

Из табл. 2 следует, что половина выделенных насыщенных соединений представлена твёрдыми линейными алканами, которые вносят основной вклад в ухудшение реологических свойств битумов. Поэтому целесообразно рассмотреть вопрос об определении именно линейных алканов, а не сумму твердых углеводородов. По литературным данным все выделяемые изоалканы и нафтены имеют температуру кристаллизации на 30 – 50 °С ниже, чем линейные алканы, выделенные с ними.

Хроматографический метод определения линейных твёрдых алканов позволяет избежать трудоёмкую и имеющую наибольшую погрешность стадию вымораживания твёрдых парафинов.

#### Литература

1. ГОСТ 17789-72. Битумы нефтяные. Метод определения содержания парафина. М.: Государственный комитет СССР по стандартам. – 10 с.
2. ГОСТ 33133-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
3. ГОСТ 33139-2014. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения содержания твердого парафина. М.: Стандартинформ, 2015. – 23 с.
4. Иванова Л.В., Гордадзе Г.Н., Кошелев В.Н. Определение массового содержания твердых парафинов в нефти методом капиллярной газожидкостной хроматографии // Труды нефти и газа имени И.М. Губкина. – Москва, 2011. – № 3 (264). – С. 61 – 68.
5. Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов – Москва: Транспорт, 1973. – 246 с.
6. Шеина Т.В., Самохина А.А. Взаимосвязь фракционного состава, надмолекулярной структуры и эксплуатационных показателей дорожных битумов. Ч. II // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – Самара, 2015. – № 3 (20). – С. 108 – 114.
7. Ширкунов А.С. Взаимосвязь адгезионных свойств нефтяных дорожных битумов и содержания в них высокоплавких парафинов / А. С. Ширкунов, В. Г. Рябов, А. В. Кудинов, А. Н. Нечаев, А. С. Дегтянников // Химия и технология топлив и масел. – Москва, 2011. – № 1. – С. 36 – 39.

### ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ БИТУМНОЙ ПЛЁНКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СЦЕПЛЕНИЯ ПО ДСТУ Б В.2.7-81-98

А.С. Ивкин, В.В. Васильев

Научный руководитель профессор В.В. Васильев

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Оценку сцепления производят для характеристики степени взаимодействия битума с минеральными материалами. Существует несколько способов оценки сцепления, включая ГОСТ 11508-74, ГОСТ 12801-98 и другие. Сравнительная характеристика различных методов оценки сцепления приведена в работе [3]. В настоящей работе был использован метод ДСТУ Б В.2.7-81-98, который заключается в выдерживании специально подготовленных пластин минерального материала с нанесённой плёнкой битума в кипящей либо горячей воде. Коэффициент сцепления в данном случае выражается как отношение площади поверхности пластины минерального материала, покрытой битумом после испытания ко всей площади пластины.

Известно, что на сцепление битума с минеральным материалом существенное влияние оказывает не только адгезия, но и когезия [1]. Поэтому было необходимо снизить до минимума вклад когезии в сцепление битума с минеральным материалом.

Целью работы было установление влияния толщины слоя битума на поверхности минерального материала на результаты оценки сцепления.

Для исследования был использован дорожный битум БНД-60/90 и мраморные пластины размерами 70x25x10 мм. Поверхность пластин была отшлифована абразивным порошком с крупностью частиц 14 мкм.

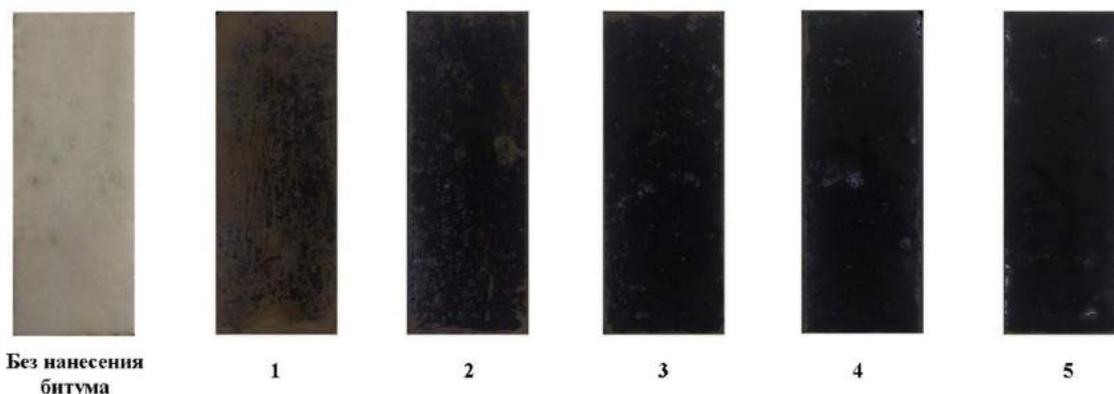


Рис. 1. Фотографии мраморных пластин до нанесения битума и после испытания по ДСТУ Б В.2.7-81-98

