

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АДГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОРОЖНОГО БИТУМА

Р.Х. Салахов<sup>1,3\*</sup>, Б.Б. Телтаев<sup>2</sup>, А.О. Ельшибаев<sup>2</sup>,  
А.У. Нугманова<sup>2</sup>, Т.А. Кетегенов<sup>3</sup>, А.Р. Кенжегалиева<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем горения, ул. Богенбай батыра 172, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>АО «КаздорНИИ», ул. Нурпеисова, 2а, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>ТОО «Ин.Прометей», ул. Торетай, 20, Алматы, Казахстан

<sup>4</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан

### Аннотация

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования физико-химических характеристик битума марки БНД 100/130 с использованием адгезионных добавок («Wetfix Be», Амдор-9, AlfaDob) и проведен сопоставительный анализ битумного вяжущего без добавки и с применением адгезионных добавок. Кроме этого были найдены изменения величин пенетрации при температуре 25 °С, вязкость битума при 0 °С, температура хрупкости по Фраасу, температура размягчения по КИШ (кольцо и шар), способностью битума к растяжению (дуктильность). Определена устойчивость битума к старению после прогрева по изменению температуры размягчения, изменению массы (%), остаточной пенетрации при 25 °С (%), изменению абсолютных значений температуры хрупкости. По результатам исследований сделаны выводы по подбору поверхностно-активных веществ улучшающих физико-химические свойства битумного вяжущего. Практическая ценность работы заключается в получении адгезионной добавки с оптимальным процентным составом удовлетворяющим требованиям битумного вяжущего для использования в дорожном строительстве автомобильных дорог РК.

*Ключевые слова:* битум, адгезионные добавки, дуктильность, пенетрация, вязкость, температура размягчения, температура хрупкости, устойчивость к старению.

### 1. Введение

Основными причинами преждевременного разрушения дорожных покрытий являются малая водо- и морозостойкость асфальтобетона [1-5]. Вода проникает в поры и трещины асфальтобетона и при понижении температуры приводит к растрескиванию битума и минерального материала. В течение многих циклов оттаивания-замораживания происходит постепенная потеря прочности дорожного покрытия. Основным фактором разрушения является взаимодействие воды и заполнителя, в результате чего битум постепенно вытесняется с поверхности минерального материала, т.е. нарушается механизм адгезионного сцепления [3, 6].

В последние годы в дорожном строительстве РК используют асфальтобетонные смеси с адгезионными добавками производимыми в РФ («Амдор-9», «Амдор-10», «Амдор-12» «Адгезол»), РК («AlfaDob»), Италии («STARDOPE® 130P»), Швеции «WETFIX BE» [7].

В настоящей работе исследованы влияния адгезионных добавок на такие физико-химические свойства, как устойчивость к высоким температурам и сохранение их активности при высокой рабочей температуре от 130 °С до 150 °С в соответствии с СТ РК 1224.

Адгезионные добавки в составе асфальтобетона используют для повышения адгезии битума к каменному материалу. Их присутствие в асфальте обеспечивает наилучшую связь между битумом и инертными материалами,

большую устойчивость к деформации дорожного покрытия [7].

До сих пор механизмы адгезионного взаимодействия в системах «битум-заполнитель» до конца не выяснены. Поэтому этой проблеме посвящено большое количество научных работ. Понимание механизмов адгезии между заполнителями и битумом необходимо для обеспечения прочности и долговечности асфальтовых дорожных покрытий [3, 5, 8-17].

Преимущественно на адгезию влияет качество минерального материала, так как горные породы, которые наиболее часто используются в качестве заполнителей асфальтобетонных смесей, состоят из разных минералов, каждый из которых характеризуется своим химическим составом, а значит и специфическими механизмами взаимодействия с битумом. Кроме участия в адгезионном взаимодействии, заполнители ускоряют процесс окислительного старения битума, которое происходит из-за действия ультрафиолетового излучения, высоких температур и динамических нагрузок на дорожное покрытие. Из-за этого битум становится более хрупким, что, в конечном счете, также сокращает срок службы автомобильных дорог [3, 6, 10, 12, 18, 19].

Целью данной работы является исследование влияния адгезионных добавок «Амдор-9», «AlfaDob», «Wetfix Be» на физико-химические свойства дорожного битума марки БНД 100/130.

## 2. Экспериментальная часть

В качестве битумного вяжущего был использован битум марки БНД 100/130 производства ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» (ТОО «ПНХЗ»).

