

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2026, Том 18, № 4 / 2026, Vol. 18, Iss. 4 <https://esj.today/issue-4-2026.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/04SAVN426.pdf>

DOI: 10.15862/04SAVN426 (<https://doi.org/10.15862/04SAVN426>)

2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Васильев, Ю. Э. Оптимизация параметров ускоренного метода проведения испытаний битумного вяжущего на приборе «Термоскан» / Ю. Э. Васильев, У. О. Менькина, Е. О. Прокудин // Вестник евразийской науки. — 2026. — Т. 18. — № 4. — URL: <https://esj.today/PDF/04SAVN426.pdf>. DOI: 10.15862/04SAVN426.

For citation:

Vasilyev Yu.E., Menkina U.O., Prokudin E.O. Optimization of the parameters of the accelerated testing method for bitumen binder on the thermoscan device. *The Eurasian Scientific Journal*. 2026;18(4): 04SAVN426. Available at: <https://esj.today/PDF/04SAVN426.pdf>. DOI: 10.15862/04SAVN426. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 625.06; 691.16

Васильев Юрий Эммануилович

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия
Заведующий кафедрой «Дорожно-строительные материалы и химические технологии»
Доктор технических наук, доцент
E-mail: yu.vasilev@madi.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1634-0152>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=285866

Менькина Ульяна Олеговна

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия
Старший преподаватель «Дорожно-строительные материалы и химические технологии»
E-mail: uliana.mienkina@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1086268

Прокудин Егор Олегович

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия
E-mail: prokudin.egor2112@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1282962

Оптимизация параметров ускоренного метода проведения испытаний битумного вяжущего на приборе «Термоскан»

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с оценкой качества поступающего на асфальтобетонные заводы битумного вяжущего. Действующие в России нормативные документы для определения качества битумного вяжущего устанавливают проведение испытаний, имеющих длительную пробоподготовку. Данный фактор, в сочетании с тем, что асфальтобетонные заводы должны принять вяжущее с битумовоза не позднее чем через 2 часа, приводит к обесцениванию результатов испытаний в момент их получения. Разбирается необходимость испытания битумных вяжущих в тонких пленках, сопоставимых с реальными битумными пленками в асфальтобетоне. Обосновывается необходимость ускоренных методов испытаний и испытаний в тонких пленках битумных вяжущих. Приведены результаты испытаний битумного вяжущего по стандартным показателям и ускоренным методом. Разработан и проведен трехфакторный эксперимент для оптимизации параметров прибора «Термоскан» на основании факторов термостатирования и времени термостатирования

битумного вяжущего. Была осуществлена оптимизация параметров ускоренного метода испытаний битумных вяжущих на приборе «Термоскан». В качестве параметров оклика трехфакторного эксперимента выступали пятно контакта, сходимость внутри испытаний и общее время проведения испытаний. Результаты испытаний позволяют сделать вывод о воспроизводимости и сходимости предложенного метода с методиками, изложенными в стандартных методах испытаний. Дано заключение о необходимости разработки и внедрения ускоренных методов испытаний битумных вяжущих в лаборатории асфальтобетонных заводов.

Ключевые слова: битумное вяжущее; система пенетрирования; система PG; контроль качества; экспресс-методы; тонкие пленки; асфальтобетон

Введение

В 2021 году Содружеством дорожных экспертов «СоюзДорНИИ» был проведен независимый опрос участников дорожно-строительной отрасли о качестве дорожных вяжущих, в котором приняло участие порядка 50 организаций. Анкета состояла из более чем 20 вопросов, 2 из которых затрагивали качество поступающего битумного вяжущего. По результатам данного опроса (рис. 1) можно сделать вывод, что качество битумных вяжущих зачастую не соответствует паспорту.



Рисунок 1. Результаты анкетирования СоюзДорНИИ (разработан авторами)

Проблема усугубляется тем, что в настоящее время входной контроль битумного вяжущего по существующим стандартам, занимает значительное время: от нескольких часов до нескольких суток (рис. 2). В условиях увеличения объемов строительства, особенно в течение строительного сезона, асфальтобетонные заводы (АБЗ) зачастую вынуждены работать «с колес», когда битум поступает в технологический процесс, минуя стадию хранения [1; 2].

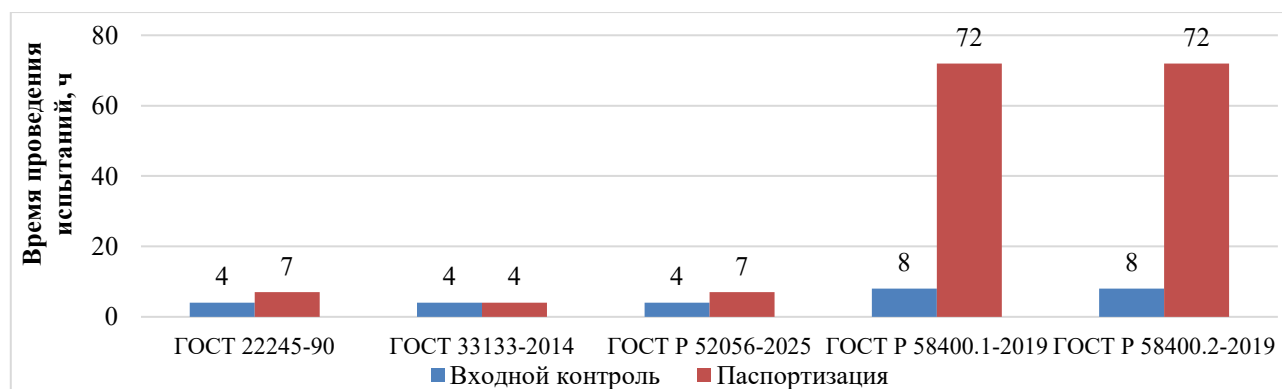


Рисунок 2. Время, необходимое на проведение испытаний по действующим стандартам (разработан авторами)

В то же время для осуществления входного контроля качества битума в соответствии с действующими нормативными документами требуется до 4 часов. Таким образом, АБЗ сначала принимает битум, отпускает битумовоз, а потом спустя несколько часов лаборатория завода получает возможность оценить его качество.

Предусмотренная в России пенетрационная система используется на протяжении более 100 лет [3–6]. Она имеет апробированный порядок применения в Советском Союзе и в России, простое оборудование, относительно небольшой промежуток времени на проведение полного цикла испытаний — 7 часов. К недостаткам этой системы следует отнести — многие показатели указывают на эксплуатационные свойства битумных вяжущих только косвенно. Тем не менее, практически все асфальтобетонные заводы имеют возможность работать именно с оборудованием, предусмотренным данной системой.

Введенная недавно в России система PG имеет наукоемкое оборудование, методы испытаний привязаны к эксплуатационным показателям асфальтобетона. Но система PG имеет следующие недостатки: дорогое и высокоточное оборудование, длительное время испытаний, необходимость дополнительного обучения персонала лаборатории.

Анализ проблемы приема битумного вяжущего в мире показал, что для объективной оценки вяжущего используется комбинированная система. Например, авторы исследований в странах Европы [7; 8] и Азии [9–11] в своих работах использовали обе системы оценивания битумного вяжущего. Именно такой подход позволяет полностью оценить влияние различных добавок на свойства битумных вяжущих [12].¹

Худякова Т. С. в своей статье [13] говорит о том, что смена методики оценки качества не повлияла на качество битумного вяжущего. Требуется другие методы оперативной оценки качества битумных вяжущих, например возможность использования хеометрических способов оценки качества нефтепродуктов [14; 15].

