Казанский (Приволжский) Федеральный Университет
кафедра высоковязких нефтей и природных битумов
А.С. Амирянов, Р.А. Кемалов

Проектирование и разработка битумных материалов. Технология Superpave.

Аббревиатура «Суперпейв» (Superpave) обозначает Superior Performance Pavements, т.е. метод проектирования составов асфальтобетонных смесей для дорожных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками. Основные элементы рассматриваемого метода были разработаны в период с 1987 по 1993 года в рамках стратегической программы дорожных исследований (SHRP) с привлечением Института асфальта и ведущих университетов США. Программа исследований стоимостью 150 млн. долларов предназначалась для улучшения эксплуатационных показателей и долговечности дорог Соединенных Штатов и повышения безопасности автомобильного движения. Разработчики системы «Superpave» поставили перед собой благороднейшую цель: установить новый научно обоснованный комплекс показателей качества битумов и асфальтобетонов, характеризующих сдвигоустойчивость и трещиностойкость асфальтобетонных покрытий при расчетных климатических и транспортных условиях в течение заданного периода эксплуатации. Прогнозирование работоспособности и долговечности асфальтобетонных покрытий в различных условиях эксплуатации относится к одной из сложнейших проблем дорожной отрасли. Трудности решения данной проблемы обусловлены с одной стороны сложностью процессов нелинейного деформирования и разрушения битумных материалов, а с другой стороны необходимостью учета влияния внешних факторов (уровня напряжений, температуры, влажности, вида и режимов нагружения, агрессивности окружающей среды и пр.). Поэтому исследования в указанном направлении проводятся во многих странах. В США они продолжаются в рамках других программ и грантов, действующих в настоящее время, в том числе под брендом «Superpave».

В систему «Superpave» вошли 3 взаимосвязанных компонента, последовательно обновив нормативную базу AASHTO и ASTM:

– SHARP - технические условия и методы испытаний битума;

– Superpave - технические условия и метод проектирования составов асфальтобетонных смесей с определением поровых характеристик уплотненных образцов асфальтобетона;

– методы испытаний и система анализа реологических свойств асфальтобетона с использованием математических моделей работоспособности и компьютерного программного обеспечения. Технические условия на битумные вяжущие и соответствующие методы реологических испытаний являются наиболее завершенной частью реализованной программы исследований. Кардинально изменились не только стандартные методы испытаний, но и подход к нормированию показателей качества битумных вяжущих для асфальтобетонных смесей, проектируемых по рекомендациям «Superpave». Марка битумного вяжущего определяется интервалом работоспособности (PG Grade) между двумя температурами испытания, соответствующими минимальной и максимальной расчетным температурам асфальтобетонного покрытия в рассматриваемом регионе строительства. При определении марки вяжущего требования к показателям деформативности и вязкоупругим свойствам остаются неизменными, а изменяется температурный диапазон, в котором эти требования должны выполняться. Марку

битумного вяжущего PG grade определяют на основании результатов реологических испытаний, которые проводят при максимальной расчетной температуре (взамен определения температуры размягчения по КиШ) и минимальной расчетной температуре (взамен определения температуры хрупкости по Фраасу). Максимальная температура, характеризующая теплостойкость битумного вяжущего, может принимать значения с градацией 6 С в диапазоне от плюс 46 С до плюс 82 С. Минимальная температура, характеризующая низкотемпературные свойства, может принимать значения в диапазоне от минус10 С до минус 46 С при той же градации 6 С. При выборе марки битума или полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) заказчик и проектировщик вправе принимать не только наиболее вероятные в заданном регионе (средние) величины высоких и низких температур, соответствующие 50 % надежности. В зависимости от заданной степени риска в качестве расчетных температур покрытия могут быть приняты и менее вероятные значения. При этом надежность представляет собой выраженную в процентах вероятность того, что фактическая температура в регионе не будет выходить за пределы температур воздуха (однодневной низкой и семидневной средней высокой), которые рассчитываются по многолетним данным ближайшей метеостанции. Таким образом, при проектировании составов асфальтобетонных смесей марка битумного вяжущего назначается по диапазону температур работоспособности исходя из климатических условий эксплуатации асфальтобетонного покрытия. Для 4-х климатических зон США в качестве базовых приняты следующие марки вяжущих: PG 52-28, PG 58-22, PG 58-16 и PG 64-10.

СИСТЕМА СУПЕРПЭЙВ – позволяет решать такие проблемы как:

1.Остаточная и пластическая
2.деформация

2. Низкотемпературное трещинообразование

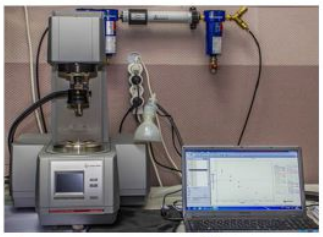
3. Усталостное трещинообразован

Система Superpave - это:

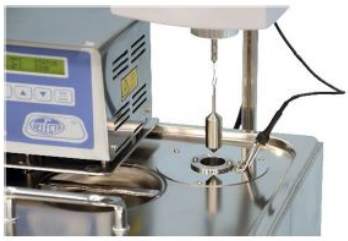
- Комплексная система проектирования составов смесей, удовлетворяющих самым высоким требованиям к эксплуатационным характеристикам в зависимости от транспортной нагрузки, климатических и структурных условий на конкретном участке укладки покрытия. Улучшение эксплуатационных характеристик покрытия достигается за счет проектирования и сочетания наиболее подходящего битумного вяжущего, минерального компонента и, если это требуется, модификатора;

- Комплект, объединяющий свыше 25 продуктов SHRP в единую систему проектирования и анализа смесей. Система Super pave объединяет технические условия на новые материалы, методы испытаний, методы проектирования смесей в единый комплексный координированный пакет;
- Система Суперпэйв разработана взамен разрозненных технических условий и методов проектирования смесей, которыми пользовались в 50 штатах США, и теперь это единая система, применимая к конкретным климатическим условиям и транспортным нагрузкам на любом участке дорожного покрытия на территории США и Канады.

