

ӘОЖ 665.775; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.09>
<https://orcid.org/0000-0001-8228-7188>
<https://orcid.org/0000-0002-9847-8218>
<https://orcid.org/0000-0001-8273-0020>
<https://orcid.org/0000-0001-9595-9756>
<https://orcid.org/0000-0003-3564-8846>
<https://orcid.org/0000-0001-8486-8744>
<https://orcid.org/0000-0002-9781-2923>

ЖОЛ БИТУМЫН АЛУ ҮШІН МҰНАЙ ШЛАМЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ



А. Ч. БУСУРМАНОВА,
химия ғылымдарының
кандидаты, Ш. Есенов
атындағы КТИУ
«Жаратылыстану ғылымдары»
кафедрасының доценті,
[akkenzhe.bussurmanova@
yu.edu.kz](mailto:akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz)



А. Ш. АККЕНЖЕЕВА,
техникағылымдарының
кандидаты, Ш. Есенов
атындағы КТИУ
«Жаратылыстану ғылымдары»
кафедрасының доценті,
anar.akkenzheeva@yu.edu.kz



Е. И. ИМАНБАЕВ,
PhD, қауымдастырылған
профессор, Ш. Есенов
атындағы КТИУ жетекші
ғылыми қызметкер,
yerzhan.imanbayev@yu.edu.kz



М. Ж. АИМОВА,
химия ғылымдарының
кандидаты, Ш. Есенов
атындағы КТИУ
«Жаратылыстану ғылымдары»
кафедрасының доценті,
murshida.aimova@yu.edu.kz



Р. Д. МУХАШЕВА,
химия ғылымдарының
кандидаты, Ш. Есенов
атындағы КТИУ
«Жаратылыстану ғылымдары»
кафедрасының доценті,
raikhan.mukhasheva@yu.edu.kz



У.К. ЕНСЕГЕНОВА,
магистр, Ш. Есенов атындағы
КТИУ «Жаратылыстану
ғылымдары» кафедрасының
аға оқытушысы,
uzilkhan.yensegenova@yu.edu.kz



Г.Т. МУСТАПАЕВА,
Ш. Есенов атындағы КТИУ
«Жаратылыстану ғылымдары»
кафедрасының аға оқытушысы,
gulnara.mustapayeva@yu.edu.kz

Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ «КАСПИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТИ» КЕАҚ
Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қаласы, 32 шағынаудан

Маңғыстау облысындағы мұнай кен орындарының әртүрлі объектілерінің мұнай шламдары зерттелді. Мұнай шламының физика-химиялық сипаттамалары мен фракциялық құрамы зерттелді. Салыстырмалы талдаулар жүргізілді. Мұнай шламын талдау негізінде олардың құрамында мұнай өнімдерінің айтарлықтай мөлшері бар екені анықталды, олар негізінен ауыр мұнай фракциялары болып табылады. Жол битумын өндірумен мұнай шламын кәдеге жарату нұсқалары қарастырылған. Олардың модификацияланған битумдар өндірісінде негізгі битумды ішінара алмастырғыш ретінде қолдану мүмкіндігі зерттелді. Бұл жұмыста полимерлер қосылған полимерлі модификацияланған битум алу үшін мұнай шламын қолдану зерттелді. Өзен және Жетібай кен орындарындағы мұнай шламының үлгілерінен ПМБ 100/130, ПМБ 70/100, ПМБ 50/70, ПМБ 35/50 сияқты әртүрлі маркалы полимермен модификацияланған битум алуға болатыны анықталды. Барлық үлгілер үшін жұмсару температурасы мен созылғыштығы төмендейді, иенің ену тереңдігі артады (үлгідегі мұнай шламының 20%-дан (масс.) астамы, битумды байланыстырғыш тұрақсыз өрекет етеді, бұл көрсеткіштердің құбылмалылығына әкеледі). Зерттеу барысында полимермен модификацияланған битум үлгілері СБС модификаторы кейбір көрсеткіштер бойынша латекс модификаторынан біршама төмен екендігі эксперименталды түрде анықталды. Алайда, полимермен модификацияланған битумның қарастырылып отырған үлгілерінің параметрлерінің мәндері ҚР СТ 2534-2014 белгіленген рұқсат етілген мәндерге сәйкес келетінін атап өткен жөн. Физикалық-механикалық сипаттамалары бойынша мұнай шламының құрамы 25% дейін және полимері 1-5% полимерлі модификацияланған битум үшін барлық көрсеткіштердің ең оңтайлы қатынасына қол жеткізіледі деген қорытындыға келдік. Мұнай шламын экономикалық және экологиялық тұрғыдан пайдалану перспективалары белгіленді, өйткені полимерлі түрлендірілген битумдағы мұнай шламының мөлшері 15-25% аралығында экономикалық мақсатқа сай деп саналады. Мұнай шламының құны төмен болғандықтан, олардың негізінде алынатын битумды композициялық материалдар баға бойынша бәсекеге қабілетті болып, оларды өндіру тиімді болады. Қоршаған

ортаға экологиялық жүктемені азайту үшін айтарлықтай мөлшерде өндірілген мұнай шламын пайдалану әсіресе өзекті болып табылады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: мұнай шламы, жол битумы, модификация, модификаторлар, мұнай шламын кәдеге жарату.

