

## ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ДОРОЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

In article are stated trends of the improvement technology to regenerations road asphalt concrete.

Современный опыт показывает, что важнейшим аспектом при прогнозировании долговечности асфальтобетонных покрытий является состояние и свойства вяжущего.

В процессе службы асфальтобетонных покрытий под влиянием различных факторов происходит старение битума, изменение его структурных и химических показателей. В результате повышается его вязкость, что делает покрытие более хрупким, уменьшается деформативная способность покрытия, увеличивается его износ. Так как в асфальтобетоне твердые частицы (минеральный наполнитель) разделены жидкой фазой, длительное воздействие нагрузок приводит к частичному перераспределению его минеральных составляющих. В результате вязкопластических деформаций покрытия и нижележащих асфальтобетонных слоев основания образуется колея (рис. 1).

Таким образом, процесс разрушения асфальтобетонного покрытия следует рассматривать как изменение первоначальных свойств битума вследствие его старения и внутреннего перераспределения минеральной части асфальтобетона.

Состав битумов чрезвычайно сложен. Не разрешена проблема идентификации всех сотен тысяч компонентов, составляющих битум. Очень важное значение для понимания процессов регенерации битумов имеет четкое представление о их структуре. В соответствии с современными представлениями, все дорожные битумы рассматриваются как растворы высокомолекулярных соединений нефтяного происхождения – асфальтенов и твердых смол – в среде из нефтяных масел и плавких смол. Основной состав битума включает от 3 до 30% и более асфальтенов, от 15 до 30% смол и от 45 до 60% масел. При 120°C и выше асфальтены находятся в молекулярнодисперсном состоянии (истинные растворы), а при более низких температурах они образуют ассоциированные комплексы.

В соответствии с теорией растворов высокомолекулярных веществ в зависимости от внешних условий (в первую очередь температуры) битумы могут находиться в различных термодинамических состояниях, проходя последовательно все стадии от истинных растворов (при высоких технологических температурах) к коллоидным растворам надмолекулярных структур асфальтенов и смол до пластичных, а затем твердых тел.

Важнейшими эксплуатационными характеристиками качества битумов являются: температура размягчения и температура хрупкости, определяющие предел пластичности органического вяжущего. За температуру размягчения в битумах отвечает концентрация асфальтенов. В процессе эксплуатации асфальтобетонных покрытий вяжущее в смеси доокисляется: низкомолекулярные ароматические масла превращаются в асфальтены. С повышением концентрации асфальтенов битумы становятся жесткими и хрупкими.

Степень старения битума в процессе его эксплуатации характеризует вязкость (пенетрация) извлеченного из покрытия вяжущего.

Мероприятия по «омоложению» битума путем его пластификации следует назначать по величине фактической и требуемой вязкости.

Кроме показателя пенетрации, важным для прогнозирования работоспособности битума и определения способов его санации является температура размягчения, которая устанавливается по методике «кольца и шара».

Исследования битумов, извлеченных из асфальтобетонных прослуживших 10–12 лет, показывают существенное изменение показателей вязкости и температуры размягчения. Особенностью старой асфальтобетонной смеси является повышенная вязкость битума

