

ЦЕЛЛЮЛОЗА САНОАТИ ИККИЛАМЧИ МАҲСУЛОТЛАРИДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ

Мамура Касимовна Абдумавлянова

mamura.abdumavlyanova.63@mail.ru

Асрор Ҳасанович Мардонов

asror_mardonov@mail.ru

Тошкент кимё-технология институти

АННОТАЦИЯ

Тадқиқот мақсади – целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти “лигнин” асосида полиметиленлигнин сульфокислота синтез қилиши, уни структураси ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш, олинган маҳсулотларни қурилиши, ҳамда саноат корхоналарида ишлатиладиган импорт суперпластификатор, шунингдек корхона оқова сувларини тозаловчи катионитлар сифатида қўлланилишини тадқиқ қилиши. Лигниндан чизиқли ва фазовий полиметиленлигнин сульфокислота синтези жараёни шароитлари ўрганилди. Олинган янги суперпластификатор (СП) ва катионитнинг (АСО) тузилиши ИҚ-спектроскопия ва СЕМ (сканерловчи электрон микроскоп) усуллари ёрдамида ўрганилди. Катионитнинг ТГА/ДТА термал таҳлили ўтказилди. Суперпластификаторни бетон аралашмаларига таъсири ўрганилди. Катионитларнинг эксплуатацион хоссалари аниқланди. Катионитларнинг муҳим эксплуатацион хоссаси СОЕ(статик алмашиниши сизими) ва ДОЕ(динамик алмашиниши сизими) аниқланди. $СОЕ = 4,6 \text{ мг-екв/г}$, $ДОЕ = 475-490 \text{ мол/м}^3$. 0,8% суперпластификатор қўшилганда бетон аралашмалари мустаҳкамлигини 84,39 % га ошириши аниқланди.

Калит сўзлар: *целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти, лигнин, поликонденсация, сульфолан, полиметиленлигнин сульфокислота, суперпластификатор, сульфокатионит, термик ва кимёвий барқарорлик, алмашиниши сизими.*

ANNOTATION

Purpose of scientific research - synthesis of polymethylene lignin sulfonic acid based on a secondary product of the cellulose industry "lignin", determination of its structure and physicochemical properties, study its use as superplasticizers used in construction, as cation exchangers for industrial wastewater treatment. The conditions of the process of synthesis of linear and spatial polymethylenaphthalene sulfocyanate using naphthalene fraction obtained by fractional driving of pyrolysis secondary product "pyrolysis oil" were studied. The structures of resulting new superplasticizer (SP) and cationite (ASO) were studied using IR-spectroscopy and SEM (scanning electronic microscope) methods. TGA / DTA thermal analysis of cationites was performed. The effect of superplasticizer on concrete mixtures has been studied. Excretory specimens of cationites were determined. An important operational characteristic of cationite COE (static exchange capacitance) and ДОЕ (dynamic exchange capacitance). $COE = 4,6 \text{ mg-ekv/g}$, $ДОЕ = 475-490 \text{ mole/m}^3$ have been determined. It was found that at adding 0,8% superplasticizer strength of concrete mixtures has increased by 84,39%.

Key words: *secondary product of the cellulose industry, lignin, polycondensation, sulfonation, polymethylenlignin sulfocyanate, superplasticizer, sulfocationite, thermal and chemical stability, exchange capacity.*

КИРИШ

Ҳозирги вақтда қурилиш саноати жуда тез суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Қурилиш саноатида хомашё ва энергия ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланишга қўйиладиган талаблар ҳам мос равишда ўзгариб, битон аралашмаларининг мустаҳкамлиги, ишончилиги ва чидамлилиги юқори бўлган йиғма, монолит бетон ва темир-бетон конструкцияларни ишлаб чиқариш муаммосини самарали ҳал қилиш учун махсус кимёвий қўшимчалардан кенг фойдаланишни талаб қилади[1]. Целлюлоза олиш жараёнида иккиламчи маҳсулот сифатида кўп миқдорда лигнин ҳосил бўлиши

туфайли ундан фойдаланишнинг муҳим йўналишларидан бири бетон аралашмалари учун пластификаторлар ишлаб чиқариш ҳисобланади. Бетон материаллари мустаҳкамлигини камайтирмасдан оқувчанлигини оширишда суперпластификаторлар - полимер қўшимчалар кенг қўлланилади. Кимёвий пластификаторлар таркиби жиҳатидан нафталин сульфокислотасининг формалдегид конденсати, меламин формалдегид конденсати, лигносулфонатларнинг модификациясидан олинган маҳсулотлардан иборат [2-4]. Ҳозирги кунда дунё бўйича йилига 1,25 млн тоннадан ортиқ суперпластификаторлар ишлаб чиқарилмоқда. Бу кўрсаткич йилдан-йилга ортиб бормоқда.

