

Alexey Klivenko – PhD, Head of the Scientific Center for Radioecological Research; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: alexeyklivenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8971-686X>.

Raigul Sadykova – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Biology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: sadykova.raigul@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4862-7489>.

Поступила в редакцию 03.11.2024
Поступила после доработки 02.12.2024
Принята к публикации 11.12.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4\(16\)-47](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4(16)-47)



FTAXP: 61.51.37

Н.Н. Несипбаева^{1*}, Е.А. Акказин¹, Е.К. Онгарбаев²

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық Университеті,
50010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Достық даңғылы, 13

²Жану проблемалары институты,
50012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Бөгенбай батыр көшесі, 172
*e-mail: nuripanesipbaeva54@gmail.com

АУЫР МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН АЛЫНҒАН ЖОЛ БИТУМДАРЫНЫҢ САПАСЫН АРТТЫРУ

Аңдатпа: Мұнай және мұнайды өңдеу өнімдері шикізат пен реагент ретінде өнеркәсіптің әртүрлі салаларында – энергетика, автокөлік майларын өндіру, химиялық бояу өнімдері, көмірді флотациялық байыту процестерінде және т. б. кеңінен қолданылады. Онымен қоса, мұнай битумдарын құрылыс материалдары мен автокөлік жолдарын жасауда, аэродромдарды жөндеуде пайдаланылады. Мұнай өнімдерінің, соның ішінде битум құрамы әртүрлі құрылымдар мен құрамдағы органикалық қосылыстардан тұрады, олардың ішінде парафинді-нафтен, алкилалмастырғыш, моно- және бициклді хош иісті көмірсутектер, қанықпаған және гетероатомды қосылыстардың шамалы мөлшері бар. Замануи жол құрылысына арналған материалдарды үнемдеу және олардың сапасын жақсарту қазіргі өндірістік технологияның басты мәселелерінің бірі болып отыр. Мұнай қалдықтарын қайта өңдеу, ауыр мұнай қалдықтарының қоршаған ортаға әсерін азайту мақсатында оларды қайталама минералдық шикізат ресурстары ретінде пайдалану қажет. Сонымен қатар автокөлік жолдарын төсеуге арналған сапалы жабындар сұрағы Қазақстанның түрлі өңірлерінде бұрыннан өзекті мәселе болып отыр. Мақалада озондаудың мұнай мен мұнай өнімдерінің химиялық құрамына әсерін бағалау ұсынылған. Осы мақсатта жүргізіліп жатқан еліміздегі және шетелдік зерттеушілердің ғылыми ізденіс жұмыстарына аналитикалық шолу жасалды.

Түйін сөздер: гудрон, битум, асфальтбетон, озондау, тотықтыру.

Кіріспе

Қазіргі уақытта мұнай битумдары елімізде, сондай-ақ шетелде көп тонналы мұнай өндірісіне жатады [1]. Битумдар құрылымы бойынша ерекше физика-химиялық қасиеттері бар өте жақсы байланыстырушы материал болып табылады. Нәтижесінде олар өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кең сұранысқа ие. Битумның негізгі тұтынушысы – жол құрылысы [2].

Тауарлық өнім ретінде битум өндірісі әлемдік мұнай өндеудің жалпы көлемінің шамамен 3-4% құрайды. 2024 жылға дейін әлемдік сарапшылар жол және құрылыс салаларында битум материалдарына сұраныс артады, бұл өндірістің айтарлықтай өсуіне әкеледі деп санайды.

Әлемнің көптеген елдері қолданатын жол жамылғысының сапасы туралы, сондай-ақ автомобиль жолдарының желілерін кеңейту туралы ойлана бастады. Сарапшылар тұтыну жалпы сұраныстың 80%-дан астамын қамтиды деп санайды. Бразилия, Қытай, Үндістан және

т.б. дамыған елдерде жаңа жол жабындарының құрылысы өте белсенді жүріп жатқандығы белгілі. Дамыған елдер қолданыстағы жол жабындыларын жөндеумен көбірек айналысады. Кейбір сарапшылар [1, 3] 2050 жылға қарай жолдардың жалпы ұзындығы шамамен 2 есе артады деп болжайды. Қазіргі кезде де ең ірі құрылыс жобалары Үндістан мен Қытайда жүзеге асырылуда. Трансафрика тас жолының құрылысына байланысты Шығыс және Орталық Африкада битум материалдарына сұраныс артып отыр.

Мұнай битумдарын өндірудің негізгі шикізаты мұнай өндірісінің қалдық өнімдері (гудрон, мазут, кремний қалдықтары, пиролиз смоласы және т.б.) болып табылады. Шикізат құрамындағы аздаған өзгерістердің өзі – топтық көмірсутектік құрамының өзгерісі (парафин, ароматты көмірсутектердің, асфальтендердің құрамы) алынатын битум материалдарының сапасына айтарлықтай әсер етеді.

Қазіргі уақытта өндірілетін битум материалдарының сапасы, сондай-ақ оларды өндіру көлемі қазіргі битум материалдары нарығының талаптарына толық сәйкес келмейді. Сондықтан МӨЗ (мұнай өңдеу зауыты) алдында заманауи битум материалдары өндірісін қайта құру мәселесі тұр. Бұл мәселені шешудің кешенді тәсілі битум материалдарын өндіруді заманауи деңгейге шығаруға мүмкіндік береді, оған мыналар кіреді:

- топтық көмірсутек құрамын өзгерту арқылы битум материалдарын өндіру үшін битум шикізатының сапасын әртүрлі қоспалармен біріктіру немесе активтендіру арқылы жақсарту;
- фазааралық тотығу бетін арттыру арқылы шикізаттың тотығу блогының тиімділігін арттыру;
- битуммен шикізатты біріктіру блогын құрастыру кәсіпорынға шығарылатын өнім ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді, сондай-ақ бұл шикізат құрамының өзгеруіне теріс әсерін, атап айтқанда оның битум сапасына әсерін болдырмауға мүмкіндік береді;
- битумдардың қасиеттерін өзгерту үшін полимерлермен біріктіру блогын жасау қажет, бұл сапалы жолдарды салу үшін полимерлі битумды байланыстырғыштар өндірісін ұйымдастыруға мүмкіндік береді;
- ескірген жабдықтарды ауыстыру немесе жетілдіру, тотығу процестерін (битумды шикізатпен біріктіру) автоматтандыру [4, 5].

Шикізаттың топтық химиялық құрамының битум сапасына әсері

Мұнай битумдарының қасиеттері негізінен оның топтық химиялық құрамына байланысты, ал бұл өз кезегінде мұнай шикізатының табиғаты мен битум өндіру технологиясына байланысты [6].

Физика-химиялық қасиеттері (жұмсару температурасы, созылу және басқа да көрсеткіштері) бірдей тауарлық битумдар әртүрлі эксплуатациялық қасиеттерге ие болуы мүмкін.

Мұнай битум өндіруге жарамдылығына байланысты оның құрамындағы қатты парафиндер, шайыр және асфальтендердің болу ара-қатынасына қарай үш топқа бөлінеді: ең жақсы мұнай, жарамды мұнай және жарамсыз мұнай [7].

Осы классификацияны пайдалана отырып жақсартылған жол битумдарын алуға қажетті шикізатты таңдауға болады.

