

ӘДК 621.643: 620.197; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-3.07>

<https://orcid.org/0000-0002-2693-8123>

<https://orcid.org/0000-0001-9442-213X>

<https://orcid.org/0000-0003-3323-8245>

<https://orcid.org/0000-0001-9045-0838>

МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІ ЖАБДЫҚТАРЫН ГЕРМЕТИЗАЦИЯЛАУ ТОПТАРЫ ҮШІН ЭЛАСТОМЕРЛІ КОРОНОЭЛЕКТРЕТТЕР АЛУ



А.Ш. ҚЫДЫРАЛИЕВА,
«Мұнай өңдеу және
мұнайхимиясы»
кафедрасының докторанты,
Aigul.ukgu@mail.ru



О.К. БЕЙСЕНБАЕВ,
«Мұнай өңдеу және мұнайхимиясы»
кафедрасының профессоры,
техника ғылымдарының докторы,
oral-kb@mail.ru



К.С. НАДИРОВ,
«Мұнайгаз ісі» кафедрасының
профессоры, химия
ғылымдарының докторы,
nadirovkazim@mail.ru



Г.Ж. БИМБЕТОВА,
«Мұнайгаз ісі» кафедрасының
профессоры, техника
ғылымдарының кандидаты

М.ӨУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5

Мақалада мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын герметизациялау тораптары үшін эластомерлі коронозлектреттер алу мәселелері қарастырылған. Қазіргі таіда кен орындарындағы мұнайды жинау және дайындау жағдайында біршама агрессивті орта болып табылатын ұңғыма сұйықтығымен тікелей жанасатын жабдықты пайдалану кезінде герметизациялау үшін резеңке қоспалар негізіндегі бұйымдарды пайдалану өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Мақалада мұнай өндіру өнеркәсібі жабдықтарын герметизациялау тораптары үшін полимерлі эластомерлі коронозлектрет құрамы әзірленді. Композиттығыздығы төмен полиэтилен, БНСК-18АМН маркалы бутадиен-нитрилді синтетикалық каучук, винилацетаты бар этиленнің сополимері (сэвилен 11104-030), техникалық госсипол, органикалық модификаторлар негізінде жасалған. Композиттердің электреттік қасиеттеріне қоспалардың әсері көрсетілген. Эксперименттік мәліметтер негізінде тығыздығы төмен модификацияланған полиэтилен, сэвилен, техникалық госсипол, органикалық модификацияланған қабатты силикаттар, бутадиен-нитрилді каучук негізінде алынған композициялық материал электр күйінде жеткілікті төзімділікке ие екені анықталды, ал оларға электрет күйін беру ұңғымалық өнімді өндіру жағдайында олардың ісіну мөлшерін қосымша төмендетеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: герметизация; полимерлі коронозлектреттер; электр потенциалдар айырмасы; техникалық госсипол; бутадиен – нитрилді синтетикалық каучук; полиэтилен; сэвилен; толтырғыштар.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОРОНОЭЛЕКТРЕТОВ ДЛЯ УЗЛОВ ГЕРМЕТИЗАЦИИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Ш. КЫДЫРАЛИЕВА, докторант кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия»,
Aigul.ukgu@mail.ru

О.К. БЕЙСЕНБАЕВ, доктор технических наук, профессор кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия», oral-kb@mail.ru

К.С. НАДИРОВ, доктор химических наук, профессор кафедры «Нефтегазовое дело»,
nadirovkazim@mail.ru

Г.Ж. БИМБЕТОВА, кандидат технических наук, профессор кафедры «Нефтегазовое дело»

ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АУЭЗОВА,
Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр-т Тауке Хана, 5

В статье рассмотрены вопросы получения эластомерных коронозлектретов для узлов герметизации нефтепромыслового оборудования. В условиях сбора и подготовки нефти на промыслах актуальным являются вопросы применения изделий на основе резиновых смесей для герметизации при эксплуатации оборудования, находящегося в непосредственном контакте со скважинной жидкостью, которая является в определенной степени агрессивной средой. Разработан состав полимерного эластомерного коронозлектрета для узлов герметизации оборудования нефтедобывающей промышленности. Композит создан на основе полиэтилена низкой плотности, бутадиен – нитрильного синтетического каучука марки БНСК-18АМН, сополимера этилена с винилацетатом (сэвилен 11104-030), технического госсипола, органических модификаторов. Показано влияние добавок на электретные свойства композитов. На основе экспериментальных данных установлено, что полученный композиционный материал на основе модифицированного полиэтилена низкой плотности, сэвилена, технического госсипола, органомодифицированных слоистых силикатов, бутадиен-нитрильного каучука в электретном состоянии обладает достаточной стойкостью, а придание им электретного состояния дополнительно снижает величину их набухания в условиях добычи скважинной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: герметизация; полимерные коронозлектреты; электретная разность потенциалов; технический госсипол; бутадиен – нитрильный синтетический каучук; полиэтилен; сэвилен; наполнители.

OBTAINING ELASTOMERIC CORONOELECTRETES FOR SEALING UNITS OF OILFIELD EQUIPMENT

A.SH. KYDYRALIEVA, doctoral student of «Oil Refining and Petrochemistry» department, Aigul.ukgu@mail.ru

O.K. BEISENBAYEV, doctor of technical sciences, professor of «Oil Refining and Petrochemistry» department, oral-kb@mail.ru

K.S. NADIROV, doctor of chemical sciences, professor of «Oil and gas business» department, nadirovkazim@mail.ru

G.ZH. BIMBETOVA, candidate of technical sciences, professor of «Oil and gas business» department

M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY,
5, Tauke Khan Avenue, Shymkent, 160012, Republic of Kazakhstan

The article discusses the issues of obtaining elastomeric coronoelectretes for sealing units of oilfield equipment. In the conditions of collecting and preparing oil in the fields, the issues of using products based on rubber compounds for sealing during the operation of equipment in direct contact with the borehole fluid, which is to a certain extent an aggressive environment, are relevant. The composition of a polymer elastomeric coronoelectret for sealing units of oil industry equipment has been developed. The composite is based on low-density polyethylene, butadiene - nitrile synthetic rubber of the BNKS-18AMN brand, ethylene copolymer with vinyl acetate (savylene 11104-030), technical gossypol, organic modifiers. The effect of additives on the electret properties of composites is shown. Based on experimental data, it was found that the resulting composite material based on modified low-density polyethylene, savylene, technical gossypol, organomodified layered silicates, butadiene-nitrile rubber in the electret state has sufficient resistance, and giving them an electret state additionally reduces the amount of their swelling in the conditions of production of borehole products.