В лаборатории «КаздорНИИ» были проведены исследования по определению влияния ПАВ на адгезионные характеристики битумного вяжущего к каменному материалу. В экспериментах были использованы вышеупомянутые адгезионные добавки:

- «Амдор-9» – катионное поверхностно-активное вещество, обеспечивающее высокую степень сцепления дорожных битумов с различными по природе минеральными материалами, в том числе с гранитным щебнем и песком, обладающими повышенными кислотными свойствами, производства компании ООО «Уралхимпласт – Амдор» (Россия);

- «Wetfix Be» представляет собой жидкую катионоактивную адгезионную добавку, специ-

ально разработанную для горячих асфальтобетонных смесей, для которых требуется высокая термостабильность смеси катионного поверхностно-активного вещества, производства компании *Akzo Nobel (Швеция)*.

- «AlfaDob» – жидкая катионоактивная добавка в битум, основанная на органических эфирах и растительных маслах для улучшения сцепления битума с каменным материалом, как кислых, так и основных пород, производства ТОО «Юнид Ас-групп» (Казахстан).

Как отмечается в [7] концентрация добавки не должна превышать 0,6% и подбирается конкретно для каждого битума.

Битумные вяжущие описывают и сравнивают по степени текучести при некоторой определенной температуре. К ним относятся растяжимость в нить (дуктильность), глубина проникания стандартной иглы (пенетрация), температура хрупкости, температура размягчения. Такие исследования не позволяют определить сразу показатель вязкости, однако применяются довольно широко, потому что дают возможность быстро характеризовать консистенцию битума.

Определение показателей физико-химических свойств битумного вяжущего модифицированного адгезионными добавками, проводили по СТ РК 1373-2013 – глубина проникания иглы при 25 °С, (при 0 °С), растяжимость при температуре 25 °С, (при 0 °С), температура размягчения, температура хрупкости и устойчивость к старению при 163 °С.

## 3. Результаты и обсуждение

Для определения ряда свойств битума, отражающих реальные условия его работы в дорожном покрытии (прочности, деформативности и др.), были проведены исследования физико-механических свойств, которые позволяют косвенно судить о свойствах битума. Нами были изучены показатели сцепления дорожного битума марки 100/130 с использованием каменного материала щелочного и кислого характера при различных температурах, с адгезионными добавками («Wetfix Be», Амдор-9, AlfaDob).

Результаты испытаний согласно требованиям СТ РК 1373-2013 представлены в таблице 1.

Из таблицы 1, для измерения глубины проникновения иглы при температуре 25 °С видно, что использование адгезионных добавок в концентрации от 0,2 до 0,6 %, равна 102-103 мм. Исключение составляет адгезионная до-

Таблица 1. Результаты испытаний согласно требованиям СТ РК 1373-2013

Наименование показателей	Норма по ГОСТ 33133 и по СТ РК 1373 БНД 100/130	Исходный БНД 00/130 ПНХЗ	Адгезионные добавки								
			АМДОР-9			AlfaDob			Wetfix -BE		
			0,2%	0,4%	0,6%	0,2%	0,4%	0,6%	0,2%	0,4%	0,6%
Результаты испытаний согласно требованиям СТ РК 1373-2013											
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	101-130	103	102	102	105	103	98	97	103	103	101
Глубина проникания иглы при 0°С, 0,1 мм,	30	31	30	33	35	35	36	37	33	37	30
Тем-ра размягчения по кольцу и шару, °С,	43	47	47	47	48	47	48	48	46	47	47
Индекс пенетрации	от -1,0 до +1,0	-0,8	-0,10	-0,10	-0,28	-0,07	-0,05	-0,20	-0,29	-0,07	-0,23
Тем-ра хрупкости по Фраасу, °С,	-22	-24	-24	-25	-28	-27	-28	-26	-23	-30	-24
Растяжимость, см, при 25°С	90	110	127	102	101	110	113	110	113	126	105
Уст-сть к старению при 163 °С изменение масс, %	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Изменение температур размягчения, °С	8	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4
Темп-ра хрупкости после старения	-17	-21	-21	-25	-25	-24	-25	-24	-21	-27	-20

бавка «AlfaDob» в концентрации 0,4 и 0,6% которая снижает ход иглы до значения 98 и 97 (т.е. на 5 и 6% соответственно).

В зимний период, при малой скорости промерзания, явления морозного пучения дорожной одежды можно избежать, если исходный битум будет обладать необходимой деформативностью (пластичностью), так как появившееся низкотемпературное напряжение распора будет успевать рассеиваться. В этом случае вязкость битума при 0 °С является основной характеристикой и может предопределять поведение асфальтобетона в холодное время года.

На рис. 2 представлены показатели глубины проникания иглы пенетromетра в битум при 0 °С в концентрациях от 0,2% до 0,6%. На рисунке видно, что добавка «Амдор-9» проявляет наименьшую пластичность по сравнению с другими ПАВ на 15-16%.

