

## Список литературы

1. Гохман Л.М. Дорожный полимерасфальтобетон. – М.: Изд-во «Экон-Информ». 2017. 477 с.
2. Torskaya E.V., Stepanov F.I., Lushnikov N.A. Simulation of Pavement Deformation by a Moving Load Journal of Friction and Wear. 2021. V. 42 N 2: P. 96-100. DOI: 0.3103/s1068366621020112
3. Kim S.-S. «Development of an Asphalt Binder Cracking Device», Final Report for Highway IDEA Project 99. 2007, 40 p.
4. Устройство для определения температуры растрескивания битумных вяжущих ABCD. Руководство по эксплуатации СПб. 2021, 16 с.
5. Небратенко Д.Ю. Метод определения температуры растрескивания битумных вяжущих (ABCD). Методические рекомендации к проведению лабораторных работ / Д.Ю. Небратенко, Н.А. Лушников, В.Е. Николаевский, В.В. Савицкий // М.: РУТ (МИИТ). 2021. 24 с.
6. Паспорта товарные на битумы нефтяные дорожные вязкие. – URL: <http://sbitum.ru/products/> (дата обращения: 23.10.2021).
7. В чем отличия различных марок ТЭП. – <https://clients.sibur.ru/helpful/> (дата обращения: 22.12.2021).
8. Гохман, Л.М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004. – 584 с.
9. Небратенко Д.Ю., Исаков А.М. Применение высокоскоростного смесительного оборудования при изготовлении лабораторных образцов ПБВ. Салават, 2018 г., 12 с.
10. ABCD - asphalt binder cracking device // <https://www.abcd-test.ru/> (дата обращения: 03.12.2021).
11. Инвар // <https://ru.wikipedia.org/wiki/Инвар> (дата обращения: 03.12.2021).
12. Kashevskaya E.V., Boksha M.Yu., Isakov A.M., Nebratenko D.Yu. Závislosti vlivu struktury polymerů SBS na vlastnosti polofoukaných a oxidovaných asfaltových pojiv. Zkoušení materiálů a konstrukcí vozovek. ASFALTOVÉ VOZOVKY, 2021, pp.2-3.

© Д. Ю. Небратенко

## Ссылка для цитирования:

Небратенко Д. Ю. ABCD – метод оценки низкотемпературного поведения дорожных вяжущих // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1 (39). С. 37–41.

УДК 625.85.06

DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-41-47

### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЛЕ ПРОМОРАЖИВАНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

*А. А. Адоньева, И. А. Ефремов, А. С. Покатаев, Н. И. Савенкова, Д. Ю. Небратенко*

**Адоньева Анна Алексеевна**, заместитель начальника лаборатории по органическим вяжущим, ООО Совместное предприятие «Автобан», г. Москва, Российская Федерация, e-mail: lab\_dss@mail.ru;

**Ефремов Иван Александрович**, заместитель начальника отдела контроля качества, Управление федеральных автомобильных дорог «Каспий» Федерального дорожного агентства, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: efremov.ivan@mail.ru;

**Покатаев Александр Сергеевич**, начальник лаборатории, ООО Совместное предприятие «Автобан», г. Москва, Российская Федерация, e-mail: lab@autobahn-group.com;

**Савенкова Н. И.**, заместитель генерального директора по инновациям и качеству, ООО Совместное предприятие «Автобан», г. Москва, Российская Федерация, e-mail: savenkova@autobahn-group.com;

**Небратенко Дмитрий Юрьевич**, кандидат химических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги, аэродромы, основания и фундаменты», Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация, тел.: 89169363581; e-mail: nebratenko@mail.ru

Традиционно обзорные статьи по оценке влияния компонентного состава на свойства сложных многокомпонентных композиций являются следствием научных изысканий, проводимых исследовательскими организациями. Однако в последнее время все чаще такие исследования встречаются и в практической сфере. В данной работе, проведенной на базе производственной лаборатории, решалась задача регулирования свойств окисленных нефтяных дорожных битумов и полимерно-битумных вяжущих путем применения различных нефтепродуктов (пластификаторов). Исследование посвящено рассмотрению основных физико-механических свойств более десятка товарных и полупромышленных пластификаторов, применяющихся в нескольких отраслях. Проанализирована взаимосвязь состава рассмотренных марок пластификаторов и их влияние на основные свойства вяжущих. Разработана методика оценки агрегатного состояния после промораживания, то есть определения эффективности работы разных пластификаторов в составе полимерно-битумных вяжущих при пониженных температурах.

