АБЗ·1
АСФАЛЬТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД №1

СМОТРЕТЬ ВИДЕО

Изменение свойств битумных вяжущих в процессе производства асфальтобетонных смесей и эксплуатации дорожных покрытий

Заместитель директора по качеству, руководитель НИЦ АО «АБЗ-1», к.т.н. Майданова Н.В.

Доцент кафедры химических технологий и переработки энергоносителей СПБГУ, к.т.н., Саламатова Е.В.

Инженер ОКК ДСМ АО «АБЗ-1», Рамьянов Е. Г.

Санкт-Петербург, 2025

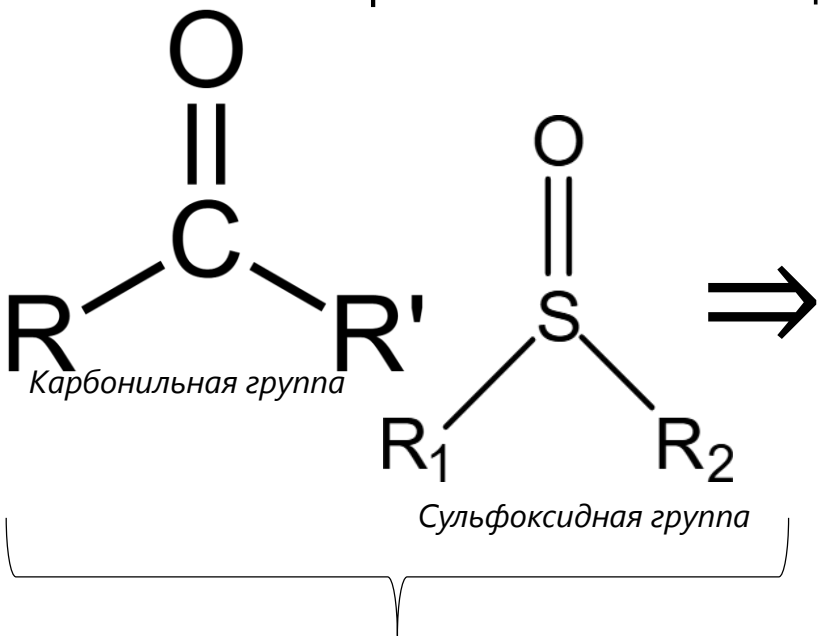
Содержание

1. Старение битумных вяжущих, влияющие факторы
2. Результаты НИР «Исследование старения нефтяного битума на разных этапах жизненного цикла»
3. Пути снижения старения
4. Предложения