На основании вышеизложенного можно выделить основные проблемы, связанные с использованием битумных вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей на АБЗ в России:

- Имеется вероятность получения некачественного битумного вяжущего от Посредника, который не заинтересован в качестве продукции.
- Отсутствует возможность осуществить входной контроль битума до момента принятия решения о его применении асфальтобетонным заводом.

Цель исследования заключалась в оптимизации параметров ускоренного метода испытания битумных вяжущих на приборе «Термоскан» для обеспечения возможности его применения на асфальтобетонных заводах.

Методы

Теоретическое обоснование испытания вяжущего на приборе «Термоскан»

Многочисленные научные изыскания, как зарубежных, так и отечественных авторов, в том числе исследования Кирюхина Г. Н. показали, что битумные вяжущие в асфальтобетонных смесях работают в тонких пленках (табл. 1). [16].

¹ Пыриг Я. И., Золотарёв В. А. Методы оценки качества дорожных битумов: возникновение, развитие и современные возможности использования: Учебное пособие. Харьков: Изд-во «Форт», 2013. 64 с.

Таблица 1

Толщина битумных пленок в зависимости от вида асфальтобетонной смеси

Виды асфальтобетонных смесей	$C_{мп} = V_{мп} / V_{ав}$	H, мкм
Щебеночно-мастичные и дренирующие	0,3–0,35	12–13
Плотные и пористые	0,4–0,45	10–11
Литые и вибролитые	0,5–0,55	9–10
Высокопористые	До 0,65	8–9

$C_{мп}$ — объемная концентрация минерального порошка; $V_{мп}$ — Объем минерального порошка; $V_{ав}$ — Объем асфальтового вяжущего; H — толщина битумных пленок. Разработана авторами на основе [13]

В зависимости от температуры битумное вяжущее может принимать свойства твердых тел, свойства упруго-вязких тел и свойства жидкостей.

При этом очень важен участок от 0°C до 70°C — так как именно в этом диапазоне происходят качественные изменения битумного вяжущего. В данном интервале поведение битума не может быть описано какой-либо элементарной функцией, что представляет собой сложность для прогнозирования его свойств.

Для построения единого графика зависимости вязкости от температуры (рис. 3) были использованы формулы, предложенные Руденской И. М. [6], основанные на пенетрации и динамической вязкости, значения которых, как известно, во многом зависят от температуры (табл. 2, 3).

Таблица 2

Перевод пенетрации в динамическую вязкость

Интервал значений пенетрации П, 0,1 мм	Формула перевода	Единицы измерения
Для П > 60	$\mu = \frac{1,45 * 10^{10}}{P^{2,15}}$	пуаз
Для П < 60	$\mu = \frac{1,45 * 10^{10}}{P^{2,60}}$	пуаз

Разработана авторами на основе [14]

Таблица 3

Перевод динамической вязкости в пенетрацию

Интервал значений динамической вязкости μ , пуаз	Формула перевода	Единицы измерения
$\mu < 2,2 * 10^6$	$P = \frac{5,305 * 10^4}{\mu^{0,465}}$	0,1 мм
$\mu > 2,2 * 10^6$	$P = \frac{1,69 * 10^4}{\mu^{0,385}}$	0,1 мм

Разработана авторами на основе [14]

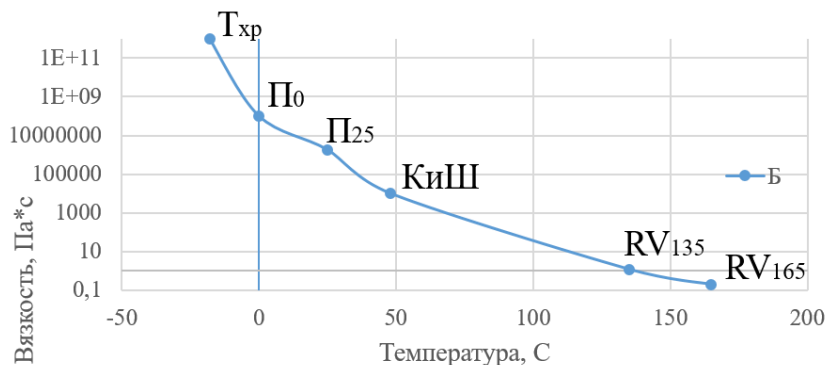


Рисунок 3. Зависимость вязкости от температуры, полученная расчетным методом (разработан авторами на основе [6])

Однако, для построения данной кривой требуется затратить время на проведение всех необходимых испытаний. Для ускорения процесса был применен метод испытания вяжущего на приборе «Термоскан», основанный на принципе работы элемента Пельтье, который представляет собой электронный прибор, способный нагревать/охлаждать поверхность в зависимости от полярности электрического тока [12]. Само испытание заключается в определении перемещения образца вяжущего при различных температурах нагрева и охлаждения (рис. 4).

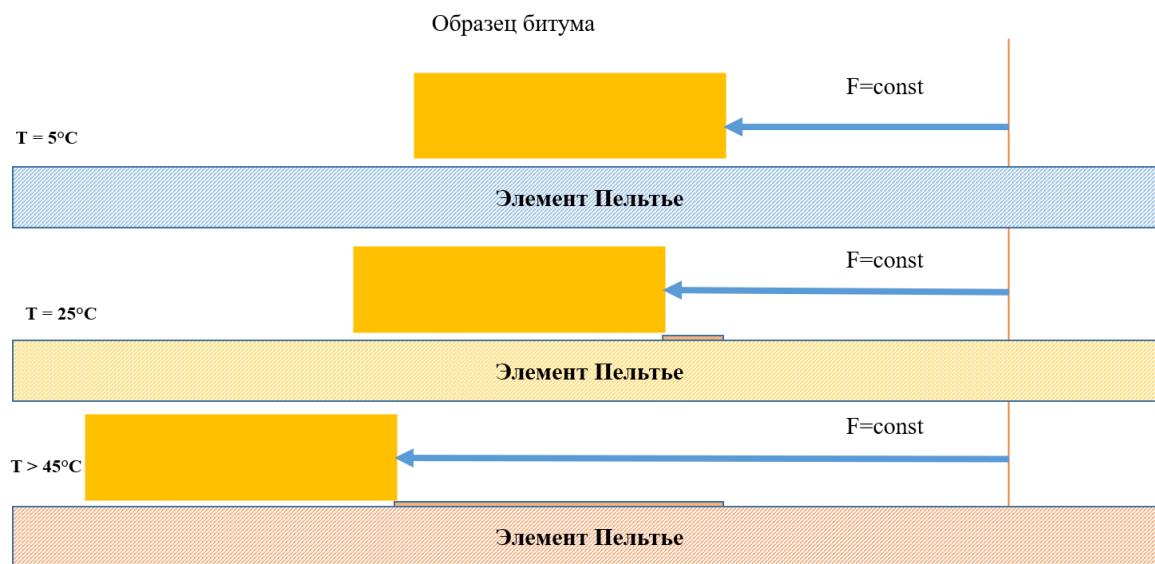


Рисунок 4. Схема выполнения испытания на приборе «Термоскан» (разработан авторами)

С целью определения геометрических параметров форм для вяжущего был выполнен анализ температурных полей (изотерм) в процессе нагрева пробы битумного вяжущего (рис. 5). Было установлено, что процесс прогрева идет снизу вверх, слои прогреваются постепенно, но не обеспечивается однородный прогрев всей испытываемой пробы.