**Ключевые слова:** методика оценки агрегатного состояния после промораживания, пластификаторы широкого спектра действия, полимерно-битумные вяжущие, бутадиен-стирольные термоэластопласты (SBS-полимеры).



## METHODOLOGY FOR ASSESSING THE AGGREGATE STATE AFTER FREEZING OF PLASTIFICATORS FOR POLYMER-MODIFIED BITUMEN

*A. A. Adonyeva, I. A. Yefremov, A. S. Pokatayev, N. I. Savenkova, D. Yu. Nebratenko*

**Adonyeva A. A.**, Deputy Head of the laboratory, Organic binders of LLC JV "Autobahn", Moscow, Russian Federation, e-mail: lab\_dss@mail.ru;

**Yefremov I. A.**, Deputy Head of Quality Control Department, Department of Federal Highways "Caspian" of the Federal Road Agency, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: efremov.ivan@mail.ru;

**Pokatayev A. S.**, Head of the laboratory, Organic binders of LLC JV "Autobahn", Moscow, Russian Federation, e-mail: lab@autobahn-group.com;

**Savenkova N. I.**, Deputy General Director for Innovation and Quality, Organic binders of LLC JV "Autobahn", Moscow, Russian Federation, e-mail: savenkova@autobahn-group.com;

**Nebratenko Dmitriy Yuryevich**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department "Automobile Roads, Airfields, Bases and Foundations", Russian University of Transport (МИИТ), Moscow, Russian Federation, tel.: 89169363581; e-mail: nebratenko@mail.ru

Traditionally, review articles on the influence of component composition on the properties of complex multi-component compositions are the result of scientific research carried out by research organizations. Recently, however, and with increasing frequency, such studies are also found in the practical field. In this work, carried out on the basis of the production laboratory, the problem of regulating the properties of oxidized petroleum road bitumen and polymer-bitumen binders by using different petroleum products (plasticisers) was solved. The study focuses on the main physical and mechanical properties of more than a dozen commercial and semi-industrial plasticizers used in several industries. The interrelation of the considered plasticizers grades composition and their influence on the main binder properties are analyzed. A methodology was developed to assess the aggregate state after freezing, i.e. a qualitative assessment of plasticizer performance in the composition of the polymer-bitumen binders at reduced temperatures.

**Keywords:** methodology for assessing the aggregate state after freezing, broad-spectrum plasticisers, polymer-bitumen binders, butadiene styrene thermoplastic elastomers (SBS-polymers).

### Введение

Среди основных требований, предъявляемых широким кругом потребителей к качественным показателям автомобильных дорог, преобладают недостаточно классифицируемые понятия потребительского качества и бездефектной эксплуатации дорожного полотна. Представителям дорожных организаций приходится решать ряд вопросов как при подготовке к осуществлению работ, так и непосредственно в ходе их проведения. Основным из них является вопрос качественных показателей нефтяных дорожных вяжущих [1].

Усложнение условий добычи и транспортировки нефти, изменение качественного состава и углубление ее переработки на высокопроизводительных нефтеперерабатывающих заводах [2], высокий спрос на товарные вяжущие в сезон, необходимость создания собственного запаса вяжущих, в том числе модифицированных тем или иным способом [3], инициируют у современных производственных предприятий запрос на развитие собственной службы управления качеством и развитие сектора научно-практических изысканий с целью эффективной реализации тендерных условий при проведении строительных и ремонтных работ [4].

Актуальность исследования объясняется тем, что, с точки зрения материаловедения, полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) являются для дорожно-строительных целей гораздо более предпочтительными, чем традиционные нефтяные битумы. В том числе и по экономическим причинам за счет увеличения межремонтных сроков ввиду более широкого температурного

интервала работоспособности покрытий на основе ПБВ [5]. Применение для ПБВ на основе БНД инертного пластификатора облегчает получение однородного состояния полимерно-битумной композиции, но при этом отрицательно сказывается на адгезионных свойствах комплексного вяжущего относительно аналогичного показателя для исходного (базового) битума [6].