Ароматты негіздегі жоғары шайырлы мұнайдың қалдықтары тотыққан битумдарды алу үшін ең жақсы шикізат болып табылады. Бұл ретте шайырлы күкіртті мұнайды айдаудың ауыр қалдықтарының құрамына кіретін күкірт жоғары сапалы битумдарды алуға мүмкіндік береді [7, 8].

Битумдардың химиялық құрамы басқа мұнай фракцияларына қарағанда әлдеқайда күрделі. Битумдардың элементтік құрамы келесідей болып келеді: С – 80-87%, Н₂ – 10-12%, О₂ – 5-10%, S – 1-5%, N₂ – 1%-ға дейін. Мұнай құрамындағы күкірттің мөлшері кең ауқымды өзгереді; өңдеу кезінде күкірттің негізгі мөлшері битумда шоғырланып, кейде 2-5%-ға дейін жетеді. Аз мөлшердегі күкірт, азот және оттегі битумның полимеріне үлкен әсерін тигізді [6].

Соңғы жылдары автомобиль жолдарындағы, автодром және көпірлердегі асфальтбетонды жабындардың қызмет ету мерзімі айтарлықтай қысқарды. Автомобильдердің көбеюінен туындаған қарқынды қозғалыс пен жүк салмағының артуы осы мәселеге себеп болып отыр, бұған ауа райының әсерін де қосу керек. Асфальтбетонды жабындардың қызмет ету мерзімін ұзартудың маңызды шешімі мұнай жол битумдарының сапасын арттыру мен олардың эксплуатациялау шарттарын ескере отырып дұрыс таңдау болып табылады.

Жол жабындарын дайындауда инновациялық технологияларды қолдану үлкен қарқын алуда. Осы мақсатта асфальтбетонды жабындардың негізі ретінде төменгі қабаттарға қозғалмайтын және жарылмайтын қасиеттерге ие арнайы инновациялық материалдарды (жастықша) пайдаланып, тек беткі қабаттарына ғана асфальтбетонды жабынды төсейді [9]. Әр елдің инновациялық технологияларды қолданудың өзіндік технологиясы мен әдістемесі бар. Еуропа континентінде жол сапасы бойынша алдыңғы орынды Германия алады: ондағы жастықшаның қалыңдығы 2 м дейін жетеді, жоғары қабатқа төселетін асфальтбетонды жабынға қолданатын битум негізіндегі біріктіргіштердің сапасы әрдайым жетілдіріліп отырады [10]. Қазақстанның солтүстік өңірлеріне ұқсас климаты бар Финляндия сапалы автомобиль жолдары бар елдердің үштігіне кіреді. Бұл ел жастықша сапасын арттырумен қатар, жолға төселетін топырақты қозғалысқа ұшырамайтындай тұрақтандырудан өткізеді [11].

Битумдардың сапасын жақсарту бағыттарының бірі олардың беріктік, деформациялық және адгезиялық сипаттамаларын арттыруға мүмкіндік беретін полимерлік материалдармен модификациялау болып табылады [12]. Модификациялау нәтижесінде алынған полимерлі битумды біріктіргіш полимер макромолекулаларының кеңістікті құрылымдық торының болуымен ерекшеленеді, бұл өз кезегінде біріктіргішке жоғары беріктік пен серпімділік береді [13,14]. Бұл асфальтбетон эксплуатациясы кезінде жоғары температуралар диапазонында деформацияға тұрақтылығын арттырады, әсіресе, шұғыл континенталды климатты жерлерде жол жабындарының қызмет ету мерзімін ұзартады.

Талқылау

Битум сапасын заманауи модификаторлармен (полимерлі қоспалар, наномодификаторлар және т.б.) жақсарту мақсатында жүргізілген көптеген зерттеу жұмыстары белгілі [15-16]. Жол төсемдерін салуда наноматериалдарды қолдануға көбірек көңіл бөлінуде, өйткені қазірдің өзінде наноматериалдармен өзгертілген асфальтбетондар қарқынды көлік қозғалысы және климаттың өзгеруі жағдайында жоғары өнімділікті қамтамасыз ете алатындығы анықталды.

Битум өндірісінде парафинді шикізатты өңдеу кезінде жоғары жабысқақ және пластикалық қасиеттерге ие тотыққан битумдарды алу қиын. Қалыпты құрылымдағы қаныққан көмірсутектер шикізаттарына реттелетін және жеткілікті жоғары тотығу температуралары химиялық тұрғыдан тотығу үрдісінде жеткілікті инертті қосылыстар, олар тотықтырмайды және тіпті басқа компоненттердің тотығуын тежейді. Шикізаттан өнімге өзгермеген күйде өтуіне байланысты негізгі битум қасиеттері нашарлайды, ол парафиндердің кристалдық құрылымымен түсіндіріледі, ол битумға серпімді-тұтқыр қасиеттерді бермейді. Дегенмен, парафиндер төмен температурада деструктивті тотығуға ұшырайды. Нәтижесінде оксоқосылыстар қарқынды түрде түзіледі, олар температураның жоғарылауымен үдерісте шайырлы-асфальтенді заттардың құрамын арттырады, ол битум сапасының негізгі көрсеткіштеріне оң әсер етеді (қаттылық, пластикалық, созылғыштық). Алайда, битум құрамында парафин-нафтендік қосылыстар 10-12% болуы оның пластикалығын қамтамасыз ету үшін жеткілікті.

Мұнай қалдықтарының тотығу процесін жүргізу кезінде көптеген реакциялар жүреді, мұнда температура коэффициенттері мен жылдамдық константаларының тотығулары әртүрлі. Процестің температурасы әртүрлі жылдамдатылуы мүмкін бірнеше процестер, сондықтан битум әртүрлі құрамы мен қасиеттерімен алынуы мүмкін. [16] тотығу процесінің температурасы 270°C жоғарылағанда атмосфералық оттегінің пайдалану дәрежесі төмендейтіні және крекинг реакциясының жылдамдығы да артады, 300°C жоғары температурада карбендер мен карбоидтардың қарқынды түзілуі жүреді, олар сынғыштық температурасын және жұмсарту температурасын жоғарылатады, иненің ену тереңдігін, битумның созылу және серпімділік диапазонын төмендетеді.

Сондықтан жоғары парафинді шикізат үшін процесті екі сатылы тотығу әдісіне сәйкес жүргізген жөн, әр кезең үшін оңтайлы температураны таңдап алу қажет. Бірінші кезеңде шикізаттың тотығу температурасын таңдауға негізделеді, қатты парафиндердің және парафиндік-нафтенді көмірсутектердің жоғары құрамымен сипатталатын шикізаттың құрамы. Парафиндердің тотығуы үшін оңтайлы температура 90°C-110°C деп есептеледі, парафинді-нафтенді қосылыстар үшін 120°C-140°C. Тотығу температурасы жоғарылағанда шикізаттың дегидрленуі есебінен оттегінің шығыны артады, ал оттегінің негізгі үлесі су түзілуіне кетеді,

күрделі эфир топтарындағы, тотыққан битумдағы әлсіз қышқылдар мен фенолдардағы оттегі мөлшері азаяды, ал битумдағы полициклді ароматты қосылыстардың сыну көрсеткіші жоғарылайды. Тотығу температурасы 250°C жоғарылағанда битумның жұмсару температурасы мен сынғыштығының мәндері жоғарылайды, бірақ сонымен бірге тотыққан битумдардың иненің ену тереңдігінің, ыстыққа төзімділігінің, созылғыштығының және пластикалық диапазонының мәндері төмендейді.