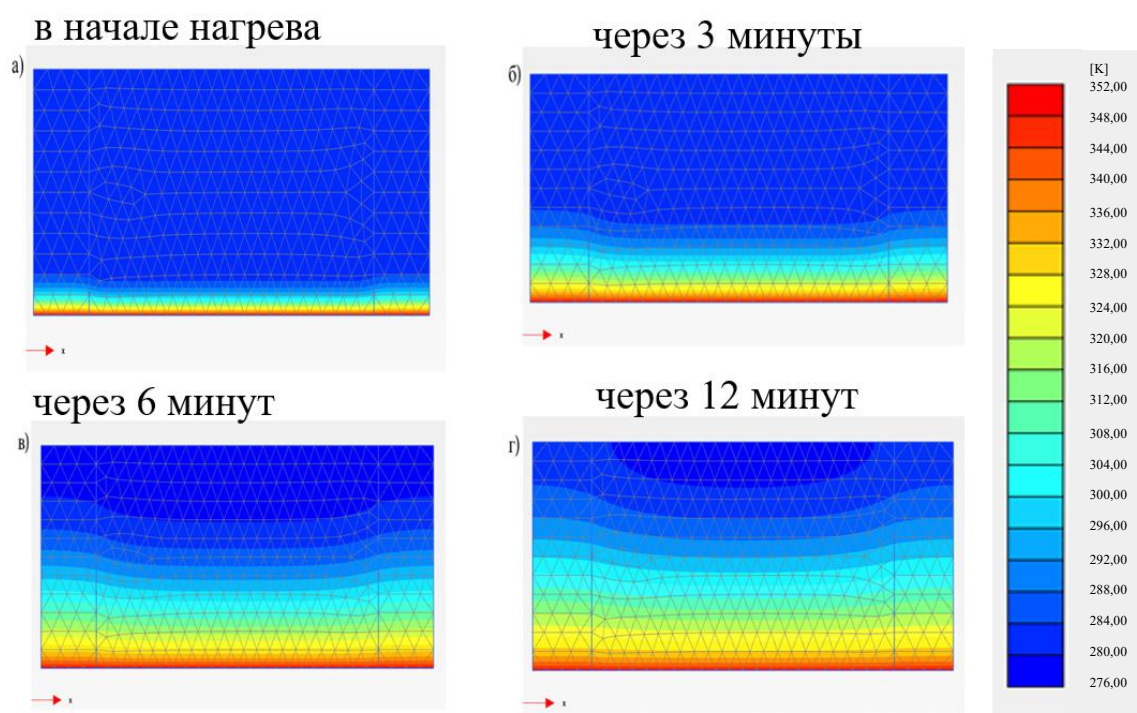


Рисунок 5. Температурные поля (изотермы) в процессе прогрева битума (разработан авторами)

Численное решение уравнения теплопроводности Фурье методом конечных разностей (схема Кранка-Николсона) показало, что при толщине образца 1–2 мм температурный градиент не превышает 2–3°C, что обеспечивает практически однородный прогрев. При толщине более 5 мм формируется значительный градиент (до 15–20°C), искажающий результаты. Скорость нагрева 10°C /мин обеспечивает квазистационарное температурное поле.

Теплопроводность нефтяных битумов составляет 0,27–0,6 Вт/(м·°C), теплоёмкость — 1,8–1,97 кДж/(кг·°C), плотность — 0,8–1,3 г/см³. Коэффициент температуропроводности a битума можно оценить по формуле:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}, \quad (1)$$

где:

λ — теплопроводность;

ρ — плотность;

c_p — удельная теплоёмкость.

При характерных значениях $\lambda \approx 0,27$ Вт/(м·К), $\rho \approx 1050$ кг/м³, $c_p \approx 1900$ Дж/(кг·К) получаем $a \approx 1,35 \times 10^{-7}$ м²/с. За время испытания $t \approx 600$ с (цикл Термоскана — менее 10 мин) характерная глубина прогрева по закону Фурье:

$$\delta \sim \sqrt{a \cdot t} \approx \sqrt{1,35 \times 10^{-7} \cdot 600} \approx 9 \times 10^{-3} \text{ м} = 9 \text{ мм}.$$

Таким образом, тепловой фронт за время одного цикла измерения проникает на глубину ~9 мм, что сопоставимо с толщиной образца в стандартных методах (кольцо КиШ — ~6,4 мм). Это критически важно: прибор измеряет не изолированное «поверхностное» свойство, а интегральный термомеханический отклик слоя толщиной, сравнимой с объёмом стандартного испытания.

На основании вышеизложенного, были созданы латунные формы, внешне напоминающие кольца для КиШ, но имеющие диаметр 11 мм и высоту 6 мм.

Порядок выполнения испытаний

1. Подготовка к испытаниям.

Необходимо убедиться в отсутствии загрязнений в измерительном отсеке термоскана, а также на поверхностях колец и пластин для испытаний (рис. 6).

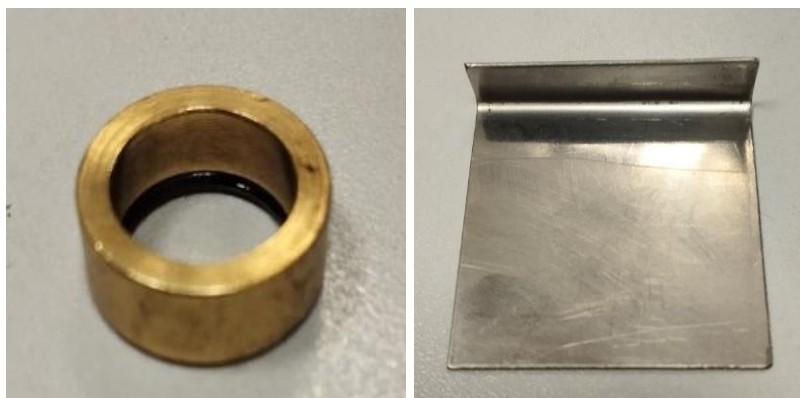


Рисунок 6. Кольцо и пластина для проведения испытаний (разработан авторами)

После запуска прибора и программы управления, в окне выполнения (рис. 7) устанавливаются следующие параметры измерения:

- температура (в °C) охлаждения образца;
- время (в секундах) охлаждения образца;
- температура (в °C) нагрева образца;
- время (в секундах) нагрева образца;
- скорость нагрева (условные единицы);
- минимальная температура (в °C) работы прибора;
- максимальная температура (в °C) работы прибора;
- время (в секундах) измерения.



Рисунок 7. Окно выполнения программы (разработан авторами)

2. Подготовка образцов.

В кольцо для испытания загружают 0,5 г битумного вяжущего. Чтобы избежать вытекания вяжущего за пределы кольца во время измерения, в паз, вставляется резиновый вкладыш. Для улучшения теплопроводности нижняя плоскость пластины покрывается тонким слоем теплопроводной пасты (рис. 8).

Пластину с нанесенным слоем теплопроводной пасты помещают в измерительный отсек термоскана. На пластину устанавливается кольцо таким образом, чтобы оно касалось штока термоскана. В измерительном отсеке закручивается упор, чтобы во время испытания пластина не перемещалась вместе с кольцом. После выполнения всех вышеизложенных операций измерительный отсек закрывается прозрачной крышкой (рис. 9).