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

А.Ч. БУСУРМАНОВА, кандидат химических наук, доцент кафедры «Естественные науки», akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz

А.Ш. АККЕНЖЕЕВА, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественные науки», anar.akkenzheeva@yu.edu.kz

Е.И. ИМАНБАЕВ, PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник, yerzhan.imanbayev@yu.edu.kz

М.Ж. АИМОВА, кандидат химических наук, доцент кафедры «Естественные науки», murshida.aimova@yu.edu.kz

Р.Д. МУХАШЕВА, кандидат химических наук, доцент кафедры «Естественные науки», raikhan.mukhasheva@yu.edu.kz

У.К. ЕНСЕГЕНОВА, магистр, старший преподаватель кафедры «Естественные науки», uzilkhan.yensegenova@yu.edu.kz

Г.Т. МУСТАПАЕВА, старший преподаватель кафедры «Естественные науки», gulnara.mustapayeva@yu.edu.kz

НАО «КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ
И ИНЖИНИРИНГА ИМ. Ш. ЕСЕНОВА»

Республика Казахстан, 130000, г. Актау, 32 мкр

Исследованы нефтешламы с различных объектов нефтяных месторождений Мангистауской области. Изучены физико-химические характеристики и фракционный состав нефтешламов. На основе сравнительного анализа нефтешламов установлено, что в них имеется значительное количество нефтепродуктов, которые представляют собой в основном тяжелые фракции нефти. Рассмотрены варианты утилизации нефтяных шламов с получением дорожных битумов. Исследованы их применимость в качестве частичного заменителя битумной основы при получении модифицированных битумов.

В работе проводилось исследование применения нефтешламов с целью получения полимер-модифицированных битумов с добавлением полимеров. Было установлено, что из образцов нефтешлама месторождений Узень и Жетибай, можно получать полимерно-модифицированные битумы различных марок, такие как ПМБ 100/130, ПМБ 70/100, ПМБ 50/70, ПМБ 35/50. У всех образцов снижается температура размягчения и растяжимость, повышается глубина проникновения иглы (свыше 20 мас. % нефтешлама в образце, битумное вяжущие ведет себя нестабильно, который приведет к волатильности показателей).

В ходе проведенного исследования экспериментально установлено, что образцы полимер-модифицированных битумов с модификатором стирол-бутадиен-стирол (СБС) немного уступает модификатору латекс по некоторым параметрам. Однако, следует отметить, что значения параметров рассматриваемых образцов полимерно-модифицированных битумов более соответствуют допустимым значениям, установленным в СТ РК 2534-2014.

По физико-механическим характеристикам сделан вывод: для полимер-модифицированных битумов с содержанием нефтешлама до 25 % и полимера 1 – 5 % достигается наиболее оптимальное соотношение всех показателей. Установлена перспективность применения нефтешламов с экономической и экологической стороны, т. к. содержание

нефтешлама в полимер-модифицированных битумах в пределах 15 – 25 % принято считать экономически целесообразным. Благодаря низкой стоимости нефтешламов, полученные на их основе битумные композиционные материалы будут конкурентоспособны по цене, а их производство – рентабельно. Особенно актуальным представляется использование нефтешламов, вырабатываемых в значительных количествах для уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтешлам, дорожный битум, модификация, модификаторы, утилизация нефтешламов.

UTILIZATION OF OIL SLUDGE WITH PRODUCTION OF ROAD BITUMEN

A.Ch. BUSSURMANOVA, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz

A.Sh. AKKENZHEYEVA, candidate of technical sciences, associate professor of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz

Y.I. IMANBAYEV, PhD, associate professor, leading researcher of CUTE named after Sh.Yessenov, yerzhan.imanbayev@yu.edu.kz

M.Zh. AIMOVA, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, murshida.aimova@yu.edu.kz

R.D. MUKHASHEVA, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, raikhan.mukhasheva@yu.edu.kz

U.K. YENSEGENOVA, master, senior lecturer of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, uzilkhan.yensegenova@yu.edu.kz

Г.Т. МУСТАПАЕВА, senior lecturer of the department of «Natural Sciences» of CUTE named after Sh.Yessenov, gulnara.mustapayeva@yu.edu.kz

CASPIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
AND ENGINEERING NAMED AFTER Sh. YESENOV
32 mkr, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan

Oil sludge from various objects of oil fields in the Mangistau region was studied. The physicochemical characteristics and fractional composition of oil sludge have been studied. Comparative analyzes have been carried out. Based on the analysis of oil sludge, it was found that they contain a significant amount of oil products, which are mainly heavy oil fractions. The options for the utilization of oil sludge with the production of road bitumen are considered. Their applicability as a partial substitute for the bituminous base in the production of modified bitumen has been studied. In this work, a study was made of the use of oil sludge in order to obtain polymer-modified bitumen with the addition of polymers. It was found that polymer-modified bitumen of various grades, such as PMB 100/130, PMB 70/100, PMB 50/70, PMB 35/50, can be obtained from oil sludge samples from the Uzen and Zhetibai fields. For all samples, the softening temperature and extensibility decrease, the penetration depth of the needle increases (over 20 wt.% of oil sludge in the sample, the bituminous binder behaves unstable, which will lead to volatility of indicators). In the course of the study, it was experimentally established that samples of polymer-modified bitumen with a styrene-butadiene-styrene (SBS) modifier are slightly inferior to the latex modifier in some parameters. However, it should be noted that the values of the parameters of the considered samples of polymer-modified bitumen are more consistent with the permissible values established in ST RK 2534-2014. According to the physical and mechanical characteristics, we conclude that for polymer-modified bitumen with an oil sludge content of up to 25% and a polymer of 1-5%, the most optimal ratio of all indicators is achieved. The prospects for the use of oil sludge from the economic and environmental point of view have been established, since the content of oil sludge in polymer-modified bitumen in the range of 15-25% is considered to be economically feasible. Due to the low cost of oil sludge, the bituminous composite materials obtained on their basis will

be competitive in price, and their production will be profitable. Especially relevant is the use of oil sludge produced in significant quantities to reduce the environmental burden on the environment.

KEY WORDS: oil sludge, road bitumen, modification, modifiers, oil sludge utilization.

Кіріспе. Кәсіпорындарда түзілетін қалдықтардың ішінен экологиялық жағынан ең қауіптісі мұнай шламдары болып табылады, олар резервуарларда жинақталады және қоршаған ортаға өзінің бар болуымен емес, түзілу ауқымының кеңеюімен айтарлықтай зер етеді. Кен орнындағы ашық атмосфералық тұнба қоймаларындағы ылғалдың табиғи булануы кезінде мұнай шламының сұйық және жеңіл бөлігі ұшып кетіп, жойылады. Нәтижесінде әртүрлі дәрежедегі пластикалық тұтқыр, жабысқақ паста пайда болады, оның бетіне құм шаңы түседі, бұл кейіннен өндеуде белгілі бір қиындықтарды тудырады [1]. Шығу түріне байланысты мұнай шламы құрамы бойынша әртүрлі болуы мүмкін. Мұнай шламы – мұнай өнімдерінің, механикалық қоспалардың және судың қоспасы [2, 3]. Олар мұнай өндеу және мұнай өндіру аудандарында экологиялық жүктемені күрт төмендетуге мүмкіндік беретін экономикалық қызметтің әртүрлі салаларында пайдалану үшін қайталама шикізаттың маңызды түрі ретінде ерекше құндылыққа ие. Интенсивті даму кезінде мұнай өндірісінің қалдықтарын өндеу технологиясы табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға әкеледі [4]. Мұнай қалдықтарын өндеу, ең алдымен ірі кен орындарында және мұнай өндеу зауыттарында түзілетін күшті улы қалдықтарды кәдеге жарату және залалсыздандыру кезінде қалаларда экологиялық қауіпсіздік мәселесі туындайды, өйткені мұнай шламы қоршаған ортаға үлкен салмақ түсіреді.

Белгілі бір аймаққа немесе аумаққа технологияны таңдау және технологияны бейімдеу көбінесе қайталама шикізат көздерінің логистикалық қолжетімділігімен және тұтынушылардың болуымен, түзілетін қалдықтардың морфологиялық және сандық құрамымен анықталады [4, 5]. Мұнай шламын кеңінен қолдану жол құрылысында қолданылатын дәстүрлі шикізаттың (битум және мұнай) шығынын азайтып қана қоймай, құрылыс индустриясында физикалық-механикалық қасиеттері жоғары материалдарды алуға мүмкіндік береді [6]. Ғылыми жұмыстардың талдауы бойынша, қайта өңделген мұнай қалдықтарын жол құрылысында қолдану сұранысқа ие және басым бағыттардың бірі болып табылады, онда мұнай шламын пайдалану кеңінен ұсынылған [7-11]. Нәтижесінде мұнай шламдарының жол битумдары үшін шикізат ретінде пайдалануға жарамдылығын анықтауға мүмкіндік беретін шекаралық жағдайлар мен негізгі факторларды анықтау үшін мұнай қалдықтарын қолдану бағыттарына салыстырмалы мониторинг және талдау жүргізу қажеттілігі туындайды. Мұнай шламын пайдаланып битумдарды алу әдісін зерттеу өзекті болып табылады.