KEY WORDS: sealing; polymer coronoelectretes; electret potential difference; technical gossypol; butadiene – nitrile synthetic rubber; polyethylene; savylene; fillers.

К іріспе. Мұнайды жинау және дайындау жағдайында белгілі бір дәрежеде агрессивті орта болып табылатын ұңғымалық сұйықтықпен тікелей байланыста болатын жабдықты жобалауға және пайдалануға ерекше назар аударылады. Жабдықты пайдаланудың ұзақ мерзімділігін арттыру үшін соңғы уақытта перспективалы бағыт ретінде өзін-өзі реттейтін құрастыру қондырғылары мен жүйелерін құру қолданылды. Бұл әсіресе тығыздағыштар, манжеттер және басқа компоненттер ретінде пайдаланылатын полимерлі эластомерлік материалдарға қатысты. Авторлардың еңбектерінде [1,2] мұндай өнімдерге электр күйін беру олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға, демек, машиналардың, агрегаттар мен жабдықтардың сенімділігін арттыруға көмектесетіні көрсетілген. Электр өрістерінің тығыздағыштардағы тығыздалған және бөлінетін ортаға әсері көптеген тығыздау әдістерінің негізі болып табылады. Электр өрістері сұйықтықтардың сулануына және таралуына әсер етеді, сұйықтықтардың капиллярлық ағымының кинетикасын бөлшектер арасындағы саңылаулар мен пленкалар, жабындар мен ыдыс қабырғалары арқылы ортаның диффузиялық енуі арқылы анықтайды, үйкеліс аймағында майлау қабықтарының тасымалдану процесстерін бақылайды [3].

Мұнай өндіру өнеркәсібі жабдықтарын герметизациялау тораптарының тығыздағыштарын жасау үшін бұрын бутадиен-нитрилді каучук негізіндегі резеңке қоспалар (БНСК) қолданылған. Дегенмен, тәжірибе көрсеткендей, мұндай тығыздағыштар агрессивті ортамен байланыста болғандықтан, уақыт өте келе өнімділігін жоғалтады және оны үнемі ауыстыруды қажет етеді. Қазіргі уақытта мұнай өндіру тәжірибесінде эластомерлері бар термопласттардың композициясы резеңке тығыздағыштарды ауыстыруға келеді. Мұндай композициялық тығыздағыштардың артықшылығы - арзан полиэтиленді (ПЭ) пайдаланған жағдайда шикізаттың құнын төмендететін термопластикалық технологияны қолданып өнімге өңдеу мүмкіндігі [4,5] орташа есеппен 35-40%.

Электрет түріне қарай оларды алудың әртүрлі әдістері бар. Электр тізбектерін жасаудың көптеген әдістері электр өрісіне орналастырылған диэлектрикке қосымша физикалық әсер ететіндігіне негізделген, осылайша электр тізбектері, термоэлектриктер, фотоэлектриктер, радиоэлектриктер, магнитоэлектриктер және т.б. алынады. Кейбір жағдайларда сыртқы электр өрісін қолданбай диэлектрикте электрет күйінің пайда болуы байқалады (трибоэлектреттер, механикоэлектриктер, биоэлектреттер, химиялық электриктер және т.б.). Коронаэлектреттер диэлектриктегі корона разряд өрісінің әсерінен пайда болады. Зарядтау кезінде инелер жиынтығы түрінде жасалған электродтардың біреуі жоғары кернеумен қоректенеді, бұл иондалған ауа-плазманың пайда болуын тудырады, ал диэлектрик жерге тұйықталған металл электродпен жанасуы керек [6]. Бұл әдіс техникалық-экономикалық көрсеткіштері бойынша өзін дәлелдеді және қазіргі уақытта пленкалық электреттер өндірісінде кеңінен таралған. Әрбір электреттік материал, өндіру әдісіне байланысты, өз сипаттамаларына ие, сондықтан қазіргі уақытта жаңа электреттер алу және олардың қасиеттерін өзгерту бойынша эксперименттік нәтижелер басымдыққа ие болды [1]. Өнеркәсіптік қолдану үшін материалдың (композиттің) электреттік қасиеттерін ұзақ уақыт бойы сақтау қабілетінің практикалық маңызы бар.

Коронаэлектреттер мен олардың негізінде жасалған бұйымдарды өндіру үшін ең перспективалы материалдар үлкен көлемде алынатын полиолефиндер болып табылады, ал электрет күйінің төмен тұрақтылығына байланысты олардың кемшілігі әр түрлі толтырғыштарды енгізу арқылы өтелуі мүмкін. Полимерлердің құрылымы, диэлектрлік қасиеттері, химиялық құрылымы және олардың электрлік қасиеттері арасындағы байланысты білу белгілі бір мақсат үшін оңтайлы полимерлі материалдарды таңдауға мүмкіндік береді. Полимерлердің және композиттердің құрылымдық параметрлеріне құрамының, құрылымының және өңдеу жағдайларының әсерін байланыстыра отырып, композициялардың электреттік қасиеттерін болжау және реттеу үшін басқа құралды қосуға, демек, берілген қасиеттері бар электреттерді алуды жеңілдетуге мүмкіндік береді [7].