На рисунке 1 представлены изображения пяти мраморных пластин после проведения испытания и фотография чистой мраморной пластины без битума. На пять пластин было нанесено разное количество битума, г: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 и 0,35 для пластин 1-5 соответственно в отличие от методики ДСТУ Б В.2.7-81-98, по которой необходимо наносить  $0,35 \pm 0,01$  г битума на поверхность пластины с размерами 70x25 мм (см. табл.).

Таблица 1

Количество битума на поверхности мраморных пластин

№ пластины	1	2	3	4	5
Количество битума на поверхности пластины, г	0,02	0,05	0,10	0,20	0,35
Количество битума на 1 см <sup>2</sup> поверхности пластины, г	0,0011	0,0029	0,0057	0,1140	0,0200
Рассчитанная толщина слоя битума на поверхности пластины, мкм	11,4	28,6	57,1	114,3	200,0
Коэффициент сцепления, %	73,4	86,1	89,9	89,9	89,9

По результатам испытания был рассчитан коэффициент сцепления (см. табл.1) для каждой пластины. Зависимость коэффициента сцепления от количества битума на поверхности пластины представлена на рисунке 2.

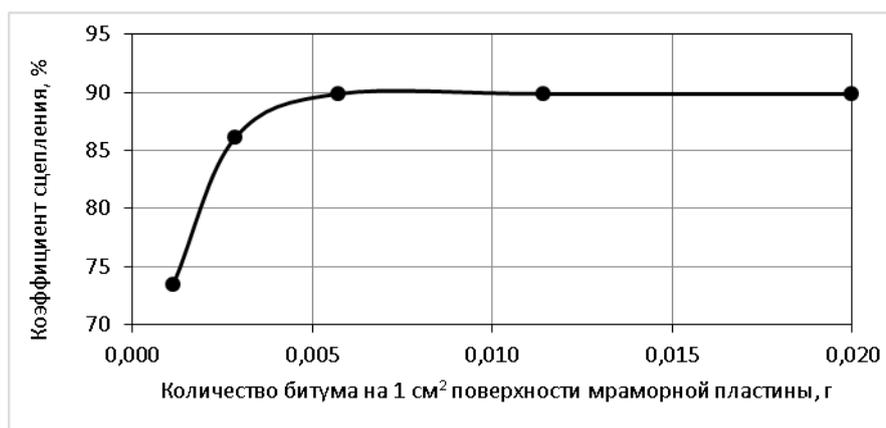


Рис. 2. Зависимость коэффициента сцепления от толщины слоя битума на поверхности мраморной пластины

Такие результаты говорят о том, что целостность битумной плёнки на поверхности минерального материала зависит как от степени адгезионного взаимодействия между битумом и минеральной подложкой, так и от когезии внутри слоя битума. Из графика видно, что при количестве битума 0,0029 г на см<sup>2</sup>, то есть при 7-и кратном уменьшении толщины битумной плёнки по сравнению с рекомендуемым содержанием битума на поверхности минерального материала результат оценки сцепления изменяется примерно на 5 %.

В работе был опробован следующий способ уменьшения влияния когезионной составляющей на результаты оценки сцепления: пластины минерального материала с нанесёнными плёнками битума (0,35 г на пластину с размерами 70x25 мм) после термостатирования располагались вертикально. Стеkanie длилось 15 минут при температуре 150 °С. За это время с поверхности пластин удалялось 70-80 % битума от первоначального количества, то есть на 1 см<sup>2</sup> поверхности оставалось примерно 0,004-0,006 г битума, при этом целостность покрытия поверхности пластин не нарушалась.

Известно, что разные частицы минерального материала при приготовлении асфальтобетонной смеси покрываются плёнкой битума различной толщины. Наибольшая толщина плёнки наблюдается на зёрнах известняка, наименьшая – на кварцевом песке. С увеличением размера частиц также происходит увеличение толщины плёнки. Кроме того, на толщину плёнки битума влияет насколько развита поверхность частиц минерального материала [2].

Также известно, что битумная плёнка имеет различные структуру и свойства в зависимости от расстояния до минеральной подложки и состоит из ориентированного и объёмного слоёв.