Зерттеу өзектілігі. Битумдарды модификациялауда мұнай қалдықтарын қолдану жол жабынын шаршаудың бұзылуына барынша төзімділікті, тәуліктік және маусымдық циклдардың температурасының өзгеруіне төзімділікті және экологиялық проблемаларды шешудегі бағытты қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін перспективалы бағыттардың бірі болып табылады. Сонымен қатар, мұнай қалдықтарын пайдалану арқылы модификацияланған битумның қымбаттауы мәселесін шешуге болады. Жолдың қызмет ету мерзімінің 2-3 есе ұлғаюын ескере отырып, модификацияланған битумдарды қолдану, әрине, экономикалық тұрғыдан негізделген.

Бүгінгі таңда мұнай өнеркәсібі өз қызметі бойынша әлі де мұнай өндіруші елдердің экономикасының негізі болып табылады және қоршаған ортаға ықтимал

қауіп төндіреді. Бұл өндірілетін мұнай өнімдерінің және оған ілеспе заттардың ұйыттылығына, технологиялық процестерде және қауіптіліктің 3-4 класына жататындарға байланысты. Қоршаған ортаны ластаудың маңызды көздерінің бірі мұнай шламдары болып табылады, олар осы жұмыста өндірілген және сақталған кезде пайда болатын, өз қолданысын таппаған мұнай бар қалдықтарды білдіреді.

Мұнай өнімдерінің едәуір мөлшеріне байланысты мұнай шламын қайталама материалдық ресурстарға жатқызуға болады. Оны шикізат ретінде пайдалану кең таралған, өйткені белгілі бір экологиялық және экономикалық әсерге қол жеткізіледі. Мұнай шламын қолданудың бір саласы – жол құрылысы, онда ол тұтқыр қоспа ретінде пайдаланылады, беріктігін арттыру, жол төсемінің су сіңірілуін азайту арқылы асфальтбетон қоспасының сапасын арттырады.

Зерттеу саласының ғылыми-техникалық көздеріне шолу – өнеркәсіптік қалдықтармен жұмыс, осы мәселені шешудің кешенді тәсілінің жоқтығын және жол құрылысында мұнай қалдықтарын қолданудың өзектілігін анықтады. Жақсартылған сипаттамалары бар модификацияланған жол битумдарын алу үшін шикізаттың табиғатына және қалдықтардың құрамын, модификация процесін жүргізу параметрлерін таңдауға бағытталған кешенді тәсіл қажет екендігі көрсетілген.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Зерттеу нысаны ретінде Маңғыстау облысының Өзен және Жетібай кен орындарының мұнай шламы пайдаланылды. Әртүрлі кен орындарынан алынған мұнай шламының (МШ) физика-химиялық сипаттамалары анықталды. Талдау нәтижелері *1-кестеде* келтірілген.

Кесте 1 – Өзен және Жетібай кен орындарының мұнай шламының физика-химиялық сипаттамалары

Көрсеткіштің атауы	Өзен кенорны	Жетібай кенорны	Зерттеу әдісі
Судың мөлшері, мас. %	0,3	38,9	МЕМСТ 2477
Механикалық қоспаның мөлшері, мас. %	7,1	37,8	МЕМСТ 6370
Хлорлы тұздардың мөлшері, мг/л	1744,7	2339,4	МЕМСТ 21534
Парафиннің мөлшері, мас. %	16,0	22,5	МЕМСТ 11851
Шайырдың мөлшері, мас. %	10,9	8,4	МЕМСТ 11851
Асфальттеннің мөлшері, мас. %	0,7	0,5	МЕМСТ 11851
Басқа көмірсутектердің мөлшері, масс. %	41,3	-	МЕМСТ 11851

1-кестеге сәйкес, Өзен кен орындарының мұнай шламы негізінен органикалық бөліктен тұрады (көмірсутектер – 68,9%), оның ішінде 16,0 масс. % парафиндер және 11,6 масс. % асфальт-шайырлы заттар (сулылығы 0,3%), суда еритін тұздар (23,7 масс. %). Механикалық қоспалардың мөлшері 7,1 масс. % құрады. Оларға ұсақ құм және коррозияға қарсы өнімдер кіреді. Су мөлшері 0,3 масс. % құрады, ол битумды

модификациялау қондырғысында айдау кезінде буланады. Жетібай кен орнындағы мұнай шламында механикалық қоспалар (37,8%) және су (38,9%) басым болды.