Осылайша, тотығу процесінің температурасын 210°C-250°C диапазонында өзгерту иненің ену тереңдігін арттырады, ал оны 250°C-тан жоғарылату оларды азайтады. Сондықтан шайырдың тотығу процесінің температурасын таңдау арқылы, нәтижесінде алынған битумның сапа көрсеткіштерін оңтайлы мәндерге келтіруге болады. Гудронның битумға тотығуы өндірістік тотығу колоннасының жұмысын имитациялайтын және реакциялық қоспаның толық араласуын қамтамасыз ететін белгіленген технологиялық параметрлерде (температура, ауа ағыны) зертханалық сериялық қондырғыда жүргізілген. Орнату шикізатты берілген температураға дейін қыздырғаннан кейін басталады, бұл ретте тотығудың басталуы ауа берілген сәттен және ауа беруді өшірген кезде процестің аяқталуы тіркеледі [16].

Битумдардың қасиеттерін гудрондардың тотығуы арқылы зерттеу

Битумдарды келесі үш жолмен алуға болады [17]:

1) мұнай қалдықтарын вакууммен айдау арқылы су буының немесе инертті газдың болуы;

2) әртүрлі мұнай қалдықтарының оттегімен тотығу процесі арқылы ауа температурасы 180°C-ден 300°C-қа дейін;

3) көптеген елдерде тотыққан мұнай қалдықтарын қалдық битумдармен, сондай-ақ дистилляттармен және т.б. алудың негізгі технологиялық процесі тауарлық битумдар-ауаның оттегімен тотығуы.

Жүргізілген қарқынды зерттеулердің бірнеше жылдарында битумның тотығу химиясы мен кинетикасының бірыңғай теориясы жасалмады, оны келесідей жағдайлар арқылы түсіндіруге болады:

- шикізаттың химиялық құрамының әртүрлілігі және өзгергіштігі;
- жекелеген зауыттарда процесті жүргізу жағдайларының алуан түрлілігі (температураның айырмашылығы, ауа шығыны және оның дисперсия дәрежесі, қысым, реакция аймағында битумның болу ұзақтығы;
- битум массасы ауаның таралу принципі бойынша да, көлемі бойынша да тотығу аппаратурасының кең ассортименти.

Осы себепті жеке зерттеушілердің тұжырымдарындағы көптеген қайшылықтар [6, 17 және т.б.] әсіресе процестің оңтайлы технологиялық режимі бойынша [6] жасалынған. Қарама-қайшылықтардың пайда болуы көбінесе жекелеген зерттеушілердің белгілі бір шикізатқа жасалған қорытындыларды таратуға деген ұмтылысына және белгілі бір шарттарға [6] негізделген болып тұр. Бастапқы шикізатта асфальт-шайырлы заттар аз болған кезде, битумдарды өндіру үшін ауамен тотықтыру қолданылады. Әртүрлі температурада тотығу кезінде шикізаттың топтық химиялық құрамында өзгеріс болады. Жол, құрылыс және арнайы битумдарды өндіру үшін мұнай қалдықтарының тотығу процесі ерекше маңызды практикалық мәнге ие, өйткені қазіргі уақытта битумдарды алу үшін бұл процесті пайдаланады.

Каталитикалық емес тотығу процесінің параметрлері, мұнай қалдықтары: температура 230°C-300°C, ауа шығыны 1 т битумға 0,84-1,4 м³/мин, ұзақтығы – 12 сағатқа дейін. Ауа тотығу бағанына 67кПа қысыммен беріледі. Шикізатқа және шикізаттағы жеңіл компоненттердің құрамына, сондай-ақ тотығу тереңдігіне байланысты айдау және ысырап ету саны массаның 0,5-1,0% дейін болады. Тотығу процесінде жүйеден шығарылатын су мен көмірқышқыл газы булары түзіледі. Маңызды параметр таңдап алынған температура, тотығудың мөлшері мен сапасына әсер ететін тотығатын битум, үдерістің температурасын таңдау кезінде экзотермияны ескеру қажет үдеріс [17]. Тотығу әдісімен ауыр мұнай қалдықтарынан битумдарды алу гетерогенді үдеріс болып табылады, мұнда газ фазасы – ауа, ауа мен оттегі немесе озон, ал сұйық – мұнай қалдығы. Тотығу процесінде реакциялардың төрт түрі жүреді:

- су түзілуі үшін молекулалық салмақтың шамалы өзгеруі;
- дистиллят, көмірқышқыл газы және су түзілуі үшін молекулалық массаның азаюы;
- көмірқышқыл газын, суды және асфальтендерді түзу үшін молекулалық массаның ұлғаюы;

– концентрация (дистиллят пен су айдынының түзілуі асфальтенді шоғырландыру). Су буы ауадағы оттегінің шикізатта кездесетін сутегімен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады.

Сутектің жоғалуы асфальтендердің пайда болуымен, хош иісті жоғары молекулалық өнімдер, тығыздалу процестерімен бірге жүреді. Тотығу кезінде битумның консистенциясы өзгереді. Негізінен судың түзілуіне ауа-оттегі жұмсалады, көмірқышқылының түзілуіне жалпы массаның 10-20% және аз ғана бөлігі – құрамында оттегі бар органикалық заттардың түзілуіне жұмсалады [17].

Ауыр мұнай қалдықтарының тотығу процесі екі кезеңде жүреді. Бірінші кезеңде ауаның оттегімен әрекеттесу кезінде дегидрлену реакциялары басым болады. Екінші кезеңде алынған дегидрленген тығыздау молекулалардың реакциялары басым болып, жоғары молекулалық қосылыстарды түзеді.

Тотығу үдерісінің технологиялық шарттары құрамға және дайын битумның пайдалану қасиеттеріне негізделеді. Гудронның тотығу процесіне әсер ететін негізгі факторларға мыналар жатады:

- шикізаттың (мұнайдың) табиғаты;
- гудронның бастапқы жұмсару температурасы;
- гудронның топтық көмірсутекті құрамы;
- тотығу процесінің температурасы;
- реакция аймағындағы қысым;
- тотығу бағанындағы сұйық фазаның деңгейі;
- ауа ағыны және сәйкесінше тотығу процесінің ұзақтығы;
- сығылған ауаны жылыту және т.б.

Ауыр мұнай қалдықтарының тотығу процесін жеделдету және тотықтырғыштарды, катализаторларды және инициаторларды пайдалана отырып, тотыққан битумға белгілі бір қасиеттерді беру үшін әртүрлі әрекеттер жасауға болады. [18-21]. Тотығу-тотықсыздану реакцияларындағы өршіткі ретінде хлоридтерді (тұз қышқылының тұздарын) және ауыспалы валентті металдарды (темір, мыс, қалайы, титан және т.б.) пайдалану ұсынылады. Алкилдену, сусыздандыру, крекинг (протон тасымалдаушы) өршіткісі ретінде алюминий, темір, қалайы хлоридтері, фосфор (V) оксиді және т.б., тотығу инициаторлары ретінде пероксидтер және т.б.

