

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

1 (69)

ЯНВАРЬ – МАРТ 2020 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2020

Е. Е. ЕРҒОЖИН, Н. А. БЕКТЕНОВ, Қ. А. САДЫКОВ, К. М. ҚАЛМҰРАТОВА

«Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ,
Алматы, Қазақстан Республикасы

ИОНАЛМАСТЫРҒЫШ ПОЛИМЕРЛЕРДІ ЛАБОРАТОРИЯДА АЛУ ЖОЛДАРЫ

Аннотация. Жұмыста жаратылыстану саласында білім алушыларға жоғары молекулалы қосылыстар химиясы пәні бойынша "ион алмастырғыш полимерлері" элективті курсын өткізуге қажетті зертханалық жұмыстардың үлгілері берілген. Осы тұрғыда, алдын ала белгілі қасиеттер тән, берілген құрылымдағы полимерлерді алу әдістерін жүйелеу жолдары мен заңдылығын тұжырымдауда зертханалық жұмыстардың алар орыны ерекше. Жоғары кәсіби мектептің басты міндеттерінің бірі теориялық және практикалық білімді меңгерген білікті мамандарды даярлау болып табылады. Болашақ маманның немесе зерттеушінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру практикалық жұмыстың нәтижелілігін арттыру міндеттерін тиімді шешуге, нақты мақсат қоюға және химиялық эксперименттерді дұрыс жүргізумен нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік беретін сапалы білім беруге ықпалы мол. Мұндағы зертханалық жұмыстар ионалмастырғыш шәйірлер және мембраналар зертханасының ғалымдарының зерттеу жұмыстарының нәтижесінде дайындалып, оларды кәсіби мамандарды даярлауға қажетті оқыту процесіне енгізудің тиімділігі қарастырылған.

Түйін сөздер: ионалмастырғыш полимерлер, глицидилметакрилат, сополимер, алмасу сыйымдылығы, элективті курс, құзыреттілік.

Химиялық технологияда нақты қасиеттерге ие заттар алу мәселесі полимерлер алу саласына да қатысты. Осы тұрғыда, алдын ала белгілі қасиеттер тән, берілген құрылымдағы полимерлерді алу әдістерін жүйелеу жолдары мен заңдылығын тұжырымдауда зертханалық жұмыстардың алар орыны ерекше. Мұндай ұстанымдардан пәнді оқу маманға полимерлер, олардың ерекшеліктері, қасиеттері мен синтез жолдары туралы тұтас түсінік алуға мүмкіндік береді. Бұл түсініктердің осы пәнді оқу кезінде ЖОО тыңдаушыларын белсенді қызметі барысында қалыптасқаны маңызды. Практикалық қызмет тәжірибесін алу оқыту процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, бұл ретте қызмет ақпаратты меңгеруге ғана емес, ең алдымен, әр түрлі проблемалық жағдайларда тиімді әрекет ету қабілетін дамытуға бағытталуы тиіс.

Бұл жұмыстың мақсаты жоғары молекулалық қосылыстар химиясы пәніндегі ионалмастырғыштар синтезінің қол жетімді әдістерін білім алушыларға оқытып үйретуге арналған элективті курс өткізуге қажетті эксперименттік жұмыстардың үлгілерін дайындау болып табылады.

Жоғары молекулалық қосылыстар химиясы жаңа, неғұрлым күрделі полимерлік қосылыстарды синтездеу әдістерін және макромолекулалардың пайда болу механизмдері мен жылдамдығын зерттейді. Жоғары молеку-

лалық қосылыстар химиясы негіздерін білмей полимерлер өндіретін және тұтынатын өнеркәсіптің барлық салаларында технологиялық процестерді реттеу және басқару мүмкін емес. Полимерлер синтезі полимерді одан әрі қажетті бұйымға айналдыру үшін өтетін технологиялық үдеріс сатыларының бірі болып табылады. Осы үдерістердің заңдылықтарын түсіну және оларды басқара білу, алынатын жоғары молекулалы полимерлік материалдардың физика-химиялық сипаттамасын бағыттап өзгерте отырып, белгілі бір бұйымдарға көшуге мүмкіндік береді, оларды құру өндірістің соңғы мақсаты болып табылады.