Мұнайдың мөлшері 31,4 масс. %, оның 22,5 масс. % парафиндер және 8,9 масс.% асфальт-шайырлы заттар құрады. Хлоридті тұздардың мөлшері 2339,4 мг/дм³. Мұнайдағы тұздардың болуы өңдеу кезінде ерекше ауыр және әртүрлі кедергілерді тудырады. Осы тұздардың әсерінен жабдық бітеліп қалады. Тұздар негізінен ыстық аппараттарда шөгеді. Суда еріген тұздар су буланған кезде бөлінеді. Кристалданған тұздардың бір бөлігі осы беттерге жабысып, қатты қабат түрінде шөгеді. Кейде бұл тұз қабаттары жарылып, мұнай ағынымен жойылады және олар төменгі ағынды аппаратқа түседі. Бұл зерттеуде модификацияланған битумды дайындау үшін «CASPI BITUM»БК» ЖШС өндіретін жол-мұнай битумы (ЖМБ) 100/130 маркалы битум пайдаланылды. ЖМБ 100/130 маркалы «жол мұнай» битумының сипаттамалары 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – ЖМБ 100/130 маркалы «жол мұнай» битумының сипаттамалары

Көрсеткіштің атауы	Физикалық мәндері	Зерттеу әдісі
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	44,0	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	118,0	МЕМСТ 1226
0°С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	31,0	МЕМСТ 1226
25 °С температурадағы созылғыштығы, см	>150	МЕМСТ 1374
Фраас бойынша сынғыштық температурасы, °С	-22	МЕМСТ 1229
Жарқыл температурасы, °С	280,0	МЕМСТ1804
Пенетрация индексі	-0,6	МЕМСТ 11851

Модификацияланған битумды дайындау үшін битум/мұнай шламы (МШ)/модификатор (СБС) қатынасы тәжірибе жүзінде таңдалады. Ол үшін мұнай шламы ЖМБ 100/130 битум қоспасына (мұнай шламы әдеттегі түрінде пайдаланылады және алдын ала дайындық қажет емес) және полимерге қосылады. Битум үлгісінің орта есеппен 200 г өлшендісі алынды. Модификация процесін жүргізер алдында битум үлгісі қозғалғыш күйге дейін балқытылған (105 °С-тан аспайтын температурада) және мұнай шламы баяу қосылды. Содан кейін битумға полимер мен мұнай шламы қосылып, қоспаны біртекті болғанша үнемі араластыру арқылы қыздырды. Температура 165 – 170 °С аралығында сақталады. Материалдар модификатор түріне байланысты 60 минуттан 180 минутқа дейін араластырылды. Тәжірибелер нәтижесінде модификацияланған битум үлгілері ЖМБ 100/130 битумынан және мұнай шламының екі үлгісі алынды.

Модификатор ретінде дайын жоғары серпімді полимер СБС-01-10 (стирол-бутадиен-стирол) және дайын латекс эмульсиясы қолданылды. Кәдімгі битумнан модификацияланған битумды дайындау оған оның қасиеттерін жақсартатын жасанды полимерлерді қосу нәтижесінде жүзеге асады. Битумды өзгерту үшін қолданылатын ең көп таралған полимерлердің бірі – стирол-бутадиен-стирол (СБС). Бұл модификаторды битумға енгізу арқылы полимер битум қоспасы төмен температурада жұмсақ

және икемді, ал жоғары температурада тұтқыр болады. Сәйкесінше модификацияланған битумның адгезиясы артады. Модификатор ретінде латекс біртіндеп және біркелкі енгізілді. Модификаторды енгізу жылдамдығы судың қаншалықты қарқынды буланатынына байланысты. Жоғары айдау жылдамдығында латекстердің құрамындағы су битумның бетінде көбік қабатын құра алады. Алдыңғы зерттеулердің [12] нәтижелері бойынша 180 минішінде 170 °С дисперсия температурасы (битумды 180 минуттан аз уақытта модификациялаған кезде жоғары молекулалық қосылыс толығымен ерімейді) және полимерлі латекс қосылған кезде 60 минтаңдалды.

Алынған модификацияланған битумның нормативтік құжаттама талаптарына сәйкестігін тексеру мақсатында әртүрлі араластыру уақыттарын ескере отырып, мұнай шламының екі үлгісін және модификаторды пайдалана отырып, модификацияланған битумның алынған үлгілеріне кешенді талдау жүргізілді. Алынған модификацияланған битумның барлық үлгілері үшін жұмсарту температурасы және иненің ену тереңдігі анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау. 3-кестеде Өзен және Жетібайкен орындарынан алынған СБС модификаторы бар модификацияланған битум және мұнай шламының алынған үлгілерінің физика-механикалық сипаттамалары көрсетілген.