Бұл жұмыстың мақсаты мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын герметизациялау тораптары үшін тұрақты полимерлік эластомерлік коронаэлектреттердің тиімді құрамдарын алу болды. Қойылған міндеттер – тығыздығы төмен полиэтиленді (ТТПЭ), бутадиен – нитрилді синтетикалық каучукты, сэвиленді, техникалық госсиполды және органикалық модификаторларды пайдалану негізінде шешіледі.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу объектілері ретінде мынадай бастапқы компоненттер мен алынған композициялар пайдаланылды: тығыздығы төмен полиэти-

лен (ТТПЭ, МемСТ 16337-77); бутадиен – нитрилді синтетикалық каучук (БНСҚ-18 АМН, ТШ 38.30313-2006); винилацетаты бар этиленнің сополимері (сэвилен 11104-030); техникалық госсипол (ТГ); органикалық модификацияланған қабатты силикаттар (ОТҚС). Құрамында күкіртті және парафинді мұнай бар ұңғыма өнімдері пайдаланылды. ОТҚС Түркістан облысындағы Ибат кен орнының бентонитті сазынан алынды.

Құрамында қолданылған техникалық госсипол жұмыстарда келтірілген әдістер арқылы алынды [8,9].

Қоспаны алу үшін бастапқы компоненттерді зертханалық экструдерге, белгілі бір температурада араластырды [4], композит салқындағаннан кейін алынған материалдың үлгілері пышақ диірменінің көмегімен ұнтақталды. Ұсақталған материал пластиналарды жылытуға арналған электронды қондырғысы бар қолмен гидравликалық пресстің көмегімен престоуге ұшырады. Престеу 150°C температурада және 7 кН жүктемеде 4 минут ішінде жылдам салқындатумен жүргізілді. Нәтижесінде диаметрi 10 см және қалыңдығы шамамен 100 мкм дөңгелек пленка үлгілері алынды.

Корона разряд әдісімен электреттер алу. Түрлі құрамдағы композиттерден жасалған престелген пластиналар 100°C температураға дейін қыздырылған термиялық пешке салынып, 10 минут ұсталды. Осыдан кейін үлгілер шаршы түрінде 64 см² аумақта біркелкі орналасқан 225 ұшты инелерден тұратын электродпен корона ұяшығына ауыстырылды. Үлгілер 35 кВ кернеуде және 30 секундтан 5 минутқа дейін полярлану уақытында теріс корона разряды өрісінде салқындатылды. Бұл полярлану режимімен жоғары электрлік сипаттамаларға қол жеткізіледі [1,2]. Электрет бетіндегі потенциалдар айырымы (ЭРП) МемСТ 25209-82 бойынша тербелмелі электродты пайдаланып компенсация әдісімен өлшенді. Полярлану зарядтарының мәндері термиялық ынталандырылған деполяризация (TSD) токтарының қисық сызықтарынан есептелді. Зерттелетін қоспалардағы әртүрлі фазалардың, сондай-ақ фазалық ауысулардың болуы мүмкіндігін растау үшін поляризациялық микроскоптың көмегімен оптикалық зерттеулер жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талқылау. Аралас термоэластопластар үшін физика-механикалық, деформация-беріктік, электрлік және басқа да сипаттамалардың деңгейі көбінесе полимер компоненттерінің қатынасымен анықталады. Термопластика мен каучукты араластыру арқылы алынған композициялар гетерогенді құрылымында дисперсиялық термопластикалық орта мен дисперсті резеңке фазадан тұратын коллоидты жүйе болып табылады. Ең көп таралған термопластиктер-бұл полиолефиндердің каучукпен қоспалары, бұл компоненттердің қол жетімділігіне және олардың химиялық төзімділігіне байланысты. ТТПЭ қанағаттанарлық электреттік қасиеттерге ие екені белгілі, ал полярлы бутадиен-нитрилді каучук корона разрядта іс жүзінде электрлендірілмейді, оның ішінде меншікті көлемді электр кедергісінің төмен шамаларына байланысты, яғни композиттік қоспаның бастапқы компоненттері электреттік қасиеттердің әртүрлі деңгейіне ие болады. Практикалық тұрғыдан алғанда, полиэтилен мен каучук қоспалары каучук тігілген, вулкандалған жағдайда ғана қолданылады. Каучукты вулкандайтын агенттермен тігу нәтижесінде пайда болатын жүйелердің электрлік қасиеттерін жақсартатыны анықталды, бұл, мүмкін, вулкандайтын агенттер полиэтилен көлеміне енетін, корона разрядта элек-

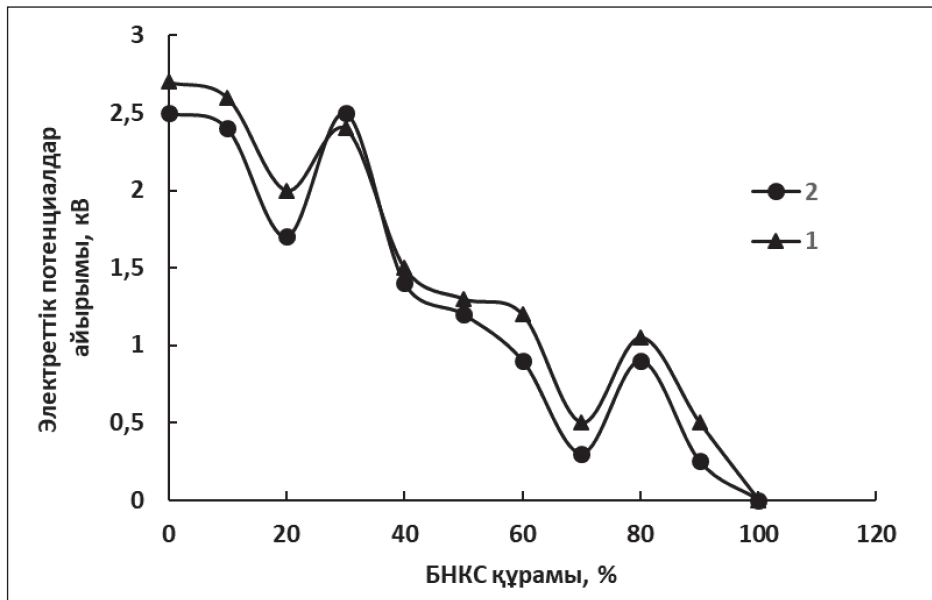
трлендіру кезінде материалға түсетін зарядтардың инъекциялық тасымалдаушыларын ұстау орталықтары болып табылады [2,10].

