

SANOAT OB'EKTLARI XAVFSIZLIGI UCHUN YUQORI SEZUVCHANLIKKA EGA MEMBRANALI GAZ SENSORINING KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

B.E. Turayev

Toshkent amaliy fanlar universiteti, Toshkent shahri, Gavhar ko'chasi 1.

E-mail: bturaev2020@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada membranalar oraliq haroratli yoqilg'i elementlari va gaz sensorlarida, shuningdek, kelajakdagi elektromobillarda ishlatilishi mumkin. Bu sanoat omborxonalari va strategik obyektlar kabi yopiq xonalarda gazdan to'g'ri foydalanish imkonini beradi.

Kalit so'zlar. Proton-o'tkazuvchi, membrana, impedans, harorat, qarshilik, omborxona, gaz datchigi.

Elektr energiyasiga bo'lgan talabning doimiy o'sishi va uning narxining ko'tarilishi energiyani yanada samaraliroq hamda ekologik jihatdan xavfsiz ishlab chiqaruvchi yangi texnologiyalarni jadal izlashga turtki bo'ldi. transport sohasida avtomobil ishlab chiqaruvchilari ichki yonuv dvigatellari va elektr motorlarini o'zida mujassamlashtirgan elektromobillar hamda gibrid avtomobillarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'ydi. Bunday avtomobillar uchun hamyonbop narxdagi vodorodli yonilg'i elementi istiqbolli elektr energiyasi manbai bo'lishi mumkin [1]. bunday yonilg'i elementida yaxshi ishlaydigan proton o'tkazuvchi membrana o'ta muhim tarkibiy qism hisoblanadi. Membrana 130°C gacha bo'lgan oraliq haroratlarda, past namlik sharoitida ishlay olishi kerak.

Hozirgi kunda mavjud bo'lgan membranalarining past ishchi harorati va namlikka bo'lgan talablari yonilg'i elementlari tizimini murakkablashtiradi, bu esa uning tannarxi va chidamliligiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, so'nggi tadqiqotlar yaxshiroq xususiyatlarga ega va arzonroq bo'lgan takomillashtirilgan membranalarni yaratishga qaratilgan [2,3]. Bunday membranalar uchun istiqbolli materiallar sifatida gibrid noorganik-organik fosfosilikat polimerlar qaraladi. Umuman, silikat birikmalar yuqori haroratga va kimyoviy ta'sirlarga chidamlidir. Polisiloksanlar esa O atomlarining o'rnini organik guruhlar bilan almashtirib, silikat to'g'ri "yumshatadi" va unga rezinasimon elastiklik baxsh etadi.

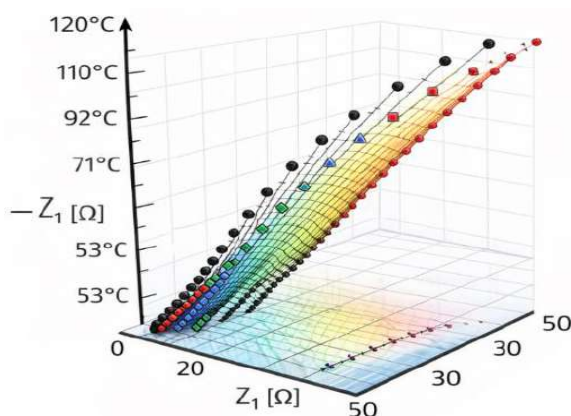
-Si-O-Si- bog'lanishlari taxminan 454 kJ/molni tashkil etuvchi yuqori bog'lanish energiyasiga ega (-C-C- bog'lanishlarining 349 kJ/mol energiyasiga nisbatan) va membrananing issiqlikka chidamli karkasini hosil qiladi. Bundan tashqari, ular yuqori qutblilikka ega bo'lib, bu Si atomlaridagi organik guruhlarini barqarorlashtiradi. Siloksanlar keng harorat oralig'ida, ya'ni -90 °C

dan +250 °S gacha barqarordir. Ular ushbu harorat oralig'ida yaxshi elektr qarshiligi, yuqori kimyoviy chidamlilik va biologik inertlik xususiyatlarini namoyon etadi. Ularni tayyorlash jarayoni polimerizatsiya, to'ldiruvchi qo'shimchalar va vulkanizatsiyaga asoslangan kauchuklarning xossalarini sezilarli darajada o'zgartirishi hamda boshqarishi mumkin [4-5]. Shu sababli, bu mustahkam va elastik material membranalarimiz asosini shakllantirish uchun juda mos keladi.