При этом при изготовлении ПБВ, вне территории НПЗ, производители вынуждены использовать в качестве сырья исключительно товарные компоненты, стабильно доступные на рынке полимеров и нефтепродуктов. И если выбор производителей СБС-полимеров или нефтяных битумов на отечественном рынке жестко ограничен, то в плане пластификаторов ситуация выглядит несколько иначе [7]. По самым скромным оценкам среди производителей нефтепродуктов, классифицируемых по разряду «Пластификаторы» найдется не менее полусотни предложений из разных регионов России. При этом в качестве пластификаторов для «зеленых» ПБВ могут быть использованы и органические продукты, получаемые на лесоперерабатывающих предприятиях. Целью данного исследования является отработка подхода к решению задачи выбора пластифицирующего агента для ПБВ.

Существует мнение, что основополагающими факторами, определяющими характер модифицирующего действия полимера, выступает химический состав мальтеновой части битума и его структура. Логично, что дополнительное введение пластификатора в состав битума при модифицировании нацелено на увеличение его мальтеновой части. В связи с этим, для оценки

эффективности пластифицирующего компонента необходимо располагать данными о его составе и потенциальной реакции на технологические и эксплуатационные температуры.

Выбор пластификатора зависит также от температурного диапазона эксплуатации вяжущих и уровня эксплуатационных транспортных нагрузок на покрытия на его основе. Для слабоструктурированных битумов во II–V дорожно-климатических зонах, при высоком уровне транспортной нагрузки, необходимо применение более вязких пластификаторов. Для сильно структурированных битумов, с меньшим содержанием мальтенов в групповом составе, при тех же условиях эксплуатации, необходимы пластификаторы с меньшей плотностью и вязкостью, с большей способностью проникновения в структуру полимера [8, 9].

Другими важными критериями выбора пластификатора являются «сродство» группового состава, близость величин плотностей пластификатора и исходного битума. При хорошем объединении пластификатора и битума, отсутствии большой разницы в их плотности, пластификатор быстро и равномерно распределяется по всему объёму битума, обеспечивая однородность и стабильность физико-механических свойств битумного вяжущего, равномерное набухание полимера и формирование сплошной пространственной взаимопроникающей структурной сетки: асфальтеновой – битума и высокоэластичной – термоэластопласта [3, 9, 10].

Таким образом, основной задачей исследования была разработка общедоступной методики оценки качественных (прежде всего низкотемпературных) показателей пластификаторов битумных вяжущих, получившей название *методика оценки агрегатного состояния после промораживания (А.С.П.П.)*.

#### Основная часть

В качестве одного из основных компонентов для получения полимерно-битумного вяжущего, удовлетворяющего заданному комплексу потребительских свойств, в ходе исследований использовались как промышленно выпускаемые товарные пластификаторы отечественного производства, так и полупродукты, поставляемые на российский рынок нерегулярно и отдельными партиями.

Для оценки физико-механических и реологических свойств были выбраны пластификаторы следующих производителей:

1. ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок» – экстракт селективной очистки ЭСО;

2. ООО «АВЕХИМ» – пластификаторы «РН-25» и «РН-35»;

3. ООО «ХИМКО» – пластификатор «ПНШ»;

4. ООО «ФТС» – пластификатор «СБ-50»;

5. ООО «ОРУБУС» – пластификатор № 1;

7. ООО «СПК-Ресурс» – пластификатор марки Т;

8. Филиал ПАО «АПК «Башнефть» «Башнефть-Новыйл» – масло-мягчитель ПН-6к;

9. ПАО «Славнефть-ЯНОС» – индустриальное И-40А; базовое масло «SN-400»; сырье битумное, гудрон 40/60;

10. ООО «Оргхим» – технологическое минеральное масло «Пластойл»; масло ФНЭТ (фракция нефтяных экстрактов тяжелая);

Физико-механические показатели пластификаторов, указанные по паспортным данным производителей, приведены в таблице 1.