В результате действия поверхностных сил и адсорбции на минеральной подложке битум претерпевает структурные изменения по толщине в несколько сотен и даже тысяч ангстрем. В работе [2] авторы выделяют в ориентированном слое три зоны с характерным строением и физико-механическими свойствами: твердообразную, структурированную и диффузную. Толщина твердообразной зоны не превышает долей микрометра. Эта зона состоит преимущественно из асфальтенов. Такая плёнка не обладает клеящей способностью. Структурированная зона имеет толщину в 1-2 мкм. Она состоит из упорядоченно расположенных и ориентированных к минеральной поверхности высокомолекулярных соединений битума. Диффузная зона характеризуется относительно низкой упорядоченностью компонентов битума. Резкого перехода между объёмным и ориентированным слоями, а также внутри зон – нет. С увеличением температуры толщина ориентированного слоя уменьшается. В зависимости от типа и размера частиц минерального материала, а также компонентного состава битума толщина ориентированного может изменяться от нескольких долей микрометра до 3-6 мкм.

В настоящей работе, по классификации Королёва И.В., предпринята попытка максимально удалить диффузный слой вплоть до структурированного. То есть максимально уменьшить влияние когезионных и увеличить вклад адгезионных сил на сохранение целостности битумной пленки на поверхности минерального материала.

Таким образом, установлено, что с уменьшением толщины пленки битума понижается уровень сцепления с минеральным материалом. Однако с увеличением толщины слоя битума происходит возрастание сил (коэффициента) сцепления за счет когезионной составляющей, причём только до толщины пленки 57 мкм, а затем коэффициент сцепления практически не изменяется. То есть, для более точной оценки адгезионной составляющей сил сцепления, необходимо наносить минимальный слой битума на поверхность минерального материала, а затем подвергать образцы воздействию кипящей или горячей воды.

#### Литература

1. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
2. Королёв И.В. О битумной плёнке на минеральных зёрнах асфальтобетона // Автомобильные дороги, 1981. – №7. – С.23-24.
3. Соломенцев А.Б., Бухтияров С.В. Сравнительная оценка методов определения сцепления дорожного битума с адгезионными добавками с поверхностью минерального материала // Строительные материалы и технологии, 2014. – № 1. – С. 85-91.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ АБСОРБЕРА ГЛИКОЛЕВОЙ ОСУШКИ ГАЗА ДЛЯ КУПХГ М.В. Ивлев А.В. Рубежанская Научный руководитель доцент, к.т.н. И.А. Пахлян Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

КУПХГ расположено в Успенском районе Краснодарского края в 18 км к юго-востоку от г. Армавира, в Восточно-Кубанском прогибе. Краснодарское ПХГ создано на базе истощенного Александровского газоконденсатного месторождения в толще песчаников и алевролитов зеленой свиты. КУПХГ содержит 93 эксплуатационно-нагнетательных скважин при помощи которых в пласт закачивается и извлекается около 1 миллиарда м<sup>3</sup> ежегодно.

В недрах земных пластов углеводородные газы насыщены водяными парами до равновесного состояния. С момента выхода газа из скважины влагосодержание газа меняется. Присутствие паров воды в газе негативно сказывается на аппаратах и коммуникациях установок переработки и транспорта газа вследствие образования в них гидратов, во избежание этого явления, обязательным условием подготовки газа к транспортировке по магистральным газопроводам или переработке на ГПЗ служит процесс абсорбционной осушки газа.

Был выполнен анализ существующих абсорбционных установок и технологий для их совершенствования за счет оснащения абсорберов регулярными насадками с гофрированными элементами.

Многие из них имеют ряд недостатков, которые накладывают ограничения на область их применения: недостаточно эффективно обеспечивают равномерное распределение газовых и жидкостных потоков по поперечному сечению аппарата, трудоемкость изготовления и их установки, т.д.

Опираясь на результаты проведенного анализа, была поставлена задача совершенствования абсорбционной осушки газа путем оснащения абсорбера регулярной насадкой с целью повышения эффективности тепло- и массообмена в процессах разделения многокомпонентных смесей, снижения гидравлического сопротивления за счет образования в одном элементе наклонно распределенных потоков, направленных в разные стороны, повышения интенсификации массообмена за счет турбулизаций потоков внутри слоя насадки и упрощения конструкции.

Поставленная задача достигается тем, что в регулярной насадке, представленной на рисунке 2, для тепло- и массообменных аппаратов, состоящей из вертикально установленных гофрированных листов, соприкасающихся выступающими гофрами друг с другом, каждая гофра листа выполнена с обратно вогнутыми элементами, которые расположены в местах пересечения параллельных линий с ребрами гофр.