

ӨОЖ 665.775

*С. С. САТАЕВА\*, К. А. МИХАЙЛОВА*

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,  
Орал, Қазақстан Республикасы.

\*E-mail: sataeva\_safura@mail.ru

### **ЖОЛ ТӨСЕУГЕ АРНАЛҒАН БИТУМДАРДЫҢ НЕГІЗГІ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ**

**Аннотация.** Мұнайды қайта өңдеу саласындағы өзекті мәселенің бірі, мұнайды қайта өңдеуді тереңдетумен қатар, битум сияқты ауыр мұнай қалдықтарын қосатын мұнай өнімдерінің сапасын арттыру проблемалары болып табылады. Жол құрылысында мұнай битумының кең қолданылғанына қарамастан, битумға деген сұраныс толығымен қанағаттандырылмайды, өйткені көптеген битуминозды материалдардың сапасы құрылыс индустриясының заманауи талаптарына толық сәйкес келмейді. Осыған байланысты мақалада жол құрылысы эксплуатациясына қажет жасанды жолмен алынған битумның қолданылуы қарастырылды. Битумның кейбір маңызды физика-химиялық қасиеттері анықталды. Алынған мәліметтер техникалық шарттарға сай және синтетикалық жолмен алынған битумды жол құрылысында байланыстырғыш материал ретінде қолдануға болатыны көрсетілді.

**Түйін сөздер:** мұнай битумдары, битум құрамындағы күкірт және су мөлшері, тұтқырлық, тығыздық.

**Кіріспе.** Қазіргі кезде Қазақстан Республикасында мұнайдың қалдықтарын пайдалану маңызды мәселелердің бірі болып табылады, өйткені олардан мұнай битумы алынады. Ал битум құрылыста, өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында және реактивті техникада, радиоактивті сәулелерден қорғануда, тұрғын үйлер, өнеркәсіп орындары мен аэродромдар құрылысына өте қажет. Сондықтан қолдану аясына байланысты битумдар құрылыс, жол, изоляциялық және жабындық битумдар деп бөлінеді. Жол битумдары жол жабындарын, асфальтбетон төсеуде қолданылады. Битумды жол құрылысында байланыстырғыштардың ішіндегі ең арзан және универсалды материал ретінде қолданады.

Жол төсеуге арналған жабындар сұрағы Қазақстанда бұрыннан бері өзекті мәселе болып келеді. Битум негізіндегі кәдімгі асфальтбетонды жабындар қазіргі заманғы жүк тасымалы мен интенсивті қозғалыс жағдайына талап етілетін механикалық және ұзақ мерзімділік қасиетпен қамтамасыз ете алмайды. Асфальтбетонды жабындардың сапасын және ұзақ мерзімді пайдалану қасиеттерін арттыру битумдарды синтетикалық полимерлермен модифицирлеу негізгі шешім болып келеді.

Жол құрылысында қолданылатын битумдар тас материалдарын байланыстырушы қызметін атқарады. Сонымен қатар, олар ең кең қолданылатын битум болып есептеледі және жол битумдары климат жағдайларына төзімді етіп тандап алынады [1]. Жол жабындарының жарамдылық мерзімі қолданылған битум маркасына және қасиеттеріне байланысты.

«Битум» термині көміртегімен сутегі байланысының сұйық, жартылай сұйық немесе қатты қосындысының мағынасын береді. Оның құрамында оттегі, күкірт, азот қосылыстары және металдар сондай-ақ аз мөлшерде күкіртті көмірсутектер, хлороформдар және басқа органикалық еріткіштерде жақсы еритін асфальтті-шайырлы қосылыстар да бар. Жол құрылысында битум кең көлемде қолданылады. Қолдану аймағы 1-ші кестеде келтірілген.

1-кесте – Битумдардың жол құрылысында қолдану аймағы

Жол климаттық аумағы	Жылдың салқын уақытындағы орташа айлық температурасы, °С	Битум маркасы
I	20 жоғары емес	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II және III	10-нан – 20-ға дейін	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III, IV	5-тен 10-ға дейін	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300
IV және V	+5 төмен емес	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90, БН 90/130

Битумның қасиеттері және маркасы компоненттік құрамына, яғни оптималды асфальтен, шайыр және ароматты көмірсутектің қажетті көлемдерінде болатын арақатынасқа байланысты. Мұнайдың жоғары молекулалық қалдықтарының, гудронның және крекинг қалдықтарының ауадағы оттегімен тотығуы нәтижесінде тұтқырлығы жоғары, қатты заттар, яғни мұнай битумдары алынады [2].