Қоршаған орта жай-күйінің едәуір нашарлауы, өмірлік маңызы бар су қоймалары мен атмосфералық ауаның әр түрлі өндірістердің улы қалдықтарымен ластануы, радиоактивті және ауыр метал иондарының топыраққа және жер асты суларына түсуі – осының барлығы Қазақстан Республикасының минералдық ресурстарын кешенді қайта өңдеуді және барынша экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін перспективті ионалмастырғыш полимерлер негізінде жаңа қалдықсыз принципті, экологиялық таза технологиялар әзірлеуді талап етеді. Сондықтан берілген құрылымы мен қасиеттері бар жаңа синтетикалық және табиғи полиэлектролиттерді алу және зерттеу жоғары молекулалық қосылыстар химиясының негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Ионалмастырғыш полимерлерді алу саласында көптеген еңбектердің болуына қарамастан кинетикалық және физика-химиялық көрсеткіштері жақсартылған, реакциялық қабілетті әрі қол жетімді және арзан жаңа отандық ионалмастырғыш материалдарды синтездеудің тиімді тәсілдерін тауып зерттеу қажеттілігі туындады [1, 2].

Жоғарыда аталған мәселелерді шешу үшін қашанда арнайы зерттеулер мен оны жүргізетін мамандар қажет. Жоғары кәсіби мектептің басты міндеттерінің бірі теориялық және практикалық білімі бар білікті мамандарды даярлау болып табылады. Болашақ маманның немесе зерттеушінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру практикалық жұмыстың нәтижелілігін арттыру міндеттерін табысты шешуге, нақты мақсат қоюға және химиялық эксперименттерді дұрыс жүргізумен нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік беретін сапалы білім беру қажеттілігін меңзейді.

Бүгінгі таңда полимерлердің қолдану аясы анағұрлым кеңі түскен сайын оларды халық шаруашылығында тиімді пайдалану үшін ионалмастырғыштарға қойылатын талап дәрежесі де арта түсуде. Ионалмастырғыш заттардың ішінен КУ-1 катионитімен АН-1 аниониті кеңінен пайдаланылады. Бірақ олардың кемшіліктері бар. Мысалы: КУ-1 катионитін пайдалану арқылы гидролизденген жүйеден металл иондарын жалпы бөліп алуға болады. Бірақ, бірнеше цикл ден кейін оның механикалық беріктігінің кемитіндігі байқалады. АН-1 анионитінің кемшілігі сол, оның ерітіндідегі органикалық қышқылдарға сыйымдылығы аз.

Ғылым мен экономиканың дамуына сәйкес қашанда қоғамға пайда әкелетін, адам өміріне қажетті және бәсекеге қабілетті, қойылған талаптар-

ды қанағаттандыра алатын жаңа ионалмастырғыш заттарды алу жолдарын іздестіру мен жасау, оларды іске асыратын мамандар даярлау мәселесі әрдайым өзекті болып қала бермек.

Аталған мақсатқа сәйкес келесі міндеттер қойылды:

– «Ионалмастырғыш полимерлерді зертханада алу және оларды зерттеу әдістері» атты элективті курсы жасау;

– осы курс негізінде отандық және әлемдік ионалмастырғыштардың каталогын дайындау және осы каталог негізінде студенттер, магистранттар және докторанттарға сабақ өткізу кезінде және ғылыми жобаларымен диссертациялық жұмыстарға пайдаланылатын көрнекі құралдар мен әдістемелер құрастыру;

– студенттер, магистранттар және докторанттардың ғылыми-зерттеушілік құзіреттілігін дамыту мақсатында иониттерді зертханада алудың қарапайым әрі экологиялық қауіпсіз жолдарын көрсетіп және алынған перспективті ионалмастырғыш полимерлерді пайдаланып әр түрлі суларды тазалау жолдарын оқытып үйрету;

Аталған міндеттерді жүзеге асыру барысында жоғары және орта арнаулы кәсіптік оқу орындарында жоғары молекулалы қосылыстар химиясы курсына ионалмастырғыш полимерлерді оқыту бойынша элективті курс дайындалуда. Осы курс бойынша зертханалық және практикалық сабақтарды өткізуде, оларды зертханада алып көрсету барысында қиындықтар туындайды.