«Старение» - закономерное изменение компонентного состава битумных вяжущих

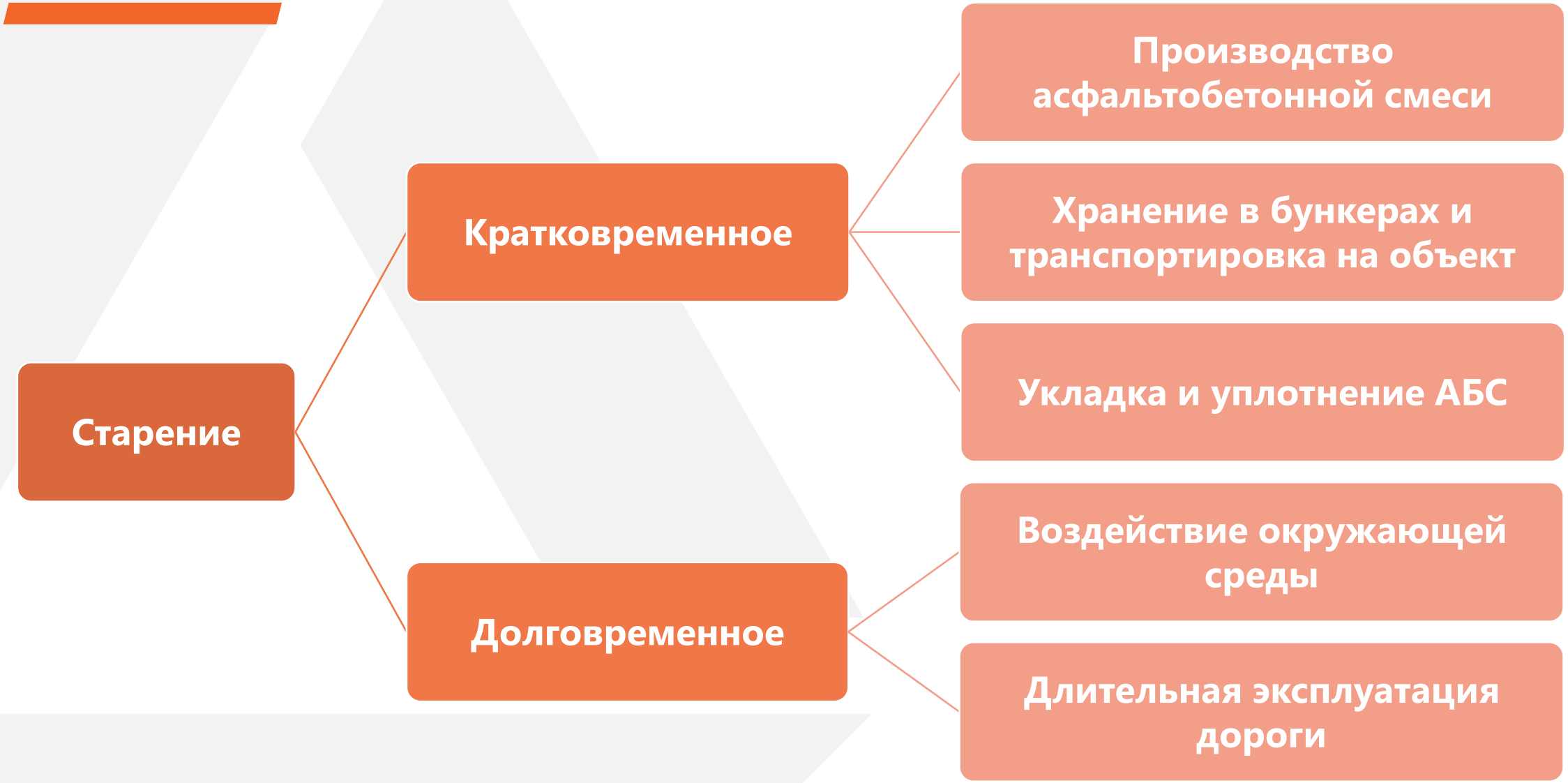
Битум состоит из четырех основных компонентов/фракций:

1. насыщенные соединения
2. асфальтены
3. смолы
4. ароматические соединения



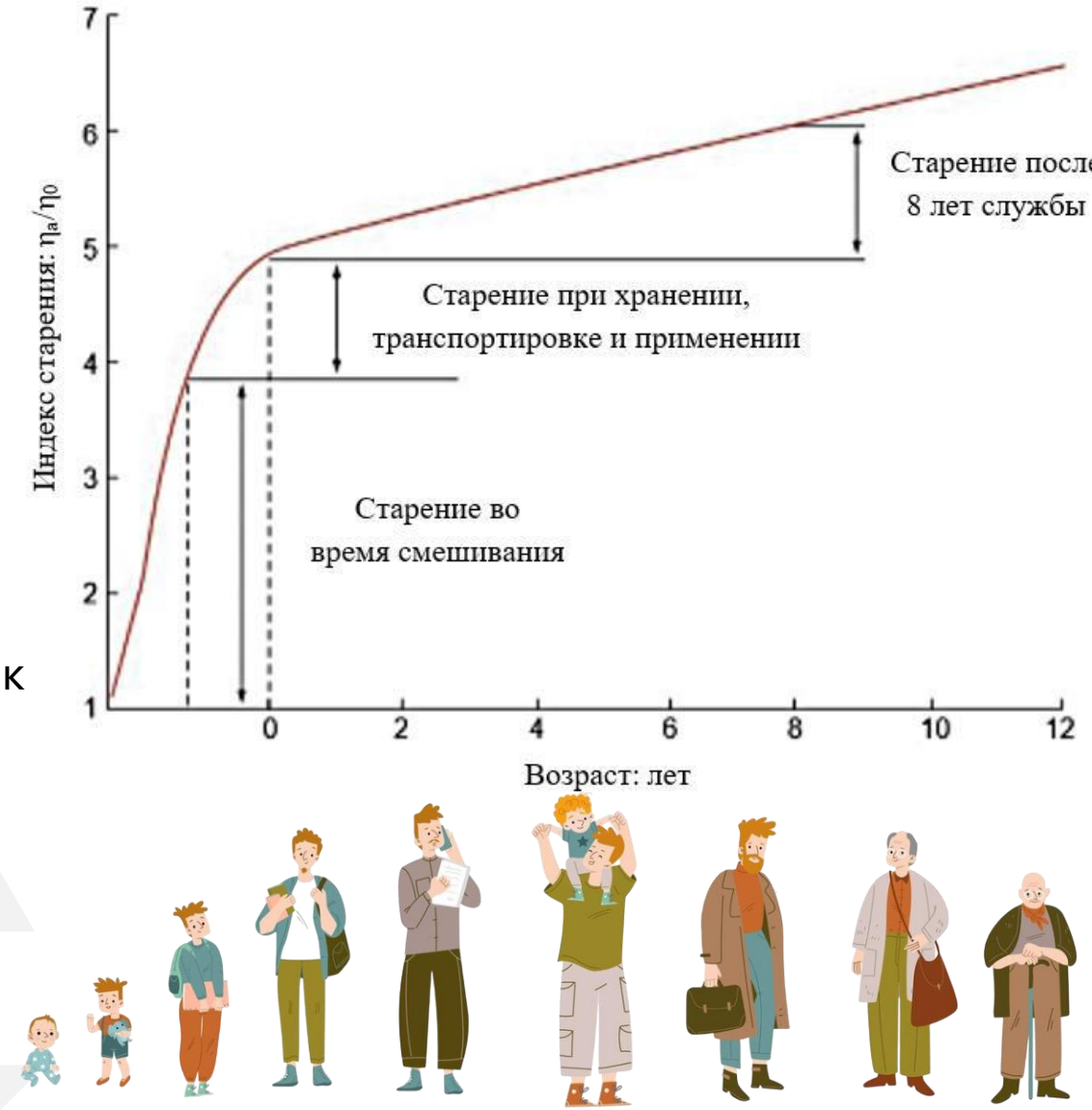
⇒ уменьшение ароматических фракций и увеличение фракций асфальтенов ⇒ битум становится более твердым и хрупким, что приводит к снижению долговечности и срока службы

Виды старения на этапах жизненного цикла битума



Факторы, влияющие на старение

- температурные изменения
- ультрафиолетовое излучение
- воздействие воды, антигололедных добавок
- кислород
- звуковые колебания



АБЗ·1
АСФАЛЬТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД №1

Механизм старения битумных вяжущих

1. Реакции окисления

- ✓ окисление с образованием кислородсодержащих соединений
- ✓ окислительное дегидрирование с образованием непредельных и ароматических соединений
- ✓ окислительные полимеризация и дегидроконденсация, которые приводят к образованию высокомолекулярных полициклических ароматических и гетероатомных соединений, а затем смол и асфальтенов

2. Потеря летучих веществ – понижение ароматичности, что отрицательно влияет на свойства, так как влечет за собой потерю стабилизации асфальтенов и способствует образованию полиароматики.

3. Адсорбционное старение

- ✓ Адсорбция ароматических фракций в минеральные материалы (поры, трещины МП , щебня песка)
- ✓ Хемосорбция (реагирование компонентов битумов с поверхностью минеральных заполнителей)

Схема проведенного исследования

Цель исследования – исследование процесса старения битума в асфальтобетоне на всех этапах жизненного цикла

Объект исследований – нефтяной битум маркая БНД 70/100

Асфальтобетонная смесь м/з тип Б марка I (гранит, неактивированный минеральный порошок, БНД 70/100)

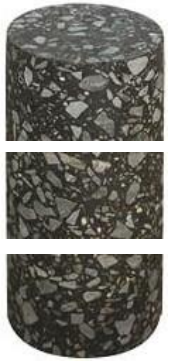
Место отбора: участок автомобильной дороги «дер. Старополье – дер. Засосье» в Сланцевском районе Ленинградской области

Производство и укладка: 29.09.2017 г.