Экстракт селективной очистки предназначен в качестве присадки для формовочных смесей в литейном производстве и для пропиточного состава сальниковых пропитанных набивок (ТУ 0258-019-48120848-2001)<sup>1</sup>. Пластификаторы «РН» выпускаются под марками РН-19, РН-20, РН-21, РН-25, РН-34, РН-35, которые отличаются процентным соотношением компонентов и содержанием ПАВ<sup>2</sup>. В доступной технической документации состав и соотношения компонентов не указаны. ПНШ является нетоварной технической смесью высоко и средне молекулярных маслянистых остатков переработки отработанных автомобильных масел. Пластификатор «СБ-50» является неочищенным остаточным ароматическим экстрактом<sup>3</sup>. Близкие по области применения пластификатор № 1<sup>4</sup> и пластификатор «Пластойл» используются как пластифицирующие агенты в смесях органических материалов. В соответствии с наименованием ТУ и указанными в паспорте показателями вероятно применение пластификатора № 1 в качестве добавки к печному топливу или топочному мазуту. «Пластойл» характеризуется изготовителем как тяжелое минеральное масло с высоким содержанием ароматических углеводородов. Пластификатор марки Т представляет собой концентрат ароматических углеводородов, а также поверхностно-активных веществ, получаемый компаундированием экстрактов селективной очистки, металлизированных фракций и других компонентов переработки масляных фракций нефти<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Паспорт качества экстракта селективной очистки № 3-504 от 25.05.2021. ТУ 0258-019-48120848-2001 с изм. 1-4.

<sup>2</sup> Паспорт качества пластификатора «РН 25» партии № 02/21 от 11.05.2021 СТО 42931685-001-2020, паспорт качества пластификатора «РН 35» партии № 15/21 от 09.09.2021 СТО 42931685-001-2020.

<sup>3</sup> Паспорт качества пластификатора «СБ-50» СТО 96637222-001-2019.

<sup>4</sup> Сертификат качества «Пластификатор №1» № 76 от 21.02.2021 г. ТУ 19.20.28.110-009-93627136-2019.

<sup>5</sup> Паспорт № 3804 от 29.05.2021 «Пластификатор Т» ТУ 000315-11 с изм. 1.

Таблица 1

## Паспортные физико-механические показатели пластификаторов

Наименование показателя	Наименование пластификатора												
	ЭСО	РН-35	РН-25	ПНШ	СБ-50	Пластойл	Пластификатор Г	Пластификатор №1	SN-400	ПН-6к	ФНЭТ	И-40А	СБ 40/60
Плотность при 20°С, г/см <sup>3</sup>	0,973	0,980	0,976	0,984	0,970	1,000	0,940	0,984	0,860	0,955	0,976	0,879	0,995
Динамическая вязкость, Па*с при 20°С, при 60°С	16,81 0,056	2,949 0,081	0,278 0,026	0,340 0,027	0,422 0,032	47,246 0,176	0,221 0,028	0,331 0,026	0,717 0,017	18,234 0,059	0,278 0,026	0,717 0,017	0,221 0,028
Кинематическая вязкость, при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	13,49	15,0	7,9	---	12,42	25,3	12,51	7,64	9,1	31,98	---	61,5 (при 40°С)	46 (при 80°С)
Показатель преломления при 50°С	1,5406	---	---	---	---	1,5640	---	---	---	1,5160	---	---	---
Температура вспышки в открытом тигле, °С	241	180	191	---	228	---	168	196	225	258	---	228	259
Температура текучести, °С	---	10	10	---	8	12	---	3	10	36	---	---	---
Температура застывания, °С	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-15	---
Массовая доля воды, %	следы	отсут.	0,3	---	отсут.	следы	0,1	0,19	---	следы	---	отсут.	0,6
А.С.П.П.	**	***	*	*	**	***	*	*	*	**	*	*	*

Базовое масло «SN-400» используется в качестве сырья для товарных масел различного применения (моторных, промышленных и др.) [11]. Масло-пластификатор нефтяной ПН-6 выпускается двух марок: ПН-6к – для дивинил(метил)стирольных каучуков<sup>1</sup> и ПН-6ш – для резиновых смесей для изготовления шин, РТИ и других изделий. Масла-пластификаторы ПН-6 получают компаундированием экстрактов селективной очистки масляных фракций. Высокоароматическое нефтяное технологическое масло ФНЭТ выпускается в соответствии с ТУ 0258-057-58604719-2008 «Фракция нефтяных экстрактов тяжелая (ФНЭТ)». Может использоваться в качестве пластификатора при производстве дорожных и строительных битумов<sup>2</sup>.

Государственный стандарт ГОСТ 20799-88 «Масла промышленные. Технические условия», в соответствии с которым выпускается масло И-40А, распространяется на промышленные масла подгруппы А, представляющие собой очищенные дистиллятные и остаточные масла или их смеси без присадок<sup>3</sup>. В ряде случаев для регулирования вязкостных показателей битумов использовался гудрон – сырье битумное 40/60. Он содержит парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45–95 %), асфальтены (3–17 %), а также нефтяные смолы (2–38 %) [2].