Кимё саноатини эса синтетик ионитларсиз таъсаввур қилиб бўлмайди чунки, ионитлар турли соҳаларда ишлатилади: тозаланган ёки тузсизлантирилган сув олишда, гидрометаллургия саноатида рангли ва қимматбаҳо металлларни ажратишда, оқова сувлардан токсик ва оғир металлларни ажратиш учун ишлатилиб келинмоқда [5-6]. Бундан ташқари сўнги йилларда радиактив элементларни ўз ичига олган сувларни ионитлар ёрдамида тозалаш ёки радиактив изотопларни ажратиб олишда қўлланилмоқда. Шунини такидлаш керакки, стирол ва дивинилбензол сополимерлари асосида олинган ионитлар радиактив чиқинди сувларни тозалашда қўлланилмайди. Чунки, бу ионитлар радиактив нурлар таъсирига барқарор эмас. Шунинг учун агрессив ва радиактив нурлар таъсирларга чидамли янги ионитларни синтез қилиш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади [7-9].

Иккиламчи маҳсулотлардан фойдаланиб импорт суперпластификатор ўрнини босувчи маҳсулот чизиқли олигомер полиметиленлигнин сулфонат натрий олиш шароитлари ва уни бетон аралашмалари мустаҳкамлигига таъсирини ўрганиш. Фазовий тузилишли полиметиленлигнин сульфокислотани эса сулфокатионит сифатидаги хоссаларини ўрганиш муҳим аҳамиятга эга.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Хом-ашё сифатида целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти лигнин қўлланилди. Лигнин фракциясини сулфолаш учун лаборатория установа ва поликондензациялаш учун герметик босим остида ишлайдиган ускунадан фойдаланилди.

Олинган натижаларни тадқиқ қилиш учун физик-кимёвий анализ усуллардан фойдаланилди.

Суперпластификатор қўлланилган бетон аралашмалари мустаҳкамлиги ГОСТ 10180-2012 усули бўйича Гидравлик прес (№МИГ.1000.06 РУ) прибори орқали аниқланди.

Намуналарнинг ИҚ-спекторлари ITRacer-100 спектрометрида 400 - 4000 см⁻¹ оралиқ соҳали олмосли/ZnSe MIRасле 10 призма билан фойдаланиб ўлчанди.

Сканерловчи электрон микроскоп(СЕМ) EVO MA-10 сканерлаш электрон микроскопида (Carl Zeiss, Германия) энергия дисперсияли рентген (EDX) микроанализи (Oxford Instruments, Буюк Британия) учун микроаналитик тизим билан жиҳозланган.

Катионитларнинг термогравиметрик(ТГА) ва дифференциал термик анализи(ДТА) ТГ 209 Ф1 термогравиметрик анализаторида ўрганилди.

Сулфокатионитни синовга тайёрлаш, солиштирма массаси, солиштирма ҳажми, намлиги, СОЕ ва ДОЕ ларини аниқлаш ГОСТ талабларига мувофиқ аниқланди [10-13].

НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

Полиметиленлигнин сульфокислотани синтез қилиш учун дастлабки ҳомашё сифатида целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти- лигниндан фойдаланилди.

Суперпластификаторни синтезлаш учун дастлаб целлюлоза олиш жараёнида ҳосил бўладиган қора суюқликни 55-75⁰С оралиғида нейтраллаш орқали лигнин ажратиб олинди ва тозаланди.

Олинган лигнин 110-120⁰С да 6 соат концентрланган сульфат кислота ёрдамида сулфирланди, натижада тўқ қора рангли сулфомасса олинди [14].

Сулфомасса босим остида ишлайдиган идишга солиниб дистилланган сув билан суюлтирилди ва 38% ли формалин билан (дастлабки лигнин ва формалдегид мол нисбати 1;1) харорат 110-120⁰С да поликонденсатланди.

