

УДК 665.775

Ахметьянова Р. Р.

студент

Ахметьянова Р. Р.

студент

Научный руководитель: Евдокимова Н. Г., д. т. н.

*Институт нефтепереработки и нефтехимии
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» в г. Салавате,
Россия, Салават*

ВЛИЯНИЕ КОМПАУНДИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

Аннотация: На основе анализа литературных источников рассмотрен метод компаундирования как способ регулирования свойств нефтяных дорожных битумов. Показано, что качество битумов определяется их групповым химическим составом (соотношением масел, смол и асфальтенов). Компаундирование позволяет целенаправленно изменять соотношение компонентов, улучшая низкотемпературные свойства, пластичность и адгезию. В качестве компонентов для компаундирования рассматривается гудрон, слоп, экстракты селективной очистки, а также вакуумный газойль, мазут и тяжёлая смола пиролиза.

Ключевые слова: дорожный битум, компаундирование, масла, пенетрация, дуктильность, гудрон, вакуумный газойль.

Akhmetyanova R. R.

student

Akhmetyanova R. R.

student

Scientific supervisor: Evdokimova N.G., Doctor of Technical Sciences

*Institute of Petroleum Refining and Petrochemistry
Ufa State Petroleum Technological University in Salavat,
(Branch in Salavat), Russia, Salavat*

INFLUENCE OF COMPOUNDING ON THE PROPERTIES OF PETROLEUM ROAD BITUMENS

Abstract: Based on the analysis of literature sources, the compounding method is considered as a way to regulate the properties of petroleum road bitumens. It is shown that the quality of bitumens is determined by their group chemical composition (the ratio of oils, resins and asphaltenes). Compounding allows purposefully changing the ratio of components, improving low-temperature properties, plasticity and adhesion. Tar, slop, selective purification extracts, as well as vacuum gasoil, fuel oil and heavy pyrolysis resin are considered as components for compounding.

Keywords: road bitumen, compounding, oils, resins, asphaltenes, penetration, ductility, tar, vacuum gasoil.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяные битумы представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов нефтяного происхождения и их производных, содержащих кислород, серу, азот и металлы [1]. Высокое качество дорожных битумов определяется их оптимальным групповым химическим составом [2].

Увеличение глубины переработки нефти приводит к утяжелению гудрона – основного сырья для производства битумов. Утяжелённый гудрон имеет повышенную вязкость и коксуюемость, сниженное содержание масляных компонентов и повышенное содержание смол и асфальтенов [3]. Традиционно получаемые окислением битумы часто не удовлетворяют

нормам по долговечности, эластичности и низкотемпературным свойствам. В связи с этим производимые битумы не всегда соответствуют требованиям ГОСТ 33133-2014 [4]. Одним из эффективных способов решения этой проблемы является компаундирование.

1 Групповой химический состав битумов

Битумы состоят из трёх основных групп компонентов: масел, смол и асфальтенов [1].

Масла снижают твёрдость и температуру размягчения битумов, увеличивают их текучесть. С увеличением содержания масел возрастает пенетрация, причём наиболее сильное влияние на этот показатель оказывают низкомолекулярные ароматические масла. Смолы являются носителями пластичности и растяжимости [1]. Асфальтены придают битуму твёрдость и теплостойкость. Чем выше их содержание, тем выше температура размягчения. Содержание асфальтенов в битумах обычно находится в пределах 15–30 % масс. [1, 2].

Растяжимость зависит от отношения между насыщенными соединениями и асфальтенами: при его значении около 2,3 растяжимость достигает 100 см и более, понижение этого отношения приводит к резкому уменьшению растяжимости до нуля, а его повышение – к постепенному уменьшению [1].

При подборе компонентов для компаундирования необходимо учитывать групповой химический состав каждого из них. Введение мазута, тяжёлой смолы пиролиза или вакуумного газойля приводит к увеличению пластичных свойств, однако высокое содержание масел, увеличивая пенетрацию, может снижать растяжимость. Подбором соотношения асфальтены : смолы можно достичь требуемых значений дуктильности в соответствии с требованиями стандарта [3].

2 Компаундирование как метод регулирования свойств битумов

Компаундирование – это смешение окисленного битума с неокисленными нефтепродуктами для улучшения его свойств: снижения температуры хрупкости и повышения пластичности [2]. В качестве неокисленных компонентов используются различные остаточные нефтепродукты: гудрон, мазут, тяжёлая смола пиролиза, вакуумный газойль, слоуп (дистиллятная фракция 480–610 °C) и экстракты селективной очистки масел [3-6]. Выбор конкретного компонента зависит от требуемых свойств конечного продукта и состава исходного сырья.

Эффективность компаундирования подтверждается конкретными результатами. Смешение окисленного битума с неокисленными компонентами – гудроном и слоупом (дистиллятной фракцией 480–610°C) – позволяет снизить температуру хрупкости по Фраасу с минус 17°C до минус 34–35°C за счёт введения в состав битума пластифицирующих масляных фракций, повышающих эластичность при низких температурах [5]. Компаундирование с добавлением экстракта селективной очистки масел повышает индекс пенетрации до +0,8 и улучшает адгезию к каменным материалам (косинус краевого угла смачивания возрастает с 0,89 до 0,94) [6]. Это объясняется увеличением содержания ароматических соединений, способствующих лучшему смачиванию минеральной поверхности.

