ШОЛИ ПЎСТЛОҒИДАН ОЛИНГАН КРЕМНИЙ ДИОКСИДИ АСОСИДА СИЛИКАТ МАТЕРИАЛ СИНТЕЗИ ВА МУҲИТ pH ИНИНГ РОЛИ

С.Б. Барноева
к.ф.ф.д.
Г.М. Жолдасбаева
т.ф.д., проф.
Д.Ж. Жумаева
С.У.Аллашукурова
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти

Аннотация. Шоли пўстлоғидан олинган кремний диоксиди асосида натрий силикат тайёрлаш ва тетраэтиламмоний гидроксид (ТЕАОН) иштирокида золь-гель усулида силикат материал синтез қилишнинг технологик босқичлари баён этилди. Синтез учун танланган pH=4, 6 ва 9 шароитларининг силикат заррачалари протонланиши, конденсацияланиши ва агрегатланишига эҳтимолий таъсири адабиёт маълумотлари асосида муҳокама қилинди. Синтез режими билан материалнинг экспериментал тасдиқланган хусусиятлари ўртасидаги фарқ кўрсатилди. Мезоғоваклилик ва мақбул pH қийматини белгилаш учун ғоваклар тақсимоти ҳамда қиёсий текстуравий кўрсаткичлар зарурлиги асосланди.

Калит сўзлар: шоли пўстлоғи, кремний диоксиди, натрий силикат, тетраэтиламмоний гидроксид, золь-гель синтези, pH, силикат гели.

Кириш. Шоли пўстлоғидан ажратиб олинган кремний диоксидини силикат материаллар синтезида қўллаш агросаноат қолдиқларини қайта ишлаш йўналишлари долзарб масала ҳисобланади. Натрий силикат эритмасидан гель ҳосил бўлишида муҳитнинг pH қиймати билан бирга кремний концентрацияси ва эритмадаги тузлар ҳам аҳамиятга эга [1]. Мазкур тадқиқот ишининг мақсади шоли пўстлоғидан олинган SiO_2 асосидаги синтез кетма-кетлигини баён қилиш ва танланган pH шароитларининг кимёвий ролини таҳлил қилишдан иборат.

Бошланғич компонентлар сифатида шоли пўстлоғидан олинган SiO_2 ва Na_2CO_3 ишлатилди. Компонентлар SiO_2:Na_2CO_3=1:1,17 моль нисбатда аралаштирилиб, муфель печида 1100 °C да қиздирилди. Натрий силикат ҳосил бўлишининг соддалаштирилган стехиометрик ифодаси эса қуйидагича кўринишга эга бўлди.

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2\uparrow$$

Ушбу тенглама натрий силикат ҳосил бўлишининг асосий реакциясини ифодалайди. Na_2CO_3 стехиометрик миқдорга нисбатан 17% ортиқча олинганлиги сабабли, ҳосил бўлган маҳсулотнинг кимёвий тоза Na_2SiO_3 эканлигини тасдиқлаш учун унинг таркибини таҳлил қилиш зарур. Эритма тайёрлашда 48 г силикат маҳсулоти ва 752 г дистилланган сув олинган бўлиб, компонентларнинг бошланғич массалари асосида ҳисобланган силикат маҳсулотининг масса улуши 6% ни ташкил этади. Бироқ бу қиймат эритмадаги соф Na_2SiO_3 нинг таҳлил орқали аниқланган масса улушини ифодаламайди.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Фильтрланган эритма TEAOH билан 40 °C да 30 дақиқа аралаштирилди. Муҳит pH ини бошқаришда сирка кислотаси ва аммиакнинг сувли эритмасидан фойдаланилди ва синтез шароитлари сифатида pH=4, 6 ва 9 танланди. Синтезнинг кейинги босқичлари гелни ажратиш, 25 °C да қуритиш, ювиш ва 400 °C да 2 соат термик ишлов беришни ўз ичига олди. Мазкур ишда синтезнинг асосий босқичлари баён этилган бўлиб, TEAOH:Si моль нисбати, реагентлар эритмаларининг концентрациялари ва гелнинг ҳосил бўлиш давомийлиги келтирилмаганлиги сабабли тадқиқот усули экспериментал такрорланувчанлигини баҳолашни чеклайди. Силикат эритмасининг pH қиймати кислота қўшиш орқали пасайтирилганда, силикат турлари таркибидаги $\equiv Si–O^-$ гуруҳларининг протонланиши натижасида силанол ($\equiv Si–OH$) гуруҳлари ҳосил бўлади. Кейинги конденсацияда силоксан боғлари шаклланади. Қуйидаги ифодалар алоҳида молекуляр маҳсулотнинг тўлиқ стехиометрик реакцияси бўлсамдан, балки функционал гуруҳлар ўзгаришининг схемаси бўлиб ҳисобланади. Яъни,