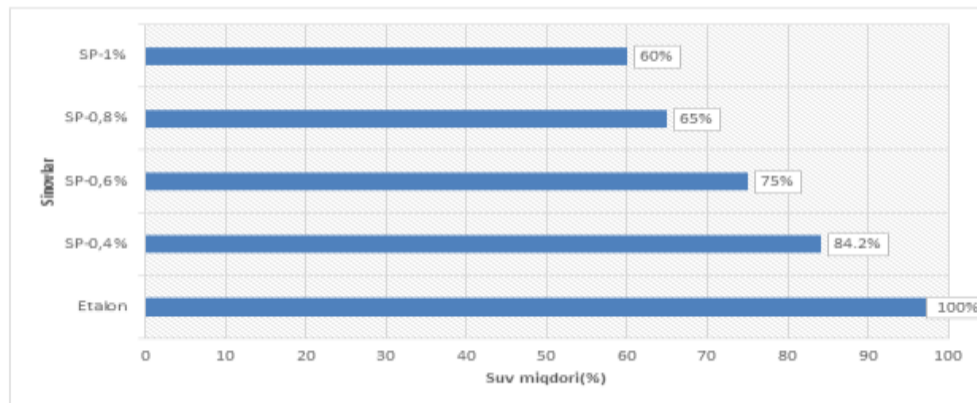
Чизиқли тузилишли полиметиленлигнин сульфо кислота олигомери каустик сода ёрдамида кучсиз ишқорий муҳитгача (рН=8) нейтралланди.

Олинган суперпластификаторнинг бетон аралашмаларга таъсирини ўрганиш учун қуйидаги 5 та таркибли бетон қоришма тайёрланди (1-жадвал). 1-қоришма эталон учун, 2-қоришма 0,4% суперпластификатор, 3-қоришма 0,6% суперпластификатор, 4-қоришма 0,8% суперпластификатор, 5-қоришмага 1% суперпластификатор семент миқдорига нисбатан қўшилган ҳолда синалди. Синолда бетон қоришмасининг конус чўкмасини П4 яъни 18 смда ушлаган ҳолда сув сарфини камайтириш ва мустаҳкамлигини ошириш натижалари ўрганилди.

1-Жадвал.

Бетон қоришмаларининг таркиби

№	Семент (гр)	Қум (гр)	Чақиқ тош (гр)	Сув (гр)	СП сементга нисбатан (%)	Конус чўкмаси (см)
1.	2660	8750	3990	1115	-	18
2.	2660	8750	3990	935	0,4	18
3.	2660	8750	3990	845	0,6	18
4.	2660	8750	3990	725	0,8	18
5	2660	8750	3990	669	1	18



1-расм. Бетон қоришмаси учун сарфланган сув миқдори (%)

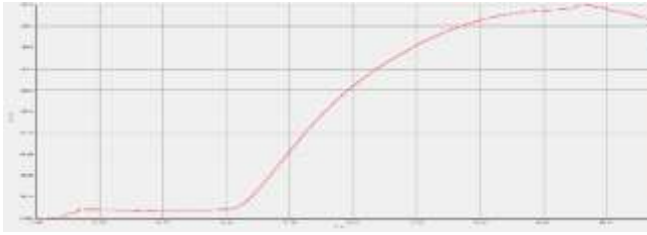
Эталон учун олинган бетон қоришмасининг конус чўкмаси 18 см пасайиши учун сарфланган сув миқдорига нисбатан 0,4% СП қўшилганда 16,2% га, 0,6% СП қўшилганда 25% га, 0,8% қўшилганда 35% га, 1% қўшилганда 40% гача камайтирди.

Юқорида ўтказилган синовлар натижасида олинган бетон қоришмалари 10x10x10 см ўлчамдаги қолипларга қуйилди. Олинган намуналар 28 кундан сўнг мустаҳкамлиги ГОСТ 10180-2012 усули бўйича Гидравлик прес (№МИГ.1000.06 РУ) прибори орқали аниқланди. (2-жадвал). Намуналарнинг мустаҳкамлиги 2-5-расмларда келтирилган.