Өйткені бұрынғы пайдаланылып жүрген оқу құралдары мен зертханалық сабақтарды өткізу тәсілдері өте ескірген, жасалатын зертханалық жұмыстар экономикалық тиімсіз (көп сатылы, біршама уақытты қажет етеді, алынатын ионалмастырғыштар жаңа талаптарға сәйкес келмейді.). Сонымен қатар қазіргі кездегі білім беру мәселелерінде жеке адамның құзіреттілігін дамытуға көп көңіл бөлінуі қажет [3, 4].

Жалпы бұрыннан қалыптасқан ионалмастырғыштарды синтездеудің бірнеше сатыдан тұратын күрделі әрі экологиялық зиянды әдісі дивинил бензолмен стиролдың сополимерлерін хлорметилдеу арқылы алу. Мұндай жолмен алынатын өнімдер экологиялық және экономиялық тиімсіз, әрі әр түрлі метал иондарына селективтілігі және сорбциялық қасиеттері төмен болып табылады.

Осыған орай Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институтының ионалмастырғыш шәйрлер және мембраналар зертханасының меңгерушісі Қазақстан Республикасы Ғылым Академиясының академигі Еділ Ерғожин Ерғожаұлының жетекшілігімен және осындағы зерттеуші ғалымдардың бірнеше жылғы еңбектерінің нәтижесінде физика-химиялық қасиеттері жақсартылған, жоғары сорбциялық қабілетті және селективті қасиеттері бар көптеген жаңа ионалмастырғыштарды зертханада алудың жаңартылған тиімді, әрі қарапайым әдістері жасалды [5, 6].

Осы әдістер бойынша алынған ионалмастырғыштар мен сол әдістерге Қазақстан Республикасының инновациялық өнертабысқа және пайдалы

моделге патенттері берілген. Енді осы «Ионалмастырғыш полимерлерді зертханада алу және оларды зерттеу әдістері» элективті курсына дайындалған зертханалық жұмыстар түрлерін ұсынамыз.

**1-Зертханалық Глицидилметакрилаттің әр түрлі
жұмыс: сополимерлерін алу**

Глицидилметакрилат (ГМА) пен метилметакрилат (ММА), стирол (Ст) және акронитрилдің (АКН) екілік және үштік сополимерлерін радикалдық полимерзация әдісімен органикалық еріткіштерде диметилформамид (ДМФА), бензол, 1,4-диоксан және бензоил асқын тотығы инициаторы қатысында синтезделіп алынады [7].

Ескеретін жағдай түзілетін полимер қатты болмауы керек! Қою сироп немесе сұйық бал тәрізді болуы шарт! Алынған полимер органикалық еріткіште қайта ерітіліп, бірнеше рет жуылып, этил спиртінде немесе дистилденген суда тұндырылып отырғызылады және тұрақты массаға дейін бөлме температурасында кептіріледі. Барлық алынған сополимерлер мен иониттердің инфра қызыл (ИҚ) спектрлері жарғақ және таблетка түріндегі калий бромидін пайдаланып (200 мг KBr және 1–2 мг алынған зат) “Nicolet 5700 FT-IR” спектрофотометрінде немесе сол сияқты өзге де ИҚ аналогты спектрофотометрде жазылып алынады.

**2-Зертханалық Глицидилметакрилат, метилметакрилат,
жұмыс: акрилонитрил (ГМА - ММА - АКН) үштік сополимері
 және полиэтиленимин (ПЭИ) негізіндегі аниониттерді
 микротолқынды пайдалану арқылы алу әдісі**