В условиях среднетоннажного производства ПБВ входной контроль качественных показателей пластификаторов традиционно проводится по плотности при 20 °С (в соответствии с ГОСТ 32183-2013 «Материалы битуминозные полутвердые. Определение плотности пикнометром»), кинематической вязкости – при 100 °С

(ГОСТ 33-2016 «Нефть и нефтепродукты. Определение кинематической и динамической вязкости»), по групповому составу (при наличии соответствующего оборудования). Косвенную оценку группового состава может дать сравнение динамической вязкости при 20 °С, определенной с помощью ротационного реометра [2, 6].

На основании комплекса работ, проведенных в 2015–2020 гг., для учета низкотемпературных свойств пластификаторов авторами была разработана методика оценки агрегатного состояния после промораживания (А.С.П.П.), т. е. качественной оценки эффективности работы пластификатора в составе ПБВ при пониженных температурах. Суть методики состоит в следующем. Стекланные емкости объемом 50 мл наполнялись на 2/3 образцами пластификаторов, использованными в проводимом исследовании. Затем образцы помещались в криокамеру и выдерживались в ней в течение 12 ч при отрицательной температуре (–20 °С). В ряде случаев визуально наблюдалось полное замораживание образцов. Для оценки механического эффекта (вдавливания) использовался металлический шпатель с деревянной рукояткой. Перед проведением теста шпатель выдерживали в течение 2 ч при температуре –20 °С. Методика доступна и проста в аппаратном оформлении, что отличает ее от других известных методик [12].

В качестве битумной основы для получения смесевых композиций и ПБВ использовался битум нефтяной дорожный улучшенный БНДУ 100/130 «Битурокс» (ТУ 0256-001-50945912-2002) (табл. 2).

Таблица 2

**Физико-механические показатели нефтяного битума БНДУ 100/130**

Наименование показателя	Требования ТУ 0256-001-50945912-2002	Факт	Метод испытания
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	100–130	108	ГОСТ 11501
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 0 °С	не менее 28	29	ГОСТ 11501
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	не ниже 44	46	ГОСТ 11506
Растяжимость, см, при температуре 25 °С	не менее 90	90	ГОСТ 11505
Растяжимость, см, при температуре 0 °С	не менее 5,0	5,0	ГОСТ 11505
Температура хрупкости, °С	не выше –23	–23	ГОСТ 11507
Температура вспышки, °С	не ниже 230	264	ГОСТ 4333
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	не более 5	4	ГОСТ 18180, ГОСТ 11506
Индекс пенетрации	от –1,0 до +1,0	–0,2	ГОСТ 22245, прил. 2

Методология эффективности получения полимерно-битумных вяжущих при использовании пластификаторов разных марок для проведения исследований сводилась к предварительному смешению в определенных количествах битума нефтяного дорожного и пластификаторов и равномерному распределению в указанной смеси

СБС-полимеров при температуре 160±5 °С в течение 25 мин с помощью лабораторного диспергатора [13]. Далее, в течение 2-х ч при 160±5 °С и постоянном механическом перемешивании (лопастная мешалка, 750 об./мин) проходил процесс дозревания ПБВ. Свойства полученных композиций оценивались на соответствие требованиям существующих национальных стандартов.

<sup>1</sup> Паспорт №3999 от 11.08.2021 Масло-мягчитель марки ПН-6к.

<sup>2</sup> Паспорт № 10 от 19.10.2020 ФНЭТ ТУ 0258-057-58604719-2008.

<sup>3</sup> ГОСТ 20799-88 «Масла промышленные. Технические условия» с изм. 1-5.





В соответствии с вышеописанной методикой промораживания (А.С.П.П.) для всего перечня использованных в работе пластификаторов была проведена оценка их вязкопластических свойств. Изменение агрегатного состояния использованных пластификаторов, определенные после промораживания при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 12 ч, приведено в таблице 1.

Агрегатное состояние пластификаторов после промораживания оценивали по следующей условной шкале:

- \* – остался текучим;
- \*\* – потерял текучесть, остался пластичным, шпатель вдавливается;
- \*\*\* – произошло промерзание, шпатель не вдавливаются.