Алынған көптеген әзірленген композициялар оның полимер фазалары арасындағы нашар адгезияға байланысты қанағаттанарлықсыз физикалық-механикалық сипаттамаларға ие екендігін айта кету керек. Физика-механикалық сипаттамалардың төмен көрсеткіштері каучук мен полиэтилен арасындағы адгезия деңгейі өте төмен екендігімен түсіндіріледі. Полимер фазалары арасындағы адгезияның төмен болуының себебі қоспаның фаза шекарасы бойынша бұзылуы болып табылады. Аралас композициялардың деформациялық-беріктік қасиеттерін жақсартудың белгілі бір әдістері бар, мысалы, жоғары дисперсті толтырғыштың көп мөлшерін – техникалық көміртекті енгізу арқылы. Дегенмен, композицияға қара көміртекті енгізу композициялардың электреттік сипаттамаларының деңгейіне теріс әсер етуі мүмкін, өйткені бірқатар толтырғыштарға полимерлерге антистатикалық немесе тіпті электр өткізгіштік қасиеттерді беру тән. Нәтижесінде техникалық көміртегінің жоғары концентрациясы бар композициялар корона разрядында электреттенбейді [11].

Бұрын біз ТТПЭ, сэвилен, техникалық госсипол және басқа да функционалдық қоспалар негізінде модификацияланған композиттердің тұтқыр серпімді, термиялық, термомеханикалық және деформациялық-беріктік қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын анықтадық. Модификациялау әсерлердің жиынтығы қолданылатын қоспалардың көп функционалдығын көрсетті, технологиялық және эксплуатациялық қасиеттері жақсартылған күрделі және аз компонентті ТТПЭ - композиттердің рецептураларын жасауға мүмкіндік береді. Күрделі құрамды композициялардың жақсы адгезиялық қасиеттерін қамтамасыз етуде үйлесімділік ретінде сэвилен қоспаларының шешуші рөлі көрсетілді; сәйкес модификаторларды – компатибилизаторларды және олардың концентрацияларын таңдай отырып, араластыру кезінде жеке полимерлердің әртүрлі жұптарының біркелкі өзара дисперсті болу мүмкіндігіне барынша жақындату мүмкін болды [7]. Сондай - ақ, құрылым параметрлерінің, толтырғыш түрінің және компатибилизатор мен тұрақтандырғыш табиғатының өзара байланысын ескере отырып, ТТПЭ – компатибилизатор (сэвилен) - техникалық госсиполды жүйелерінің негізінде полимерлі композиттер жасау үшін тұрақтандырғыш ретінде техникалық госсиполды қолдану мүмкіндігі дәлелденді.

Сондықтан бұл жұмыста әр түрлі қоспалар зерттелді, онда бірінші компонент ретінде композицияның құрамы негізге алынды, массасы %: сэвилен – 8; ТГ – 1,5; ТТПЭ – қалғаны (бұдан әрі - ТТПЭ, яғни модификацияланған). Қабатты силикаты нанокompозиттерді құрудағы басты мәселе - композиттердің органикалық (полимер) және бейорганикалық (қабатты силикат) компоненттерінің сәйкес келмеуі. Бұл мәселе органикалық модификацияланған қабатты силикаттарды (ОМКС) алу және пайдалану арқылы шешіледі. Бұл органикалық силикаттар галереяларындағы бейорганикалық катиондарды органикалық катиондармен алмастырудың өнімі, диспергатор ретінде бірқатар полимерлердің механикалық қасиеттерін жақсартатын перспективті толтырғыш болып табылады. Алынған нәтижелер органикалық саздың құрамы аз (әдетте массасы 5%-дан аз) болған кезде осы материалдардың физика-механикалық және жылулық қасиеттерінің бірегей комбинацияларын атап көрсетеді [10].

1-суретте ТТПЭ электреттік потенциалдар айырмасының БНСК тәуелділігінің қисықтары көрсетілген. 1-суретте көрсетілген деректерден тұрақтандыру фазасындағы ТТПЭ және БНСК қоспалары үшін электреттік потенциалдар айырмасының құрамға тәуелділігі күрделі екенін көруге болады: 2 қисық қосынды мәндерінен асатын екі максимуммен сипатталады. Электреттік қасиеттердің жоғарылау мәндері полимерлердің біреуінің құрамында басым болатын аймақтағы полиэтиленнің БНСК қоспаларына тән.