Жұмыс тартпа шкафта жүргізіледі! Тігілген үштік сополимерді (ГМА-ММА-АКН) полиэтилениминмен (ПЭИ) аминдеу органикалық еріткіште жүргізіледі. Сополимер:полиэтиленимин массалық қатынасы 1:6 тең. Механикалық араластырғышпен, термометрмен және тамшылы воронкамен жабдықталған үш мойынды колбаға 12 грамм амин (ПЭИ) салып, органикалық еріткіште ерітілген сополимердің ерітіндісін (сополимердің құрғақ массасы 2 г) біртіндеп тамшылатып қосады да 80°C температурада араластыра отырып қою гел түзілгенше қыздырады. Осыдан кейін түзілген қою массаны фарфор тостағанға салып, микротолқынды пеште 300-350 Вт кернеуінде немесе «разморозка» белгісінде (пештің маркасына сай) 15 минут (5 минутқа салып, одан кейін үзіліс жасай отырып 3 рет жалғастырамыз) ұстап және күйіп кетпеуін қадағалаймыз. Бұрын мұндай массаны қатыру үшін электр қыздырғыш пешінде 6 сағаттан 12 сағатқа дейін 80-100 °С шамасында қыздыру қажет болатын. Алынған анионитке тән қасиеті бар қатты массаны ұсақтап, түйіршіктер мөлшері (0,25-1,00) мм фракцияны електен өткізіп бөліп аламыз. Аниониттер еріткішпен бірнеше рет жуылады, Сокслет аппаратында этил спиртімен тұндырамыз. Сығылған вакууммен (25-30)°С-та тұрақты салмаққа дейін кептіріледі, содан кейін оны 5 %-дық

тұз қышқылымен H^+ формаға, одан кейін 5 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен OH^- формаға ауыстырамыз. Дистилденген сумен бейтарап ортаға дейін жуып тұрақты массаға келгенше бөлме температурасында кептіріледі. Аниониттің шығымы 78 %, статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) 0,1 н. HCl ерітіндісі бойынша 9,52 мг-экв/г тең болады.

3-Зертханалық жұмыс: **Глицидилметакрилат, стирол, метилметакрилат (ГМА-СТ-ММА) үштік сополимері және полиэтиленполиамин (ПЭПА) негізіндегі аниониттерді алу әдісі**

Жұмыс тартпа шкафта жүргізіледі! Бензол ерітіндісінде инициатор қатыстыра отырып (бензоил асқын тотығы), радикалды полимеризация әдісі арқылы синтезделген 4:1:2 қатынастағы ГМА-СТ-ММА сызықты сополимері полиэтиленполиаминмен аминделеді. Ол үшін 1:2 массалық қатынастағы ГМА-СТ-ММА: ПЭПА қоспасының органикалық еріткіштегі ерітіндісінің конденсациясы $80^{\circ}C$ - температурада 1 сағат ішінде жүргізіледі және түзілген қою массаны фарфор тостағанға салып, микротолқынды пеште 300-350 Вт кернеуінде немесе «разморозка» белгісінде (пештің маркасына сай) 15 минут (5 минутқа салып, одан кейін үзіліс жасай отырып 3 рет жалғастырамыз) ұстап және күйіп кетпеуін қадағалаймыз. Осыдан кейін полимер 0,5-1,0 мм дейін бөлшектенді де еріткішпен бірнеше рет жуылады және Сокслет аппаратында этил спиртмен тұндырамыз. Сығылған вакууммен ($25-30^{\circ}C$ -та тұрақты салмаққа дейін кептіріледі, содан кейін оны 5 %-дық тұз қышқылымен H^+ формаға, одан кейін 5 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен OH^- формаға ауыстырамыз. Дистилденген сумен бейтарап ортаға дейін жуып тұрақты массаға келгенше бөлме температурасында кептіріледі. Нәтижесінде құрамында амин тобы бар анионит ГМА-СТ-ММА-ПЭПА синтезделеді. Алынған анионит кеңістікті құрылымды және статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) 0,1н HCl ерітіндісі бойынша 6,5 мг-экв/г құрайды. Аниониттің шығымы шамамен 75 %-ға тең.

4-Зертханалық жұмыс: **Глицидилметакрилат және акрилонитрил екілік сополимерін (ГМА-АКН) полиэтиленминмен (ПЭИ) аминдеу арқылы анионит алу әдісі**

Жұмыс тартпа шкафта жүргізіледі! Тігілген екілік сополимерді (ГМА-АКН) полиэтиленминмен (ПЭИ) аминдеу органикалық еріткіш – диметилформамидте (ДМФА) жүргізіледі. Сополимер:полиэтиленмин массалық қатынасы 1:6 тең. Механикалық араластырғышпен, термометрмен және тамшылы воронкамен жабдықталған үш мойынды колбаға 12 грамм полиэтиленмин (ПЭИ) салып, органикалық еріткіште ерітілген сополимердің ерітіндісін (сополимердің құрғақ массасы 2 г) біртіндеп тамшылатып қосады да $80^{\circ}C$ температурада араластыра отырып қою гел түзілгенше қыздырады. Осыдан кейін түзілген қою массаны фарфор тостағанға салып, микротол-

