

Төмен температуралы азот адсорбциясы/десорбциясы әдісіне сәйкес, зерттелген екі үлгідегі изотермалар Брунауэр, Эммет және Теллер классификациясы бойынша IV типке жатады, ондағы гистерезис тұзағы мезокеукте кездесетін капиллярлық конденсациямен байланысты. Алайда олар гистерезис тұзағы түрімен ерекшеленеді. Егер MAS-1 үлгісінің изотермасында гистерезис тұзағы H1 типіне жататын болса, бұл кеуек өлшемі мен реттелген құрылымы бойынша аз таралғанын көрсетеді, ал MAS-2 – H4 үлгісінің изотермасы тар саңылаулы кеуекті көрсетеді. Сондай-ақ, синтезделген материалдар меншікті бет ауданы бойынша да ерекшеленеді (MAS-1 – 511 м²/г, MAS-2 – 1170,0 м²/г), кеуектің орташа диаметрі мен көлемі 3,82 нм-ден 2,19 нм-ге дейін және 1,47 см³/г-дан 0,875 см³/г-ға дейінгі аралықты қамтиды. Барлық үш үлгідегі кеуектің орташа өлшемі макрокеуктердің аз мөлшеріне байланысты.

Синтезделген материалдардың кеуекті құрылымының мезокеуктілігі мен реттілігін дәлелдеу үшін рентгендік шашырату әдісі қолданылды. MAS-1 мезокеукті үлгісінің аз бұрышты шашырау рентгенограммасына сәйкес, 2θ бұрыштарының мәндері аймағында 2,1° айқын шыңның болуы мезокеукті құрылымның болатынын көрсетеді. Сонымен қатар MAS-1 үлгісі үшін қарқынды шыңы 2,1° аймағында байқалады, ол пайдаланылған сәулеленудің толқын ұзындығында 4,2 нм аралық қашықтыққа сәйкес келеді.

Мезокеукті алюмосиликат бетіндегі Бренстед және Льюис қышқыл орталығының салыстырмалы беріктігін анықтау үшін адсорбцияланған пиридин үлгілерінің диффузды шағылысын Фурье түрлендіруі арқылы (DRIFT) ИҚ спектроскопиясына талдау жасалды. Зерттелген үлгілерде 1445, 1490 және 1595 см⁻¹ кезінде жұтылу жолақтары байқалды. Спектрлердегі 1445 және 1595 см⁻¹ байқалатын жолақтар Льюис қышқыл орталықтарында жұтылған сутегімен байланысқан пиридинне қатысты түсіндіріледі. Шамамен 1490 см⁻¹ байқалған жолақ Льюис орталықтарында да, Бренстед қышқылы орталықтарында да пиридин адсорбциясымен байланысты. MAS-2 үлгісінің спектрінде 1640 см⁻¹ аймағында жұтылу жолағының пайда болуы Бренстедтің қышқыл орталықтарының болатынын көрсетеді.

Синтезделген мезокеукті алюмосиликаттардағы кристалды реттіліктің сақталуын зерттеу үшін 400-4000 см⁻¹ диапазонында FT-ИҚ спектроскопия әдісі қолданылды. Спектрлердегі 1059 см⁻¹ жолағының пайда болуы Si–O және Al–O созылуының асимметриялық ауытқуына жатқызылуы мүмкін, ал зерттелген материал спектрінде 800 см⁻¹ аймағындағы жолақ кристалды реттілікті көрсетеді, яғни бұл Al және Si бар TO₄ тетраэдрлерінің ішкі діріліне байланысты. 450 см⁻¹ жұтылу жолағы SiO₄ деформациялық тербелістеріне сәйкес келеді.

Осылайша түрлі темплаттар мен алюминий көздерін қолдану арқылы MAS-1 және MAS-2 мезокеукті алюмосиликаттар синтезделіп, түрлі физико-химиялық талдау әдістері негізінде зерттелді. Синтезделген алюмосиликаттардағы мезокеук пен реттелген құрылым төмен температуралы азот адсорбциясы/десорбциясы және FT-IR деректерімен расталған. DRIFT талдамасына сәйкес синтезделген материалдар бетінде негізінен Льюистің қышқыл орталықтары бар екендігі көрсетілген. Қазіргі уақытта бұл материалдарды мұнай-химия процестеріне арналған бифункционалды катализатордың қышқыл компоненттері ретінде пайдалану мүмкіндігін зерттеп жатырмыз.

Түйін сөздер: мезокеукті алюмосиликат, темплат, бифункционалды катализатор, кеуектілік, Льюис пен Бренстедтің қышқыл орталықтары.

К.М. Умбеткалиева^{1,2}, Г.К. Василина^{1,2}, А.К. Абдрасилова¹, А.Р. Хайыргельдинова²,
Т.К. Василина^{2,3}, Ж.Е. Закиров¹, М.Х.Талиева², А.К. Қалдыбаева²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

²НИИ новых химических технологий и материалов, Алматы, Казахстан;

³Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЗОПОРИСТЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования влияния метода синтеза мезопористых алюмосиликатов на их физико-химические характеристики. Авторами были приготовлены серии мезопористых алюмосиликатов, для синтеза которых в качестве структурообразующего темплата был использован гексадециламин. Синтез мезоструктурированного алюмосиликата был основан на методе сопольконденсации тетраэтилортосиликата Si(OC₂H₅)₄ и вторичного бутаоксида алюминия (втор-ВuO)₃Al/триизопропилат алюминия Al(i-OPr)₃ в присутствии спирта. Для этого источники алюминия были растворены в спирте. Далее, при интенсивном перемешивании к нему по каплям добавлялся раствор тетраэтилортосиликата. Параллельно готовился раствор гексадециламина со спиртом при нагревании. К полученной густой однородной массе, содержащей раствор темплата, порциями добавляли раствор смеси соединений кремния и алюминия при перемешивании в течение 6 часов при комнатной температуре. Затем