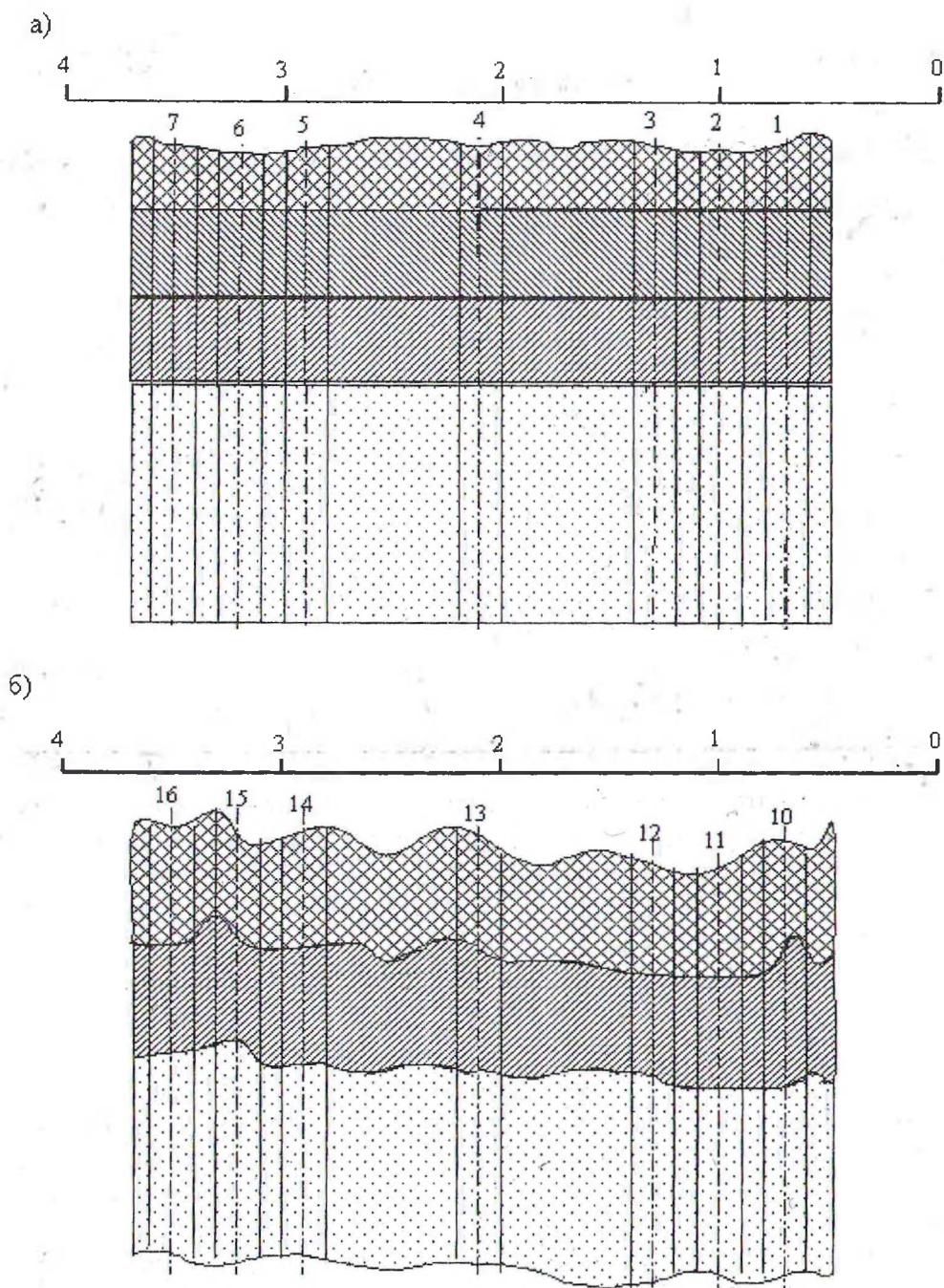


Рис. 1. Микропрофиль поверхности асфальтобетонного покрытия:  
 а) без деформации несвязных слоев основания; б) с деформацией несвязных слоев основания

(глубина проникания иглы находится в пределах  $(40 \div 60) \cdot 10^{-1}$  мм) в связи с его старением под воздействием погодных-климатических факторов, а также действия минеральных материалов заполнителя как катализаторов в окислительных процессах. Битум необратимо разрушается, если глубина проникновения иглы при  $25^{\circ}\text{C}$  ниже  $20 \text{ мм} \cdot 10^{-1}$ , а температура размягчения  $>65^{\circ}\text{C}$  (рис. 2).

Как показали исследования, восстановление реологических свойств органических вяжущих возможно в случае увеличения рабочего температурного интервала битума. Поскольку изменения, которые претерпевает дорожный асфальтобетон в процессе длительной эксплуатации, большей частью касаются состава и свойств нефтяных битумов, при регенерации необходимо в первую очередь обеспечить восстановление качества органического вяжущего, содержащегося в старом материале.