Температурное поле, формируемое в дорожном покрытии, определяется температурной устойчивостью битума, характеризуемая двумя показателями: температура размягчения и

температура хрупкости. Точный прогноз температурного поля дорожного покрытия имеет решающее значение при проектировании дорог в летний период. Так устойчивость асфальтобетона зависит от пластичности битумного вяжущего и характеризуется показателем температуры размягчения.

На рис. 3 представлены температуры размягчения по КИШ битума марки БНД 100/130 модифицированного адгезионными добавками. Из рисунка видно, что температуры размягчения модифицированного битума выше значений, указанных в СТ РК 1373 на 9%. В данном испытании лучше всего проявили себя добавки «Амдор-9» и «AlfaDob».

Индекс пенетрации характеризует пластические свойства битума и их зависимость от температуры, и рассчитывается после исследований на приборе для определения температуры размягчения по методу «кольцо и шар».

Найденное изменение индекса пенетрации для битума марки 100/130 не более 0,8 находится в пределах, представленных в табл. 1.

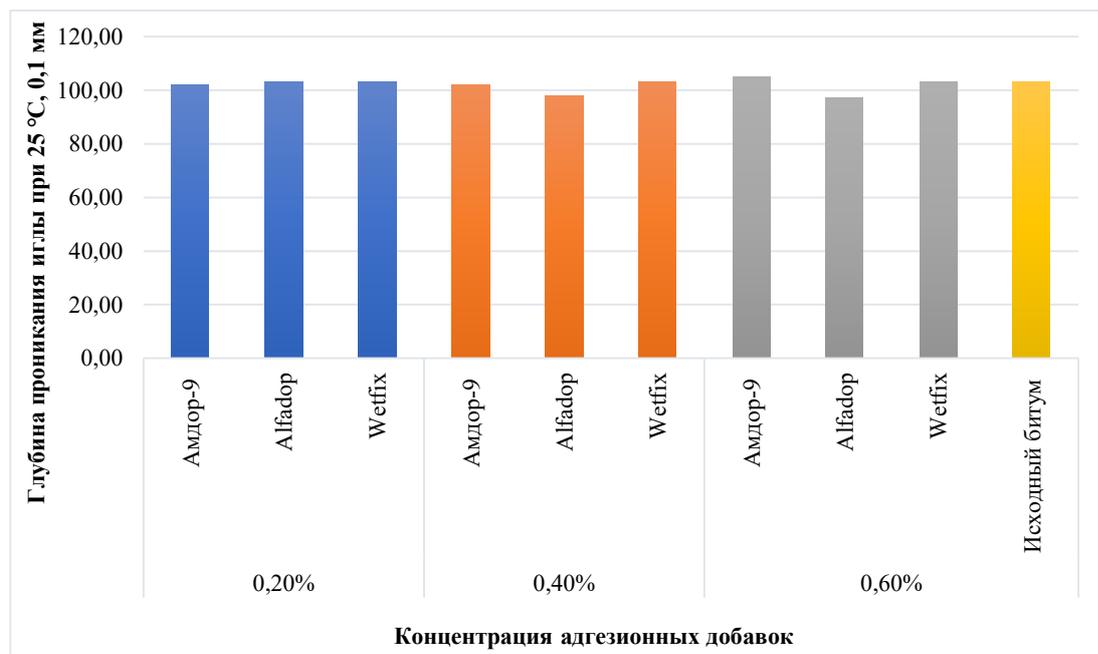


Рис. 1. Глубина проникновения иглы в битум, модифицированный адгезионными добавками при 25 °С.