қынды пеште 300-350 Вт кернеуінде немесе «разморозка» белгісінде (пештің маркасына сай) 15 минут (5 минуттан ұстап, одан кейін үзіліс жасай отырып 3 рет жалғастырамыз) ұстап және күйіп кетпеуін қадағалаймыз. Осыдан кейін полимер 0,5-1,0 мм дейін бөлшектенді де еріткішпен бірнеше рет жуылады және Сокслет аппаратында этил спиртiмен тұндырамыз. Сығылған вакууммен (25-30)°С -та тұрақты салмаққа дейін кептіріледі, содан кейін оны 5 %-дық тұз қышқылымен H^+ формаға, одан кейін 5 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен OH^- формаға ауыстырамыз. Дистилденген сумен бейтарап ортаға дейін жуып тұрақты массаға келгенше бөлме температурасында кептіріледі. ГМА-АКН-ПЭИ анионитінің шығымы 85 %, статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) 0,1 н HCl ерітіндісі бойынша 6,22 мг-экв/г тең.

5-Зертханалық жұмыс: **Глицидилметакрилат, трипропилендигликолакрилат сополимері (ГМА-ТПГДА) және ортофосфор қышқылы негізіндегі фосфор құрамды катионит алу**

ГМА-ТПГДА тігілген сополимерінің ортофосфор қышқылымен конденсациясын органикалық еріткіш (ДМФА) ортасында жүргізіледі. Сополимер:ортофосфор қышқылының массалық қатынасы 1:3 тең. Диметилформид (ДМФА) еріткішінде ісінген 5 грамм сополимерді салып, үстіне 85 %-дық ортофосфор қышқылын тамшылатып құяды. Интенсивті түрде (90-100)°С температурада 1 сағат араластырады.

Жұмыс тартпа шкафта жүргізіледі! Осыдан кейін түзілген қою массаны фарфор тостағанға салып, микротолқынды пеште 300-350 Вт кернеуінде немесе «разморозка» белгісінде (пештің маркасына сай) 15 минут (5 минуттан ұстап, одан кейін үзіліс жасай отырып 3 рет жалғастырамыз) ұстап және күйіп кетпеуін қадағалаймыз. Бір текті құрғақ қатты масса пайда болғанша. Осыдан кейін полимер 0,5-1,0 мм дейін бөлшектенді де еріткішпен бірнеше рет жуылады және Сокслет аппаратында этил спиртiмен тұндырамыз. Сығылған вакууммен (25-30)°С-та тұрақты салмаққа дейін кептіріледі. Содан кейін оны 5 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен OH^- формаға және 5 %-дық тұз қышқылымен H^+ формаға ауыстырамыз. Дистилденген сумен бейтарап ортаға дейін жуып тұрақты массаға келгенше бөлме температурасында кептіріледі. Катиониттің шығымы шамамен 80%, статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) 0,1 н NaOH ерітіндісі бойынша 7,09 мг-экв/г тең болады.

6-Зертханалық жұмыс: **Глицидилметакрилат, трипропилендигликолакрилат сополимері (ГМА-ТПГДА) негізіндегі сульфокатионит алу әдісі**

Араластырғышпен, контактілі термометрмен және тамшылатып құйғышпен жабдықталған үш мойынды колбаға ацетонда ісінген 10 г ГМА-ТПГДА сополимерін салады да үстіне массалық арақатынасы сополимер:күкірт

қышқылы 1:3 ке тең болатындай етіп 30 г 96 % күкірт қышқылын қосады. Қоспаны 80 °С температурада араластыра отырып 1 сағат қыздырады.