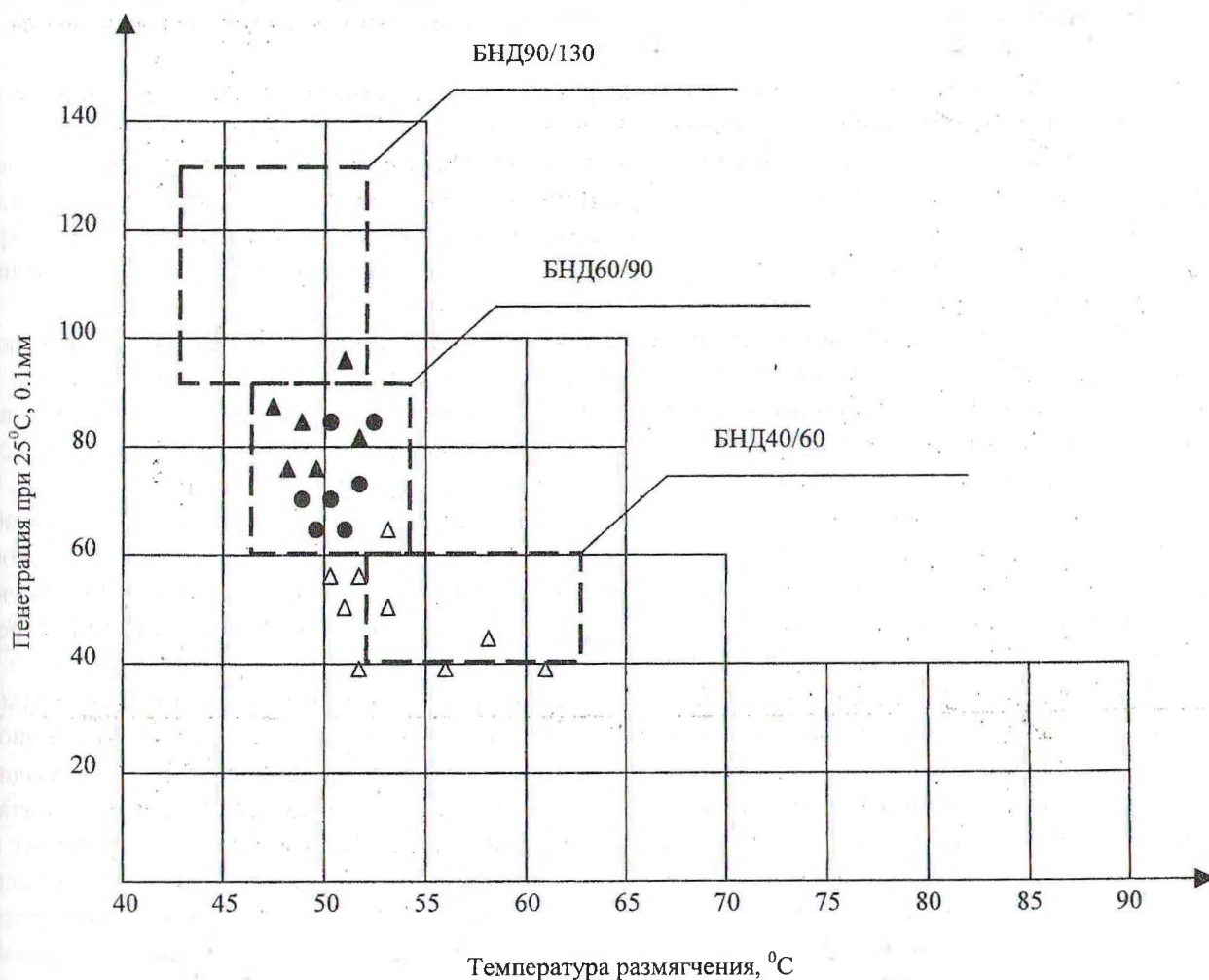


Рис. 2. Показатели битумов вторичных асфальтобетонов

При восстановлении свойств вяжущих материалов в старом асфальтобетоне необходимо использовать добавки одной химической природы с битумом и хорошо с ним совместимые, а также восполняющие недостаток масел и повышающие пластичность асфальтобетонов. Иными словами, получить оптимальное по составу и свойствам регенерированное вяжущее – это значит найти благоприятное соотношение различных ограничений по всем важным показателям.

Композиции битумов с полимерами представляют собой физические системы типа растворов, тонких и грубых дисперсий, образование которых не сопровождается химическим взаимодействием, поэтому важнейшей технологической проблемой является обеспечение устойчивости данных растворов и их гомогенности.

В настоящее время принято использовать следующие способы совмещения полимеров с битумом:

- совмещение крупнокускового эластомера, предварительно хорошо пластифицированного на вальцах, с битумом в смесителе;
- совмещение полимера в виде крошек или гранул в смесителе с расплавленным битумом;
- введение в битумы растворов полимеров в низкоплавких битумах и маслах при температуре  $180 \div 200^\circ\text{C}$ ;

- совмещение с битумом растворов полимеров в органических растворителях (лигроин, керосин, толуол и т. п.); растворы легко вводятся в расплавленный битум и дают однородные смеси;
- введение порошкообразных полимеров в расплавленный битум в виде латексов при интенсивном перемешивании.

Совмещение полимеров с битумами обычно осуществляется в смесителях при температуре выше 150°C, но не превышающей температуру разложения полимера, или каландрированием на вальцах в различных температурных режимах. Способ модификации нефтяных битумов методом физико-химического перемешивания имеет низкую производительность при высокой энергоёмкости процесса и стоимости.

Технологии модификации органических вяжущих с использованием специализированных установок отличаются от вышеописанной тем, что для перемешивания битума с модификационной, пластифицирующей и другими добавками используются лопастная мешалка и коллоидная мельница. Вместе с тем, температура технологического процесса также должна быть обеспечена в пределах 170–180°C, а время приготовления – 1–1,5 ч.

Способ соединения битума с полимером каландрированием на вальцах или экструзией при различных температурных режимах более эффективен. Вместе с тем это способ также малопроизводителен (время приготовления компаунда 1,0–1,5 ч) и имеет большую энергоёмкость из-за высокой температуры процесса и необходимости многократной переработки для получения качественного результата.

Проведенные исследования дают возможность предложить метод соединения битума с модификатором, основанный на принципе кавитации. Сущность данного способа заключается в следующем: битум, разогретый до пластического состояния (90 ÷ 110°C), и модификатор с определенной скоростью и под определенным давлением подаются на кавитатор, где за счет сужения потока происходит увеличение скорости течения, что приводит к снижению давления в потоке битума и пластификатора. Это вызывает «закипание» смеси битума и полимера, появляются пузырьки, в момент разрыва которых высвобождается энергия, в том числе тепловая, образуется ультразвуковое поле. За счет высвобождаемой энергии происходит разрыв молекулярных связей битума и модификатора и образование новых молекулярных связей компаунда.

Предлагаемый способ позволяет существенно снизить энергоёмкость процесса при значительном увеличении производительности технологического процесса.