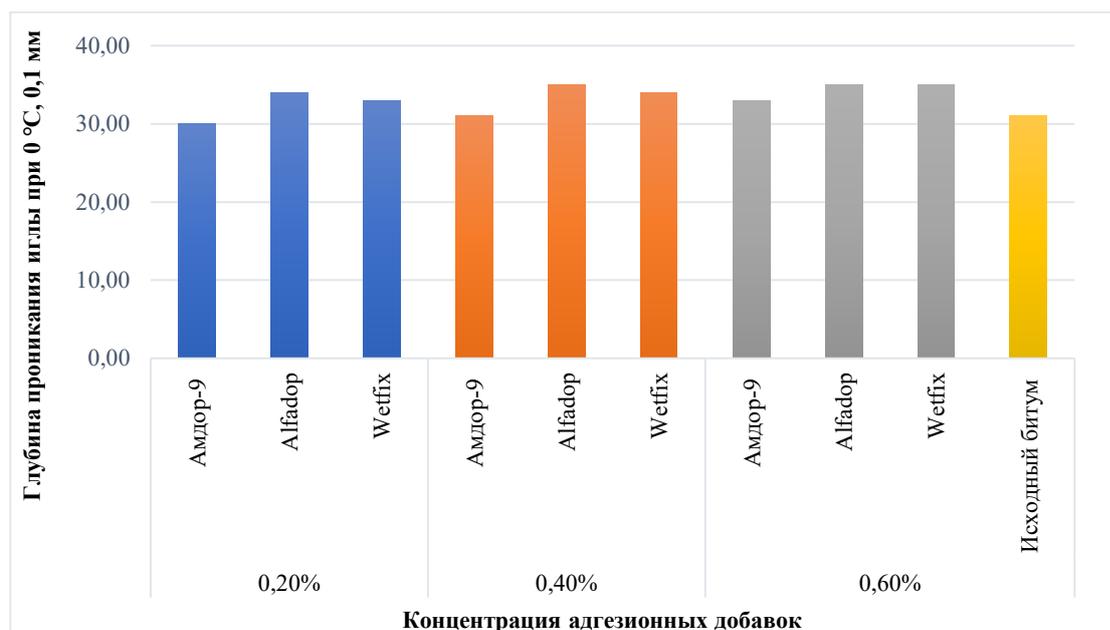


Рис. 2. Глубина проникновения иглы в битум, модифицированный адгезионными добавками, при 0 °С.

Глубина промерзания асфальтобетона находится в тесной зависимости от работоспособности битума при отрицательных температурах и характеризуется показателем хрупкости. На рис. 4 приведены результаты исследований температуры хрупкости по Фраусу, на котором наблюдается при внесении добавок, повышение температуры хрупкости на 3-6 °С.

Растяжимость битума (дуктильность) является важным показателем для дорожных покрытий, т.к. позволяет оценить стойкость к

механическим воздействиям (особенно в летний период), способность работать на изгиб и эластичность.

На рис. 5 приведены результаты испытаний по дуктильности вяжущего при температуре 25 °С. Для каждой адгезионной добавки наблюдается существенная разница показателей растяжимости. Так разница между исходным битумом и с добавками составила: для «Амдор 9» (с концентраций 0,2%) – 29%, для «AlfaDob» (с концентраций 0,4%) – 21% и «Wetfix -BE» (с

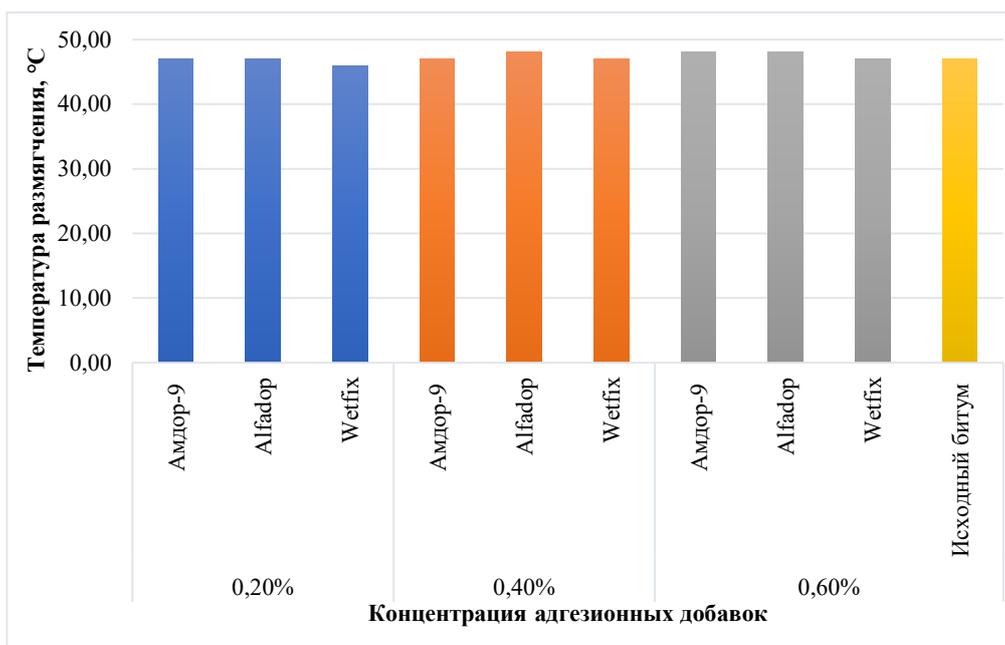


Рис. 3. Температура размягчения по КИШ модифицированного битума.

