

## АҢДАТПА

8D07170 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған Нұржан Бауыржанұлы Айнабековтың «Қазақстандық мұнай кен орындарының қалдықтарынан модификацияланған битум материалдарын өндіру процестеріндегі құрылымдық түрлендірулерді реттеу» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысы.

Мұнай битумдары бірқатар құнды пайдалану қасиеттеріне және өндіріс ауқымының өсуіне байланысты құрылыс индустриясында, әсіресе жол құрылысында кеңінен қолданылатын мұнай өнімдерінің бірі болып табылады. Олар жол және аэродром жабындарын, өнеркәсіптік ғимараттардың негізгі едендерін салу және жөндеу үшін, топырақты тұрақтандыру, металл және бетонды коррозиядан қорғау үшін, шатыр жабындарын, су, жылу және бу өткізбейтін жабындар мен радиоактивті әсерлерден қорғаушы материалдарды өндіру үшін, сонымен қатар лак-бояу және т.б. өндірістерде қолданылады.

Жоғары сапалы мұнай битумына сұраныс артып келеді. Өнімнің осы түрін тұтынушылар тарапынан өндірілетін мұнай битумының сапасына қойылатын талаптар да артуда.

Біздің елімізде битум ұзақ уақыт бойы мақсатты өнім емес, мұнай өңдеудің жанама өнімі ретінде қарастырылғандықтан, Қазақстан Республикасында өндірілетін битумның басым бөлігі техникалық стандарт талаптарына сәйкес келмейді. Сонымен қатар, битум негізіндегі материалдардың сапасы мен өнімділік сипаттамаларына үнемі өсіп келе жатқан талаптарды тек шикізатты таңдау және битум өндіру технологиясын жетілдіру арқылы ғана қанағаттандыру мүмкін емес.

Битумның қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға олардың құрамына толтырғыштарды, беттік белсенді заттарды және әртүрлі модификаторларды, атап айтқанда, полимерлер мен олардың қалдықтарын енгізу арқылы яғни битум-полимерлі композицияларды өндіре отырып қол жеткізуге болады. Битумды полимерлермен модификациялау жылуды, аязды, ауа-райына төзімділікті және агрессивті ортаға төзімділікті, композициялардың пластикасы мен серпімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғары сапалы жол битумын өндіру үшін жаңа жергілікті шикізат көздерін зерттеуге, битум өндірісі үшін шикізатты дайындау және оны тотықтыру процесінде, сондай-ақ өндірістегі негізгі принциптер мен заңдылықтарды әзірлеуге және зерделеуге бағытталған зерттеулер, битумға арналған түрлендіретін қоспалар мен компоненттерді таңдауға және пайдалануға ғылыми көзқарасқа негізделген коммерциялық өнімдерді шығару – тақырыптың өзектілігінің дәлелі болып табылады.

Көп жағдайда битум модификаторлары ретінде полимерлер қолданылады. Мұндай полимермен модификацияланған битумның құны айтарлықтай жоғары. Сондықтан әртүрлі техногендік қалдықтардан алынатын битум композицияларының құрамына арзанырақ қоспаларды қосу есебінен байланыстырушы заттың құнын төмендету мәселесі өзекті болып табылады.

**Зерттеудің мақсаты** – Қазақстан кен орындарының кейбір мұнайларының қалдықтарынан қазіргі сапа талаптарына сәйкес келетін тотыққан және модификацияланған битум материалдарын өндіру шикізаты мен өнімдеріндегі құрылымдық өзгерістерді реттеу.