Кесте 3 – СБС модификаторымен модификацияланған битумның сипаттамалары

Көрсеткіштің атауы	Модификацияланған битумды дайындау					Зерттеу әдісі
	ЖМБ100/130/МШ (Өзен)/СБС					
Проценттік қатынасы	60/40/5	65/35/5	70/30/5	75/25/5	80/20/5	
Сақина мен шар бойынша жұмсарту температурасы, °С	59,0	46,0	58,0	63,0	71,0	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	40,0	96,0	100,0	86,0	87,0	МЕМСТ 1226
	ЖМБ100/130/МШ (Жетібай)/СБС					
Сақина мен шар бойынша жұмсарту температурасы, °С	85,0	78,0	73,65	73,0	57,0	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	46,0	51,0	57,0	61,0	79,3	МЕМСТ 1226

Битум/шлам/модификатордың қатынасы модификатор түріне және битумның жақсартуды қажет ететін сипаттамаларына байланысты таңдалды. Битумға ең жақсы қоспа ретінде СБС полимері 100/5 қатынасында модификацияланған битум үлгілерін дайындауда қолданылды. Битум:мұнай шламының пайызын өзгерту арқылы модификатордың тұрақты мәні кезінде битум мен мұнай шламының оңтайлы қатынасы таңдалды. Барлық үлгілерде битумның жұмсарту нүктесіне және иненің енуіне сынақтар жүргізілді. Сынақ нәтижелері 75/25/5 (ЖМБ100/130/МШ (Өзен)/СБС) қатынасында Өзен кен орындарынан мұнай шламы бар полимерлі түрлендірілген битумның (ПМБ) алынған үлгілерінен полимер-модификацияланған битумның (ПМБ) ПМБ 70/100 (25 °С температурада ену $86 \cdot 10^{-1}$ мм, сақина мен шар бойынша жұмсарту температурасы 63 °С) нақты көрсеткіштеріне сәйкес келетінін көрсетті, бұл ҚР СТ 2534-2014 талаптарына сәйкес келеді. Осылайша, битум/шламның оңтайлы қаты-

насы 75/25 және 80/20 болып таңдалады. Қосылған мұнай шламының мөлшерінің 30% және одан да көп артуы оң нәтижелерге әкелмеді, өйткені талдау нәтижелері ҚР СТ 2534-2014 талаптарына сәйкес келмейді.

Сондай-ақ битум/шлам/полимердің оңтайлы қатынасын таңдау үшін зерттеулер жүргізілді (4-кесте).

Кесте 4 – Битум/шлам/полимердің оңтайлы қатынасын таңдау мәліметтері

Көрсеткіштің атауы	Модификацияланған битумды дайындау			Зерттеу әдісі
	ЖМБ100/130/МШ (Өзен)/СБС			
Проценттік қатынасы	75/25/5	75/25/4	75/25/3	
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	63,0	57,2	51,0	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	86,0	81,0	69,0	МЕМСТ 1226
	ЖМБ100/130/МШ (Жетібай)/СБС			
Проценттік қатынасы	80/20/5	80/20/4	80/20/3	
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	71,8	51,2	49,85	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	52,0	82,6	66,0	МЕМСТ 1226
25 °С температурадағы созылғыштығы, см	72,0	69,0	65,55	МЕМСТ 1374
Фраас бойынша сынғыштық температурасы, °С	-19,4	-18,2	-20,1	МЕМСТ 1229

Жетібай кен орындарының мұнай шламы 165 – 170 °С температурада 180 мин ішінде дисперсияланды. Полимер-модификацияланған битумның алынған үлгілері көрсеткіштері бойынша 80/20/5 қатынасында ПМБ 35/50 полимерлі модификацияланған битум маркасына сәйкес келеді (3-кесте). Осылайша, битум/шламның оңтайлы қатынасы 80/20 болып таңдалады. 4-кестеден көріп отырғанымыздай, талдау нәтижелері ҚР СТ 2534-2014 талаптарына сәйкес келетіндіктен оңтайлы қатынас 80/20/5 құрайды. Осылайша, бұл қондырғыда СБС модификаторы бар 165-170 °С температурада ПМБ 35/50, ПМБ 70/100 маркалы полимермен модификацияланған битум алуға болады. Бұл модификацияланған битум алудың ұсынылған әдісі басқа белгілі әдістерге қарағанда жақсырақ екенін растайды.

Латекс модификаторы бар модификацияланған битумның алынған үлгілерінің зерттеу нәтижелері 5-кесте келтірілген.