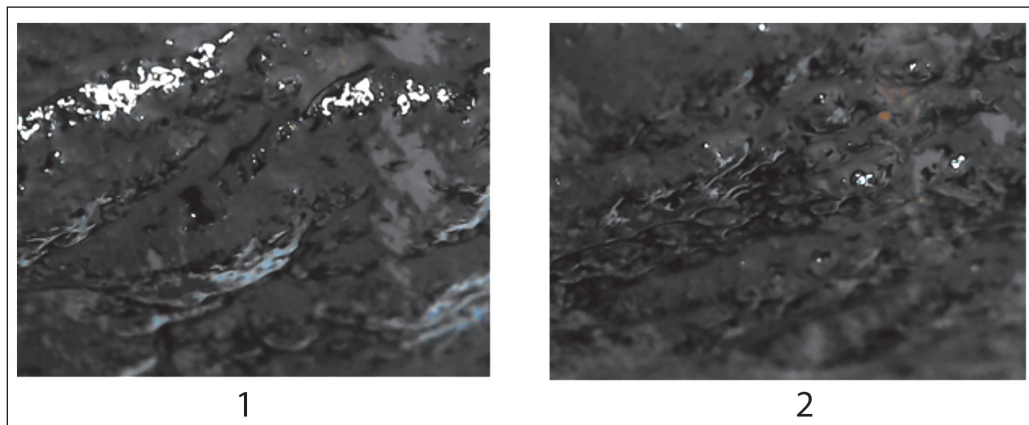
Сурет 1 – ТТПЭ электреттік потенциалдар айырымы мен БНСК құрамы тәуелділігі: 1- 5% ОМҚС қосумен; 2 – толтырғышсыз

Электрет қасиеттерінің өзгеруінің ұқсас сипаты ОМҚС (қисық 1) болған кезде байқалады, бірақ бұл жағдайда электреттік потенциалдар айырмашылығы біршама жоғары. Дәл осылай шамамен басқа электрет қасиеттері (өріс күші және тиімді беттік заряд тығыздығы) да өзгереді.

Полимер қоспасының полярлану қабілетіне оның коллоидты гетерогенді құрылымы әсер етеді. Құрамында ТТПЭ басым болатын қоспа әдеттегі дисперсті масса болуы керек, онда БНСК дисперсті фаза, ал ТТПЭ дисперсті орта болып табылады. Полимерлердің қоспасында БНСК басым болуымен, ТТПЭ дисперсті фазаны құрайды. Ал орташа құрамдар аймағында қоспаның матрицалық құрылымды құрайтын екі үздіксіз фазасы бар. Бір жағдайда фазалар шекарасының үзіліссіздігі, ал екіншісінде оның үздіксіздігі қоспалар арқылы электрет қасиеттерінің көрінуіне әсер етуі мүмкін. Фазалық шекарадағы корона разрядында полярлану кезінде локализацияланған заряд тасушылар уақыт өте келе тұзақтардан босатылып, қайта ұстау процесінде полимерлі құрамдас бөліктердің фазалары бойымен емес, жоғары өткізгіштігі бар фазаралық аймақ бойымен «қозғалады». Фазалық шекара дискретті болған жағдайда, айдалған заряд, тіпті қайта алынса да, электрет көлемінде

қалады. Үздіксіз шекара жағдайында олардың айдалатын заряды фаза шекарасы бойымен босайды [11.12].

2-суретте 150°C (1) және 180°C (2) температурада савилен, ТГ, ТТТПЭ және БКНС негізінде алынған композициялық композицияның микроскопиялық кескіндері көрсетілген. Жалпы, композицияда ақ түсті аймақтар, шамасы, ТТТПЭ және БКНС-ке жатады, олардың қарқындылығы температураның жоғарылауымен азаяды.



Сурет 2 – 150°C (1) және 180°C (2) температурада электреттену алдында алынған композицияның микроскопиялық кескіндері

ТСД әдісімен полимерлі қоспаларда айдалатын заряд тасымалдаушылар тек үздіксіз фазаның тұзақтарымен ұсталатыны анықталды: дисперсті құрылымды қоспаларда бір полимердің тұзақтары «жұмыс істейді», ал матрицалық құрылымды қоспаларда екі полимер. Осылайша, механикалық және физика-химиялық қасиеттеріне сәйкес келетін композицияларды таңдай отырып, полимер қоспасындағы компоненттердің арақатынасын бақылау арқылы полимер қоспалары негізінде электреттік қасиеттері алдын-ала анықталған электреттер жасауға болады.

Әрі қарай әзірленген композициялардың кейбір физикалық-механикалық сипаттамалары зерттелді және алынған мәліметтер оның полимерлік фазалары арасындағы төмен адгезияға байланысты қанағаттанарлықсыз қасиеттерге ие компатибилизаторсыз (сэвилен), толтырғыш (ОМҚС) және тұрақтандырғышсыз (ТГ) ТТТПЭ және БКНС [2] жасалған ұқсас композициялардың қасиеттерімен салыстырылды. Алынған мәліметтер *1-кестеде* көрсетілген.

Созылу кезіндегі үзілу кернеуінің және үзілу кезінде салыстырмалы ұзарудың алынған ұзару мәндері ОМҚС, сэвилен және ТГ функционалдық қоспалары бар модификацияланған полиэтилен және бутадиен-нитрилді каучук қоспаларының деформациялық-беріктік қасиеттері бұзушы кернеу үшін 57%-ға және салыстырмалы ұзару үшін 23%-ға (ОМҚС қоспасынсыз) және 72%-ға және 25%-ға 70% ПЭ және 30% БНСК бар бұрын белгілі композициясын ОМҚС қоспасымен салыстырғанда өсетіндігін көрсетеді.