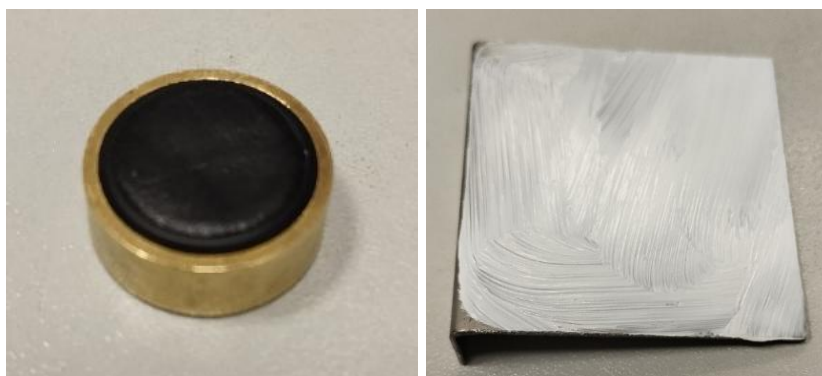


Рисунок 8. Заполненное кольцо для испытания с резиновым вкладышем и покрытая нижняя грань пластины (разработан авторами)

Для того, чтобы прибор приступил к измерению необходимо в окне выполнения программы нажать кнопку «Начать измерение».



Рисунок 9. Установленный образец в измерительном отсеке (разработан авторами)

3. Выполнение испытания.

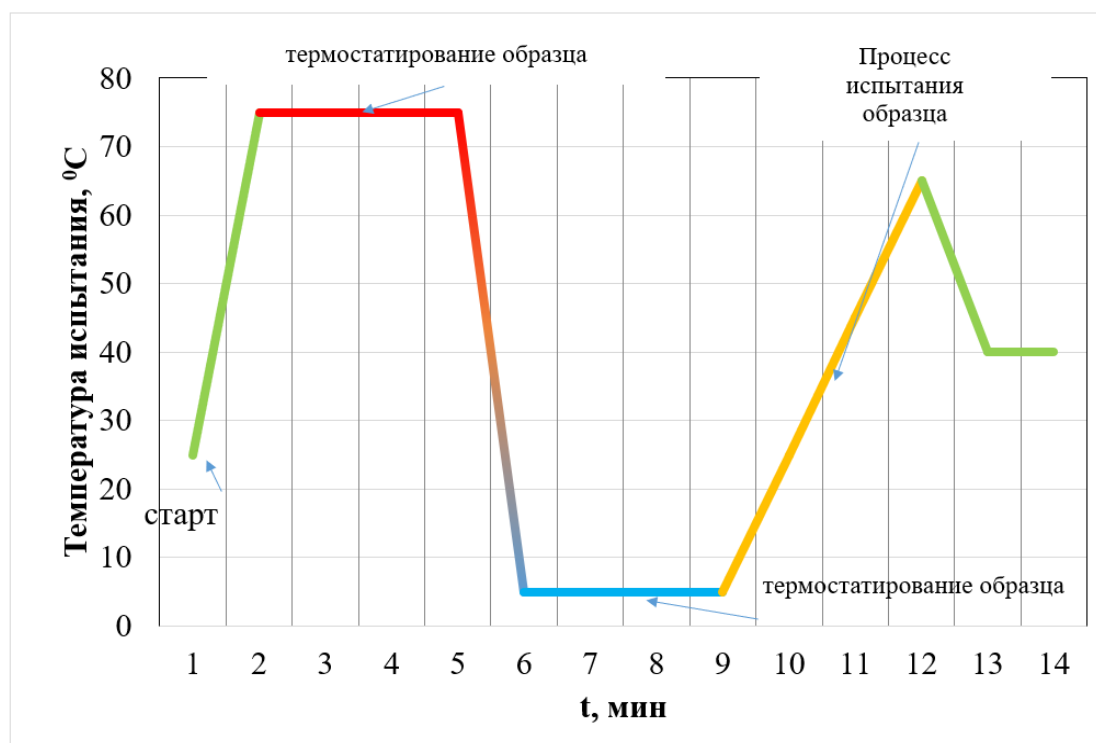


Рисунок 10. Изменение температуры в процессе испытания (разработан авторами)

Испытание состоит из трех основных этапов:

1. Нагрев образца до установленной температуры и выдерживание в течение заданного времени.
2. Охлаждение образца до установленной температуры и выдерживание в течение установленного времени.
3. Повторный нагрев образца до установленной температуры (рис. 10) с параллельным перемещением образца под действием выдвигающегося штока. С этого момента фиксируется изменение перемещения в течение времени испытания.

В процессе испытаний в окно программы будут отображаться следующие данные: время, температура, перемещение.

Испытание завершится по истечении времени измерения (рис. 11), прибор высвечивает FINISH, после чего программа сохраняет данные в файл.

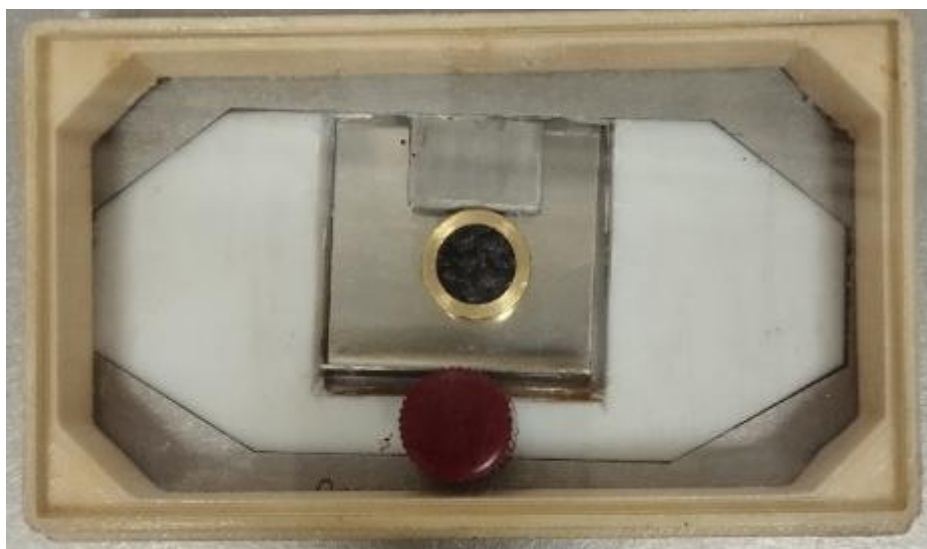


Рисунок 11. Завершение испытания (разработан авторами)

В результате испытания получается кривая, сопоставимая с кривой, полученной расчетным методом. Она характеризуется более плавной зависимостью вязкости от температуры (рис. 12). Преимущество данной методики в получении данной зависимости в кратчайшие сроки. В зависимости от типа битумного вяжущего кривая будет иметь различную плавность и кривизну.