Эксплуатация дорожного полотна – 5,5 лет

Схема проведенного исследования

1	**Испытании БНД 70/100 из рабочей емкости на АБЗ**
2	**Испытание экстрагированного битума из АБС, отобранной из-под смесителя; АБС на объекте, отобранной из укладчика**
3	**Отбор кернов, выделение ВСП и распил его на 3 части: верх, середина и низ**
4	**Определение локального старения битумной пленки в трех слоях ВСП методом ИК-после смыва вяжущего с поверхности с помощью трихлорэтилена**
5	**Экстрагирование битума из трех слоев ВСП**
6	**Определение физико-механических показателей экстрагированных битумов по ГОСТ**
7	**Анализ полученных результатов**



Если свойства экстрагированного битума существенно отличаются от свойств свежего битума, это указывает на наличие старения и деградации вяжущего в процессе эксплуатации.

АБЗ·1 АСФАЛЬТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД №1

Результаты физико-механических испытаний

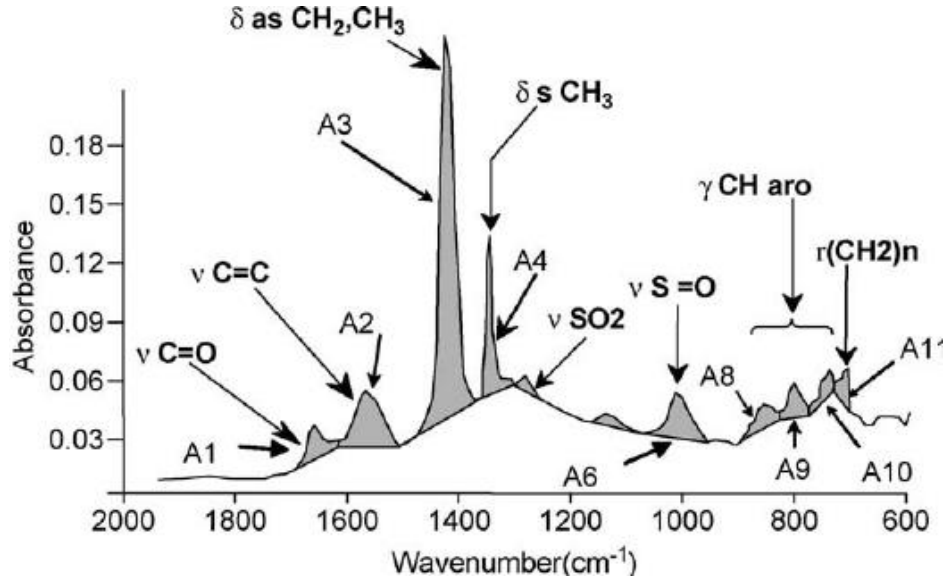
Наименование показателя	Нормативные требования по ГОСТ 33133-2014 для БНД 70/100	БНД 70/100, «КИНЕФ», объединенная проба	Вяжущее, экстрагированное из АБС, отобранной на производстве	Вяжущее, экстрагированное из АБС, отобранной на объекте	Экстрагированное вяжущее верх	Экстрагированное вяжущее середина	Экстрагированное вяжущее низ	Метод испытания
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25°С	71-100	76	54	52	26	45	48	ГОСТ 33136
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	Не ниже 47	52,0	57,4	60,2	67	59	55	ГОСТ 33142
Температура хрупкости по Фраасу, °С	Не выше -18	-18	-18	-19	-16	-16	-16	ГОСТ 33143
Растяжимость, см, при 25°С	Не менее 62	64	14	19	8	13	20	ГОСТ 33138
Динамическая вязкость, Па·с при 60 °С	Не норм.	270,0	495,8	697,3	Более 2500	Более 2500	725,4	ГОСТ 33137

Битум на всех этапах жизненного цикла меняет свой компонентный состав, твердеет, становится хрупким, теряет свои вязко-упругие свойства вследствие окислительного старения, солнечной радиации, теряет масляные компоненты при адсорбции и др., что приводит к появлению дорожных дефектов (шелушение, низкотемпературные трещины, образование ям, выкрашивание, образование абразивной и пластической колеи, усталостное растрескивание).

Оценка старения битумных вяжущих с помощью ИК-спектроскопии

Окисляемость (О) – показатель, характеризующий способность компонентов битумного вяжущего реагировать с кислородом воздуха в процесса старения. Рассчитывается по относительным интегральным оптическим плотностям полос поглощения в ИК-спектре.