Бұл шарттардағы электреттік потенциалдар айырымы да 30%-ға жоғары. Әзірленген композициялардың алынған қасиеттерінің шамасы оларды тығыздағыш мате-

Кесте 1 – Полиэтилен (ПЭ) және функционалдық қоспалары мен бутадиен-нитрилді каучук қоспаларының деформациялық-беріктік қасиеттері

Композицияның құрамы, %	Созылу кезіндегі үзілу кернеу, МПа			Үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзару, %		
	Деректер бойынша [2]	ТТПЭ	ТТПЭ+ 5% ОМҚС	Деректер бойынша [2]	ТТПЭ	ТТПЭ+ 5% ОМҚС
ТТПЭ - 100	26,0	29,0	31,0	640	680	670
ТТПЭ-70+БНСК- 30	14,1	22,1	24,3	440	540	551
ТТПЭ-50+БНСК- 50	8,6	15,2	17,0	340	480	476
ТТПЭ-30+БНСК- 70	5,6	11,4	12,3	320	350	342
БНСК - 100	3,7	3,9	3,9	370	320	320

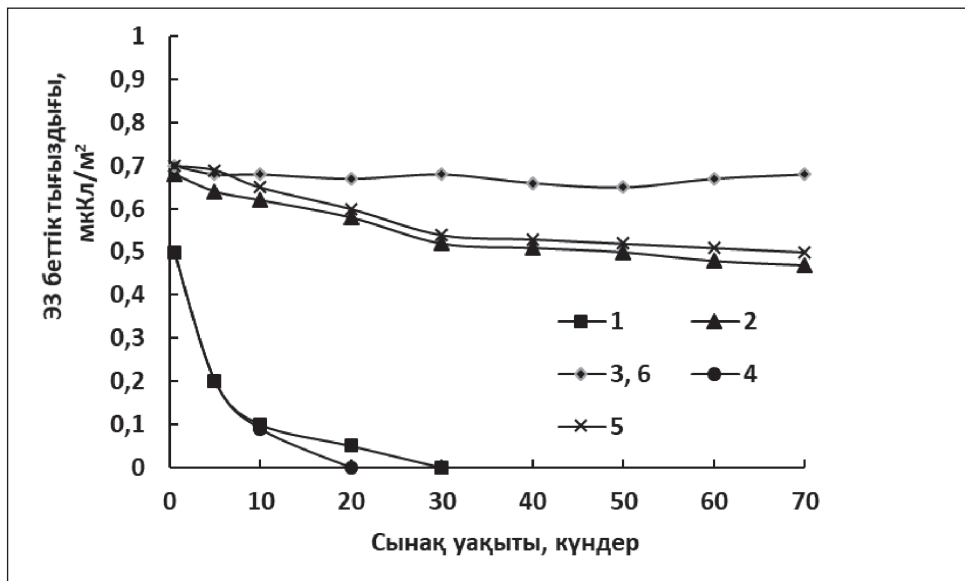
риалдар ретінде іс жүзінде қолдану үшін жеткілікті, демек деформациялық-беріктік қасиеттері бойынша 70% ТТПЭ және 30% бутадиен-нитрилді каучук негізіндегі композиция мұнай өндіру жабдығының төсемдерін дайындауға арналған материалдарға қойылатын талаптарды қанағаттандырады. 70% ТТПЭ және 30% нитрилді каучук негізінде алынған композиция төмен тығыздықтағы полиэтиленнің үзілу кернеуінің және үзілу кезінде салыстырмалы ұзарудың жоғары мәндеріне қарамастан, электр зарядтарын салыстырмалы түрде оңай алады.

Айта кету керек, ТТПЭ қайта өңдеу тұтқырлық қасиеттерін аздап өзгертеді, шамамен 8-10% құрайды. Жалпы алғанда, полимердің беріктік сипаттамалары 10-20% төмендейді. Осылайша, төмен тығыздықтағы полиэтиленді қайта өңдеуді пайдалану алынған композиттің беріктігі мен тұтқырлық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етпейді. ТТПЭ-нің аталған физикалық және химиялық сипаттамалары оны әртүрлі минералды және органикалық толтырғыштары бар композициялардағы жаңа материалдарды дайындау мақсатында қайта өңдеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді [13].

Эксплуатация процесінде тығыздағыш материалдары негізінде электреттік композициялар жұмыс кезінде олардың агрессивті орталармен - мұнаймен, топырақпен, қабат суларымен жанасуымен байланысты белгілі бір өзгерістерге ұшырауы мүмкін. Сондықтан полимерлік материалдардың электреттік қасиеттері олардың әртүрлі майы бар орталарда жұмыс істеуі кезінде зерттелді. 3-суретте тұрақтандырылған ТТПЭ және оған негізделген құрам үшін топырақта және құрамында мұнай бар орталарда жұмыс істеу уақытына короноэлектреттік зарядтардың беттік тығыздығының тәуелділіктері ТТПЭ - 70%; БНСК-30% ОМҚС қоспасы бар және қоспасыз көрсетілген.

3-суреттегі деректерден жоғарыда аталған құрамдағы композиттердің (2 және 3 қисық сызықтар) электрет зарядтарының (ЭЗ) беттік тығыздығы бір ғана тұрақтандырылған қоспасы бар ТТПЭ -ге қарағанда ТГ (1) жоғары екенін көруге болады (1%) (қисық 1). Топырақта және мұнайы бар сұйықтықтарда ТГ мен ТТПЭ үшін және оның негізіндегі композицияларда пайдаланған кезде электрет зарядтарының (ЭЗ) беттік тығыздығының өзгеруінің әртүрлі заңдылықтары байқалады: ТГ мен ТТПЭ алынған зарядтарды 20-25 күннен кейін жоғалтады, ОМҚС жоқ ТТПЭ - 70% +

БНСК - 30% жоқ композициялар 2 айдан кейін шамамен 30% зарядын жоғалтады, ал ОМҚС бар бірдей композициялар бүкіл сынақ кезеңі бойына өз қасиеттерін сақтайды және коррозиялық-белсенді ортаның түрі анықталған үлгілерге іс жүзінде әсер етпейді.



Сурет 3 – Композит құрамының және оны эксплуатация жағдайларының ЭЗ беттік тығыздығына әсері: 1,4 – ТТПЭ + ТГ – 1 масс %; 2,5 – ТТПЭ – 70%+ БНСК – 30%; 3,6 – ТТПЭ – 70%+ БНСК – 30% + ОМҚС – 5%. Коррозиялық орта: құрамында мұнайы бар сұйықтықтар (1,5,3) және құрамында мұнайы бар топырақ (2,4,6).