Кесте 5 – Латекс негізінде полимерлі-модификацияланған битумның сипаттамалары

Көрсеткіштің атауы	Модификацияланған битумды дайындау					Зерттеу әдісі
	ЖМБ100/130/МШ (Өзен)/латекс					
Проценттік қатынасы	60/40/5	65/35/5	70/30/5	75/25/5	80/20/5	
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	38,0	40,0	42,0	47,0	71,0	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	143,0	150,0	195,0	157,0	68,0	МЕМСТ 1226

Өзен кен орындарынан мұнай шламы бар полимерлі-модификацияланған битумның алынған үлгілерінен 80/20/5 қатынасында екенін көрсетті. (ЖМБ100/130/МШ/латекс) ҚР СТ 2534-2014 талаптарына сәйкес келетін ПМБ 50/70 полимерлі модификацияланған битумның нақты көрсеткіштеріне сәйкес келеді. Оңтайлы битум/шлам/латекс қатынасы 80/20/5 болып таңдалады. Сондай-ақ битум/шлам/латекстің оңтайлы қатынасын таңдау үшін зерттеулер жүргізілді.


Кесте 6 – Битум/шлам/полимердің оңтайлы қатынасын таңдау мәліметтері

Көрсеткіштің атауы	Модификацияланған битумды дайындау			Зерттеу әдісі
	ЖМБ100/130/МШ (Өзен)/латекс			
Проценттік қатынасы	80/20/5	80/20/3	80/20/1	
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	71,0	40,0	47,2	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	68,0	106,3	102,6	МЕМСТ 1226
25 °С температурадағы созылғыштығы, см	142,0	150 жоғары	35,5	МЕМСТ 1374
Фраас бойынша сынғыштық температурасы, °С	-23,7	-23,7	-18,5	МЕМСТ 1229
	ЖМБ100/130/МШ (Жетібай)/ латекс			
Проценттік қатынасы	80/20/5	80/20/4	80/20/1	
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	56,9	45,6	41,7	МЕМСТ 1227
25 °С температурадағы пенетрация, 0,01 мм	79,3	88,0	106,3	МЕМСТ 1226
25 °С температурадағы созылғыштығы, см	145,0	86,5	142,2	МЕМСТ 1374
Фраас бойынша сынғыштық температурасы, °С	-19,2	-20,2	-19,4	МЕМСТ 1229

Зерттеу нәтижелерін талдаудан полимер құрамының төмендеуі көптеген көрсеткіштердің айтарлықтай жақсаруына әкелетінін көруге болады. Атап айтқанда, 25 °С-та иненің ену тереңдігі артады, 25 °С-та созылғыштық 142-145 см аралығында болды. Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы 40-тан 71 °С-қа дейін өзгереді. Сынғыштық температурасы қалыпты диапазонда болды. Физикалық-механикалық сипаттамалары бойынша мұнай шламының құрамы 25 % дейін және полимері 1 – 5 % полимерлі модификацияланған битум үшін барлық көрсеткіштердің ең оңтайлы қатынасына қол жеткізіледі деген қорытындыға келдік.

Осылайша, орындалған жұмыстардың талдауы Өзен және Жетібай кен орындары мұнай шламының үлгілерінен ПМБ 100/130, ПМБ 70/100, ПМБ 50/70, ПМБ 35/50 сияқты әртүрлі маркалы полимермен модификацияланған битум алуға болатынын көрсетті.

Қорытынды. Полимерлерді қосу арқылы модификацияланған битум алу үшін мұнай шламын пайдалануды зерттеу жүргізілді. СБС модификаторы бар полимермен модификацияланған битумдардың үлгілері белгілі бір параметрлер бойынша латекс модификаторынан біршама төмен екендігі тәжірибе жүзінде анықталды. Алайда, полимермен модификацияланған битумдардың қарастырылған үлгілерінің параметрлерінің мәндері ҚР СТ 2534-2014 белгіленген рұқсат етілген мәндерге жақсы сәйкес келетінін атап өткен жөн.

Осы жолмен алынған битумның маңызды артықшылығы оны өндірудің экономикалық орындылығы болып табылады. Полимерлі-модификацияланған битумдағы мұнай шламының мөлшері 15-20 % диапазонында экономикалық тұрғыдан орынды деп саналады. Полимермен модификацияланған битумды сынау кезінде мұнай шламының оңтайлы мөлшері 20-25% шегінде анықталғандықтан, оларды пайдалану экономикалық тұрғыдан негізделген деп санауға болады. 

Зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант № АР08856022).