**Зерттеу міндеттері:**

- Батыс Қазақстанның ауыр, жоғары шайырлы мұнайын айдау кезінде алынған іріктеудің әртүрлі тереңдіктегі ауыр мұнай қалдықтарының бірқатарының сипаттамаларын зерттеу және олардың сапалы жол битумын алу үшін пайдалану мүмкіндіктерін бағалау;

- шикізаттың топтық химиялық құрамын, оның битумның тотығу процесінің нәтижелеріне әсерін және алынған битумның негізгі сапа көрсеткіштерін зерттеу;

- жоғары сапалы жол битумын өндіру үшін ең қолайлы мұнай қалдықтарын таңдаудың негіздемесі;

- тотыққан битумның зертханалық үлгілерін яғни БНД 90/130; БНД70/100; БНД50/70 маркаларына сәйкес келетін модификацияға арналған негіздердің атқарымы;

- модификацияланған битумның құрылымын зерттеу және таңдалған қоспалардың битум байланыстырғышымен әрекеттесу механизмін орнату;

- битумды резеңке қалдықтарының деструктаттарымен үйлестіру технологиясын таңдау және полимерлі резеңкелі битум байланыстырғыштарды алу процестерін зерттеу.

**Зерттеу әдістері мен нысандары.** Зерттеу әдістемесі алынған бастапқы шайырлар мен битумдардың физика-химиялық қасиеттерін, егжей-тегжейлі фракциялық және химиялық құрамын жүйелі зерттеуден тұрады және ауыр мұнай қалдықтары мен мұнай дисперсті жүйелерді өңдеу саласындағы іргелі және тәжірибелік жетістіктерге негізделген. Бұл жұмыста битум өндірісіне арналған шикізаттың, битум материалдарының және битум-полимерлі композициялардың қасиеттерін зерттеу үшін МЕМСТ 11506 бойынша «Сақина және шар» құрылғысында жұмсару температурасын, МЕМСТ 11507-78 бойынша морт сынғыштық температурасын, МЕМСТ 11501 бойынша иненің тереңдікке енуін, МЕМСТ 11505 бойынша созылғыштығын анықтаудың стандартты әдістері қолданылды. Жұмысты орындау кезінде бастапқы және соңғы өнімдерді зерттеу мен талдаудың заманауи физика-химиялық әдістері : ИҚ Фурье спектроскопиясы (Shimadzu JR Prestige-21) және төмен вакуумды сканерлеуші электронды микроскоп (JEOLJSM-6490 LA) қолданылды. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін өңдеу кезінде математикалық модельдеу және статистикалық мәліметтерді өңдеу әдістері қолданылды.

Зерттеу объектілері: Қаламқас кен орнындағы мұнай; осы мұнайдың 380, 400, 420°C-тен жоғары қайнаған қалдықтары; шина үгіндісінен алынған шина регенераты; битум модификаторы – этиленнің бутилакрилатпен және глицидилметакрилатпен сополимері (ЭБГ); өлшемі 0,6 – 1,0 мм үгінді резеңке; «ЭКО-Шина» ЖШС-і техникалық көміртегі (ескі шиналарды пиролиз арқылы қайта өңдеумен алынған).

### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:**

- Қазақстандағы ауыр мұнай қалдықтарынан битумның құрылымдық және топтық құрамының өзгеруі туралы жаңа деректер жиынтығы;
- ауыр, шайырлы Қаламқас мұнайының дистиллят фракцияларының іріктеу тереңдігіне жол битумының физика-химиялық қасиеттерінің тәуелділігінің эксперименттік зерттеулерінің нәтижелері;
- модификацияланған битум мен полимер-битум байланыстырғыш заттардың ұтымды құрамдары;
- битумды шина регенератымен модификациялау нәтижелері;
- битумды тозған шиналардан алынған техникалық көміртекпен модификациялау нәтижелері;
- полимерлі қоспалармен модификацияланған битум өндірісінің математикалық моделі;
- «ЭКО-Шина» ЖШС-нің техникалық көміртегімен модификацияланған битум материалын өндірудің негізгі экономикалық көрсеткіштері.