Уровни оценки окисляемости:
Ок – окисляемость при кратковременном старении, %
Од – окисляемость при долгосрочном старении, %
Оо – окисляемость после общего старения, %



Метильная группа (–CH_3) – при 1376 $см^{-1}$
Метиленовая группа (–CH_2–) – при 1461 $см^{-1}$
Двойная связь в ароматике (C=Cар) – при 1600 $см^{-1}$
Карбонильная группа (–C=O) – при 1700 $см^{-1}$

Относительная интегральная оптическая плотность карбонильной группы, %:

$$D_{C=O} = \frac{D_{C=O}(\text{аб})}{D_{CH_3}(\text{аб}) + D_{CH_2}(\text{аб}) + D_{C=C_{ap}}(\text{аб}) + D_{C=O}(\text{аб})} \cdot 100\%,$$

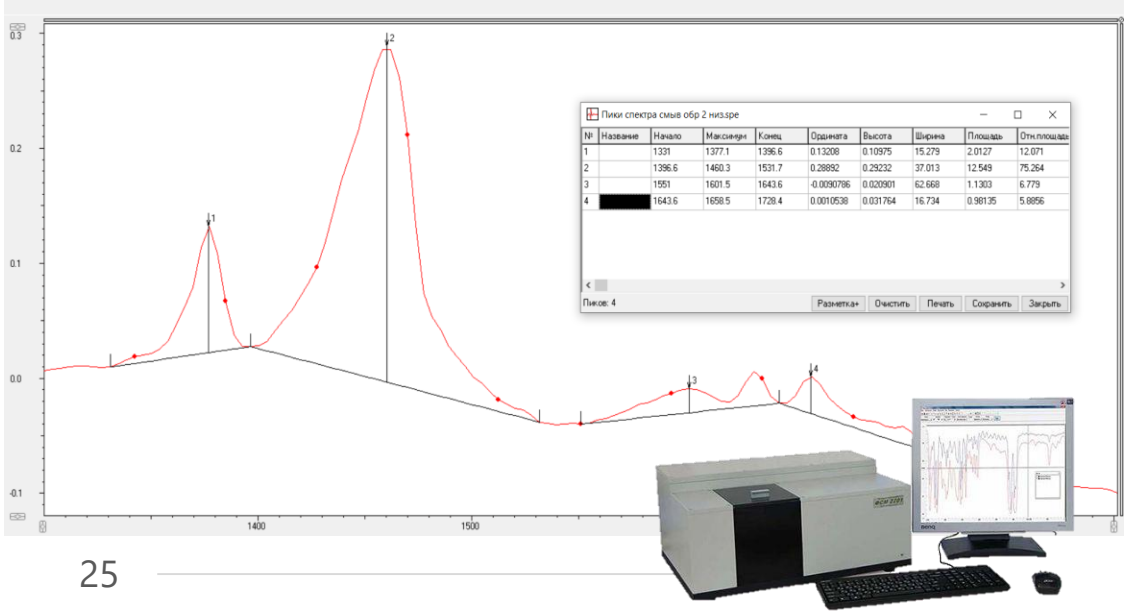
где D_{CH3} (аб), D_{CH2} (аб), $D_{C=Cap}$ (аб), $D_{C=O}$ (аб) – абсолютные интегральные оптические плотности полос поглощения, определенные посредством ИК-спектрометра.