При использовании асфальтита – побочного продукта пропановой деасфальтизации гудрона в смеси с добавками (тяжёлый газойль каталитического крекинга, слоуп, экстракт селективной очистки) в количестве 1–10 % масс. с последующим окислением до температуры размягчения 70–80 °C и компаундированием с гудроном в соотношении 30–35 : 65–70 достигается температура хрупкости от минус 19 до минус 21°C и дуктильность при 25 °C более 150 см, что значительно превышает требования ГОСТ 33133-2014 [7]. Улучшение свойств связано с тем, что асфальтит и добавки обогащают сырьё смолами и ароматическими

соединениями, которые при окислении формируют эластичную структуру битума.

Другой подход заключается в нагреве неоокисленного компонента до температуры, превышающей температуру окисления (до 350–390 °С), с последующим смешением. Это позволяет получить битумы с дуктильностью при 25 °С 70–80 см (для битумов марок БНД 60/90 и БНД 130/200) и более 100 см (для БНД 40/60), тогда как при традиционном окислении без компаундирования дуктильность не превышает 10–15 см. Повышение растяжимости достигается за счёт испарения легких фракций сырья, которые отрицательно влияют на пластичность, а их удаление улучшает эластичные свойства конечного битума [8].

Использование смесового сырья на основе утяжелённого гудрона, гудрона установки замедленного коксования (содержащего не менее 5 % асфальтенов и не менее 20 % смол) и масляной фракции 420–500 °С с последующим окислением до температуры размягчения 60–70 °С и компаундированием с неоокисленной частью того же сырья позволяет получать всю линейку дорожных битумов марок БНД 20/35, БНД 35/50, БНД 50/70, БНД 70/100, БНД 100/130, БНД 130/200 с высокими показателями пластичности, сдвиговой устойчивости и морозостойкости. Возможность получения всех марок из единой сырьевой основы достигается за счёт варьирования массового соотношения между окисленным и неоокисленным потоками – от 90:10 для наиболее твёрдых марок до 70:30 для наиболее мягких [9].

При компаундировании глубокоокисленного битума с вакуумным газойлем в качестве пластифицирующего компонента для получения битума марки БНД 100/130 рекомендуется вводить 5 % масс. вакуумного газойля, а для марки БНД 70/100 – 15 % масс. от общей массы компаунда. Увеличение доли вакуумного газойля позволяет повысить пенетрацию и пластичность за счёт введения дополнительного количества масляных

компонентов, однако избыточное содержание газойля приводит к снижению дуктильности [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качество дорожных битумов определяется соотношением масел, смол и асфальтенов. Изменение глубины переработки нефти приводит к утяжелению гудрона, что затрудняет получение битумов, соответствующих современным стандартам. Компаундирование – смешение окисленного битума с неокисленными компонентами – позволяет целенаправленно регулировать групповой состав и, следовательно, эксплуатационные свойства конечного продукта. Подбором компонентов и их соотношений можно добиться улучшения низкотемпературных свойств, пластичности, адгезии к каменным материалам, а также расширить ассортимент выпускаемых битумов. Таким образом, компаундирование является эффективным и гибким методом регулирования свойств дорожных битумов, обеспечивающим их соответствие современным требованиям ГОСТ 33133-2014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гун Р.Б. Нефтяные битумы: учеб. пособие для рабочего образования. М.: Химия, 1973. 432 с.
- 2 Джумаева О., Солодова Н.Л., Емельянычева Е.А. Компаундирование в технологиях получения битумов // Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №5. С. 43–48.
- 3 Кунаккулова Э.М., Жиленко К.А., Евдокимова Н.Г. Оценка влияния группового-химического состава компонентов нефтяных дорожных битумов на их показатели качества // Форум молодых ученых. 2020. № 3(43). С.241–244.
- 4 Султанова Д.П., Кунаккулова Э.М., Евдокимова Н.Г. Регулирование свойств дорожных битумов методом компаундирования // Наука. Технология. Производство: материалы Международной научно-

технической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан. Уфа: Изд-во УГНТУ. 2019. С. 61-63.

5 Способ получения компаундированного битума: пат. 2186078 Рос. Федерация. №2001104460/04 / Баженов В.П., Шуверов В.М., Нечаев А.Н., Рябов В.Г., Кузьмин И.Г., Пустынников А.Ю., Жуков В.Ю., Калимуллин Д.Т., Гордеев Ю.Н., Теренин А.Н., Меньшаков А.Л. ; заявл. 16.02.2001 ; опубл. 27.07.2002, Бюл. № 21. 10 с.

6 Способ получения компаундированного битума: пат. 2302447 Рос. Федерация. №2006109413/04 / Питиримов В.С., Резник А.И., Меньшаков А.Л., Нечаев А.Н., Рябов В.Г., Пустынников А.Ю., Ширкунов А.С. ; заявл. 24.03.2006 ; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19. 10 с.

7 Способ получения дорожных битумов: пат. 2349625 Рос. Федерация. №2007134725/04 / Коновалов А.А., Гуреев А.А., Самсонов В.В., Марков С.В., Олтырев А.Г., Быстров Н.В., Петрухнова Е.В., Рудяк К.Б., Плаксина Р.В., Андреев А.Ф. ; заявл. 19.09.2007 ; опубл. 20.03.2009, Бюл. № 8. 6 с.

8 Способ получения битума: пат. 2406748 Рос. Федерация. №2009140261/04 / Грудников И.Б., Грудникова Ю.И. ; заявл. 30.10.2009 ; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35. 8 с.

9 Способ получения компаундированного дорожного битума: пат. 2729248 Рос. Федерация. №2019131286 / Тюкилина П.М., Егоров А.Г., Паршукова О.Р., Шейкина Н.А., Тыщенко В.А. ; заявл. 02.10.2019 ; опубл. 05.08.2020, Бюл. № 22. 10 с.