### **Зерттеудің негізгі нәтижелері:**

- жоғары сапалы жол битумын өндіруге арналған Қаламқас мұнай өңдеу қалдықтары негізінде шикізатқа оңтайлы техникалық талаптар анықталды;
- құрамдас полимерлі қоспаларды алудың технологиялық шешімдері, олардың қажетті сапасын қамтамасыз ету мақсатында битумның қасиеттерін өзгерту үшін олардың оңтайлы концентрациялары;
- тозған шиналардан алынған техникалық көміртекті максималды енгізу мүмкіндігін анықтау: БНД 50/70 маркалы битумға (4% мас.), ал БНД70/100 маркалы битумға 5% дейін енгізуге болады;
- «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС-де «ЭКО-Шина» ЖШС-нің техникалық көміртегімен модификацияланған БНД70/100 және БНД 50/70 маркалы битумдарын тәжірибелік сынақтан өткізу;
- Қазақстан Республикасының пайдалы модельдерге патенттерімен расталған модификацияланған битум өндіру технологиясы (№ 9179; және № 9497);
- алдын ала жүргізілген техникалық-экономикалық есептеулердің нәтижелері бойынша «ЭКО-Шина» ЖШС-нің тозған шиналардан алынған техникалық көміртегімен модификацияланған битум материалдарын өндірудің экономикалық тиімділігі жылына 34 334 136 теңгені құрайды.

### **Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу:**

- 380 және 400°С-ден жоғары температурада қайнайтын Қаламқас мұнайының вакуумдық қалдығынан алынған тотыққан битум ҚР СТ 1373 - 2013 стандарты бойынша БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумына сәйкес келетіні анықталды. Қаламқас кен орнының ауыр мұнайының атмосфералық дистилляция қалдықтары жеке шикізат ретінде, тотыққан жол битумын өндіруде шикізат құрамдас бөлігі ретінде немесе Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында модификацияланған битум өндіру үшін негіз ретінде ұсынылады;

- Қаламқас мұнайының әртүрлі қалдықтарынан алынған қалдық және тотыққан битумдардың топтық құрамы мен сапа көрсеткіштері арасында

байланыс анықталды. Қалдықтардағы шайырлар мен асфальтендердің көбеюімен (380°C температурада 17,4/7,7; 400°C температурада 19,6/9,8; 420°C температурада 22,5/12,4) тығыздық артады (380°C температурада 964,0 кг/м<sup>3</sup>, 400°C температурада 969,2 кг/м<sup>3</sup>; 420°C температурада 975,8 кг/м<sup>3</sup>), күкірттің жалпы мөлшері (380°C температурада 1,82 мас.%; 400°C температурада 1,97 мас.%; 420°C температурада 2,06 мас.%), Конрадсон бойынша кокстеуде (380°C температурада 8,5%; 400°C температурада 10,3%; 420°C температурада 11,4%), тұтану температурасы (380°C температурада 214°C; 400°C температурада 219°C; 420°C температурада 228°C) және 80°C температурадағы шартты тұтқырлық (380°C температурада 8,6 сек.; 400°C температурада 16,8 сек.; 420°C температурада 20,2).

- оңтайлы битум-регенератты композицияның (құрамында 20% шина регенераты бар) құрамында (1,6%) ЭБГ бар модификацияланған битумнан қасиеттер кешені бойынша жоғары екендігі анықталды. Битумды регенератпен модификациялау технологиясы аз уақытты қажет етеді, экономикалық жағынан ұтымды және экологиялық тұрғыдан тиімді, өйткені ол тозған шиналардың үлкен тонналық қалдықтарын пайдаланады;

- мұнай битумының модификаторы ретінде тозған шиналардан алынған техникалық көміртекті пайдалану мүмкіндігі анықталды. Қоспаның ұтымды мөлшері БНД 50/70 үшін 4%, ал БНД 70/100 үшін 5% дейін деп есептелуі керек;