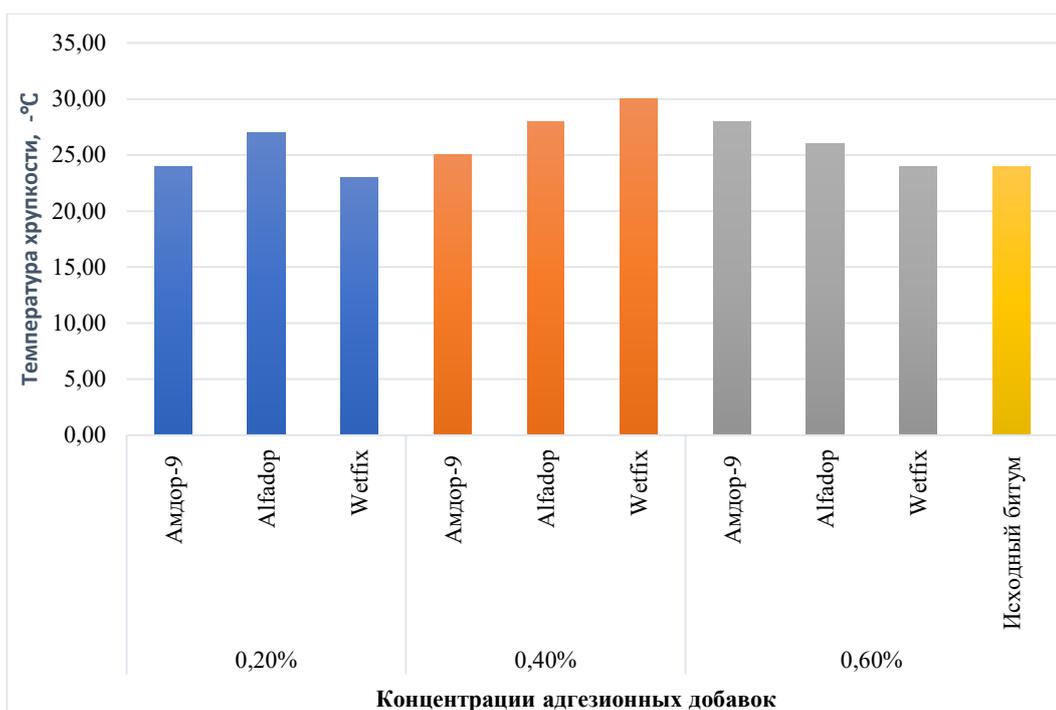


Рис. 4. Температура хрупкости модифицированного битума.

концентраций 0,2 и 0,4%) – 21% и 28,5% соответственно.

На показатель дуктильности вяжущего при температуре 0 °С адгезионные добавки особого влияния не оказывают, так происходит процесс стеклования битума.

Устойчивость битумов к старению после прогрева в соответствии с ГОСТ 18180-72, была определена по изменению температуры

размягчения, изменению массы (%), остаточной пенетрации при 25 °С (%), изменению абсолютных значений температуры хрупкости и величины индекса пенетрации (табл. 1).

Во всех случаях оценки адгезионных свойств на состаренных модифицированных добавками битумах физико-химические показатели значительно улучшились.

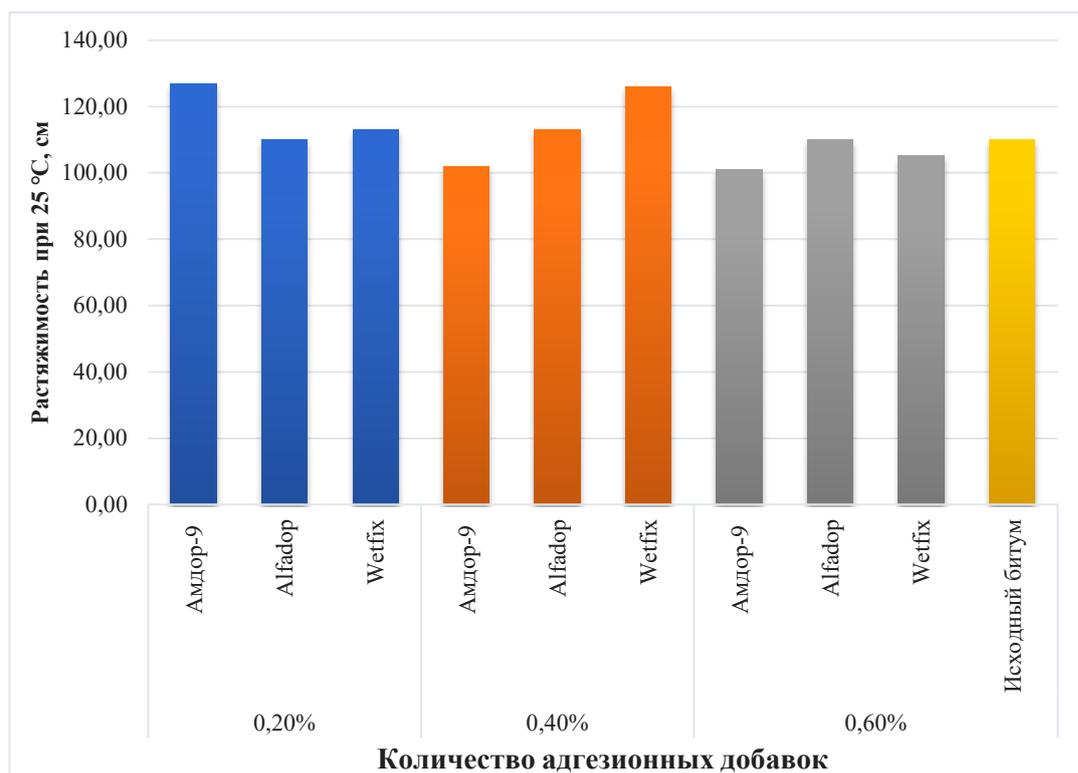


Рис. 5. Показатель растяжимости(дуктильности) модифицированного битума при температуре 25 °С.