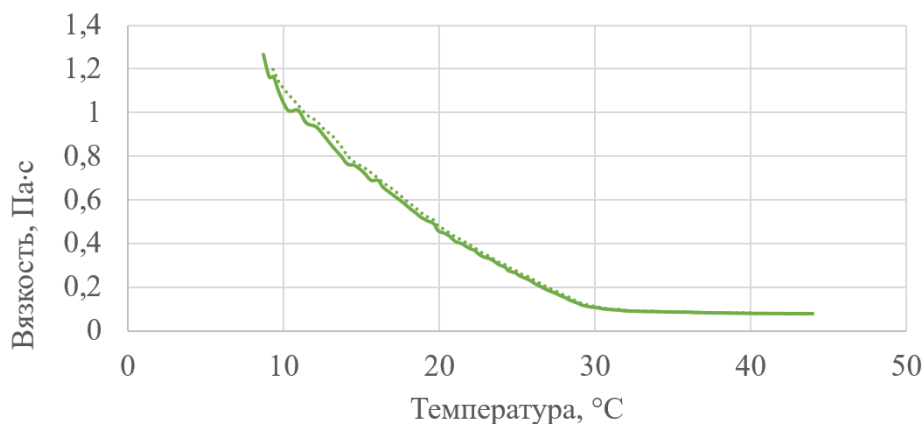


Рисунок 12. Зависимость вязкости от температуры, полученная на приборе «Термоскан» (разработан авторами)

Таким образом, выполнение одного цикла испытания занимает порядка 15 минут, но для получения объективных данных о поступившей пробе вяжущего необходимо выполнить 2–3 измерения, что займет порядка 40–60 минут с учетом технологических перерывов.

На основании вышеизложенного проявляется необходимость оптимизации испытания с целью минимизации времени измерения.

Трехфакторный эксперимент

При статистической обработке экспериментальных данных преследуются три задачи:

Во-первых, необходимо оценить однородность внутри каждой серии параллельных экспериментов по всем оцениваемым параметрам, выявить случайных значений показателей с учетом заданной вероятности.

Во-вторых, с использованием корреляционного и регрессионного анализа осуществляется построение и статистический анализ многофакторных регрессионных моделей.

В-третьих, подтвердить возможность применения предлагаемого метода, а также сходимость и воспроизводимость получаемых результатов.

Был осуществлен эксперимент по оптимизации параметров ускоренного метода испытаний битумных вяжущих. Для этого выполнено построение матрицы трехфакторного эксперимента, в результате которого было проведено 15 испытаний. В качестве факторов выступали следующие показатели: время термостатирования при повышенной температуре (от 30 сек до 5 минут), время термостатирования при 5°C (от 30 сек до 5 минут) и повышенная температура (70°C, 75°C, 80°C) (табл. 4).

Таблица 4

Планирование эксперимента

№ п/п	Матрица планирования								В натуральном выражении		
	X0	X1	X2	X3	X1X2	X1X3	X2X3	X1X2	Нагрев, сек	Холод, сек	Температура нагрева
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	30	30	70
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	300	30	70
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	30	300	70
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	300	300	70
5	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	300	30	80
6	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	30	30	80
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	30	300	80
8	1	1	1	1	1	1	1	1	300	300	80
9	0	0	0	0	0	0	0	0	150	150	75
10	1	-1	0	0	0	0	0	0	30	150	75
11	1	1	0	0	0	0	0	0	300	150	75
12	1	0	-1	0	0	0	0	0	150	30	75
13	1	0	1	0	0	0	0	0	150	300	75
14	1	0	0	-1	0	0	0	0	150	150	70
15	1	0	0	1	0	0	0	0	150	150	80

Разработана авторами

В качестве критериев для оценки оптимизации были использованы следующие показатели:

- Визуальное пятно контакта битума с поверхностью пластины (позволяет оценить время прогрева и обеспечить постоянную площадь испытания).
- Минимальное время проведения испытания.
- Минимизация стандартного отклонения в сериях в процессе проведения испытаний.

В качестве материала для проведения измерений был использован ПБВ 60 со следующими характеристиками (табл. 5).

Таблица 5

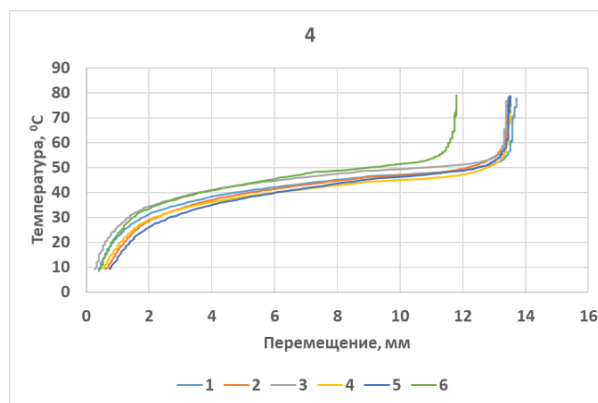
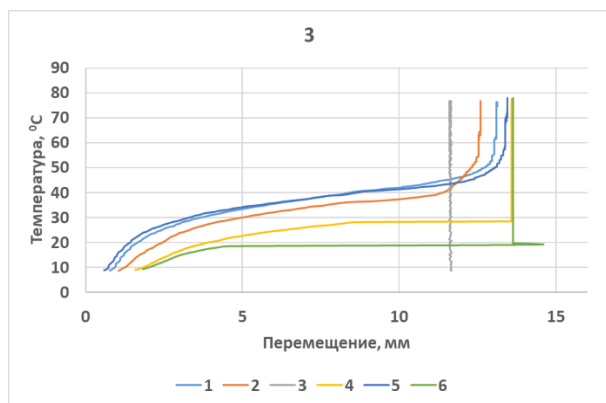
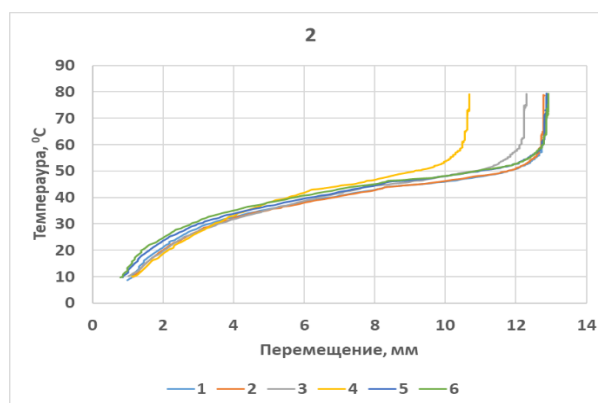
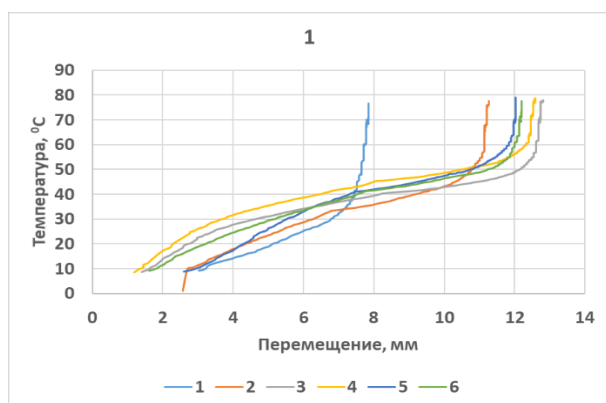
Физико-механические характеристики ПБВ 60