- битумды модификациялау үшін резеңкеден девулканизациялаудың химиялық әдісі ұсынылды, онда девулканизация тікелей битум ортасында жүреді. Бұл жағдайда негізгі мақсатқа - битумды сызықтық резеңкемен модификациялауға қол жеткізіледі. Девулканизация агенттері ретінде 1:1 салмақ қатынасында ДБУ және ТПП (1,8-диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ен және компатибилизатор) тұратын қосылыстар қолданылады. Қайнау температурасы 240°C жоғары мұнай айдау өнімі компатибилизатор болып табылады.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы әртүрлі ұзақтықта тотығу кезінде гудрондардың топтық химиялық құрамының өзгеруін негіздеуде. Жоғары сапалы жол битумын өндіру үшін Қаламқас мұнайының өңдеуден кейінгі қалдықтары негізіндегі шикізатқа оңтайлы техникалық талаптар анықталды. Шикізаттың 80°C-дегі шартты тұтқырлығының жұмыс диапазоны белгіленді, ол 8,6-16,8 с;

Бұл жұмыстың битум өндірісі үшін шикізаттың рецептурасын оңтайландыруда және оны тотықтыру процесінде, сонымен қатар қазіргі заманғы тұтынушылардың талаптарына сәйкес келетін мұнай битум материалдарын алу үшін тауарлық өнімдерді өндіруде практикалық маңызы бар. Тозған шиналардан алынған техникалық көміртекті модификациялаушы қоспа ретінде пайдаланудың тиімділігі өнеркәсіптік сынақтардың нәтижелерімен дәлелденді, мұнда тозған шиналардан алынған техникалық көміртекті енгізу әртүрлі битумдарға әртүрлі әсер ететіні анықталды: жұмсару температурасын төмендетеді, битум байланыстырғыштың серпімділігін жақсартады, БНД 70/100 битумына үшін иненің тереңдікке енуін азайтса, БНД 50/70 битумы үшін енуді арттырады, бұл битумның бастапқы маркасының өзгеруіне әкеледі, сонымен

қатар, төмен температуралық қасиеттердің маңызды көрсеткіші – морт сынғыштық температурасы жақсарады.

Қоспаның ұтымды мөлшері БНД 50/70 үшін тозған шиналардан алынған техникалық көміртектің 4%, ал БНД 70/100 үшін 5% дейін ұсынылады. («Нефтехимстрой-Юг» ЖШС кәсіпорнындағы БНД 70/100 және БНД 50/70 маркалы битумдарына жүргізілген сынақ акті. № 99, 31.05.2024 ж.). Жұмыс нәтижелері «Мұнай өңдеудің заманауи және болашағы бар термолитикалық процестері» пәні бойынша оқу үдерісіне де енгізілді (№ 89 акт, 29.05.2024 ж.). Зерттеу нәтижелері бойынша №9179 және № 9497 ҚР пайдалы моделіне 2 патент алынды.

**Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі.** Диссертациялық жұмыс «М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КЕАҚ «Бейорганикалық және мұнай-химия өндірісінің технологиясы» кафедрасында, «Мұнай химиясы және композициялық полимерлі материалдар» ғылыми-зерттеу зертханасында Б-21-03-03: «Пайдалану қасиеттері жақсартылған мотор отындары мен арнайы мақсаттағы өнімдерді алу үшін Қазақстан Республикасының көмірсутек шикізатын қайта өңдеудің жаңа технологиялары мен процестерін әзірлеу» тақырыбы бойынша мемлекеттік бюджеттік ғылыми-зерттеу жұмысы аясында орындалды.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми деректері заманауи ғылыми-зерттеу жабдықтары мен аспаптарын пайдалана отырып, тәжірибелік-эксперименттік жұмыстар мен физика-химиялық зерттеулер нәтижесінде алынған нәтижелерге негізделген. Математикалық модельдеуге және деректерді өңдеуге байланысты жұмыстар MatLab бағдарламалау ортасы арқылы орындалды.

**Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан жеке үлесі:**

Диссертация тақырыбы бойынша 13 ғылыми еңбек жарияланған, оның ішінде: 1 мақала Scopus деректер базасына енгізілген халықаралық ғылыми басылымдарда, 3 мақала уәкілетті орган ұсынған басылымдарда, 7 мақала халықаралық және республикалық конференциялар жинақтарында, ҚР пайдалы моделіне 2 патент.

1. «Advances in Polymer Technology» журналындағы «Bituminous modified materials from Kazakhstani oil field» мақаласы - шолуды және деректерді талдауды дайындау, нәтижелерді алу және өңдеу.

2. «ҚР ҰҒА Хабарлары» журналындағы «Выбор сырья для получения битумных материалов на основе местных ресурсов» мақаласы - әдебиет деректеріне шолу мен талдауды дайындау, нәтижелерді алу және өңдеу.

3. «Мұнай мен газ» журналындағы «Influence of group chemical composition of highly viscous oil residues on quality of petroleum road bitumens» мақаласы - әдеби дереккөздерге шолу жасау және талдау жасау.

4. «Мұнай және газ» журналындағы «Use of carbon black as a modifier for petroleum bitumen» мақаласы - тәжірибелік деректерді алу және талқылау.

5. ҚР тәуелсіздігіне 30 жылдығына, Ыбырай Алтынсариннің 180 жылдығына, Батырбек Биримжановтың 110 жылдығына арналған «XXI ғасырдағы химиялық технология және биотехнология» атты студенттердің және жас ғалымдардың 25-ші халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының

жинағындағы «Модификацияланған битумды материалдарды өндіру» мақаласы – әдеби дереккөздерге шолу, талдауды дайындау.

6. International Conference ICITE-2021 халықаралық конференциясының материалдары жинағындағы «Possibilities of regulating structural transformations using sulfur - bypassed oil product» мақаласы – әдеби дереккөздерге шолуды дайындау.

7. СПбМТТУ Ғылым апталығы-2021: «Наука 0+» Бүкілресейлік ғылыми фестивалінің баяндамаларының жинағындағы «Дорожные битумы из нефтей Казахстана» мақаласы – әдебиет деректеріне шолуды дайындау.

8. «Теңіз энергетикасының өзекті мәселелері» ХҒТК еңбектер жинағындағы «Значимость регулирования свойств сырья на эффективность производственных технологий получения битумов» мақаласы - аналогтарды іздеу және талдау, әдеби дереккөздерге шолуды дайындау.

9. СПбМТТУ Ғылым апталығы-2022: «Наука 0+» Бүкілресейлік ғылыми фестивалінің баяндамаларының жинағындағы «Научно-технологические основы модификации свойств битумных материалов» мақаласы - аналогтарды іздеу және талдау, әдеби дереккөздерге шолу жасау.

10. ҚР ҰҒА академигі Е.М. Шайхутдиновтың туғанына 90 жыл толуына арналған «Химия және химиялық инженерия саласындағы жоғары білім мен ғылымның заманауи трендтері» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының тезистер жинағындағы «Изучение деструкции регенерата в процессе модификации битума» мақаласы – эксперименттік мәліметтерді алу және талқылау, аналогтар мен тәжірибелік үлгілерді іздеу және талдау.

11. «Тамақ, химия және мұнай-газ өнеркәсібінің инновациялық технологиялары және өзекті мәселелері» ХҒТК жинағындағы «Применения модифицированных битумных материалов казахстанских месторождений» мақаласы – тәжірибелік мәліметтерді алу және талқылау.

12. Айнабеков Н.Б., Сагитова Г.Ф. Модификацияланған битум алу әдісі. ҚР Пайдалы модель патенті, № 9197, 2024 ж.

13. Айнабеков Н.Б., Сагитова Г.Ф. Модификацияланған битум алу әдісі. ҚР Пайдалы модель патенті, № 9497, 2024 ж.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 117 бетте ұсынылған, 18 кесте, 40 сурет және 4 қосымшадан тұрады. Пайдаланылған дереккөздердің тізіміне 170 атау кіреді.