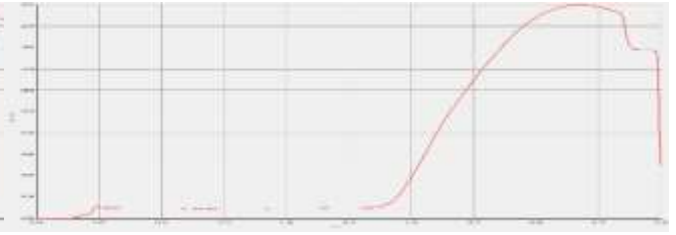
2-жадвал

ГОСТ 10180-2012 бўйича 28 кунлик намуналарнинг мустаҳкамлиги

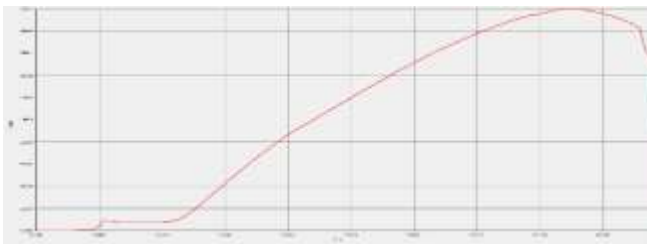
Намуна рақами	Максимал куч, R _{мах} , кН	Сиқилиш кучи, R _{сж} , МПа	Сиқилиш модули, E _с , МПа
1(Эталон)	204.466	20.447	328.483
2(СП-0,4%)	249.896	24.990	355.144
3(СП-0,6%)	332.700	33.270	396.561
4(СП-0,8%)	377.022	37.702	376.516
5(СП-1 %)	274.206	27.421	533.264



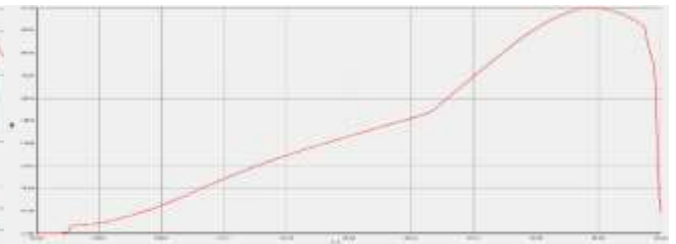
**2-расм. Эталон учун тайёрланган
10×10×10 см ўлчамли 28 кунлик
намунанинг мустаҳкамлиги**



**3-расм. 0,4% СП қўшилиб
тайёрланган 10×10×10 см ўлчамли
28 кунлик намунанинг
мустаҳкамлиги**



**4-расм. 0,6% СП қўшилиб
тайёрланган 10×10×10 см ўлчамли
28 кунлик намунанинг
мустаҳкамлиги**



**5-расм. 0,8% СП қўшилиб
тайёрланган 10×10×10 см ўлчамли
28 кунлик намунанинг
мустаҳкамлиги**

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, пиролиз саноати иккиламчи маҳсулоти асосида олинган суперпластификатор бетон қоришмаларининг 28 кундан кейинг мустаҳкамлигини эталонга нисбатан 0,4% қўшилганда 22,2% га, 0,6% қўшилганда 62,7% га, 0,8% қўшилганда 84,39 % га, 1 % қўшилганда 34,4 % га ошириши аниқланди. Олинган натижалардан хулоса қилиб энг оптимал таркиб сифатида бетон қоришма таркибига 0.8% СП қўшилган ҳолат деб топилди.

Синтез қилинган суперпластификаторнинг ИҚ- спектри олинди ва таҳлил қилинди (6-расм).



6-расм. Чизиқли полиметиленигнин сулфонат натрийнинг ИҚ-спектри

Юқоридаги ИҚ-спектрнинг тахлили шуни кўрсатадики, $3428,5 \text{ см}^{-1}$ соҳада $-\text{OH}$ гуруҳининг валент тебраниши, $3069,74 \text{ см}^{-1}$ соҳада ароматик ядрогаги C-H боғининг валент тебраниши, $1117,76 \text{ см}^{-1}$ соҳада $-\text{SO}_3\text{Na}$ гуруҳининг валент тебранишини кўришимиз мумкин.

Сулфокатионитни синтезлаш учун қуйидаги жараёнлар амалга оширилади:

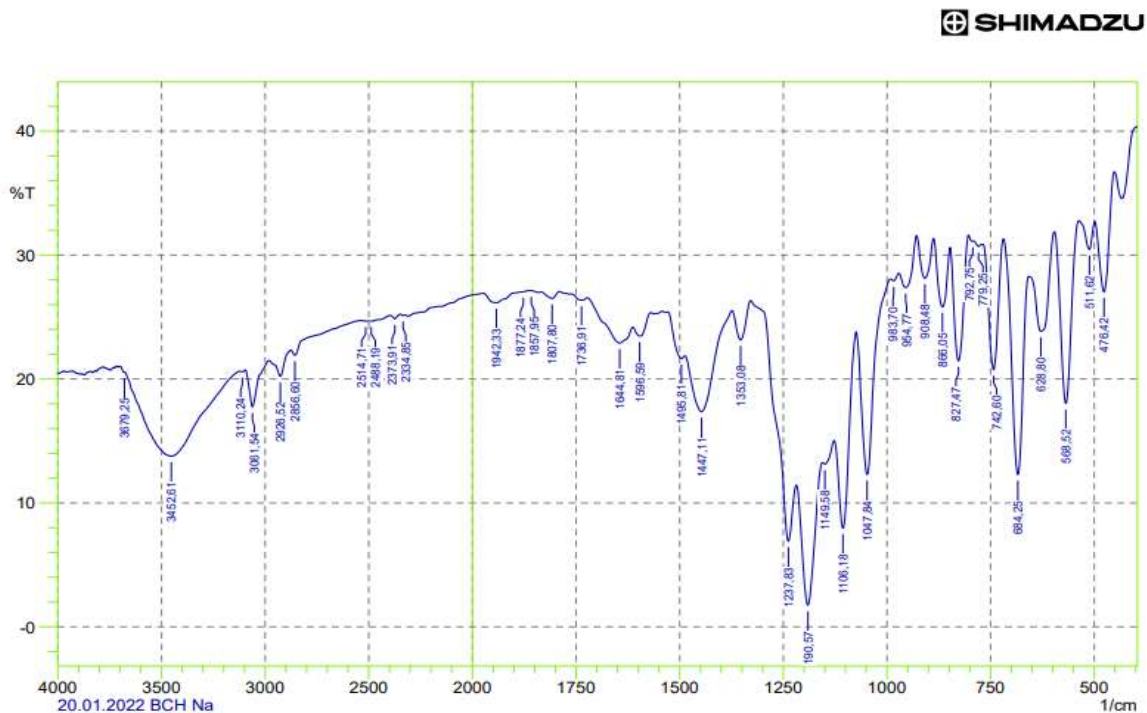
✚ Суперпластификаторни синтезлаш учун дастлаб целлюлоза олиш жараёнида ҳосил бўладиган қора суюқликни $55-75^\circ\text{C}$ оралиғида нейтраллаш орқали лигнин ажратиб олинди ва тозаланди.

✚ Олинган лигнин $110-120^\circ\text{C}$ да 8-10 соат концентрланган сулфат кислота ёрдамида (мол нисбат 1:2,5) сулфирланди, натижада тўқ қора рангли сулфомасса олинди.

✚ Сулфомасса босим остида ишлайдиган идишга солиниб, 38% ли формалин билан(дастлабки нафталин ва формалдегид мол нисбати 1;2) ҳарорат $110-120^\circ\text{C}$, босим 20-40АТМ да поликонденсатланди.

✚ Сувда эримайдиган қаттиқ поликонденсат механик майдаланиб поликонденсацияни охирига етказиш учун 12 соат $90-95^\circ\text{C}$ да қиздирилди.

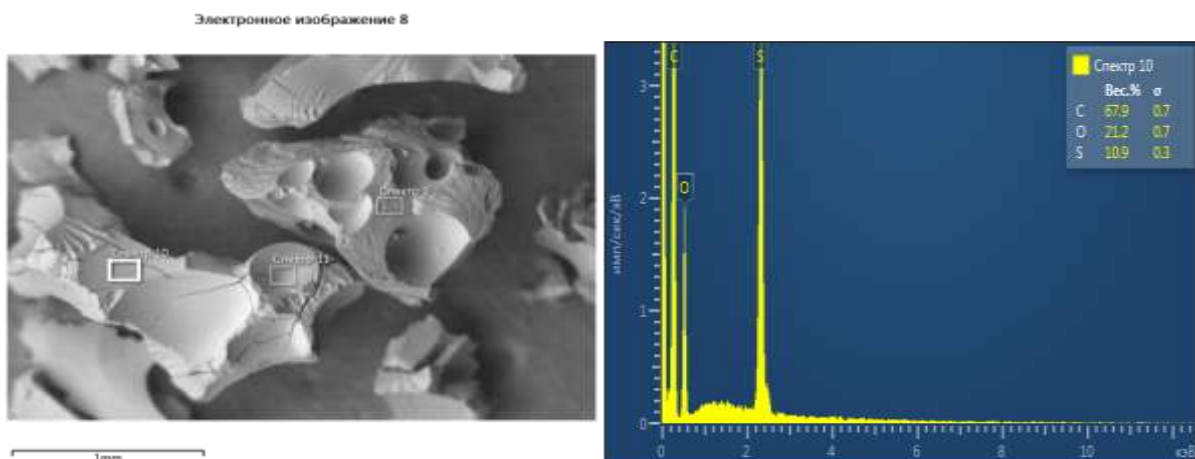
Олинган маҳсулотлар тузилиши ИҚ-спектроскопия ёрдамида тасдиқланди.