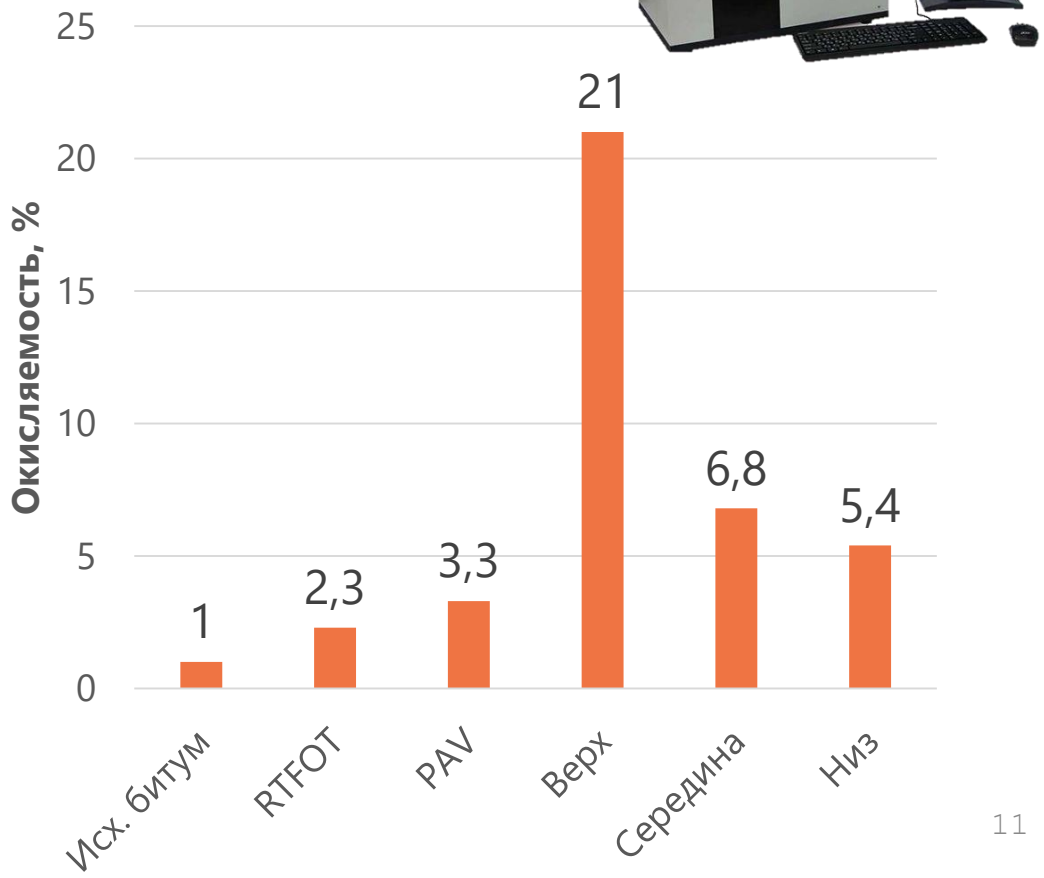
Окисляемость определяется ростом относительной интегральной оптической плотности полосы поглощения карбонильной группы ($D_{C=O}$), не считая оптическую интегральную плотность исходного битума

Результаты ИК-спектроскопии

1. Общая окисляемость пленки битума на поверхности ВСП в **6 раз выше**, чем при старении в PAV, для средней части ВСП – в 2 раза, для нижней части ВСП – в 1,6 раза.
2. Наблюдается корреляция с физико-механическими показателями.
3. Чем ниже находится слой от поверхности, тем меньше происходит старение, которое может быть обусловлено лишь процессами старения во время изготовления АБС, транспортировке и укладке.

ВСП, а именно **поверхностный слой**, контактирующий с окружающей средой, **стареет быстрее всего** и сильнее, чем прогнозируют существующие лабораторные методы.





АБЗ·1
АСФАЛЬТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД №1

Пути решения проблемы старения

1. Технологические добавки к битуму

- **Адгезионные добавки с азотсодержащими ПАВ**
- **Ингибиторы (антиоксиданты)**
- **Регенерирующие добавки**

2. Модифицирующие добавки

- **Биовяжущее**
- **Полимеры**
- **Резиновая крошка**
- **Природные и синтетические асфальты и асфальтиты**

3. Обработка верхнего слоя покрытия

- **Поверхностная обработка**
- **Пропитки (эмульсии, праймеры)**
- **Применение светоотражающих компонентов**

4. Регенерированное асфальтобетонное покрытие (РАП)