Көп жылдар бойы табиғи материалдар жол құрылысын толықтай қанағаттандырып және қамтамасыз етіп келеді, дегенмен қазіргі кездегі транспорттың жиілеуі битумды экономикалық, жарамдылық мерзімі жағынан және т.б. кемшіліктерін көрсетіп отыр. Сонымен қатар транспорт қозғалысының жиілігіне байланысты жол жабындарының тозуын тездетеді: жолды күрделі жөндеу периоды 6-12 жыл болса, ал аралық жөндеу жұмыстары 3-5 жыл [3].

Осы мәселеге байланысты битумдардың практикадағы кемшіліктерін атап өтсек: жоғары температуралық сезгіштік; механикалық және серпімділік сипаттамалық көрсеткіштері төмен, қартаюға бейім болатыны. Сондықтан, жол төсеу битумдарын қолдану барысында көптеген қолайсыз жағдайларға және қатаң талаптардың қойлуына алып келеді.

Қолданылатын битумдар міндетті түрде: жоғары температураға берік, яғни термиялық тұрақты; эластикалық; қысымға, соққыға, жарылысқа төзімді

болу; құрғақ және ылғалды минералды материалдар беттерімен жабысуы; бастапқы беріктігі мен тұтқырлығын сақтау керек [4].

Шығу тегіне байланысты битум екі категорияға бөлінеді: табиғи битумдар және мұнай битумдары, яғни жасанды.

Табиғи битумдар таза күйінде сирек болады, керісінше минералдар, шайырлар және әр түрлі химиялық заттар құрамында жиі кездеседі. Ал жасанды битумдар мұнай өндірісінің қалдық өнімінен алынады. Жасанды битумдар құрамы бойынша табиғи битумдарға ұқсас [5].

## ЭКСПЕРИМЕНТТІК БӨЛІМ

Зерттеу объектісі ретінде Ақтау битум зауытының жасанды жолмен синтезделген битумдары алынды. Зертханалық жағдайда сынамалардың физика-химиялық қасиеттері қарастырылды. Аталған сынамалардың құрамындағы күкірт пен су мөлшері, тығыздығы және тұтқырлығы анықталды. Көмірсутектер мен функционалды қоспалардан басқа битумның құрамында оның сапасын төмендететін немесе оны пайдалануға мүлдем жарамсыз ететін су мен минералды ластағыштар болуы мүмкін.

Су битумның сорылғыштығын, сүзілгіштігін, тозуға қарсы, диэлектрлік және антикоррозиялық қасиеттерін нашарлатады, олардың биотұрақтылығын төмендетеді, бөлшектердің электрохимиялық коррозия процестерін күшейтеді.

Битум тығыздығы температураға, түріне тәуелді және негізгі көрсеткіштерінің бірі. Битумның тұтқырлығы пенетрация мен жұмсару температурасы сияқты эмперикалық көрсеткіштермен салыстырғанда, консистенциясының әр түрлі температураларда жеткілікті сипаттайды. Бұл көрсеткішті тез әрі өндіріс немесе қолдану температурасында өлшеуге болады. Зертханалық жағдайда анықталған нәтижелер келесі кестелерде (2-5) бейнеленген.

Сонымен қатар алынған битум сынамаларының құрамындағы жалпы күкірт мөлшері анықталды.

Мұнай өнімдеріндегі жалпы күкірт мөлшерін рентген-флуоресцентті спектроскопия әдісімен зерттелді. Сынама рентген сәулелері әсер ететіндей орналастырылады. Сәулелер зерттелетін сынамадағы атомдарды ретсіз қозғалуына алып келеді. Бұл қозғалыс өлшенеді және алдын ала дайындалған калибрленген импульстар санымен қосып, жалпы күкірт мөлшерін есептеп береді.

Мұнай өнімінің құрамындағы су мөлшері МЕМСТ 2477-65 Дина және Старк әдісі бойынша анықталды. Бұл анықтаудың кең тараған және дәл әдісі. Ол мұнай немесе мұнай өнімінің еріткіштермен азеотропты айдалуына негізделген. Қолданылған битумның құрамындағы су мөлшері арнайы қондырғыда жүргізіледі. Бұл әдіске резенке өнеркәсібінде еріткіш ретінде БР-1 маркалы, 80-120°C қайнайтын және ароматты көмірсутектері 3 % көп болмайтын бензин-еріткіш қолданылады.