Композиттерді сақтау жағдайында зарядтардың қызмет ету мерзімі 0,5 жылдан 3 жылға дейін, ал сақтау температурасының жоғарылауы, қоршаған ортаның ылғалдылығы, радиоактивті сәулеленудің әсері электреттер зарядтарының жылдам төмендеуіне әкеледі [14, 15]. Бірақ, біздің зерттеулеріміздің нәтижелері көрсеткендей, ЭЗ беттік тығыздығы уақыт өте келе барлық жүйелерде бірдей жылдамдықпен төмендемейді және электреттік қасиеттердің ұзақ уақыт сақталуын қамтамасыз ететін композиттің құрамын таңдауға болады. Композиттердегі ЭЗ беттік тығыздығының байқалатын артуы айдалатын заряд тасымалдаушылардың жаңа энергия тұзақтарының пайда болуымен байланысты: полимерлер дисперсті толтырғыштармен толтырылған кезде заряд тасымалдаушылар үшін тұзақ қызметін атқара алатын жаңа құрылымдық элементтер пайда болады: фаза шекарасы, толтырғыш бетінің жанындағы полимердің қопсытылған адсорбциялық қабаты және т.б. Сонымен қатар, араластырғыштағы композиция компоненттерін араластыру кезінде полимердегі механика-химиялық процестердің жүруіне әкелетін ығысу кернеуінің үлкен мәні пайда болады. Бұл жағдайда макромолекулалар радикалдардың түзілуімен бұзылады, олар да зарядтар үшін энергетикалық тұзақ қызметін атқаруға қабілетті [1, 15].

ОМҚС қосу композицияның деформациялық-беріктік қасиеттеріне де, электрет қасиеттерінің тұрақтылығына да оң әсер етеді. Дегенмен, ОМҚС концентрациясы-

ның 6%-дан жоғары артуы композицияның қасиеттерін күрт нашарлатады. Толтырғыштар концентрациясының жоғарылауымен ЭЗ беттік тығыздығының төмендеуі жоғары толтырылған полимер пленкалардың бетіндегі оттегі бар топтар санының өзгеруімен байланысты болуы мүмкін. Мұндай топтар полярлануға қабілетті, бұл корона разрядта электрет кезінде жағымсыз құбылыс.

Сонымен қатар, ОМҚС арнайы құрылымның нанокөмпозитін құра отырып, берілген табиғаттың полимерінде наноөлшем деңгейінде таралуы мүмкін шекті концентрация бар. Оның жоғары концентрациясы интеркалирленген құрылымның пайда болуына әкеледі. Сонымен қатар, шекті концентрация бар сияқты, онда ОМҚС белгілі бір құрылымның нанокөмпозитін құра отырып, осы сипаттағы полимерде жүйелі деңгейде таратыла алады. Оның үлкен концентрациясы интеркалирленген құрылымның қалыптасуына әкеледі.

Композицияның құрамдас бөліктерін араластырғышта араластырған кезде полимерде механикалық және химиялық процестердің пайда болуына сөзсіз әкелетін жоғары ығысу кернеулері пайда болатынын атап өткен жөн. Бұл жағдайда макромолекулалар радикалдардың пайда болуымен бұзылады, олар зарядтар үшін энергия тұзағы ретінде де қызмет етуге қабілетті. ОМҚС құрамының 4-5-тен 7-8%-ға дейін артуымен композициялардың потенциалдарының электрлік айырмашылығының мәні төмендейді, бұл қатты толтырылған полимер пленкалардың бетіндегі оттегі бар топтар санының өзгеруімен байланысты болуы мүмкін. Мұндай топтар полярлануға қабілетті, бұл корона разрядында электрет кезінде жағымсыз құбылыс.

Осылайша, 5% ОМҚС бар ТТПЭ құрамы ең жақсы электреттік қасиеттерге ие болады. Бір қызығы, бұл жағдайда госсиполдың техникалық тұрақтандырғыш қоспасы волластонитті толтырғыш ретінде қолданған кезде байқалғандай, электрлік потенциалдар айырмашылығының төмендеуіне әкелмейді, бұл техникалық госсиполмен полимерлі композициялардың электрлік қасиеттерін құруда ОМҚС қолданудың артықшылығын қамтамасыз етеді.

Қорытынды. Алынған нәтижелер композицияның жаңа құрамын қолданудың тиімділігін көрсетеді, масса %: ТТПЭ - 70 (сэвилен - 8; техникалық госсипол - 1,5; органикалық модификацияланған қабатты силикаттар - 5; қалғаны - ТТПЭ) және БНСК - 30 электрет күйінде, корона разрядының өрісінің әсерінен алынған, мұнай өндіру және мұнай өңдеу өнеркәсібінің машиналары мен агрегаттарындағы тығыздағыш қондырғылардағы герметиктер ретінде алынды. Өзінің деформациялық-беріктік қасиеттері және электреттік қасиеттерінің тұрақтылығы бойынша жаңа композиция аналогтармен салыстырғанда айтарлықтай артықшылықтарға ие болды. Сонымен қатар, алынған композициялар ұңғымадағы сұйықтық ортасында жеткілікті тұрақтылыққа ие және оларға электреттік күй беру агрессивті ортада олардың ісіну мөлшерін одан әрі азайтады. 🌐

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Пинчук Л.С. Электретные материалы в машиностроении. – Гомель: Инфотрибо, 1998. – 288 с. [Pinchuk L.S. Elektretnyye materialy v mashinostroenii. – Gomel': Infotribo, 1998. – 288 s.]