#### 4. Заключение

По результатам исследования установлено:

- с внесением в битум адгезионных добавок «Амдор 9», «Wetfix-BE» и «AlfaDob» происходят положительные изменения количественных показателей: растяжимости в нить (дуктильность), глубины проникания стандартной иглы (пенетрация), температуры хрупкости и температуры размягчения;

- модифицирование битума адгезионными добавками замедляет его старение и приводит к улучшению физико-химических показателей;

- из используемых ПАВ наилучший результат среди битумных систем показали добавки «Wetfix» с концентрацией 0,4% и «AlfaDop» с концентрацией 0,4%.

#### Благодарность

Работа выполнена в рамках темы «Исследование адгезионных свойств нефтяных битумов с разработкой методов испытаний и технических решений по повышению адгезии битума к каменному материалу» по Научно-технической программе «Работы по управлению дорожной деятельностью в части совершенствования нормативно-технической базы» и

внедрение новых технологий». Финансируется «Национальным центром качества дорожных активов» Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан. Договор № 190540022580/210848/00 от 06.05.2021.

#### Литература

- [1]. Евдокимова Н.Г. Разработка научно-технологических основ производства современных битумных материалов как нефтяных дисперсных систем. Диссертация на соискание степени доктора техн. наук. Москва, 2015. – 417с.
- [2]. Грушко И.М., Королев И.В., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы: уч. для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1991. – 357 с.
- [3]. Hefer A., Little D. Adhesion in bitumen-aggregate systems and quantification of the effects of water on the adhesive bond: Research Report ICAR / International center for aggregates research. - Report 505-1 (2005). – Texas: Texas transportation institute 2005.
- [4]. Rossi C.O., Caputo P., Baldino N., Lupi F.R., Miriello D., Angelico D. Effects of adhesion promoters on the contact angle of bitumen-aggregate interface // International Journal

- of Adhesion and Adhesives. – 2016. – Vol.70. – P.297-303.
- [5]. Fischer H.R., Dillingh E.C., Hermse C.G.M. On the interfacial interaction between bituminous binders and mineral surfaces as present in asphalt mixtures // *Applied Surface Science*. – 2013. – №265. – P.495-499.
- [6]. Худякова Т.С., Розенталь Д.А., Машкова И.А. Адгезионные свойства нефтяных битумов и способы их корректировки: тематический обзор. – Москва: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. – 19 с.
- [7]. Телтаев Б.Б. Характеристики битумов ТОО СП «CASPI BITUM» и асфальтобетонов с их использованием. Сборник докладов II Международной научно-технической конференции «Перспективы развития Казахского рынка модифицированного и фасованного битумов, применяемых для строительства автомобильных дорог». г. Актау, 10.11.2019 г., с. 6-21. – 16 стр.
- [8]. Airey G.D., Collop A., Zoorob S.E., Elliott R.C. The influence of aggregate, filler and bitumen on asphalt mixture moisture damage // *Construction and Building Materials*. – 2008. – Vol.22, №9. – P.2015-2024.
- [9]. Habal A., Singh D. Comparison of Wilhelmy plate and Sessile drop methods to rank moisture damage susceptibility of asphalt-aggregates combinations // *Construction and Building Materials*. – 2016. – Vol.113. – P.351-358.
- [10]. Zhang J., Apeageyi A.K., Airey G.D., Grenfell J.R.A. Influence of aggregate mineralogical composition on water resistance of aggregate-bitumen adhesion // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. – 2015. – Vol.62. – P.45-54.
- [11]. Horgnies M., Darque-Ceretti E., Fezai H. Influence of the interfacial composition on the adhesion between aggregates and bitumen: Investigations by EDX, XPS and peel tests // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. – 2011. – Vol. 31, №4. – P.238-247.
- [12]. Gao Y., Zhang Y., Gu F., Wang H. Impact of minerals and water on bitumen-mineral adhesion and debonding behaviours using molecular dynamics simulations // *Construction and Building Materials*. – 2018. – Vol.171. – P.214-222.
- [13]. Cui S., Blackman B.R.K., Kinloch A.J., Taylor A.C. Durability of asphalt mixtures: Effect of aggregate type and adhesion promoters // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. – 2014. – Vol.54. – P.100-111.
- [14]. Xie J., Wu S., Pang L., Lin J., Zhu Z. Influence of surface treated fly ash with coupling agent on asphalt mixture moisture damage // *Construction and Building Materials*. – 2012. – Vol.30. – P.340-346.
- [15]. Zhang J., Airey G.D., Grenfell J., Apeageyi A.K., Barrett M. Development of a composite substrate peel test to assess moisture sensitivity of aggregate-bitumen bonds // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. – 2016. – Vol.68. – P.133-141.
- [16]. Cardone F., Frigio F., Ferrotti G., Canestrari F. Influence of mineral fillers on the rheological response of polymer-modified bitumens and mastics // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. – 2015. – Vol.2, №6. – P.373-381.
- [17]. Yu X., Burnham N.A, Tao M. Surface microstructure of bitumen characterized by atomic force microscopy // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2015. – Vol.218. – P.17-33.
- [18]. Майданова Н.В. Модификация нефтяных битумов природными асфальтитами. Диссертация на соискание кандидата технических наук. – СПб., 2010. – 200 с.
- [19]. Гуреев А.А., Чернышева Е.А., Коновалова А.А. Производство нефтяных битумов. – Москва: Нефть и газ, 2007. – 102 с.