Membranalar konsentrlangan H_3PO_4 ning suyuq organik komponentlar — dialkildixlorsilan va tetraetoksisilan (TEOS) bilan 150°C gacha bo'lgan haroratda reaksiyaga kirishishidan hosil bo'ladi. Natijada biz metil ($-CH_3$) guruhi va proton o'tkazuvchanligi gidroksil ($-OH$) funksional guruhlari hissasiga to'g'ri keladigan fosfosilikat polimerini oldik.

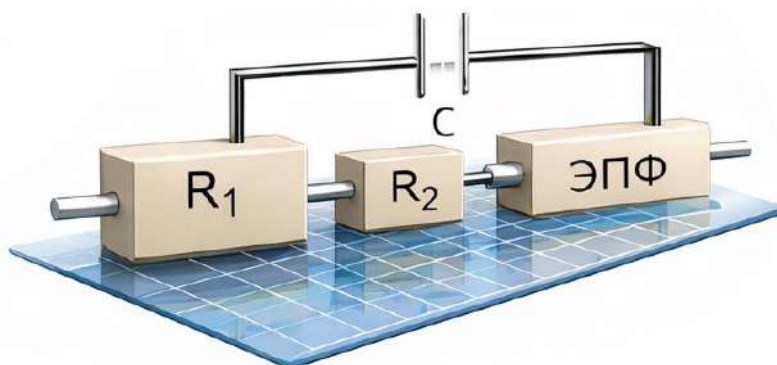
Proton o'tkazuvchanlik membrananing eng muhim xususiyati bo'lib, u membrananing yoqilg'i elementi yoki datchikdagi ish faoliyatini belgilab beradi. Membrana o'tkazuvchanligini aniq o'lchash uchun elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi usulini qo'lladik. Membrana ikkita Pt-elektrodlari o'lchov yacheykasiga joylashtirildi, 120°C gacha qizdirilib, shu haroratda 2 soat ushlab turildi.

1-rasm. Qo'llanilgan kuchlanish 10 mV ni tashkil etdi. Biz spektrlarni 1-rasmdagi ekvivalent sxema yordamida tahlil qildik, bu bizga ma'lumotlarning eng yaxshi mos kelishini ta'minladi.



1-rasm. Proton-o'tkazuvchi membrananing haroratga bog'liq elektroximik impedans spektrlaining 3D vizualizatsiyasi

Tipik impedans spektrlari 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Ekvivalent sxema modeliningning 3D vizualizatsiyasi

R_1 elementi membrana qarshiligini ifodalasa, C elementi qo'sh qatlam sig'imini bildiradi. R_2 elementi esa, ehtimol, zaryad tashilishi qarshiligidir. Ular impedansning chastotaga bog'liq tashkil etuvchisi — doimiy faza elementi [5] (DFE) bilan birgalikda, aftidan, membrana-elektrod chegarasidagi Faradey impedansini hosil qiladi.

Olish usulini optimallashtirish natijasida biz rentgen difraksiyasi usuli bilan tasdiqlangan amorf tabiatli yarim shaffof elastik material sintez qildik. Quyish usuli yordamida 5x5 sm o'lchamdagi fosforsilikat membranalar tayyorlandi. Impedans spektrlari tahlili shuni ko'rsatdiki, harorat 23 °C dan 120 °C gacha ko'tarilganda R_1 membrana qarshiligi taxminan 12 Omdan 3 Omgacha, R_2 zaryad tashilishi qarshiligi esa taxminan 24 Omdan 8 Omgacha kamaygan, C qo'sh qatlam sig'imi taxminan 3 mF dan 5 mF gacha oshgan, DFE elementining A parametri taxminan 20 kOmdan 13 kOmgacha kamaygan, α parametri esa 0,77 dan 0,80 gacha biroz ortgan. R_1 va C qiymatlaridan shunday xulosa qilishimiz mumkinki, haroratning oshishi protonlar harakatchanligiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, polimerning tarkibiy birliklari ham o'z yo'nalishini osonroq o'zgartira olishini ko'rsatadi.