$$\equiv Si–O^- + H^+ \rightleftharpoons \equiv Si–OH$$

$$\equiv Si–OH + HO–Si\equiv \rightleftharpoons \equiv Si–O–Si\equiv + H_2O$$

Кремний диоксиди гели силоксан (Si–O–Si) боғлари билан бириккан уч ўлчамли полимер тармоққа эга бўлиб, уни дискрет H_2SiO_3 молекуласи сифатида тавсифлаш тўғри эмас. H_2SiO_3 метакремний кислотасининг формал таркибини, H_4SiO_4 эса ортокремний кислотасининг молекуляр таркибини ифодалайди, шу сабабли ушбу формулалар кимёвий жиҳатдан ўзаро тенглаштирилмайди. Эритмада кремнийли турларнинг таркиби концентрация ва pH га боғлиқ. Тажрибавий тадқиқотларда pH ва туз миқдори гелланиш ҳамда морфологияга биргаликда таъсир қилиши кўрсатилган. Хона ҳароратига яқин шароитда pH=4 кислотали, pH=6 кучсиз кислотали, pH=9 эса ишқорий муҳитга тўғри келади. pH ўзгариши силанол гуруҳларининг ионланиши ва заррачаларнинг ўзаро таъсирини ўзгартиради. Бироқ бу механизмнинг ўзи ғовак диаметри, сирт юзаси ёки структура тартибланганлигини олдиндан аниқ белгиламайди. Кислота ва аммиак қўшилиши ион таркибини ҳам ўзгартиргани учун намуналар ўртасидаги фарқларни фақат pH билан изоҳлаш етарли эмас. TEAOH ишқорийлик манбаи ва эҳтимолий структура йўналтирувчи қўшимча сифатида қаралади. Мицелляр агентлар билан олинган мезоғовакли кремний диоксиди тадқиқотларида ғовак тузилиши адсорбцион, микроскопик ва кичик бурчакли сочилиш усуллари билан текширилган [2]. TEAOH нинг мустақил таъсирини аниқлаш учун бир хил pH да қўшимчасиз назорат намунаси билан таққослаш зарур. 400 °C даги термик ишлов органик компонентларни парчалашга қаратилган.

Хулоса. Шоли пўстлоғидан олинган SiO_2 ни натрий силикат орқали гель ҳосил қилишга жалб этувчи синтез кетма-кетлиги баён қилинди. pH=4, 6 ва 9 муҳитлари силикат турларининг ионланиши ва гелланишини таҳлил қилиш учун танланган шароитлар ҳисобланади. Мазкур ишда қиёсий текстуравий ёки сорбцион ўлчовлар келтирилмагани сабабли мақбул pH, юқори солиштирма сирт ва сорбцион самарадорлик ҳақида экспериментал тўлиқ хулосалар кейинги тадқиқотлар асосида тўлдирилган ҳолда асосланилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Kaide A., Saeki T. Development of preparation method to control silica sol–gel synthesis with rheological and morphological measurements. Advanced Powder Technology. 2014. Vol. 25, No. 2. P. 773–779. DOI: 10.1016/j.apt.2013.11.010.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2. Putz A.-M., Savii C., Ianăşi C., Dudás Z., Székely K. N., Plocek J., Sfârloagă P., Săcărescu L., Almásy L. Pore ordering in mesoporous matrices induced by different directing agents. 2017. https://arxiv.org/abs/1702.00366.
3. Thommes M., Kaneko K., Neimark A. V., Olivier J. P., Rodriguez-Reinoso F., Rouquerol J., Sing K. S. W. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry. 2015. Vol. 87, No. 9–10. P. 1051–1069. DOI: 10.1515/pac-2014-1117.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.