## References

- [1]. Evdokimova NG (2015) Development of scientific and technological foundations for the production of modern bituminous materials as oil dispersed systems [Razrabotka nauchno-tekhnologicheskikh osnov proizvodstva sovremennykh bitumnykh materialov kak neftyanykh dispersnykh sistem]. Dissertation for the degree of Doctor of Engineering Sciences. Moscow, Russia. P.417. (in Russian)
- [2]. Grushko IM, Korolev IV, Borsch IM, Mishchenko GM (1991) Road building materials: a textbook for universities – 2nd ed., revised. and additional [Dorozhno-stroitel'nye materialy: uchebnik dlya vuzov – 2-e izd., pererab. i dop] Transport, Moscow, Russia. P.357. (in Russian)
- [3]. Hefer A, Little D (2005) Adhesion in bitumen-aggregate systems and quantification of the effects of water on the adhesive bond: Research Report ICAR / International center for aggregates research. - Report 505-1 (2005). Texas transportation institute, USA.
- [4]. Rossi CO, Caputo P, Baldino N, Lupi FR, Miriello D, Angelico D (2016) *International Journal of Adhesion and Adhesives* 70:297-303. DOI:10.1016/j.ijadhadh.2016.07.013
- [5]. Fischer HR, Dillingh EC, Hermse CGM (2013) *Applied Surface Science* 265:495-499. DOI:10.1016/j.apsusc.2012.11.034
- [6]. Khudyakova TS, Rozental DA, Mashkova IA (1991) Adhesive properties of oil bitumen and ways to correct them: a thematic review [Adgezionnye svoystva neftyanykh bitumov i

- sposoby ih korrektyrovki: tematicheskij obzor] CNIIT Eneftekhim, Moscow, Russia. (in Russian)
- [7]. Zimon AD (1983) What is adhesion [Chto takoe adgeziya.] Nauka, Moscow, Russia. (in Russian)
- [8]. Airey GD, Collop A, Zoorob SE, Elliott RC (2008) *Construction and Building Materials* 22(9):2015-2024. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2007.07.009
- [9]. Habal A, Singh D (2016) *Construction and Building Materials* 113:351-358. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.03.060
- [10]. Zhang J, Apeagyei AK, Airey GD, Grenfell JRA (2015) *International Journal of Adhesion and Adhesives* 62:45-54. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2015.06.012
- [11]. Horgnies M, Darque-Ceretti E, Fezai H (2011) *International Journal of Adhesion and Adhesives* 31(4):238-247. DOI:10.1016/j.ijadhadh.2011.01.005
- [12]. Gao Y, Zhang Y, Gu F, Xu T, Wang H (2018) *Construction and Building Materials* 171:214-222. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2018.03.136
- [13]. Cui S, Blackman BRK, Kinloch AJ, Taylor AC (2014) *International Journal of Adhesion and Adhesives* 54:100-111. DOI:10.1016/j.ijadhadh.2014.05.009
- [14]. Xie J, Wu S, Pang L, Lin J, Zhu Z (2012) *Construction and Building Materials* 30:340-346. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2011.11.022
- [15]. Zhang J, Airey GD, Grenfell J, Apeagyei AK, Barrett M (2016) *International Journal of Adhesion and Adhesives* 68:133-141. DOI:10.1016/j.ijadhadh.2016.02.013
- [16]. Cardone F, Frigio F, Ferrotti G, Canestrari F (2015) *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* 2:6:373-381. DOI:10.1016/j.jtte.2015.06.003
- [17]. Yu X (2015) *Advances in Colloid and Interface Science* 218:17-33. DOI:10.1016/j.cis.2015.01.003
- [18]. Maidanova NV (2010) Modification of oil bitumen by natural asphaltites. dissertation for the candidate of technical sciences [Modifikaciya neftyanyh bitumov prirodnyimi asfal'titami. dissertaciya na soiskanie kandidata tekhnicheskikh nauk] SPb, Russia. (in Russian)
- [19]. Gureev AA, Chernysheva EA, Konovalova AA (2007) Oil bitumen production [Proizvodstvo neftyanyh bitumov] Oil and gas, Moscow, Russia. (in Russian)