Кейбір өршіткілер ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CuO , MoO_3 , P_2S_5 , CuCl_2) тотығу ұзақтығын едәуір қысқартады, ал басқалары (P_2O_5 , P_4S_3 , P_4S_7 және т.б.) битум қасиеттеріне әсер етеді [22, 23]. Темір (III) хлоридінің қатысуымен тотыққанда судың шығымы артады және ұшқыш заттардың шығымы төмендейді, мақсатты өнімнің шығымы 3-5% көбейеді. Темір хлоридінің 1% астам қосылуы экономикалық тұрғыдан мүмкін емес; Сонымен қатар, суда еритін қосылыстардың мөлшері айтарлықтай артады (қалыптыдан жоғары). Темір хлоридінің каталитикалық әсерін зерттеу нәтижелері келесіні көрсетті [19, 24]:

– темір хлориді шайырдың мұнай компоненттерінің жалпы өзгеруін тежейді және шайырлардың өзгеруін тездетеді;

– тотығудың кез келген тереңдігінде кез келген мұнай топтарының аймағында термиялық тотықтырғыш крекинг, нығыздалу және конденсация реакциялары шайырлы топтардың кез келген аймағында баяулайды және күшейеді;

– тотығудың кез келген тереңдігінде темір хлориді барлық кейінгі топтардың молекулаларының көшуіне әкеледі, яғни, аз нығыздалған тотығу өнімдерінің қарқынды түзілуіне;

– шикізаттың ең реакцияға қабілетті компоненті және каталитикалық тотығу тереңдігінің өзгеруіне ең сезімталы «бензол» шайырлары; «спирт-бензол» шайырлары жеткілікті реакцияға қабілетті болғандықтан, темір хлоридінің әсеріне азырақ сезімтал;

– темір хлориді болған кезде қысқа алкил алмастырғыштары бар шикізаттың хош иісті компоненттерінің тотығу өнімдері және сақиналардың саны азырақ түзіледі.

Темір (III) хлоридінің қатысуымен тотыққан битумның ыстыққа және аязға төзімділігі жоғары және пластикалық диапазоны кең болады.

Темір (III) хлоридін қосу арқылы тотығу нәтижесінде алынған битум, әсіресе ұзақ уақыт бойы (жұмсару температурасы 70-90°C дейін) тұрақты өнімдер болып табылады, өйткені осы уақытқа дейін белсенді темір қосылыстарының негізгі бөлігі тұрақты және химиялық инертті кешенге айналады. Сонымен қатар, мұндай битумдарда көп мөлшерде май

құрамдас бөлігінің болуына байланысты олар кәдімгі тотығу битумдарымен салыстырғанда иненің енуі жоғары және сынғыштық температурасы төмен болады.

Битумды тотықтыру өршіткісі ретінде өнеркәсіптік қолдануды тапқан заттардың тағы бір тобы фосфор (V) оксиді, фосфор қышқылы және оның тұздары, сондай-ақ күкірт пен галогені бар фосфор қосылыстары болып табылады. Бұл қоспалар ауа-райына төзімділігі жоғары және морттылық температурасы төмен битумдарды алуға мүмкіндік береді [25].

Қазіргі уақытта зерттеушілер мұнай қалдықтарын тотықтыру арқылы жол битумдарын алу процестеріне көп көңіл бөліп отыр. Осы орайда ауыр мұнай қалдықтарын тотықтыру технологиясын жетілдірудің перспективалы жолы озондау болып табылады. Озондау процесін тек шикі ауыр мұнайға ғана емес, сондай-ақ мұнай өңдеудің қалдық өнімдеріне де (мазут, гудрон, вакуумдық мұнай қалдықтары) қолдануға болады.

Алдын ала озондау кезінде пайда болатын көп ядролы битум хош иісті қосылыстарының сақинасының ашылуы, содан кейін крекинг нәтижесінде молекулалық массасы төмен және сұйықтығы жақсарған өнімдер пайда болады деп болжанған [23, 24]. Жұмыста [25] мұнайдан бөлінген асфальттарды озонмен алдын-ала өңдеу олардың жоғары конверсиясына ықпал ететіндігі көрсетілген. Озондаудан кейін хош иісті қосылыстардың және олардың орташа молекулалық салмағының төмендеуі радиациямен [26] немесе ауыр мұнайдың термиялық крекингімен [27, 28] бірге анықталды. Озон шикізаттың гетероорганикалық қосылыстарымен белсенді әрекеттесетіні белгілі, бұл жұмыста көрінеді [29, 30]. Озонмен алдын-ала өңдеу шикізаттан күкіртті кетіруге көмектесетіні көрсетілген. Өртүрлі жағдайларда озонмен алдын ала өңделген табиғи битумдардың крекингі зерттелді. Табиғи битумдарды алдын-ала өңдеу шикізаттың жоғары молекулалық компоненттерін жою процесін күшейтуге мүмкіндік берді, олардың құрамы 8-15%-на азайды. Алынған сұйық крекинг өнімдерінде мас 70-тен 80%-ға дейінгі майлар басым. Шикізаттың жоғары молекулалық компоненттерін термиялық түрлендірудің формальды моделі негізінде битумдардың термолиз реакцияларының жылдамдық константалары (k) есептеліп, битумдардың озон-оттегі қоспасын алдын-ала өңдеудің крекинг реакцияларына әсері анықталды.

Келесі бір жұмысты [29] орындау барысында мұнай өнімдерін озондау кезінде компоненттердің құрылымдық фрагменттерін түрлендірудің негізгі ерекшеліктері мен заңдылықтары анықталған, олар келесідей:

- мұнай өнімдерін озонolitikалық өңдеу шикі жеңіл мұнайлар мен орташа температуралы мұнай фракциялары үшін тиімдірек;
- озонмен реакцияларға полициклді арендер, қанықпаған қосылыстар, циклоалкил көмірсутегі қаңқасы бар жаңа қосылыстар мен моноциклді арендер түзетін хош иісті құрылымдардың алкил алмастырғыштары бар қосылыстар жақсы түсетіні анықталған;
- мұнай өнімдерін озондау олардың құрамында өртүрлі функционалды оттекті қосылыстардың пайда болуына ықпал етеді: көмірді флотациялық байыту технологиясы үшін гетерополярлы реагенттерді алу үшін пайдалы болуы мүмкін альдегидтер, қышқылдар, сызықтық және циклдік эфирлер.

Табиғи битумды озонды оттекті қоспамен барботажды типті реакторда әрекеттесуінің параметрлері зерттелген [30]. Зерттеу жұмысының авторлары Мұнайлы Мола кен орнының битумын озондау процесінің оптималды жағдайларын анықтап, алынған өнімнің талдауы жасалған. Зерттеу нәтижелері битумды озонмен өңдеп, соңынан крекингтеу кокс түзілу процесін айтарлықтай төмендететінін және 97%-дан жоғары крекингтің сұйық өнімдерін алуға болатынын көрсеткен. Табиғи битумды озондау арқылы шайырлы асфальтенді заттарды мөлшерін көтеру арқылы жол битумдарын алу мүмкіндігі көрсетілген.