Жұмыс тартпа шакафта жүргізіледі! Түзілген қою массаны фарфор тостағанға салып, микротолқынды пеште 350 Вт кернеуінде немесе «разморозка» белгісінде 15 минут (әр қайсысы 5 минуттан, одан кейін үзіліс жасай отырып 3 рет жалғастырамыз) ұстап және күйіп кетпеуін қадағалаймыз. Бір текті құрғақ қатты масса пайда болғанша. Кейінполимер 0,5-1,0 мм дейін бөлшектенді де еріткішпен бірнеше рет жуылады, Сокслет аппаратында этил спиртімен тұндырамыз. Сығылған вакууммен (25-30)°С -та тұрақты салмаққа дейін кептіріледі. Содан кейін оны 5 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен OH⁻ формаға және 5 %-дық тұз қышқылымен H⁺ формаға ауыстырамыз. Дистилденген сумен бейтарап ортаға дейін жуып тұрақты массаға келгенше бөлме температурасында кептіріледі. Сульфокатиониттің шығымы 78 % құрайды, статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) 0,1 н NaOH ерітіндісі бойынша 6,00 мг-экв/г тең.

Өндірістік және зертханада синтезделген сульфокатиониттердің кейбір ауыр метал иондарына қатысты сорып алу дәрежесі

Сульфокатиониттер	0,1н NaOH ерітіндісі бойынша САС, мг-экв/г	Сорбциялық сыйымдылық (СС), мг/г		
		Pb ²⁺	Co ²⁺	Zn ²⁺
КУ-2x8	4,60	372,8	236,0	280,1
ГМА-ТПГДА- H ₂ SO ₄	6,00	407,0	383,0	371,4

Мысал ретінде кестеде көрсетілген зертханада синтезделген ГМА-ТПГДА-H₂SO₄ сульфокатиониті және өндірістік күшті қышқылды сульфокатиониті КУ-2x8 салыстырмалы түрде берілген. Мұндағы ГМА-ТПГДА-H₂SO₄ сульфокатионитінің КУ-2x8 катионитіне қарағанда статикалық алмасу сыйымдылығы (0,1 н NaOH ерітіндісі бойынша) және қорғасын, кобальт, мырыш иондары бойынша сорбциялық қасиеттері жақсы көрсеткіштерге ие болған. Нәтижесінде осы сульфокатионитті алудың қарапайым оңтайландырылған тәсілдері анықталды.

Осындай зертханалық жұмыстарды иониттер тақырыбындағы зертханалық сабақтарды өткізу кезінде қолдану тиімді. Себебі жоғарыдағы аталған сульфокатионит алу тәсілі қарапайым әрі қол жетімді, экономикалық тиімді, алынған сульфокатиониттің келешегі мол.

Сонымен білім алушыларды осы курс бойынша оқыту барысында өнеркәсіптің дамуына тікелей әсер ететін зерттеу жұмыстарын өз қолдарымен жасап көріп, зерттеу жұмысына араласуы олардың ғылыми көзқарастарын дұрыс қалыптастырып, дұрыс мақсат қоя білуге, ғылыми ойлауға және нәтижеге қол жеткізуге итермелейтін ғылыми-зерттеушілік құзіреттіліктерін қалыптастырады [8].

Элективті курс жоғары молекулалық қосылыстар химиясы мен технологиясы, ионалмасу, мұнай-химия және органикалық синтез саласында білім алатын студенттер мен магистранттар, докторанттар және инженерлік-техникалық қызметкерлердің білімін жетілдіру үшін пайдалануға ұсынылады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.Ә. Эпоксимеракрилат сополимерлері негізіндегі комплекс түзгіш ионалмастыргыштар. – Алматы, 2019. – 232 б.
- [2] Ерғожин Е.Е., Чалов Т.К., Ковригина Т.В. Синтетические и природные иониты для сорбционных технологий. – Алматы, 2018. – 440 с.
- [3] Микушина И.В. Проблемы и перспективы преподавания дисциплины «Высокомолекулярные соединения» // Проблемы химического образования в алтайском крае. Материалы краевой научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во Алт. унив-та, 2011. – С. 52-54.
- [4] Мария С. Пак. Теория и методика обучения химии: учебник для вузов. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. – 306 с.
- [5] Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.А., Садыков К.А., Калмуратова К.М., Абдралиева Г.Е. Сульфокатионит на основе сополимера глицидилметакрилата // Химический журнал Казахстана. – 2014. – № 3. – С. 98-102.
- [6] Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.А., Акимбаева А. М. Полиэлектролиты на основе глицидилметакрилата и его сополимеров. – Алматы: Эверо, 2004. – 271 с.
- [7] Сорокин М.Ф., Лялюшко К.А. Практикум по химии и технологии пленкообразующих веществ. – М.: Химия, 1971. – 264 с.
- [8] Черепашкин С.Е. Повышение эффективности научно-исследовательской работы студентов // Нефтегазовое дело. – 2013. – Т. 11, № 1. – С. 140-146.