## Research of the influence of adhesive additives on the physical and chemical properties of road bitumens

R.Kh. Salakhov<sup>2</sup>, B.B. Teltaev<sup>1</sup>, A.O. Elshibaev<sup>1</sup>, A.U. Nugmanova<sup>1</sup>, T.A. Ketegenov<sup>3</sup>, A.P. Kenzhegaliyeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Combustion Problems, Bogenbay Batyr Str., 172, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>JSC «KazdorNII», 2a, Nurpeisova str., Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>LLC «In. Prometheus», 20, Toretai str., Almaty, Kazakhstan

<sup>4</sup>al-Farabi Kazakh National University, 71, al-Farabi av., Almaty, Kazakhstan

### Abstract

The purpose of this study was to solve the following problems: to evaluate the effect of adhesive additives on the physical and chemical properties of bitumen. Carry out a comparative analysis of the bituminous binder without additives and with the use of adhesive additives. Suggest the optimal type and composition of adhesive additives. The article presents the results of a study of the physical and chemical parameters of bitumen using adhesive additives («Wetfix Be», *Amdor-9*, *AlfaDob*) and concentrations from 0,2 to 0,6%. Changes in penetration values at a temperature of 25 °C, bitumen viscosity at 0 °C, ring and ball softening temperature, Fraas brittleness temperature, bitumen tensile ability (ductility) were found. The resistance of bitumen to aging after heating was determined by changing the softening temperature, changing the mass (%), residual penetration at 25 °C (%), and changing the absolute values of the brittleness temperature. Based on the results of the research, conclusions were drawn on the selection of surfactants that improve the physical and chemical properties of the bituminous binder.

*Key words:* bitumen, adhesive additives, ductility, penetration, viscosity, softening temperature, brittleness temperature, aging resistance.

## Адгезиялық қоспалардың жол битумдарының физика-химиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу

Р.Х. Салахов<sup>1,3</sup>, Б.Б. Телтаев<sup>2</sup>, А.О. Ельшибаев<sup>2</sup>, А.У. Нуғманова<sup>2</sup>, Т.А. Кетегенов<sup>3</sup>, А.Р. Кенжеғалиева<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Жану проблемалары институты, Бөгенбай батыр к., 172, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты ААҚ, Нұрпейісов к-сі, 2а, Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup>Ин.Прометей, Төретай к., 20, Алматы, Қазақстан

<sup>4</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, әл-Фараби даңғ. 71, Алматы, Қазақстан

### Аннотация

Бұл зерттеудің мақсаты келесі мәселелерді шешу болды: адгезиялық қоспалардың битумның физика-химиялық қасиеттеріне әсерін бағалау. Қоспасыз және адгезиялық қоспаларды қолдана отырып, битумды адгезиялануына салыстырмалы талдау. Жабысқақ қоспалардың оңтайлы түрі мен құрамын ұсыну. Мақа-

лада адгезиялық қоспаларды («Wetfix Be», Амдор-9, AlfaDob) және 0,2-дан 0,6%-ға дейінгі концентрацияларды пайдалана отырып, битумның физика-химиялық көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері келтірілген. 25 °С температурада пенетрация шамаларының өзгеруі, 0 °С температурада битумның сақина мен доптың әдісі арқылы жұмсарту температурасы, Фраастың сынғыштық температурасы, битумның созылу қабілеті (дуктильділік) табылды. Битумның жұмсарту температурасының өзгеруі, массаның өзгеруі (%), 25 °С (%) кезіндегі қалдық пенетрация, сынғыштық температурасының абсолютті мәндерінің өзгеруі бойынша жылытудан кейін қартаюға төзімділігі анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша битумды тұтқыр заттың физика-химиялық қасиеттерін жақсартатын беттік белсенді заттарды таңдау туралы қорытындылар жасалды. *Кілт сөздер:* битум, жабысқақ қоспалар, дуктильділік, ену, тұтқырлық, жұмсарту температурасы, сынғыштық температурасы, қартаюға төзімділік.