Өртүрлі жағдайда алдын ала озонмен өңделген табиғи битумдарды крекингілеу процесі зерттелген [31]. Табиғи битумдарды алдын ала өңдеу шикізаттың ішіндегі жоғарымолекулалық компоненттердің деструкциясы процесінің тиімділігін арттырды және олардың бұл процестен кейінгі үлесі 8-15% дейін азайған.

Алдын ала озондау кезінде орын алатын битум құрамындағы көп ядролы ароматты қосылыстарының сақиналарының ашылуы одан кейінгі крекинг процесі кезінде молекулалық салмағы төмен және жақсартылған өнімдерді алуға болатынын болжауға болады [32, 33]. Келесі жұмыста [34] мұнайдан бөлініп алынған асфальтендерді алдын ала озонмен өңдеу олардың жоғары конверсиясына ықпал ететіні көрсетілген. Сондай-ақ, радиациямен [35] немесе ауыр мұнайдың термиялық крекингімен біріктірілген озондау [36, 37] процесінен кейін ароматты көмірсутектер мен олардың молекулалық массасының төмендейтіні анықталған.

Озон өз кезегінде гетероциклді қосылыстармен белсенді әрекеттесетіні белгілі, озонмен алдын-ала өңдеу көрсетілген шикізаттан күкіртті бөліп алуды жеңілдететіні көрсетілген [38]. Алайда, крекинг реакцияларының бағытын өзгерту озонмен алдын-ала өңделген ауыр мұнай нысандары жеткіліксіз зерттелген. [39] жұмыста озонды алдын ала өңдеу кезінде табиғи битумдардың оттегі қоспасы, содан кейін крекинг процесінде жүретін реакциялар, сондай-ақ олардың жылдамдығы зерттелген. Зерттеу барысында озонмен алдын ала өңдеу термокрекингпен салыстырғанда 360°C дейін қайнайтын фракциялардың қосымша мөлшерін қалыптастыру үшін бастапқы битумдардың шайырлы компоненттерінің ыдырау тереңдігін арттыруға ықпал ететіні анықталды. Озонмен алдын-ала өңдеу, содан кейін битум крекингі көрсетілген шайырлардың және асфальтендердің ароматты ядроларының жойылуын тездететіні көрсетілген.

Жол құрылысына пайдаланылатын битумның өзіндік құнын төмендету үшін арзан шикізат пен битум өндірісіне қатысуға болатын мұнай қалдықтарының қажеттілігі туындайды. Сонымен қатар, мұнай қалдықтарын тотыққан битумдарды өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану практикалық маңыздылығымен және қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан маңызды болып табылады. Битум алу үшін пайдаланылған мұнай шламдарының принциптік мүмкіндіктерін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Мұнай шламдарының 3 сынамасы алынды. Барлық сынамалардың құрамында силикогельді шайырлардың (21,4-26,6%), күкірт (1,88-2,44%), асфальтендер (6,3-8,5%) және парафиндер (10,3-15,8%), сонымен қатар барлық үлгілердегі парафиндер балқығыштығы жоғары (балқу температурасы 58,1-59,5°C). Жол битумдарын өндіруде шикізаттар құрамында күкірт, асфальтендер, шайырлардың едәуір мөлшерінің болуы мұнай шламдарының сұранысын арттырады [40].

Ароматты көмірсутектердің тотығу концентрациясының 34,1%-дан 20,4%-ға дейін төмендеуі жылдамдық константасының $2,13 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$ болуымен сипатталады. Сол себепті, ароматты көмірсутектер тотығу жылдамдығына әжептәуір әсер етеді. Парафин-нафтенді қосылыстар өте қиын тотығады. Тотығу үдерісінің негізгі соңғы өнімі бензол-спиртті шайырлар, асфальтендер, сонымен қатар жоғары көміртекті өнімдер – карбендер және карбоидтер [40].

Озон – белсенді химиялық реагент, іс жүзінде кез-келген органикалық қосылыстармен әрекеттесуге бейім, бірақ қазіргі уақытқа дейін заманауи көптонналы химияда лайықты орны болмаған. Жаңа зерттеулер мұнай шикізаттарын қайта өңдеу және озонлиз өнімдері тотығу үдерістеріндегі көптеген мүмкіндіктерді пайдалануды көрсетті. Негізгі себеп, бастапқы заттар және олардың өнімге айналуы аз зерттелгендігі және күрделілігі, каустобиолиттерді (мұнай, табиғи битум, көмір және т.б.) қайта өңдеу және зерттеу үдерісін озонлизді кеңінен қолдануды тежеу. Гетероорганикалық қосылыстардың (сульфидтермен қаныққан пиррол, фуран және тиофеннің арен туындылары, полициклді ароматты көмірсутектері [41] озонмен өте тез жүретін электрофильді реакциясы нәтижесінде қасиеттері бойынша едәуір айырмашылығы болатын реагенттерден оттекті органикалық өнімдер түзіледі. Сөйтіп, полифункционалды карбон қышқылдары және оның тұздары, мұнай шайырлы, асфальтендер немесе олардың табиғи ерітінділерінің (яғни шикі мұнайдың өзі) бастапқы озондау өнімдерінің термо- немесе гидролитикалық бұзылуынан пайда болған жоғары фазалық белсенділікке ие [41].

Жоғарыдағы әдеби мәліметтерге сүйенсек, битум өндірісінде тотықтырғыш ретінде озонды пайдалану арқылы асфальтбетонды жабындарға арналған жоғары сапалы битумды дайындауға болады. Осылайша, біз ауыр мұнай қалдықтарынан алынған жол битумдарының сапасын озондау процесін қолдану арқылы арттырып, осы процестің оптималды жүруіне әсер ететін параметрлерді зерттеу жұмысын ұсынудамыз.

Қорытынды

Қазақстан Республикасының көмірсутекті шикізаты негізінде ауыр мұнай қалдықтарынан битум өндірісінде катализаторлар мен модификаторларды қолдану осы материалдарға өздерінің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін отандық зауыттар үшін де қолайлы болуы керек. Мұнайдың қалдықтарын битум алуға қолдану қалдықтарды тиімді залалсыздандыруға мүмкіндік береді. Әдебиеттер мен әртүрлі деректерден байқағанымыздай модификаторлар мен катализаторлар гудрондардың тотығу процесін жылдамдатуға және жоғары сапалы битумдарды алуға мүмкіндік береді.

Бұл мақала ауыр мұнай қалдықтарын озондаудың түрлі әдістеріне әдеби шолуды қамтиды. Алдын ала озонмен өңдеу келесі крекингілеу процесіне, сондай ақ, битумның физика

химиялық қасиеттеріне қаншалықты әсер ететіні көрсетілген. Осы процесті қолдану арқылы Қазақстан мұнай өндірісіндегі ауыр мұнай қалдықтарын озондау арқылы сапалы жол битумдарын алу жұмысын ұсынып отырмыз.