REFERENCES

- [1] Ergozhin E.E., Bektenov N.A. Jepoksimetakrilat sopolimerleri negizindegi kompleks tuzgish ionalmastyrgyshtar. Almaty, 2019. 232 b.
- [2] Ergozhin E.E., Chalov T.K., Kovrigina T.V. Sinteticheskie i prirodnye ionity dlja sorbcionnyh tehnologij. Almaty, 2018. 440 s.
- [3] Mikushina I.V. Problemy i perspektivy prepodavanija discipliny «Vysokomole-kuljarnye soedinenija» // Problemy himicheskogo obrazovanija v altajskom krae. Materialy kraevoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Barnaul: Izd-vo Alt. univ-ta, 2011. S. 52-54.
- [4] Marija S. Pak. Teorija i metodika obuchenija himii: uchebnik dlja vuzov. SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2015. 306 s.
- [5] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Sadykov K.A., Kalmuratova K.M., Abdraliev G.E. Sul'fokationit na osnove sopolimera glicidilmetakrilata // Himicheskij zhurnal Kazah-stana. 2014. № 3. – S. 98-102.
- [6] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Akimbaeva A. M. Polijelektrolity na osnove glicidilmetakrilata i ego sopolimerov. Almaty: Jevero, 2004. 271 s.
- [7] Sorokin M.F., Ljaljushko K.A. Praktikum po himii i tehnologii plenkoobra-zujushhih veshhestv. M.: Himija, 1971. 264 s.
- [8] Cherepashkin S.E. Povyshenie jeffektivnosti nauchno-issledovatel'skoj raboty studentov // Neftegazovoe delo. 2013. T. 11, № 1. S. 140-146.

Резюме

Е. Е. Ерғожин, Н. А. Бектенов, К. А. Садыков, К. М. Калмуратова

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ
ПОЛУЧЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ

В статье представлены образцы лабораторных работ, необходимых для проведения элективного курса «ионообменные полимеры» по дисциплине «Химия высокомолекулярных соединений». В синтезе материалов с предварительно задан-

ными структурно-энергетическими свойствами и установление их закономерностей важное место занимают лабораторные работы. Как известно, одной из главных задач высшей профессиональной школы является подготовка квалифицированных специалистов, владеющих теоретическими и практическими знаниями. Формирование профессиональной компетентности будущего специалиста или исследователя предполагает качественное образование, позволяющее успешно решать задачи повышения результативности практической работы, ставить четкую цель и добиваться результатов с правильным проведением химических экспериментов.

Лабораторная работа была подготовлена учеными лаборатории ионообменных смол и мембран, где предусмотрена эффективность внедрения в учебный процесс, необходимый для подготовки профессиональных специалистов.

Ключевые слова: ионообменные полимеры, глицидилметакрилат, сополимер, обменная емкость, элективный курс, компетенции.

Summary

E. E. Ergozhin, N. A. Bektenov, K. A. Sadykov, K. M. Kalmuratova

LABORATORY METHODS OF PRODUCING ION EXCHANGE POLYMERS

This article presents samples of laboratory work necessary for studying an elective course "ion-exchange polymers" of the chemistry of high molecular weight compounds. In the synthesis of materials with predefined structural - energy properties and the establishment of their laws an important place is occupied laboratory works. It is well known, one of the main tasks of a higher professional school is to train qualified specialists who possess theoretical and practical knowledge. The formation of the professional competence of a future specialist or researcher implies the need for a quality education that can successfully solve the problems of increasing the effectiveness of practical work, set a clear goal and achieve a result with the correct conduct of chemical experiments.

This paper presents samples of laboratory work, which require to learn an elective course of "ion-exchange polymers" of the chemistry of high molecular weight compounds. The laboratory works were prepared by scientists of the laboratory of ion-exchange resins and membranes, which provides for the effectiveness of introducing them into the educational process necessary for the training of professional specialists.

Keywords: ion-exchange polymers, glycidyl methacrylate, copolymer, exchange capacity, elective course, competences.