Потеря текучести, наблюдаемая более чем для половины образцов из группы исследованных пластификаторов, характеризовалась либо полным промораживанием и переходом образца в твердое состояние (столбцы 2 и 6 табл. 1), либо у образцов наблюдалась остаточная пластичность, характеристикой которой было проникновение шпателя под собственным весом на глубину менее 15 мм (столбцы 1, 5, 10 табл. 1). Для замороженных образцов глубина погружение шпателя не превышала 1 мм.

Было сделано предположение, что если пластификатор замерзает в лабораторных условиях при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то он будет замерзать и в реальных условиях в составе товарного ПБВ. Из этого следовало заключение, что при низких температурах такой пластификатор будет ухудшать низкотемпературные показатели ПБВ и полимерасфальтобетона на его основе.

Так, полная потеря текучести и окаменение произошло при использовании пластификатора под торговой маркой «Пластойл», обладающего самой высокой плотностью из всего перечня заявленных пластифицирующих веществ. При этом он обладал и самым большим значением динамической вязкости при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Еще одним примером полной потери текучести и фактического перехода в твердое кристаллическое состояние при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  был образец пластификатора «РН-35».

Таким образом, на основании данных теста на промораживание можно сделать вывод, что пластификаторы «РН-35» и «Пластойл» целесообразнее применять со слабо структурированными битумами, которые обеспечивают удовлетворительную низкотемпературную устойчивость товарного ПБВ или используются в регионах с температурами самых холодных суток выше  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При этом 60 % пластификаторов сохранили удовлетворительную подвижность в ходе проведения теста на промораживание.

На основании полученных данных прослеживается зависимость динамической вязкости при  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и плотности пластификаторов от состава и строения пластификатора. Если значение плотности напрямую зависит от молекулярной массы компонентов пластификатора, то показатель «динамическая вязкость» отражает когезионные усилия, возникающие между компонентами разного группового состава, образующими пластифицирующий агент. Оценивая эти показатели, можно сделать вывод о преобладающем групповом составе пластификатора. При этом стоит отметить, что наиболее ответственные участники рынка уже указывают в сопроводительной документации соотношение парафинонафтеновых углеводородов и смол в составе пластификатора. Это в основном касается крупных заводов-производителей<sup>12</sup>.

Наиболее весомыми по молекулярной массе из этих компонентов являются асфальтены, парафинонафтеновые и полциклоароматические соединения. Поэтому сравнивая плотности пластификаторов можно судить о наличии этих компонентов в их групповом составе, способности пластификатора образовывать дисперсную среду и проникать в поверхностные слои частиц твердого полимера. Чем ниже плотность и динамическая вязкость пластификатора, тем выше способность пластификатора образовывать дисперсную среду и способствовать набуханию полимера.

Так, для базового масла SN-400, обладающего наименьшей динамической вязкостью при  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , динамическая вязкость его смеси с БНДУ 100/130 в указанных количествах также является наименьшей из всего диапазона исследованных пластификаторов.

Поэтому при производстве полимерно-битумных вяжущих или полимерно-модифицированных битумов, динамическая вязкость может выступать в качестве оценочного параметра когезионной прочности смеси товарного битума нефтяного дорожного вязкого и нефтяных пластификаторов, то есть так называемого базового битума [11].

#### Заключение

Разработанная методика оценки агрегатного состояния после промораживания (А.С.П.П.) представляет собой доступный для воспроизведения оценочный метод, позволяющий в условиях производственных лабораторий с высокой степенью достоверности прогнозировать низкотемпературное поведение битумных вяжущих на основе широкого спектра пластификаторов.

<sup>1</sup> Паспорт № 3999 от 11.08.2021 Масло-мягчитель марки ПН-6к.

<sup>2</sup> ГОСТ 20799-88 «Масла индустриальные. Технические условия» с изм. 1-5.

При выборе вида пластификатора необходимо руководствоваться оценкой степени структурированности исходного битума, получаемой при определении динамической вязкости при 60 °С и изменении динамической вязкости в результате сдвигового воздействия по условию 2 ГОСТ 33137-2014.

Предложенные подходы позволят оперативно оптимизировать рецептуростроения ПБВ при средне- и мелкотоннажном производстве в условиях дорожно-строительных организаций.