2-кесте – Битум сынамаларының құрамындағы күкірт мөлшері

I сынама	Орташа мәні	II сынама	Орташа мәні
%			
0,021	0,02	0,015	0,01
0,022		0,015	
0,021		0,016	
0,020		0,015	
0,022		0,014	

Мұнай сынамасын ыдыста 5 минут бойы шайқап араластырады. Мұнай өнімінің араласқан сынамасынан таза, құрғақ, алдын ала өлшенген дөңгелек түпті шыны колбаға 100 мл еріткіш құйып араластырады. Тұтқырлығы төмен мұнай өнімдерін колбаға көлемі бойынша алуға болады. Осы сәтте өлшеуіш цилиндрмен 100 мл мұнай өнімін алып колбаға құяды. Тең көлемде қайнауы үшін колбаға пемза немесе фарфордың сынығын салады. Колбаны шлиф арқылы қабылдағыш қақпанның түтігіне жалғайды, ал қабылдағыш қақпанның жоғары бөлігіне шлиф арқылы тоңазытқышты жалғайды. Қабылдағыш қақпанмен тоңазытқыш таза, әрі құрғақ болуы керек. Битумның құрамындағы судың массалық үлесін  $X$ , % формуламен есептейді:

$$X = 100V/G,$$

мұндағы  $V$  – қабылдағыш қақпанда жиналған судың көлемі, мл;  $G$  – сынауға алынған мұнай немесе мұнай өнімінің өлшендісі, г.

3-кесте – Битум құрамындағы судың массалық үлесі, %

I сынама	Орташа мәні	II сынама	Орташа мәні
%			
0,66	0,7	0,52	0,52
0,70		0,56	
0,76		0,48	

Тығыздық – мұнай және мұнай өнімдерінің сапасының маңызды және кеңінен қолданылатын көрсеткіштерінің бірі. Ол мұнайдың фракциялық және химиялық құрамын сипаттайтын көрсеткіш.

Битумдардың тығыздығын МЕМСТ 3900-85 әдісімен, DMA 4500 құрылғысында анықталды. Қазіргі кезде жоғарыәфектілі DMA-4500 плотномері арқылы дәл мәндіалуға болады. Бұл прибор U-тәрізді трубканың магнит арқылы осцилляторға жалғанған, ал ол өлшеу тетігіне жалғасатын құрылғыдан тұрады.

4-кесте – Ақтау битум зауыты сынамаларының тығыздығын анықтау нәтижесі

Сынама №	Тығыздық ( $\rho$ , г/см <sup>3</sup> )		
	мәні	орташа мәні	техн. көрсеткіш
I сынама	1,0005	1,0005	0,9-1,8
	1,0006		
	1,0007		
	1,0004		
II сынама	1,3452	1,3453	
	1,3452		
	1,3454		
	1,3452		

Кестеде көрсетілгендей, I сынаманың орташа тығыздығы 1,0005 г/см<sup>3</sup>-ге, сәйкесінше II сынаманың орташа тығыздығы 1,3453 г/см<sup>3</sup>-ге тең. Сынамалардың мәндерінің 0,3-ке айырмашылығы, олардың агрегаттық күйіне байланысты, себебі зерттелген I сынама – сұйық, ал II сынама өте тұтқыр. Демек, битумның қасиеттері бастапқы мұнай және таңдап алынған бастапқы шикізат түрі әр түрлі екені байқалды. Бұл анықталған мәндер битумның техникалық сипаттамаларына сәйкес келеді.

Тұтқырлықтың үш түрі бар: динамикалық, кинематикалық және шартты. SVM-3000 вискозиметрі зертханалық жағдайда динамикалық және кинематикалық тұтқырлығын өлшеуге арналған құрылғы. Қолдану аясы химия, мұнай-газ өңдеу, фармацевтикалық, тамақ және т.б. зертханаларында сынамалардың сандық және сапалық мәндерін анықтауға және ғылыми жұмыстар жүргізу үшін қолданылады. Сонымен қатар сынамалардың тұтқырлығы анықталды. Өлшеу SVM-3000 вискозиметрінде динамикалық және кинематикалық тұтқырлығын өлшеуге арналған құрылғыда, МЕМСТ 33-82 әдісімен анықталды. Зерттеу нәтижелері 5-ші кестеде көрсетілген.

5-кесте – Ақтау битум зауытының сынамаларының тұтқырлығын анықтау нәтижесі

Сынама №	Тұтқырлық, $\eta$ , м <sup>2</sup> ·с		
	мәні	орташа мәні	техн. көрсеткіш
I сынама	280	279	250-2000
	280		
	277		
	279		
II сынама	1071	1072	
	1071		
	1072		
	1072		
	1073		

I сынаманың тұтқырлығының орташа мәні 279 м<sup>2</sup>·с, ал II сынаманың тұтқырлығы 1072 м<sup>2</sup>·с тең. Битумның тұтқырлығының мәндерінің 3,8 есеге айырмашылығы битумның агрегаттық күймен түсіндіріледі.

**Қорытынды.** Эксперименталдық бөлімде зерттелген битумдардың физика-химиялық қасиеттері: күкірт мөлшері, су мөлшері, тығыздығы, тұтқырлығы анықталып, техникалық шамалармен салыстырылды. Техникалық көрсеткіштер алдағы зерттеу жұмыстың нәтижелерін салыстырмалы түрде қарау үшін қажет.

Жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, сыналған битумдардың реологиялық қасиеттерін жақсарту үшін алдағы уақытта модифицирлеу жоспарланып отыр.

### ӘДЕБИЕТ

[1] Мозговой В.В. Прогрессивные технологии капитального ремонта дорожных одежд. Дорожная техника. Каталог-справочник. – 2007. – С. 126-139.

[2] Евсиков Н.И., Измайлова Л.С., Новицкая Т.А., Киселева Л.Б., Радьков Н.В. Комплексная добавка к органическим вяжущим для дорожного асфальтобетона. Пат. 950076 Респ. Беларусь, МКИ С08L95/00. заявл. 16.02.1995.

[3] Гезенцевей Л.Б., Гезенцева Л.С. Дорожный асфальтобетон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.

[4] Кульпо М.М., Ткачев С.М. Термоокислительная стабильность битума в присутствии присадок к маслам // Изв. НАН Беларуси. – 2005. – № 5. – С. 63-65.

[5] Кульпо М.М., Ткачев С.М., Ермак А.А. Термоокислительная стабильность битумов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2003. – № 2. – С. 64-67.

### REFERENCES

[1] Mozgovej V.V. Progressivnye tekhnologii kapital'nogo remonta dorozhnyh odezhd. Dorozhnaya tekhnika. Katalog-spravochnik. 2007. P. 126-139.

[2] Evsikov N.I., Izmajlova L.S., Novickaya T.A., Kiseleva L.B., Rad'kov N.V. Kompleksnaya dobavka k organicheskim vyazhushchim dlya dorozhnogo asfal'tobetona. Pat. 950076 Resp. Belarus', MKI S08L95/00. zayavl. 16.02.1995.

[3] Gezencvej L.B., Gezencveya L.S. Dorozhnyj asfal'tobeton. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Transport, 1985. 350 p.

[4] Kul'po M.M., Tkachev S.M. Termookislitel'naya stabil'nost' bituma v prisutstvii prisadok k maslam // Izv. NAN Belarusi. 2005. No. 5. P. 63-65.

[5] Kul'po M.M., Tkachèv S.M., Ermak A.A. Termookislitel'naya stabil'nost' bitumov // Vestn. Poloc. gos. un-ta. Ser. V. Prikladnye nauki. 2003. No. 2. P. 64-67.

### Резюме

*С. С. Сатаева, К. А. Михайлова*

### ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Наиболее актуальными в нефтеперерабатывающей промышленности, наряду с углублением переработки нефти, остаются проблемы повышения качества нефтепродуктов, к которым относятся тяжелые нефтяные остатки, как например битум. Несмотря на широкое применение нефтяного битума в дорожном строительстве,

спрос на битумы полностью не удовлетворяется, так как качество многих битумных материалов не полностью соответствует современным требованиям строительной отрасли. В статье рассмотрена пригодность битума, полученного искусственным путем, для эксплуатации в дорожном строительстве. Описаны некоторые основные физико-химические свойства битума. Полученные данные соответствуют техническим условиям и позволяют сделать вывод о том, что битум, полученный синтетическим способом, можно использовать в качестве связывающего материала для покрытия дорог.

**Ключевые слова:** нефтяные битумы, массовая доля серы и воды, вязкость, плотность.

### Summary

*S. S. Satayeva, K. A. Mihailova*

#### BASIC PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BITUMENS FOR ROADS

The most urgent in the oil refining industry, along with the deepening of oil refining, are the problems of improving the quality of oil products, which include heavy oil residues, such as bitumen. Despite the widespread use of petroleum bitumen in road construction, the demand for bitumen is not fully satisfied, because the quality of many bituminous materials does not fully meet the modern requirements of the construction industry. Conformance of bitumen obtained by synthetic method for using it in road construction was reviewed in this article. Some main physical and chemical properties of bitumen were described. Received results meet with specification and we can make the conclusion that synthesized bitumen can be used for road surface.

**Key words:** petroleum bitumen, mass fraction of sulfur and water, viscosity, density.

#### Information about authors:

<i>Satayeva Safura Sanievna</i>	Doctor Ph.D., Assoc Professor. «West-Kazakhstan agrarian-technical university named after Zhangir Khan», high school «Oil, gas and chemical engineering», Uralsk, The Republic of Kazakhstan; sataeva_safura@mail.ru; <a href="https://orcid.org/0000-0002-2397-9069">https://orcid.org/0000-0002-2397-9069</a>
<i>Mihailova Karina Andreevna</i>	Undergraduate. «West-Kazakhstan agrarian-technical university named after Zhangir Khan», high school «Oil, gas and chemical engineering», Uralsk, The Republic of Kazakhstan; karinotchka1998@mail.ru; <a href="https://orcid.org/0000-0002-7332-2639">https://orcid.org/0000-0002-7332-2639</a>