Әдебиеттер тізімі

1. ОМТ – Консалт – Рынок нефтяных битумов: состояние и тенденции [Электронный ресурс] URL: http://www.omtconsult.ru/analitika_i_kommentarii/rynok_neftyanyh_bitumov_sostoyaniye_tendencii/ (дата обращения 10.04.2020).
2. Анализ: Рынок нефтяных дорожных битумов. Текущая ситуация и прогноз 2019-2023 [Электронный ресурс] URL: <https://altogroup.ru/otchet/marketing/789-rynok-neftyanyh-dorozhnyh-bitumov-tekushhayasituaciya-i-prognoz-2017-2021-gg.html> (дата обращения 10.04.2020).
3. Cardone F. Influence of mineral fillers on the rheological response of polymermodified bitumens and mastics / F. Cardone, F. Frigio, G. Ferrotti и др. // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). – 2015. – Vol. 2, № 6. – P. 373-381.
4. В 2019 г. в России растет производство и потребление битумов [Электронный ресурс] URL: <http://www.himagregat-info.ru/news/strategii-igosregulirovanie/v-2018-g-v-rossii-rastet-i-proizvodstvo-i-potreblenie-bitumov/>. (дата обращения 10.04.2020).
5. Хойберг А. Дж. Битумные материалы / А. Дж. Хойберг. – М.: Химия, 2009. – 241 с.
6. Розенталь Д.А. Нефтяные окисленные битумы / Д.А. Розенталь. – Ленинград: ЛОТКЗ ТИ, 1981. – 84 с.
7. Грудников И.Б. Теория и практика битумного дела / И.Б. Грудников // Нефтегазовое дело, 2013. – 420 с.
8. Katarzyna B. Effect of origin and technology on the chemical composition and colloidal stability of bitumens / B. Katarzyna, I. Gawel // Fuel Processing Technology. – № 85. – 2004. – P. 1453-1462.
9. Amirbayev Y. Characterization of asphalt bitumens and asphalt concretes modified with carbon powder / Y. Amirbayev, A. Yelshibayev, A. Nugmanova // Case Studies in Construction Materials. – 2022. – Vol. 17. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01554>.
10. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимералсфальтобетон: метод. Пособие для слушателей ГОУ ДПО ГАСИС / сост.: Л.М. Гохман. – М., Изд-во ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 94 с.
11. Cha Z. Ozonation of Canadian Athabasca asphaltene. Ph.D. thesis, University of Utah, Salt Lake City, UT. – 2009.
12. Vasilievici G. The influence of catalysts addition on blown bitumens characteristics / G. Vasilievici et al // Rev. Chim (Bucharest). 2011. – V. 62. – № 6. – P. 672-675.
13. Гун Р.Б. Нефтяные битумы / Р.Б. Гун. – М.: Химия, 1989. – 148 с.
14. Грудников И.Б. (1983) Производство нефтяных битумов. – М: Химия. – 192 с.
15. Гатауллина Р.Т. Сравнительные характеристики инновационных покрытий в России и зарубежных странах / Р.Т. Гатауллина, Е.С. Рахматуллина // Инновационная наука. 2017. – № 02-1. – С. 179-182.
16. Hendessi S. Ozonation of Oilsands Bitumen / S. Hendessi, A. de Klerk // Energy Fuels. – 2016. – Vol. 30. – P. 8941-8951.
17. Зимелис Е.В. Проблемы внедрения инноваций в дорожной отрасли / Е.В. Зимелис // Управление инновациями: теория, методология, практика. – Новосибирск: ЦРНС, 2012. – 148 с.
18. Preparation of Polymer Bitumen Binder in the Presence of a Stabilizer / Y. Imanbayev et al // Processes. – 2021. – № 9(1). – P. 182.
19. Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, Е.В. Михайлов. – М., Транспорт, 264 с.
20. Кашьянов В.Ф. Озонолиз нефтяного сырья / В.Ф. Кашьянов, А.К. Лебедев, П.П. Сивиряков. – Томск: МГП «Раско», 1997. – 271 с.
21. Quddus M.A. Catalytic oxidation of asphalt / M.A. Quddus // Thesis submitted for the fulfillment of the degree of PhD. – Karachi, 1992. – 244 p.
22. Transformations of the components of heavy petroleum feedstock by ozone. Chem / N.M. Likhterova et al // Technol. Fuels Oils. – 2004. – Vol. 40. – P. 248-255.
23. Chemical activation of diesel fractions with ozone for the hydrotreatment process / N.M. Likhterova et al // Petroleum chemistry. – 2005. – Vol. 45(1). – P. 1-10.

24. Озонирование природного битума месторождения Мунайлы Мола / Е.К. Онгарбаев и др. // Горение и плазмохимия. – 2015. – том 13, № 4. – С. 294-302.
25. Thermocatalytic cracking of the natural bitumens of Kazakhstan / Y.K. Ongarbayev et al // Solid Fuel Chemistry. – 2016. – Vol. 50(2). – P. 81-87.
26. Петрова Т.М. Проблемы и перспективы строительства бетонных автодорожных покрытий и Российской Федерации / Т.М. Петрова, Ю.А. Сорвачева // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – М.: Библиогр. – С. 155.
27. Patent 0292297 US. Hong P.K.A., Cha Z. Ozonation conversion of heavy hydrocarbons for resource recovery. Publ. Date. 7.11. 2013.
28. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение / И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2004. – 701 с.
29. Розенталь Д.А. Методы определения и расчета структурных параметров фракций тяжелых нефтяных остатков / Д.А. Розенталь. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1981. – 84 с.
30. Read J. The Shell Bitumen Handbook / J. Read. – Fifth Edition. Shell Bitumen, 2003. – 460 p.
31. Application of polyphosphoric for HMA modification. US and European experience / O. Shulga et al // 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress. – Istanbul, 2012. – P. 140.
32. Свириденко Н.Н. Влияние предварительной обработки озоном природных битумов на скорость протекающих реакций крекинга / Н.Н. Свириденко, А.К. Головкин // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. – 2020. – № 13(1). – С. 78-88.
33. Свириденко Н.Н. Иницированный крекинг природного битума для увеличения выхода дистиллятных фракций / Н.Н. Свириденко, Е.Б. Кривцов, А.К. Головкин // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323(3). – С. 37.
34. Выбор сырья для получения битумных материалов на основе местных ресурсов / Г. Сагитова и др. // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2023. – № (4). – С. 19-30. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.189>.
35. Шеховцова С.Ю. Эффективный асфальтобетон на основе наномодифицированного полимерно-битумного вяжущего: дис...канд. тех. наук: 05.23.05 / Шеховцова Светлана Юрьевна; Моск. гос. строит. ун-т. – Белгород, 2016. – 192 с.
36. Ядыкина В.В. Перспективы применения нанотрубок для повышения качества битума и асфальтобетона / В.В. Ядыкина // Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения): Междунар. Научно-практич. Конф.: сб. докл. / Белгородский гос. технологич. ун-т. – Белгород. – 2012. – Ч.4. – С. 306-309.
37. Zaykin Y.A. Stimulation of radiation-thermal cracking of oil products by reactive ozone-containing mixtures / Y.A. Zaykin, R.F. Zaykina // Radiation Physics and Chemistry. – 2004. – Vol. 71. – P. 475-478.
38. Влияние группового углеводородного состава гудронов на физико-химические свойства битумов / С.В. Котов и др. // Нефтехимия. – 2009. – № 3, том 49. – С. 243-246.
39. Производство окисленных битумов / А.Ф. Кемалов и др. – Изд-во Казанского технологического университета, 2009. – 117 с.