7-расм. Сулфолигниннинг ИҚ-спектри

ИҚ-спектрда $3061,54 \text{ cm}^{-1}$ соҳада ароматик ядрогаги С-Н боғининг валент тебраниши, $1106,18 \text{ cm}^{-1}$ соҳада $-\text{SO}_3\text{H}$ гуруҳнинг валент тебраниши кузатилган.

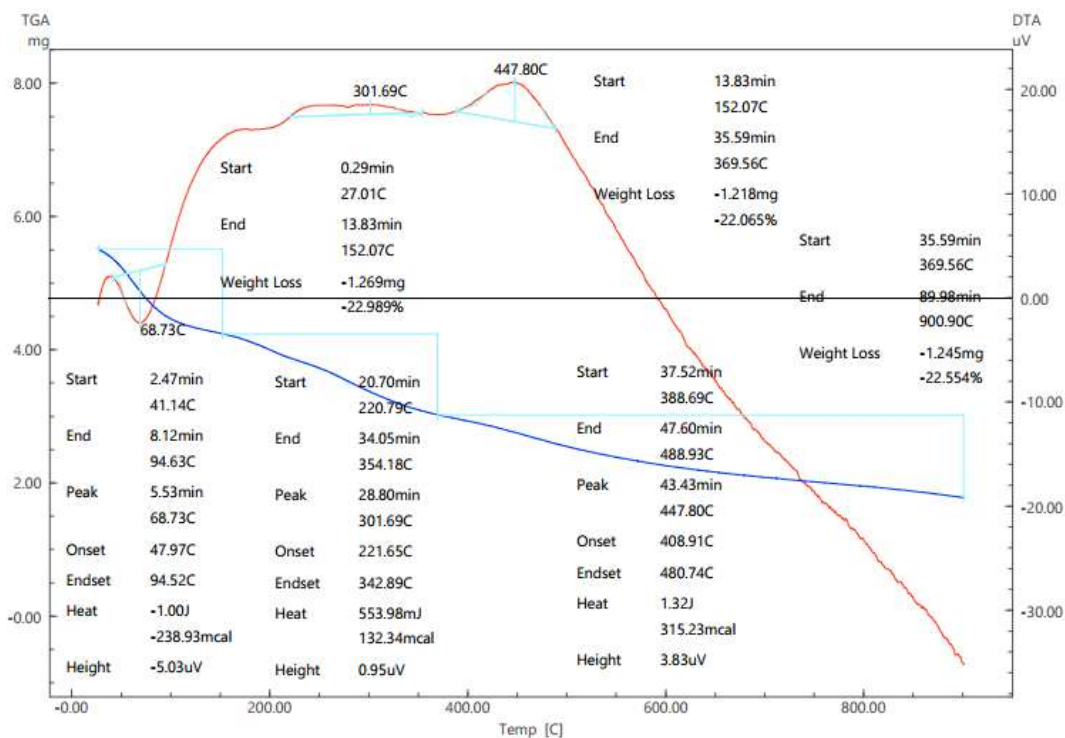
Синтез қилинган сулфокатионитнинг морфологияси ва сирт тузилиши ва элемент таркибини аниқлашда СЕМ (сканерловчи электрон микроскопи) ёрдамида аниқланди.



8-расм. Сулфокатионитнинг сирт тузилиши ва элемент таркиби

Сулфокатионитнинг сирт СЕМ таҳлилининг натижалари шуни кўрсатадики, сулфокатионит таркибида мезофовакларнинг мавжудлигини кўриш мумкин. Сулфокатионитнинг элемент таҳлили унинг таркибида 69,9% С, 21,2% О ва 10,9% S борлиги аниқланди.

Сулфокатионитнинг термик барқарорлиги термогравиметрик усул билан ўрганилди.