Испытания битумного вяжущего



Сдвиговая устойчивость



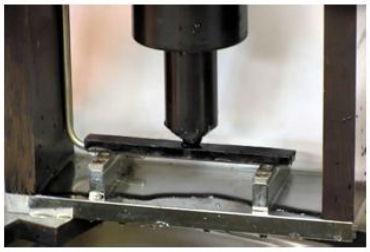
Динамическая вязкость

Температура вспышки

Метод старения RTFOT

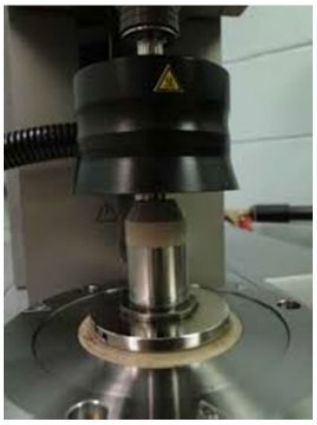
Температура растрескивания

Метод старения PAV



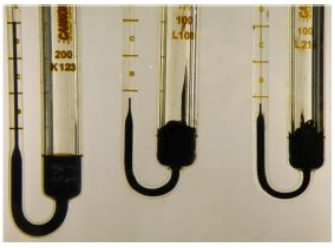
Устойчивость к ползучести

Пластичность



Упругое восстановление

Деформация при разрушении



Вязкость

В ходе лабораторных исследований мы взяли гудрон (ЕНПУ) с использованием катализатора EVA 070 и проделали ряд лабораторных работ : глубина проникновения иглы, температура размягчения КиШ, определение дуктильности (растяжимости), температура хрупкости по Фраасу, температура вспышки. Результаты выглядят следующим образом:

- Глубина проникновения иглы – 279 единиц;
- Температура размягчения КиШ – 30 градусов цельсия;
- Дуктильность – 15,6 см;
- Температура хрупкости – (-27) градусов цельсия;
- Температура вспышки – 297 градусов цельсия.

Согласно ГОСТ 33133-2014, сравнивая показатели, полученные в ходе лабораторных испытаний с основными показателями, данные в таблице технических требований приведенную ниже, можно сделать следующий вывод:

Наименование показателя	Норма для битума марки						Метод испытания
	БНД 130/200	БНД 100/130	БНД 70/100	БНД 50/70	БНД 35/50	БНД 20/35	
Основные показатели							
1 Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	131—200	101—130	71—100	51—70	36—50	20—35	По ГОСТ 33136
2 Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	42	45	47	51	53	55	По ГОСТ 33142
3 Растяжимость при 0 °С, см, не менее	6,0	4,0	3,7	3,5	Не определяется		По ГОСТ 33138
Основные показатели							
4 Температура хрупкости, °С, не выше	–21	–20	–18	–16	–14	–11	По ГОСТ 33143
5 Температура вспышки, °С, не ниже	220	230	230	230	230	230	По ГОСТ 33141
6 Изменение массы образца после старения, %, не более	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	По ГОСТ 33140
7 Изменение температуры размягчения после старения, °С, не более	7	7	7	7	6	6	По ГОСТ 33140 По ГОСТ 33142

Исходя из полученных значений в ходе испытаний и сопоставляя их с данными по таблице, можно сделать вывод, что данные показатели подходят для марки БНД 130/200.

Если посмотреть температуру вспышки (297˚), то можно утверждать, что эта температура очень высокая, поэтому в данном продукте не присутствуют легкие углеводороды. Это может быть причиной того, что при добыче применялись горячие методы добычи, так как при горячих методах добычи легкие углеводороды сжигались или улетучивались.

По полученной температуре размягчения (30˚), можно сказать, что данный продукт имеет довольно низкую температуру размягчения. Следовательно, битум чувствителен к термическим воздействиям, то есть не термостойкий.

По температуре хрупкости (- 27˚) видно, что по отношению к показателям в таблице , данная температура выше, следовательно данный образец хорошо сохраняет свою структуру до -27 градусов.

Глубина проникновения иглы нашего образца (279 единиц) показывает, что данный показатель характеризует довольно меньшую вязкость относительно табличных данных, так как игла проникла в образец в большей степени чем должно быть.

Так же по растяжимости (15,6 см) можно сказать, что данный образец довольно сильно тянется, что свидетельствует об эластичности данного образца.

Список используемой литературы:

1. Kemalov, A.F. and R.A. Kemalov. Use of natural bitumen as raw materials for receiving bituminous insulating materials. Neftyanoe khozyaystvo - Oil Industry. – 2014. – Issue 11. –P. 140-143.
2. Kemalov, A.F. Study of Natural Bitumen of Nagornoye Deposit, Troitskneft JSC (the Republic of Tatarstan, Russian Federation) aimed at Processing Options Determination / A.F. Kemalov, R. A. Kemalov, I. M. Abdrafikova, V.I. Gainullin // Asian Social Science. – 2014. – Vol. 11. – No. 3. – P. 296-304. doi:10.5539/ass.v11n3p296. – http://ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view..

3. Кемалов, Р.А. Тугоплавкие битумы на основе гудрона высокопарафинистой нефти / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Мальцева А.Г. // International Journal of Applied Engineering Research, IJAER. - 2015. - v. 10.
14. Кемалов, А.Ф. Научные и прикладные аспекты регулирования реологических свойств высоковязкой нефти // Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А., Валиев Д.З. // International Journal of Applied Engineering Research, IJAER. - 2015. - v. 10.