References

1. OMT – Konsalt – Rynok neftyanykh bitumov: sostoyanie i tendentsii [Elektronnyi resurs] URL: http://www.omtconsult.ru/analitika_i_kommentarii/rynok_neftyanyh_bitumov_sostoyani_ei_tendencii/ (data obrashcheniya 10.04.2020). (In Russian).
2. Analiz: Rynok neftyanykh dorozhnykh bitumov. Tekushchaya situatsiya i prognoz 2019-2023 [Elektronnyi resurs] URL: <https://altogroup.ru/otchet/marketing/789-rynok-neftyanyx-dorozhnyx-bitumov-tekushchayasituaciya-i-prognoz-2017-2021-gg.html> (data obrashcheniya 10.04.2020). (In Russian).
3. Cardone F. Influence of mineral fillers on the rheological response of polymermodified bitumens and mastics / F. Cardone, F. Frigio, G. Ferrotti i dr. // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). – 2015. – Vol. 2, № 6. – P. 373-381. (In English).
4. V 2019 g. v Rossii rastet proizvodstvo i potreblenie bitumov [Elektronnyi resurs] URL: <http://www.himagregat-info.ru/news/strategii-igosregulirovanie/v-2018-g-v-rossii-rastet-i-proizvodstvo-i-potreblenie-bitumov/>. (data obrashcheniya 10.04.2020). (In Russian).
5. Khoiberg A. Dzh. Bitumnye materialy / A. Dzh. Khoiberg. – М.: Khimiya, 2009. – 241 s. (In Russian).

6. Rozental' D.A. Neftyanye okislennye bitumy / D.A. Rozental'. – Leningrad: LOTKZ TI, 1981. – 84 s. (In Russian).
7. Grudnikov I.B. Teoriya i praktika bitumnogo dela / I.B. Grudnikov // Neftegazovoe delo, 2013. – 420 s. (In Russian).
8. Katarzyna B. Effect of origin and technology on the chemical composition and colloidal stability of bitumens / B. Katarzyna, I. Gawel // Fuel Processing Technology. – № 85. – 2004. – P. 1453-1462. (In English).
9. Amirbayev Y. Characterization of asphalt bitumens and asphalt concretes modified with carbon powder / Y. Amirbayev, A. Yelshibayev, A. Nugmanova // Case Studies in Construction Materials. – 2022. – Vol. 17. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01554>. (In English).
10. Bitumy, polimerno-bitumnye vyazhushchie, asfal'tobeton, polimeralsfal'tobeton: metod. Posobie dlya slushatelei GOU DPO GASIS / sost.: L.M. Gokhman. – M., Izd-vo GOU DPO GASIS, 2008. – 94 s. (In Russian).
11. Cha Z. Ozonation of Canadian Athabasca asphaltene. Ph.D. thesis, University of Utah, Salt Lake City, UT. – 2009. (In English).
12. Vasilievici G. The influence of catalysts addition on blown bitumens characteristics / G. Vasilievici et al // Rev. Chim (Bucharest). 2011. – V. 62. – № 6. – P. 672-675. (In English).
13. Gun R.B. Neftyanye bitumy / R.B. Gun. – M.: Khimiya, 1989. – 148 s. (In Russian).
14. Grudnikov I.B. (1983) Proizvodstvo neftyanykh bitumov. – M: Khimiya. – 192 s. (In Russian).
15. Gataullina R.T. Sravnitel'nye kharakteristiki innovatsionnykh pokrytii v Rossii i zarubezhnykh stranakh / R.T. Gataullina, E.S. Rakhmatullina // Innovatsionnaya nauka. – 2017. – № 02-1. – S. 179-182. (In Russian).
16. Hendessi S. Ozonation of Oilsands Bitumen / S. Hendessi, A. de Klerk // Energy Fuels. – 2016. – Vol. 30. – P. 8941-8951. (In English).
17. Zimelis E.V. Problemy vnedreniya innovatsii v dorozhnoi otrasli / E.V. Zimelis // Upravlenie innovatsiyami: teoriya, metodologiya, praktika. – Novosibirsk: TSRNS, 2012. – 148 s. (In Russian).
18. Preparation of Polymer Bitumen Binder in the Presence of a Stabilizer / Y. Imanbayev et al // Processes. – 2021. – № 9(1). – P. 182. (In English).
19. Kolbanovskaya A.S. Dorozhnye bitumy / A.S. Kolbanovskaya, E.V. Mikhailov. – M., Transport, – 264 s. (In Russian).
20. Kash'yanov V.F. Ozonoliz neftyanogo syr'ya / V.F. Kash'yanov, A.K. Lebedev, P.P. Civilov. – Tomsk: MGP «Rasko», 1997. – 271 s. (In Russian).
21. Quddus M.A. Catalytic oxidation of asphalt / M.A. Quddus // Thesis submitted for the fulfillment of the degree of PhD. – Karachi, 1992. – 244 p. (In English).
22. Transformations of the components of heavy petroleum feedstock by ozone. Chem / N.M. Likhterova et al // Technol. Fuels Oils. – 2004. – Vol. 40. – P. 248-255. (In English).
23. Chemical activation of diesel fractions with ozone for the hydrotreatment process / N.M. Likhterova et al // Petroleum chemistry. – 2005. – Vol. 45(1). – P. 1-10. (In English).
24. Ozonirovanie prirodnogo bituma mestorozhdeniya Munaily Mola / E.K. Ongarbaev i dr. // Gorenje i plazmokhimiya. – 2015. – tom 13, № 4. – S. 294-302. (In Russian).
25. Thermocatalytic cracking of the natural bitumens of Kazakhstan / Y.K. Ongarbayev et al // Solid Fuel Chemistry. – 2016. – Vol. 50(2). – P. 81-87. (In English).
26. Petrova T.M. Problemy i perspektivy stroitel'stva betonnykh avtodorozhnykh pokrytii i Rossiiskoi Federatsii / T.M. Petrova, YU.A. Sorvacheva // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – M.: Bibliogr, 2016. – C. 155. (In Russian).
27. Patent 0292297 US. Hong P.K.A., Cha Z. Ozonation conversion of heavy hydrocarbons for resource recovery. Publ. Date. 7.11. 2013. (In English).
28. Ryb'ev I.A. Stroitel'noe materialovedenie / I.A. Ryb'ev. – M.: Vysshaya shkola, 2004. – 701 s. (In Russian).
29. Rozental' D.A. Metody opredeleniya i rascheta strukturnykh parametrov fraktsii tyazhelykh neftyanykh ostatkov / D.A. Rozental'. – L.: LTI im. Lensoвета, 1981. – 84 s. (In Russian).
30. Read J. The Shell Bitumen Handbook / J. Read. – Fifth Edition. Shell Bitumen, 2003. – 460 p. (In English).
31. Application of polyphosphoric for HMA modification. US and European experience / O. Shulga et al // 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress. – Istanbul, 2012. – R. 140. (In English).