11-расм. Сулфокатионитнинг ТГ - термогравиметрик эгри; ДТА - дифференциал термик эгри чизиғи

Расмда келтирилган маълумотлар уч босқичда вазн йўқотиш билан намуна тузилишининг ўзгаришини кўрсатади, биринчиси 27,01-152,07⁰С, бу диапазонда 22,989 % гача, иккинчи босқич эса 152,07-369,56⁰С, бу ораликда 22,065%, 369,56-900,9⁰С гача эса 22,554% модда массасини йўқотди. Олинган сулфокатионит 900⁰С гача қиздирилганда умумий 67,608% массасини йўқотиши аниқланди. Ўрганилаётган катионитларнинг дифференциал термик эгриси икки эндотермик тепалик ва иккита экзотермик тепалик билан ифодаланади. Биринчи эндотермик таъсир 41,14 -94,52⁰С да содир бўлган бу катионитдан гигроскопик ва кристаллизацион сувнинг йўқолиши билан

изохланади. Иккинчи эндотермик тепалик 600°C дан юқори хароратда пайдо бўлади, бу ионитнинг деструкцияси билан тушинтириш мумкин. Иккита экзотермик тепаликлар $220,79-354,14^{\circ}\text{C}$ ва $388,69-488,93^{\circ}\text{C}$ ларда кузатилиб бу ораликларда катионитдаги фаол фуруҳлар $-\text{OH}$, $-\text{SO}_2\text{OH}$ гуруҳларининг ўзаро поликонденсатланиши натижасида сувнинг ажралиб чиқиши билаб боғлиқ. КУ-2 катионит учун $353-413\text{ K}$ да энергия ютилиши билан эндотермик тепалик кузатилади ва унинг деструкцияси эса 423 K да кузатилади. Шундай қилиб, лигнин асосидаги олинган катионитнинг термал барқарорлиги КУ-2 катионитдан юқори эканлигини кўриш мумкин.

Сулфокатионитнинг қуйидаги эксплуатацион хоссалари ўрганилди:

-  катионитнинг солиштирма массаси
-  катионитнинг солиштирма ҳажми
-  катионитнинг намлиги
-  катионитнинг статик алмашиниш сиғими
-  катионитнинг динамик алмашиниш сиғими

Олинган катионитларни синовга тайёрлаш учун ГОСТ 10896-78 халқаро стандарт бўйича ишлар амалга оширилди. Солиштириш мақсадида КУ-2-8 сулфокатионити олинди (3-жадвал).

3-Жадвал

Синтез қилинган сулфокатионит ва КУ-2-8(импорт) сулфокатионитларнинг эксплуатацион хоссалари

№	Катионит тури	Солиштирма массаси (г/дм ³)	Намлиги (%)	Солиштирма ҳажми (см ³ /г)	Умумий статик алмашиниш сиғими (мг-екв/г)	Динамик алмашиниш сиғими (мол/м ³)
	Ўрганиш усули	ГОСТ 10898.2-74	влагомер ХУ-100MW	ГОСТ 10898.4-84	ГОСТ 20255.1-89	ГОСТ 20255.2-89
1	АСО	650-720	62,5	4,8	4,6	475-490
2	КУ-2-8 (назорат)	750 – 800	48-58	2,8	4,6-4,8	500-520

Жадвалдан кўринадикки, синтез қилинган АСО сулфокатионитларнинг асосий эксплуатацион хоссалари импорт сулфокатионит КУ-2-8 нинг статик ва динамик алмашилиш қобилиятига яқинлигини кўйшимиз мумки.

ХУЛОСА

Целлюлоза саноати иккиламчи махсулоти лигниндан оқилона фойдаланиб полиметиленлигнин сульфокислота ишлаб чиқариш ва бу полимернинг чизикли олигомерини суперпластификатор сифатида бетон аралашмаларида, фазовий полимери сулфокатионит сифатида фойдаланиш мумкинлиги аниқланди.

Эталон учун олинган бетон қоришмасининг конус чўкмаси 18 см пасайиши учун сарфланган сув миқдорига нисбатан 0,4% СП қўшилганда 16,2% га, 0,6% СП қўшилганда 25% га, 0,8% қўшилганда 35% га, 1% қўшилганда 40% гача камайтириши аниқланди.

Синтез қилинган суперпластификатор бетон қоришмаларининг 28 кундан кейинг мустақамлигини эталонга нисбатан 0,4% қўшилганда 22,2% га, 0,6% қўшилганда 62,7% га, 0,8% қўшилганда 84,39 % га, 1 % қўшилганда 34,4 % га ошириши аниқланди. Олинган натижалардан хулоса қилиб энг оптимал таркиб сифатида бетон қоришма таркибига 0.8% СП қўшилган ҳолат деб топилди.

Катионитларнинг муҳим эксплуатацион хоссаси СОЕ(статик алмашилиш сифими) ва ДОЕ(динамик алмашилиш сифими) аниқланди. $СОЕ = 4,6 \text{ мг-екв/г}$, $ДОЕ = 475-490 \text{ мол/м}^3$.

