

Ūdeņraža iegūšanas efektivitātes atkarība no pirolīzes temperatūras un katalizatora klātbūtnes

Raitis Kaspars Sika, Ainārs Knoks, Līga Grīnberga
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Arvien aktuālāks kļūst ilgtspējīgas enerģijas ražošanas un uzglabāšanas jautājums, kur viens no risinājumiem ir ūdeņradis, jo sevišķi iegūt neradot lielu CO₂ emisiju daudzumu. Viena no bezoglekļa ūdeņraža iegūšanas tehnoloģijām ir augsttemperatūras metāna pirolīze, kas ļauj iegūt tīru ūdeņradi un cietu oglekli jeb tirkīzzilā ūdeņraža iegūšana. Tomēr, lai paaugstinātu procesa efektivitāti un samazinātu pirolīzes temperatūru, nepieciešams atrast efektīvu katalizatoru.

Šajā pētījumā tiek analizēta iegūtā ūdeņraža daudzuma atkarība no pirolīzes temperatūras un katalizatora klātbūtnes. Par katalizatoru tiek izmantots dzelzs un niķeļa katalizatori uz γ -Al₂O₃ pulvera, variējot uzputinātā dzelzs daudzumu. Katalizatori kvarca laiviņās tika ievietoti cauruļkrāsni, no kuras sākumā tika atsūknēts gaiss, tad sistēma izskalota ar slāpekli un ievadīts noteikts metāna daudzums. Pēc tam katrā atsevišķajā eksperimentā krāsns tika uzsildīts līdz trīs dažādām temperatūrām (700°C; 800°C; 900°C) un temperatūra noturēta 240 min. Pirolīzes procesā iegūtās gāzes sastāvs tika noteikts, izmantojot masspektrometrijas metodi.

Lai gan optimālā metāna pirolīzes temperatūra ir 1100 – 1200°C, tika iegūti rezultāti, ka izmantotā katalizatora klātbūtnē arī 700°C tiek iegūts būtiski lielāks ūdeņraža daudzums, nekā šajā temperatūrā bez katalizatora klātbūtnes. Pirolīzes laikā iegūtais ogleklis nosēžas un uz katalizatora virsmas veidojot cieta oglekļa slāni, kas samazina brīvo katalizatora virsmu, tādējādi samazinot tā efektivitāti un apgrūtinot materiāla reģenerāciju. Turpmākajos pētījumos nepieciešams detalizētāk analizēt katalizatoru ilgtermiņa stabilitāti un reģenerācijas iespējas, lai nodrošinātu procesa ekonomisko un tehnoloģisko ilgtspēju.

Dependence of hydrogen production efficiency on pyrolysis temperature and catalyst presence

Raitis Kaspars Sika, Ainārs Knoks, Līga Grīnberga
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The issue of carbon emissions free alternative energy sources is becoming more prominent, where a possible solution is turquoise hydrogen. One of the available technologies to achieve this aim is high temperature methane pyrolysis. However, to increase hydrogen production efficiency and lower pyrolysis temperature - a catalyst is needed.

In this research, the amount of produced hydrogen and the composition of emitted gases were studied by varying the reaction temperature in the presence of a catalyst. The catalyst is iron and nickel coating on a γ -Al₂O₃ support. The amount of iron sputtered on the γ -Al₂O₃ varied between the catalyst samples. The catalysts were placed in sample holders in the tube oven. The air was removed with a vacuum pump and a certain amount of methane was introduced. The methane was heated to three different temperatures (700°C; 800°C; 900°C) and held at this temperature for 240 minutes. Composition and amount of gases released were determined by mass spectroscopy.

Although the optimal temperature for pyrolysis is 1100 – 1200°C, during this study it was found that at 700°C in the presence of the catalyst, the produced hydrogen amount increases compared with the experiment at the same temperature without a catalyst. During the pyrolysis the excess carbon deposits on the surface of the catalyst thus decreasing the free catalytic surface area and the efficiency of the catalyst and making the regeneration of the catalyst difficult. In future studies the long-term stability of the catalyst and regeneration needs to be studied.

Project INNOYPPY has received funding from the M-ERA.NET program in cooperation with the Latvian Scientific Council (No. ES RTD/2023/15).