32. Sviridenko N.N. Vliyanie predvaritel'noi obrabotki ozonom prirodnykh bitumov na skorost' protekayushchikh reaktsii krekinga / N.N. Sviridenko, A.K. Golovko // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. – 2020. – № 13(1). – С. 78-88. (In Russian).
33. Sviridenko N.N. Initsiirovannyi kreking prirodnogo bituma dlya uvelicheniya vykhoda distillyatnykh fraktsii / N.N. Sviridenko, E.B. Krivtsov, A.K. Golovko // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – 2013. – Т. 323(3). – С. 37. (In Russian).
34. Vybor syr'ya dlya polucheniya bitumnykh materialov na osnove mestnykh resursov / G. Sagitova i dr. // Izvestiya NAN RK. Seriya khimii i tekhnologii. – 2023. – № (4). – С. 19-30. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.189>. (In Russian).
35. Shekhovtsova S.YU. Ehffektivnyi asfal'tobeton na osnove nanomodifitsirovannogo polimerno-bitumnogo vyazhushchego: diS...kand. tekhn. nauk: 05.23.05 / Shekhovtseva Svetlana Yur'evna; Mosk. gos. stroit. un-t. – Belgorod, 2016. – 192 s. (In Russian).
36. Yadykina V.V. Perspektivy primeneniya nanouglerodnykh trubok dlya povysheniya kachestva bituma i asfal'tobetona / V.V. Yadykina // Innovatsionnye materialy i tekhnologii (KHKH nauchnye chteniya): Mezhdunar. Nauchno-praktich. Konf.: sb. dokl. / Belgorodskii gos. tekhnologich. un-t. – Belgorod. – 2012. – CH.4. – С. 306-309. (In Russian).
37. Zaykin Y.A. Stimulation of radiation-thermal cracking of oil products by reactive ozone-containing mixtures / Y.A. Zaykin, R.F. Zaykina // Radiation Physics and Chemistry. – 2004. – Vol. 71. – P. 475-478. (In English).
38. Vliyanie gruppovogo uglevodorodnogo sostava gudronov na fiziko-khimicheskie svoystva bitumov / S.V. Kotov i dr. // Neftekhimiya. – 2009. – № 3, tom 49. – С. 243-246. (In Russian).
39. Proizvodstvo okislennykh bitumov / A.F. Kemalov i dr. – Izd-vo Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta, 2009. – 117 s. (In Russian).

Қаржыландыру

Бұл жұмыс BR21882255 «Битум өндірісін кеңейту үшін ауыр мұнайлар, мұнайдың ауыр қалдықтары, мұнайбитумды жыныстарды өңдеу, гудронды түрлендіргіштер қосып тотықтырудың жаңа тәсілдерін әзірлеу» жобасы аясында орындалды.

Н.Н. Несипбаева^{1*}, Е.А. Акказин¹, Е.К. Онгарбаев²

Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
50010, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Достык, 13

²Институт проблем горения,

50012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Богенбай батыра 172

*e-mail: nuripanesipbaeva54@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ

Нефть и продукты нефтепереработки широко используются в качестве сырья и реагентов в различных отраслях промышленности – энергетике, производстве автомобильных масел, химических, лакокрасочных продуктах, процессах флотационного обогащения угля и др. Кроме того, нефтяные битумы используются в производстве строительных материалов, строительстве автомобильных дорог, ремонтировании аэродромов. Нефтепродукты, в том числе битумные, состоят из органических соединений различной структуры и состава, в том числе парафиново-нафтеновых, алкилообменных, моно и бициклических ароматических углеводородов, ненасыщенных и гетероатомных соединений. Экономия материалов для современного дорожного строительства и улучшение их качества становится одной из главных проблем современных производственных технологий. В целях переработки нефтяных отходов, снижения воздействия тяжелых нефтяных отходов на окружающую среду их необходимо использовать в качестве вторичных минеральных сырьевых ресурсов. Кроме того, вопрос качественных покрытий для укладки автомобильных дорог уже давно является актуальным в различных регионах Казахстана. В статье рассматриваются проблемы озонирования нефти и предложена оценка влияния продуктов на химический состав. С этой целью был проведен аналитический обзор научно-исследовательской работы ведущих исследователей страны и зарубежных стран.

Ключевые слова: гудрон, битум, асфальтобетон, озонирование, окисление.

N.N. Nessipbayeva^{1*}, E.A. Akkazin¹, E.K. Ongarbaev²

Kazakh National Pedagogical University named after Abai,
50010, Republic of Kazakhstan, Almaty, 13 Dostyk Avenue

IMPROVING THE QUALITY OF ROAD BITUMEN OBTAINED FROM HEAVY OIL WASTE

Oil and refined petroleum products are widely used as raw materials and reagents in various industries – energy, automotive oil production, chemical, paint and varnish products, coal flotation enrichment processes, etc. In addition, oil bitumen is used in the construction of building materials and highways, as well as in the repair of airfields. Petroleum products, including bitumen, consist of organic compounds of various structures and compositions, including paraffin-naphthenic, alkyl-exchange, mono and bicyclic aromatic hydrocarbons, unsaturated and heteroatomic compounds. Saving materials for modern road construction and improving their quality is becoming one of the main problems of modern production technologies. In order to process oil waste and reduce the impact of heavy oil waste on the environment, they must be used as secondary mineral raw materials. In addition, the issue of high-quality coatings for laying highways has long been relevant in various regions of Kazakhstan. The article discusses problems of oil ozonation and an assessment of the effect of products on the chemical composition is proposed. To this end, an analytical review of the research work of the leading researchers of the country and foreign countries was conducted.

Key words: tar, bitumen, asphalt concrete, ozonation, oxidation.

Авторлар туралы мәлімет:

Нурипа Нурлановна Несипбаева* – Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық Университетінің 1 курс докторанты, Алматы, Қазақстан; e-mail: nuripanesipbaeva54@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0328-2708>.

Ержан Асетович Акказин – химия ғылымдарының кандидаты, Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық Университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан; e-mail: erzhan_akkazin@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4710-4045>.

Ердос Калимуллаұлы Онғарбаев – химия ғылымдарының докторы, профессор, Жану проблемалары институты РМК зертхана меңгерушісі, Алматы, Қазақстан; e-mail: erdos.ongarbaev@kaznu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0418-9360>.

Информация об авторах:

Нурипа Нурлановна Несипбаева* – докторант курса КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан; e-mail: nuripanesipbaeva54@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0328-2708>.

Ержан Асетович Акказин – кандидат химических наук, старший преподаватель КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан; e-mail: erzhan_akkazin@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4710-4045>.

Ердос Калимуллаұлы Онғарбаев – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией РГП «Институт проблем горения», Алматы, Казахстан; e-mail: erdos.ongarbaev@kaznu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0418-9360>.

Information about authors:

Nuripa Nurlanovna Nessipbayeva* – 1 course PhD student of Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan; e-mail: nuripanesipbaeva54@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0328-2708>.

Erzhan Asetovich Akkazin – candidate of Chemical sciences, Senior Lecturer at Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan; e-mail: erzhan_akkazin@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4710-4045>.

Erdos Kalimullauly Ongarbaev – doctor of Chemical sciences, Professor, Head of Laboratory, Institute of combustion problems, Almaty, Kazakhstan; e-mail: erdos.ongarbaev@kaznu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0418-9360>.

Редакцияға енуі 28.10.2024
Өңдеуден кейін түсуі 06.12.2024
Жариялауға қабылданды 12.12.2024