Пример решения проблемы старения

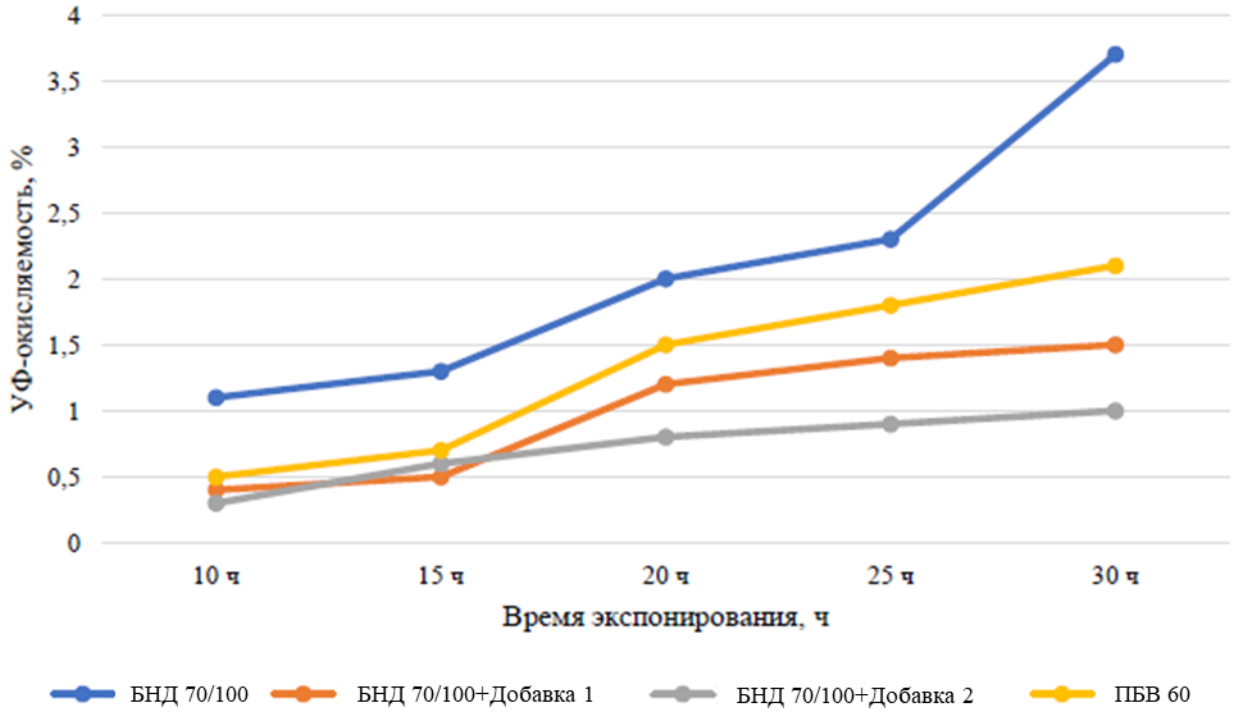
Окисляемость при ультрафиолетовом облучении ($O_{уф}$) моделирует старение битума при воздействии солнечной радиации на асфальтобетонную смесь и определяется следующим образом, %:

$$O_{уф} = D^{уф}_{C=O} - D^{исх}_{C=O},$$

где $D^{уф}_{C=O}$ – относительная интегральная оптическая плотность полосы поглощения карбонильной группы после ультрафиолетового старения, %.

Окисление битумного вяжущего с адгезионными добавками протекает менее агрессивно по сравнению с окислением чистого битумного вяжущего

30 часов под УФ-лампой в лаборатории = 8 месяцев воздействия солнечной радиации в реальных полевых условиях



Перспективные направления исследований

- ✓ Оценка максимальной глубины, на которой УФ-излучение вызывает старение битума
- ✓ Необходимо оценить влияние процента пустот в битумной смеси на подверженность УФ-старению и окислительному старению
- ✓ Большинство лабораторных исследований старения сосредоточено только на лабораторных методах старении битумных вяжущих и поиске взаимосвязи между химическими и реологическими свойствами состаренных вяжущих. Существует необходимость выяснения влияния других факторов на старение
- ✓ Фотоокисление протекает более агрессивно, чем окисление по методам RTFOT и PAV, необходимо создать методику, по которой можно оценивать предлагаемые решения для снижения старания
- ✓ В результате фотоокисления в отличие от старения в RTFOT и PAV образуются такие соединения, как непредельные углеводороды и сложные эфиры. Необходимо исследовать влияние этих веществ на процессы, происходящие в асфальтобетоне
- ✓ Поиск оптимального исходного сырья для производства битумов, позволяющего снизить процессы старения
- ✓ Оптимизировать состав добавок и модификаторов с целью вовлечения в их состав ингибиторов старения

АБЗ·1
ГРУППА КОМПАНИЙ

Контакты

+7 (812) 347-77-55

https://www.abz-1.ru/

info@abz-1.ru

195009, Санкт-Петербург,
Свердловская наб., 4, лит. Б

Сайт

Группа ВК