos kaasa elektrolüüsi dünaamika paremale mõistmisele, sillutades teed tõhusamate elektrolüüsisüsteemide väljatöötamisele.