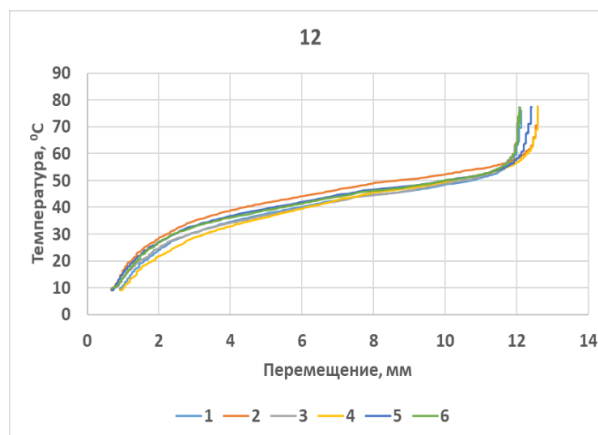
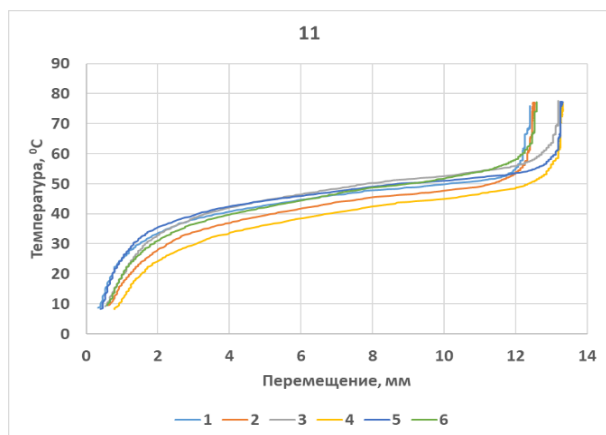
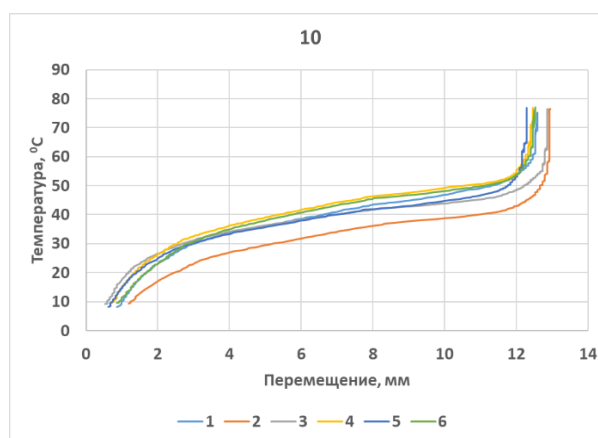
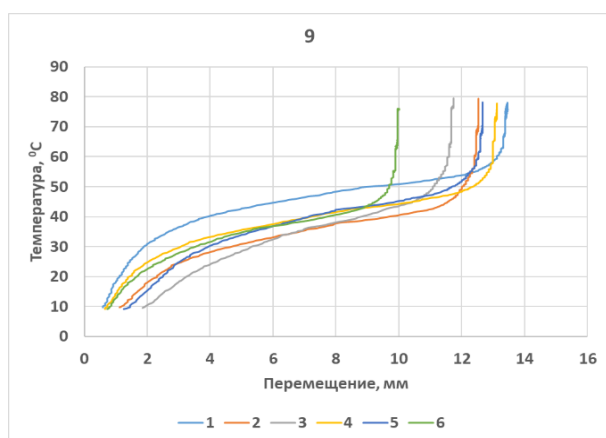
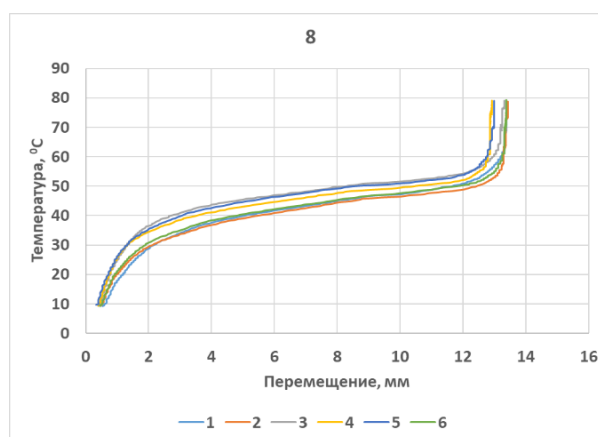
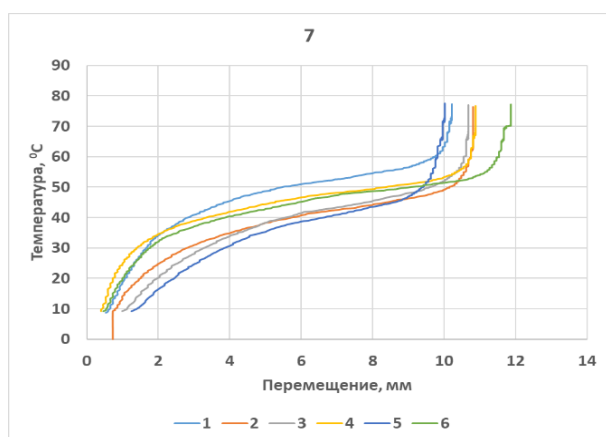
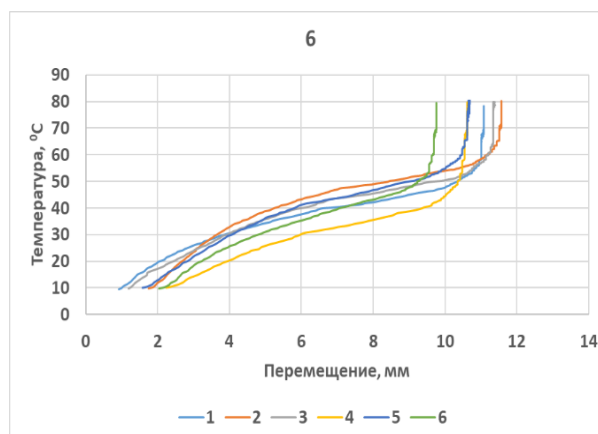
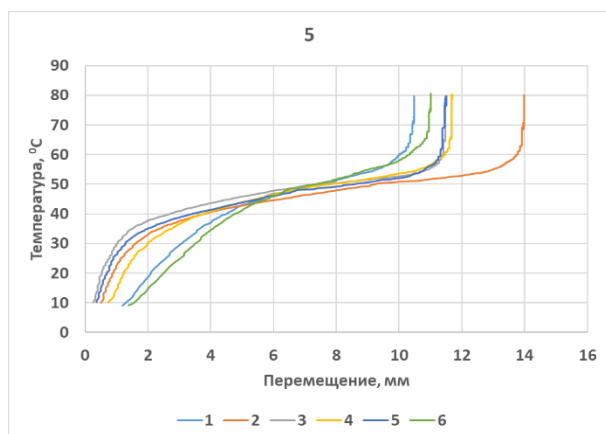
№ п/п	Контролируемый показатель, единицы измерений	Метод испытаний	Результаты испытаний ПБВ 60
1	Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	ГОСТ 33136	67
2	Глубина проникания иглы при 0°C, 0,1 мм	ГОСТ 33136	25
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °C	ГОСТ 33142	72
4	Растяжимость при 25°C, см	ГОСТ 33138	70
5	Растяжимость при 0°C, см	ГОСТ 33138	38,2
8	Эластичность при температуре 25°C, %	ГОСТ Р 52056-2025	90
9	Эластичность при температуре 0°C, %	ГОСТ Р 52056-2025	75
8	Температура хрупкости, °C	ГОСТ 33143	-25
9	Изменение массы образца после старения, %	ГОСТ 33140	0,777
10	Динамическая вязкость при температуре 135°C, кПа·с	ГОСТ 33137	1,263
11	Сдвиговая устойчивость исходного битумного вяжущего при 70C, кПа	ГОСТ Р 58400.10	1,87
12	Сдвиговая устойчивость состаренного битумного вяжущего при 70C, кПа	ГОСТ 33140 ГОСТ Р 58400.10	2,7
13	Усталостная устойчивость состаренного битумного вяжущего при 25C, кПа	ГОСТ 33140 ГОСТ Р 58400.11	833,27
14	Низкотемпературная устойчивость (BBR), Жесткость S, при -18C, МПа	ГОСТ Р 58400.5 ГОСТ Р 58400.8	102,855
15	Низкотемпературная устойчивость (BBR), m-значение, при -18C, МПа		0,305

Разработана авторами

Результаты

В результате проведения оптимизации были получены следующие графические данные.