ӘДЕБИЕТ

- 1 Иманбаев Е.И., Серикбаева А.К., Бусурманова А.Ч., Ибрашева Д.Б., Елдосова А.Е. К вопросу применения нефтешламов при модификации битума / Материалы международной науч.-практической конференции «Наука и образование: теория и практика». – Нефтекамск, 2020. С. 56-60. [Imanbaev E.I., Serikbaeva A.K., Busurmanova A.Ch., Ibrasheva D.B., Eldosova A.E. K voprosu primeneniya nefteshlamov pri modifikacii bituma / Materialy mezhdunarodnoj nauch.-prakticheskoy konferencii «Nauka i obrazovanie: teoriya i praktika». – Neftekamsk, 2020. S. 56-60.]
- 2 Черных О.В., Пурьгин П.П., Котов С.В., Шаталаев И.Ф., Шарипова С.Х., Мадумарова З.Р. Исследование возможности получения дорожного битума путем окисления нефтешламов // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 233-236. [Chernyh O.V., Purygin P.P., Kotov S.V., Shatalaev I.F., Sharipova S.H., Madumarova Z.R. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya dorozhnogo bituma putem okisleniya nefteshlamov // Izv. Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 233-236.]

- 3 Лöffлер М., Шелегов В.Г., Слободчикова Н.А. Направления использования нефтешламов в дорожном строительстве // Изв. вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 98-104. [Gohman L. M., Gurarij E. M., Davydov A. R., Davydova K. I. Polimerno-bitumnye vyazhushchie materialy na osnove SBS dlya dorozhnogo stroitel'stva. – M.: Informavtodor, 2002. – 112 s.]
- 4 Гохман Л. М., Гурарий Е. М., Давыдов А. Р., Давыдова К. И. Полимерно-битумные вяжущие материалы на основе СБС для дорожного строительства. – М.: Информавтodor, 2002. – 112 с. [Gohman L. M., Gurarij E. M., Davydov A. R., Davydova K. I. Polimerno-bitumnye vyazhushchie materialy na osnove SBS dlya dorozhnogo stroitel'stva. – M.: Informavtodor, 2002. – 112 s.]
- 5 Котов С.В., Леванова С.В., Мадумарова З.Р. Влияние группового углеводородного состава гудронов на физикохимические свойства битумов // Нефтехимия. – 2008. – Т. 48, № 1. – С. 45-49. [Kotov S.V., Levanova S.V., Madumarova Z.R. Vliyanie gruppovogo uglevodorodnogo sostava gudronov na fizikohimicheskie svoystva bitumov // Neftekhimiya. – 2008. – Т. 48, № 1. – С. 45-49.]
- 6 Шипигузов Л.М., Герин Ю.Г. Возможные методы комплексной переработки и утилизации нефтешламов / Труды международной конференции «Актуальные проблемы экологической безопасности территорий и населения». - Пермь, 2000. – С. 201-203. [Shipiguzov L.M., Gerin YU.G. Vozmozhnye metody kompleksnoj pererabotki i utilizacii nefteshlamov / Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Aktual'nye problemy ekologicheskoy bezopasnosti territorij i naseleniya». - Perm', 2000. – С. 201-203.]
- 7 Юшков Б.С., Минзуренко А.А. О применении отходов нефтяной отрасли в дорожном строительстве // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 6. – С. 41-45. [Юшков Б.С., Минзуренко А.А. О применении отходов нефтяной отрасли в дорожном строительстве // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 6. – С. 41-45.]
- 8 Бухгалтер Э.Б., Голубева И.А., Лыков О.П., Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. Экология нефтегазового комплекса: учебное пособие. – М.: «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 416 с. [Buhgalter E.B., Golubeva I.A., Lykov O.P., Mazlova E.A., Meshcheryakov S.V. Ekologiya neftegazovogo kompleksa: uchebnoe posobie. – M.: «Nef't' i gaz» RGU nef'ti i gaza im. I.M. Gubkina, 2003. – 416 s.]
- 9 Karami E., Behbahani T.J. Upgrading Iranian petroleum sludge using polymers. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. – 2018. – Vol. 8. – P. 1319-1324.
- 10 Al Zubaidy I.A., Al-Tamimi A.K. Production of sustainable pavement with oil sludge. Road Materials and Pavement Design. – 2014. – Vol. 15.– P. 691-700.
- 11 Da Silva L.J., Alves F.C., de França F.P. A review of the technological solutions for the treatment of oily sludges from petroleum refineries. Waste Management & Research. – 2012. – Vol. 30. – P. 1016-1030.
- 12 Аккенжеева А.Ш., Сыдыков С.У. Модифицирование битума с использованием стирол-бутадиен-стирольного блока сополимера // Yessenov Science J Yessenov Science Journal. – 2018. – № 1(33). – С. 71-76. [Akkenzheeva A.SH., Sydykov S.U. Modificirovanie bituma s ispol'zovaniem stirol-butadien-stirol'nogo bloka sopolimera // Yessenov Science J Yessenov Science Journal. – 2018. – № 1(33). – С. 71-76.]