- 2 Каримов И. А. Влияние состава, условий получения и переработки полиолефиновых композиционных материалов на их электретные свойства. Дисс.....канд. техн. наук. – Казань. – 2015. [Karimov I. A. Vliyanie sostava, uslovij polucheniya i pererabotki poliiolefinovykh kompozitsionnykh materialov na ih elektretnye svoystva. Diss.....kand. tekhn. nauk. – Kazan'. – 2015.]
- 3 Авдейчик С.В., Костюкович Г.А., Кравченко В.И. Нанокomпозиционные машиностроительные материалы: опыт разработки и применения. – Гродно: ГрГУ, 2006. – 403 с. [Avdejchik S.V., Kostyukovich G.A., Kravchenko V.I. Nanokompozitsionnye mashinostroitel'nye materialy: opyt razrabotki i primeneniya. – Grodno: GrGU, 2006. – 403 s.]
- 4 Соколова М.Д. и др. Полимерная нанокomпозиция как модификатор бутадиен-нитрильных резин уплотнительного назначения // Нефтегазовое дело. – 2007. – С. 1-9. [Sokolova M.D. i dr. Polimernaya nanokompozitsiya kak modifikator butadien-nitril'nykh rezin uplotnitel'nogo naznacheniya // Neftegazovoe delo. – 2007. – S. 1-9.]
- 5 Вольфсон С.И. Динамически вулканизованные термоэластопласты: получение, переработка, свойства. – М.: Наука, 2004. – 173 с. [Vol'fson S.I. Dinamicheski vulkanizovannye termoelastoplasty: poluchenie, pererabotka, svoystva. – M.: Nauka, 2004. – 173 s.]
- 6 Гороховатский Ю.А. Электретный эффект и его применение // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – №8. – С. 92-98. [Gorohovatskij YU.A. Elektretnyj effekt i ego primeneniye // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. – 1997. – №8. – S. 92-98.]
- 7 Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж., Калменов М.У. Электретные свойства полимерных композитов на основе полиэтилена с добавками таурита и госсипола // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2016. – №4. – С. 511- 516. [Nadirov K.S., Sakybaev B.A., ZHantasov M.K., Nadirov R.K., Bimbetova G.ZH., Orynbasarov A.K., Ziyat A.ZH., Kalmenov M.U. Elektretnye svoystva polimernykh kompozitov na osnove polietilena s dobavkami taurita i gossipola // Vestnik ENU im. L.N. Gumileva. – 2016. – №4. – S. 511- 516.]
- 8 Надиров К.С., Отарбаев Н.Ш., Капустин В.М., Бимбетова Г.Ж. Получение и использование эфиров жирных кислот хлопкового мыла – реагента для подготовки нефти // Нефть и газ. – №4. – 2018. – С. 78-86. [Nadirov K.S., Otarbaev N.SH., Kapustin V.M., Bimbetova G.ZH. Poluchenie i ispol'zovanie efirov zhirnykh kislot hlopkovogo soapstoka – reagenta dlya podgotovki nefti // Neft' i gaz. – №4. – 2018. – S. 78-86.]
- 9 Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Аллавердиев К.Ч., Джусенов А.У. Свойства промышленных жидкостей, полученных на основе хлопковых мыл // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Экология и нефтегазовый комплекс», посвященной 85-летию академика НАН РК Диарова М.Д. – 2018. – С. 409-414. [Nadirov K.S., Bimbetova G.ZH., Allaverdiev K.CH., Dzhusenov A.U. Svoystva promyvochnykh zhidkostej, poluchennykh na osnove hlopkovykh soapstokov // Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Ekologiya i neftegazovyj kompleks», posvyashchennoj 85-letiyu akademika NAN RK Diarova M.D. – 2018. – S. 409-414.]
- 10 Сақыбаев Б.А. Получение антикоррозионных покрытий на основе полимеров и хлопковых гудронов для магистральных нефтепроводов. Диссертация PhD. Республика Казахстан Шымкент. – 2019. [Sakybaev B.A. Poluchenie antikorrozionnykh pokrytij na osnove polimerov i hlopkovykh gudronov dlya magistral'nykh nefteprovodov. Dissertatsiya RhD. Respublika Kazahstan SHymkent. – 2019]
- 11 Лучихина Т.А. Особенности электретного состояния в смесях неполярных полимеров. Автореф..... канд. техн. наук. – Казань. – 2008. [Luchihina T.A. Osobennosti

elektretnogo sostoyaniya v smesyah nepolyarnyh polimerov. Avtoref..... kand. tekhn. nauk. – Kazan'. – 2008.]

- 12 Галиханов М.Ф. Изучение диэлектрических параметров двухслойных полимерных пленок и короноэлектретов на их // Сборник тезисов XIII Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем». – Яльчик, 2006. – С. 61. [Galihanov M.F. Izuchenie dielektricheskikh parametrov dvuhslojnyh polimernyh plenok i koronoelektretov na ih // Sbornik tezisov XIII Vserossijskoj konferencii «Struktura i dinamika molekulyarnyh sistem». – YA'I'chik, 2006. – S. 61.]
- 13 Кулезнев В. Н., Гусев В. К. Основы технологии переработки пластмасс. – М.: Химия, 2004. – 602 с. [Kuleznev V. N., Gusev V. K. Osnovy tekhnologii pererabotki plastmass. – M.: Himiya, 2004. – 602 s.]
- 14 Сеслер Г. Электреты. – М.: Мир, 1983. – 488 с. [Sesler G. Elektrety. – M.: Mir, 1983. – 488 s.]
- 15 Ломакин С.М., Заиков Г.Е. Полимерные нанокompозиты пониженной горючести на основе слоистых силикатов // Высокомолекулярные соединения. – 2005. – Т. 47, №1. – С. 104-120. [Lomakin S.M., Zaikov G.E. Polimernye nanokompozity ponizhennoj goryuchesti na osnove sloistyh silikatov // Vysokomolekulyarnye soedineniya. – 2005. – T. 47, №1. – S. 104-120.]