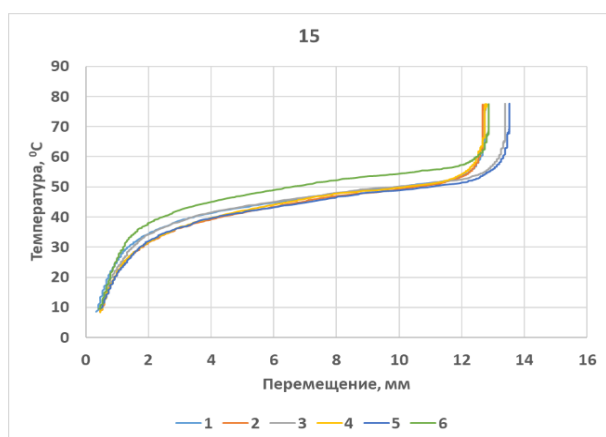
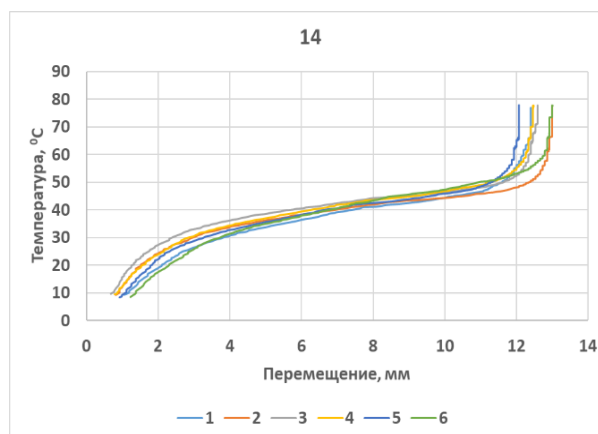
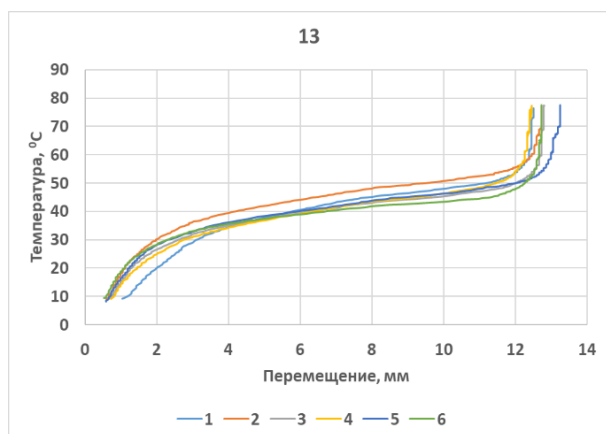


Рисунок 13. Зависимости перемещений от температур при различных параметрах оптимизации (составлено авторами)

В ходе анализа представленных выше данных были выбраны 6 режимов с наименьшими отклонениями между испытаниями при 25°C. Это режимы 2, 4, 8, 10, 12 и 13. Режимы 2 и 4 не имели полного пятно контакта. Оставшиеся 4 режима полностью заполнили форму во время испытания (рис. 14) и имеют сопоставимые наименьшие отклонения (табл. 6).

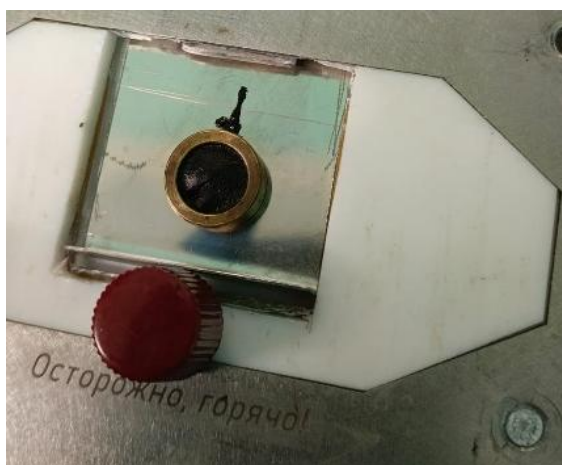


Рисунок 14. Незаполненное и заполненное пятно контакта (разработан авторами)

По результатам анализа наиболее рациональным режимом был принят № 12 (150 нагрев, 30 холод, 75°C), поскольку он является наименьшим по времени и соответствовал всем предъявляемым критериям. После оптимизации удалось сократить время испытаний по сравнению с первоначальными измерениями на 5 минут (рис. 15).

Таблица 6

Результаты проведения измерений

№ п/п	в натуральном выражении			Результат σ при 25°C
	нагрев, сек	холод, сек	температура нагрева	
1	30	30	70	0,42
2	300	30	70	0,18
3	30	300	70	0,69
4	300	300	70	0,07
5	300	30	80	0,39
6	30	30	80	0,50
7	30	300	80	0,28
8	300	300	80	0,20
9	150	150	75	0,47
10	30	150	75	0,20
11	300	150	75	0,39
12	150	30	75	0,22
13	150	300	75	0,19
14	150	150	70	0,27
15	150	150	80	0,30

Разработана авторами

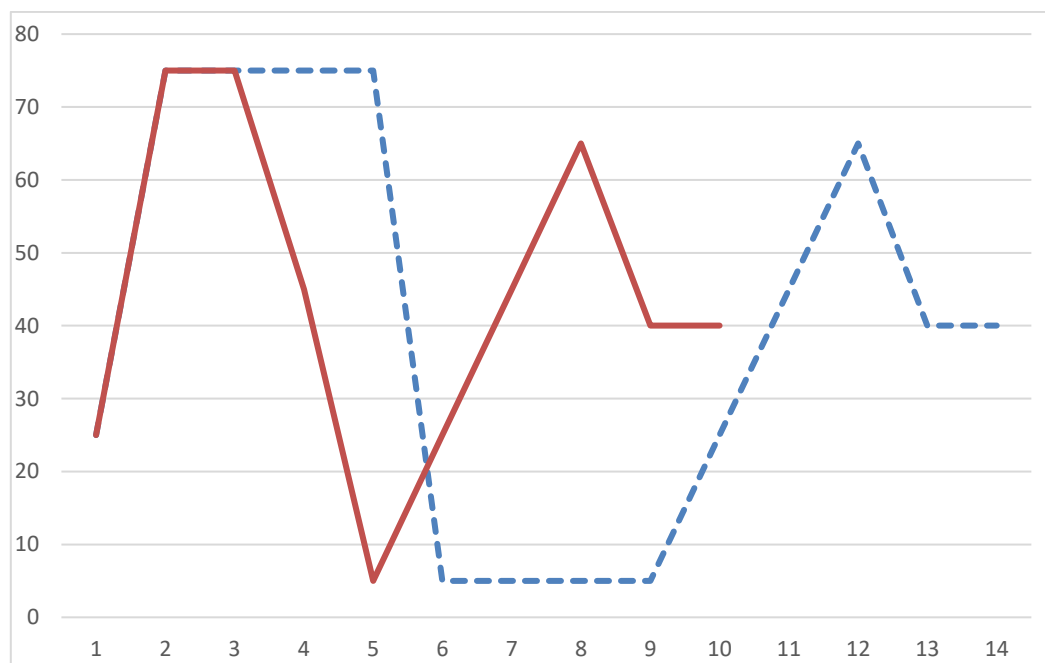


Рисунок 15. Оптимизация времени проведения испытания битумных вяжущих по результатам проведенных исследований (разработан авторами)

Заключение

Результаты исследований показали, что на сегодняшний день существует проблема несвоевременного получения результатов лабораторных испытаний битумных вяжущих, при входном контроле на АБЗ. Для решения указанной проблемы был рассмотрен экспресс-метод испытания на приборе «Термоскан», поскольку измерение по указанному способу позволит сделать вывод о качестве поступившего вяжущего в кратчайшие сроки. Помимо этого, результаты, полученные при помощи данного прибора, соответствуют данным, полученным теоретическим путем.