#### Список литературы

1. Гуреев А.А. О долговечности и эластичности дорожных битумных материалов / А.А. Гуреев, Н.В. Быстров, А.В. Клейменов, Д.В. Орлов // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2013. №9. С. 35-37
2. Тюкилина П.М. Производство нефтяных дорожных вяжущих / П.М. Тюкилина, А.А. Гуреев, В.А. Тыщенко - М.: ИД Недр, 2021. 303 с.
3. Люсова Л.Р. Модификация битума бутадиен-стирольными ТЭП и их смесями / Л.Р. Люсова, В.Ю. Евтушенко, Т.Н. Дорохова, Д.Ю. Небрatenko // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2012. №4. С. 11-14.
4. Исаков А.М. Об организации научно-исследовательского сектора при работе по методологии Supergravel. / А.М. Исаков, Д.Ю. Небрatenko // Вестник КРСУ. 2020. Т. 20. № 12, С. 111-117.
5. Гужов С.А. Методика оценки экономической эффективности применения полимерно-битумных вяжущих / С.А. Гужов, А.С. Санакулов, В.В. Лебедев, Д. Ю. Небрatenko // Вестник Брянского технического университета. 2021. №12 С. 60-68 DOI; <http://doi.org/10.30987/199-8775-2021-12-60-68>
6. Калгин Ю.И., Комаров Е.В. Модифицированный бутадиен-стирольный термоэластопласт и полимерные адгезионные добавки для дорожного строительства // Известия вузов. Строительство. 2020. №8. С. 58-67
7. Высоцкая М.А. Пластификатор при производстве полимерно-битумных вяжущих – как необходимость / М.А. Высоцкая, Д.А. Кузнецов, Д.П. Литовченко, Д.В. Барковский, А.О. Ширяев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2019, №5, С.16-22
8. A.A. Berlin, V.G. Nikolskii, I.A. Krasotkina, et al. Problems of Effectiveness Evaluation of Modifiers Introduced into Asphalt Concrete Mixtures According to «Russian Dry Process», Vse Materialy. Entsiklopedicheskii Spravochnik, 2 (2021) PP.2-9.
9. Небрatenko Д.Ю., Исаков А.М. Влияние группового состава темных кубовых остатков на свойства битумных и полимерно-битумных вяжущих Сб. докладов. Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, аэродромов и транспортных сооружений» Российского ун-та транспорта. М. 2021. с. 25 – 26
10. Gordeeva I.V., Naumova Yu. A., Nikol'skii V. G., et al. Analysis of Flow Curves of Modified Bitumen Composites, Polymer Science. Series D. 13 (2) (2020) PP. 151–156.
11. Буданова Т. В. Достоинства ПБВ ТНК Альфабит / Т. В. Буданова, Д.Ю. Небрatenko // Автомобильные дороги. 2012. № 6. С. 50-53
12. E. Jellema, E. Scholten, S. De Vries, et al. Comparing Cold Performance Results Using Fracture Toughness Test, Asphalt Binder Cracking Device, Fraass Breaking Point and Bending Beam Rheometer, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 13-15th June 2012, Istanbul
13. Kashevskaya E.V., Boksha M.Yu., Isakov A.M., Nebratenko D.Yu. Závislosti vlivu struktury polymerů SBS na vlastnosti polofoukaných a oxidovaných asfaltových pojiv. Zkoušení materiálů a konstrukcí vozovek. ASFALTOVÉ VOZOVKY, 2021, PP.2-3

© А. А. Адоньева, И. А. Ефремов, А. С. Покатаев, Н. И. Савенкова, Д. Ю. Небрatenko

#### Ссылка для цитирования:

Адоньева А. А., Ефремов И. А., Покатаев А. С., Савенкова Н. И., Небрatenko Д. Ю. Методика оценки агрегатного состояния после промораживания пластификаторов для полимерно-битумных вяжущих // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1 (39). С. 41–47.

УДК 69.009

DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-47-52

## ОСОБЕННОСТИ ПРЕДПРОЕКТНЫХ ПРОРАБОТОК В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ЧАСТЬ 2)

*П. А. Журавлев, А. М. Марукян*

**Журавлев Павел Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и управления строительства, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: tous2004@mail.ru;

**Марукян Артур Марукович**, кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: A8874316@yandex.ru

Реализация инвестиционного замысла в строительстве в значительной степени находится в зависимости от качества выполнения строительного проектирования, особенности которого заключаются в обстоятельной предпроектной проработке, включающей задержки и срывы в сроках осуществления инвестиционно-строительных проектов. Статья посвящена важности и специфике выполнения предпроектных проработок в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта. Описан ряд