Yuqori harorat, shuningdek, Faradey jarayoniga ham yordam beradi, chunki biz R_2 va EChI impedansining pasayganini kuzatdik. Biz membrana proton o'tkazuvchanligini 1,4% dan kamroq nisbiy xatolik bilan aniqladik. Arreniusning o'tkazuvchanlik grafigi $R_2 = 0,9997$ bo'lgan chiziqli ko'rinishda edi. Proton migratsiyasining o'rtacha faollanish energiyasi 20 kJ/mol ni tashkil etdi. Bu ancha past qiymat harakatchan protonlarning bog'lanishi juda zaif ekanligidan dalolat beradi. O'lchovlar shuni ko'rsatdiki, membrananing proton o'tkazuvchanligi atrofdagi atmosfera harorati oshishi bilan hech qanday qo'shimcha namlantirishsiz ortib boradi.

120°S haroratda va nisbiy namlik 1% dan past bo'lganda o'tkazuvchanlik 1,6 Sm/m ni tashkil etdi. Quruq atmosferada o'tkazuvchanlik natijalari shuni ko'rsatdiki, yuqori proton o'tkazuvchanligini saqlab qolish uchun bizning membranamizda erkin suv molekulalarining mavjudligi shart emas edi. Fosfilikatli membrana bir-biridan uncha uzoq bo'lmagan masofada -ON guruhlarining yetarli konsentratsiyasini o'z ichiga oladi, bu esa yuqori haroratlarda N^+ ning muvaffaqiyatli sakrashining yuqori ehtimolini keltirib chiqaradi. Bizning tajribalarimizdan kelib chiqadiki, H^+ tashilishi uchun erkin H_2O molekulalarining bo'lishi shart emas. Gidroksil guruhlarining protonlari, ehtimol, qo'shbog'li kislorod atomlari yoki manfiy zaryadi yuqori bo'lgan boshqa qismlar bilan kuchsiz vodorod bog'larini hosil qilishi mumkin. Shunday qilib, ular dastlabki -OH guruhining kislorod atomlaridan osongina dissotsiatsiyalanadi, bu ularning yuqori harakatchanligiga olib keladi. Olingan natijalarga ko'ra, yirik yopiq binolarda gazlanishning oldini olish va nazorat qilish muhim ahamiyatga ega.

Biz gibrid noorganik-organik fosforsilikat polimeri asosida yangi egiluvchan, yarim shaffof va amorf membranalar ishlab chiqdik. Ushbu membranalar quruq sharoitda, 100 °C dan yuqori haroratda

yuqori proton o'tkazuvchanligiga ega bo'lib, 120 °C da bu ko'rsatkich 1,6 Sm/m ga yetadi. Proton tashilishining o'rtacha faollashuv energiyasi 20 kJ/mol ni tashkil etadi.

Shunday qilib, tadqiqot natijalari ushbu membranalardan oraliq haroratli yoqilg'i elementlari va gaz datchiklarida, shuningdek, kelajakdagi elektromobillarda foydalanish mumkinligini ko'rsatadi, degan xulosaga kelish mumkin. Bu sanoat omborlari va strategik obyektlar kabi yopiq inshootlarda gazlardan to'g'ri foydalanish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1]. G. Hoogers, G. Hoogers (Ed.), Fuel Cell Technology Handbook, CRC Press, London, 2003, pp. 10–11.
- [2]. K. Tadanaga, H. Yoshida, A. Matsuda, T. Minami, M. Tatsumisago, Inorganic–organic hybrid films using epoxycyclohexylethyltrimethoxy- silane and orthophosphoric acid for PEFC operated at medium temperatures, Solid State Ionics 176 (2005) 2997–2999.
- [3]. G. Alberti, M. Casciola, Composite membranes for medium-temperature PEM fuel cells, Annu. Rev. Mater. Res. 33 (2003) 129–154.
- [4]. Noll W. Chemistry and technology of silicones. – Elsevier, 2012.
- [5]. Macdonald J. R., Johnson W. B. Fundamentals of impedance spectroscopy //Impedance spectroscopy: theory, experiment, and applications. – 2018. – C. 1-20.