Также, в ходе исследования была проведена оптимизация параметров данного метода, в ходе которой удалось сократить время измерения на 5 минут по сравнению с первоначальными установками.

Таким образом, дальнейшая разработка экспресс-методов испытания битумных вяжущих крайне необходима для АБЗ, поскольку они позволяют обеспечивать входной контроль до смешивания, снижая брак и риски от посредников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Ю. Э., Кольников И. В., Менькина У. О. Требования к методам испытаний // Мир дорог. 2019. № 118. С. 70–72. — EDN: KNAFHХ.
2. Васильев Ю. Э., Сарычев И. Ю., Кочнев В. И., Менькина У. О. О необходимости повышения качества работы производственных строительных лабораторий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 12. С. 23–29. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.12.23-299. — EDN: TGJVZG.
3. Васильев Ю. Э., Котлярский Э. В., Кочнев В. И. Развитие теории и практики применения асфальтобетона в дорожном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 12. С. 7–11. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.12.07-11. — EDN: SDZOLN.
4. Васильев Ю. Э., Котлярский Э. В., Кочнев В. И. Отечественные школы развития теории и практики применения асфальтобетона в дорожном строительстве // Транспортное строительство. 2021. № 2. С. 5–7. — EDN: LOYIHN.
5. Васильев Ю. Э., Котлярский Э. В., Кочнев В. И. Отечественные школы развития теории и практики применения асфальтобетона в дорожном строительстве (окончание) // Транспортное строительство. 2021. № 3. С. 2–4. — EDN: PPPEFZ.
6. Руденская, И. М. Органические вяжущие для дорожного строительства / И. М. Руденская, А. В. Руденский; И. М. Руденская, А. В. Руденский. — Москва: ИНФРА-М, 2010. — (Научная мысль. Строительство). — ISBN 978-5-16-004482-8. — EDN QNEZID.
7. Sarsam I.S. Influence of Failure Mechanism on the Durability of Asphalt Concrete // Journal of Transportation Engineering and Traffic Management. 2024. Vol. 5. № 2. Pp. 18–28. DOI: 10.5281/zenodo.10983526.
8. Pyrig Y., Galkin A., Zolotarev V. Improvement of the Method of Evaluation of Bitumen Binder Adhesion // Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University. — 2021. — Vol. 2. — P. 57–67. — DOI 10.30977/BUL.2219-5548.2021.92.2.57.
9. Liao H., Yang X., Yan J., Du X., Lin H. Laboratory Evaluation of Asphalt Binder and Asphalt Mixture Modified Using Styrene-Butadiene-Styrene/Rock Asphalt // Processes. 2025. Vol. 13. № 2. Pp. 292. DOI: 10.3390/pr13020292.
10. Akkenzheyeva A., Bussurmanova A., Haritonovs V., Kuangali, A. Modification of Oil Bitumens with Polymeric Materials // Yessenov Science Journal. 2024. Vol. 49. № 4. Pp. 153–158. DOI: 10.56525/NVLS6037.
11. Salami L.O., Ameen I.O., Bello A.A. Exploring the Expediency of Waste Materials as Modifiers for Bitumen Mixes // ABUAD Journal of Engineering Research and Development (AJERD). 2025. Vol. 8. № 1. Pp. 61–70. DOI: 10.53982/ajerd.2025.0801.07-j.

12. Углова Е. В., Еременко Е. А., Сикачёва Н. В. Кузин К. А. Исследование влияния адгезионных присадок на физико-химические свойства дорожных битумов // Транспортные сооружения. 2019. Т. 6. № 1. С. 1–12. DOI: 10.15862/04SATS119.
13. К вопросу о деятельности дорожно-строительных лабораторий. Т. С. Худякова. Дороги. Инновации в строительстве № 89. С. 50–53. Октябрь 2020.
14. Иванова Л. В., Сафиева Р. З., Кошелев В. Н. ИК-спектроскопия в анализе нефти и нефтепродуктов // Вестник Башкирского университета. 2008, т. 13, № 4. с. 869–874.
15. Hallmark-Haack B., Middleton J., Rodrigues A.L., Forrester M., Williams R., Cochran E. Evaluation of the Mechanical and Chemical Properties of Bitumen Fractionation via Time Efficient Chromatography Techniques // RSC Advances. — 2025. — Vol. 15. — P. 9594–9604. — DOI 10.1039/d4ra09045d.
16. Кирюхин, Г. Н. Проектирование составов асфальтобетона: монография / Г. Н. Кирюхин, Е. А. Смирнов. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 204 с. — ISBN 978-5-9729-1286-5.
17. Изучение элемента Пельтье: принцип работы и области применения / Ю. М. Афашоков, А. С. Ширин, К. А. Занкишиев, Р. Р. Дабагов // Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика: Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 21 апреля 2023 года. Том Часть 1. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. — С. 60–62. — EDN DSPHVP.

Vasilyev Yuri Emmanuilovich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

E-mail: yu.vasilev@madi.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1634-0152>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=285866

Menkina Ulyana Olegovna

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

E-mail: uliana.mienkina@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1086268

Prokudin Egor Olegovich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

E-mail: prokudin.egor2112@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1282962

Optimization of the parameters of the accelerated testing method for bitumen binder on the thermoscan device

Abstract. The article discusses the main problems associated with assessing the quality of bituminous binders supplied to asphalt plants. The current regulatory documents in Russia for determining the quality of bituminous binders require the use of tests that involve lengthy sample preparation. This factor, combined with the fact that asphalt plants must receive the binder from the bituminous truck within 2 hours, leads to the devaluation of test results at the time of their receipt. The necessity of testing bituminous binders in thin films comparable to real bituminous films in asphalt concrete is analyzed. The necessity of accelerated testing methods and testing in thin films of bituminous binders is substantiated. The results of testing bituminous binders using standard indicators and the accelerated method are presented. A three-factor experiment has been developed and conducted to optimize the parameters of the Thermoscan device based on the factors of thermostating and the time of thermostating the bituminous binder. The parameters of the accelerated test method for bituminous binders were optimized using the Thermoscan device. The parameters of the three-factor experiment were the contact area, the convergence within the tests, and the total test time. The test results demonstrate the reproducibility and convergence of the proposed method with the methods described in standard test methods. The conclusion is that it is necessary to develop and implement accelerated test methods for bituminous binders in the laboratory of asphalt plants.

Keywords: bitumen binder; penetration system; PG system; quality control; express methods; thin films; asphalt concrete