Полиметиленлигнин сульфокислота таркибидаги функционал гуруҳининг мавжудлиги ИҚ-спектроскопияси ёрдамида исботланган ва сулфокатионит СЕМ ёрдамида морфологияси ўрганилди.

Сулфокатионитнинг термик барқарорлиги термогравиметрик усул билан ўрганилди. Нафталин асосидаги олинган катионитнинг термал барқарорлиги КУ-2 катионитдан юқори эканлиги аниқланди.

Синтез қилинган сулфокатионитларнинг статик ва динамик алмашилиш сифими КУ-2-8 сулфокатионити хоссасига яқинлиги ўрганилди.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Kenjayev A.Q., Nurmanov S.E. (2021) Piroliz moyi asosida byeton aralashmalari uchun supyerplastifikator sintyezi [Superplasticizer syntheses for mixtures of byeton on the basis of pyrolysis oil.]. *O'zbekiston Milliy universiteti xabarlari*. vol. 1, № 3, pp. 297-300.

2. Mardonov A.H., Abdumavlyanova M.K. (2023) Sellyuloza olish jarayoni ikkilamchi mahsuloti asosida sulfolignin sintezi. Research proceedings of international forum, Tashkent,400-401.

3. Mardonov A.H., Abdumavlyanova M.K. (2022) Kanop poyasini pishirishda hosil bo'ladigan qora suyuqligidan ligninni cho'ktirish. «Kimyo, neft-gazni qayta ishlash hamda oziq-ovqat sanoatlarini rivojlanishida innovatsion texnologiyalarni dolzarb muammolari» Respublika ilmiy-texnikaviy anjumani, Tashkent, 46-47.

4. Jurayev M.M., Yuldashyeva C.X. (2020) Fiziko-ximicheskiye svoystva novogo sulfokationita, poluchennogo na osnovye plastikata polivinilxlorida [Physico-chemical properties of a new sulfocationite obtained on the basis of polyvinyl chloride plastic compound]. *O'zbekiston kimyo jurnali*, № 2, pp. 63-72.

5. Zhang B. (2017) et al. Recovery of rhenium from copper leach solutions using ion exchange with weak base resins. *Hydrometallurgy*, pp.50–56.

6. Filatova E.G. (2015) Overview of wastewater treatment technologies from heavy metal ions based on physicochemical processes. *Notes of universities. Applied chemistry and biotechnology*, no. 2, vol. 13, pp. 52-58.

7. Igitov F.B., Turobjonov C.M., Nazirova P.A., Tursunov T.T. (2017) Radiatsionnaya ustoychivost sulfokationita polikondyensatsionnogo tipa [Radiation stability of polycondensation-type sulfonic cation exchanger.]. *Uzbyekskiy ximicheskiy jurnal*, , №3. pp.8-13.

8. Kurt Louis B. Solis, Young - Hwan Kwon, Moon - Hyeon Kim, Ha - Rim An, Yongseok Hong. (2020) Metal organic framework UiO - 66 and activated carbon

composite sorbent for the concurrent adsorption of cationic and anionic metals. *Journal Chemical Communications*, pp. 238. <https://doi.org/10.1016/j.xhemosphere.2019.124656> (In Eng).

9. Kharitonov O.V., Firsova L.A., Milyutin V.V., Kozlitin E.A. (2018) Modern sulfocationites for separation of lanthanides and transplutonium elements partitioning via displacement complexing chromatography. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, , vol. 317, pp. 585–592. <https://doi.org/10.1007/s10967-018-5906-10123456789>.

10. GOST 10896-78. Ionites. preparation for the test. Moscow, Standartin form Publ., 1978. 32 p.

11. GOST 10898.4 – 84. Ion-exchange resins. Determination of specific volume. Moscow, Standartin form Publ., 1985. 4 p.

12. GOST 20255.1-89. Ion-exchange resins. Method of determining static ion-exchange capacity. Moscow, Standartin form Publ., 1991. 6 p.

13. GOST 20255.2-89. Ion-exchange resins. Methods of determining dynamic ion-exchange capacity. Moscow, Standartin form Publ., 1991. 10 p.

14. Krivyyenko A.P., Astaxova L.N. *Ryeaktsii elyektrofilnogo zamyeshyeniya v aryenax*[*Electrophilic substitution reactions in arenes*]. Uchyeb. posobiye dlya studentov ximichyeskix spetsialnostyey univversityetov. Saratov, Nauchnaya kniga, 2008. 54 p.