

УДК 625.855

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ВОДОНАСЫЩЕННОГО ТОРФА  
НА КРАТНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ БИТУМНОЙ ПЕНЫ  
В ТОРФОБИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ**

*В.Л. ЧЕРНЯК, д-р техн. наук, проф. Э.М. БАБЕНКО, канд. техн. наук А.А. ЕРМАК  
(Полоцкий государственный университет)*

*Влияние добавки торфа на кратность и устойчивость битумной пены в зависимости от количества вводимой в битум воды с водонасыщенным торфом, температуры предварительного разогрева битума и начальной высоты его слоя.*

Одним из способов повышения показателей качества и снижения затрат при производстве битумно-минеральных композиций является использование технологии получения материалов на вспененных битумах. Битумы во вспененном состоянии характеризуются большой поверхностной энергией и высокой активностью к взаимодействию с поверхностью минеральных материалов, что существенно облегчает процесс получения асфальтобетонной смеси, снижает температуру смешивания, улучшает экологию [1]. Минимальная кратность пен, при которой вспененные битумы эффективно смешиваются с минеральным компонентом, должна быть не менее 4 [2].

В настоящее время наиболее широко используемым вспенивающими агентами является вода, водяной пар или обводнённые нефтепродукты (например, нефтешламы), позволяющие получать битумную пену с кратностью более 10 ед. и временем полураспада менее 60 секунд. Однако их применение требует достаточно сложного и дорогостоящего оборудования, для диспергирования воды или пара в слое битума, чтобы добиться равномерного его вспенивания. Другим недостатком является высокая опасность процесса, так как при совмещении битума с водой или паром, а также при разрушении образовавшейся пены наблюдается интенсивное разбрызгивание горячего битума.

Один из наиболее простых и безопасных способов равномерного распределения воды в слое битума - введение её в горячий битум в связанном состоянии, например, в виде влагонасыщенного пористого материала хорошо совместимого с битумом.

Исследования структуры и свойств торфобитумного вяжущего, проводимые на кафедре химической технологии топлива и углеродных материалов Полоцкого государственного университета, показали, что в качестве вспенивающей добавки к битуму может быть потенциально использован влажный или водонасыщенный торф.

В связи с особенностью состава и строения торф хорошо совместим с битумом, обладает развитой структурой пор, способной поглощать как битум, так и значительное количество воды. Исследования показали, что при смешивании увлажнённого или водонасыщенного торфа с предварительно разогретым до температуры 140 °С и выше битумом наблюдается достаточно интенсивное и равномерное вспенивание, приводящее к увеличению объёма композиции в несколько раз. При этом даже при введении в горячий битум водонасыщенного торфа разбрызгивания битума не наблюдается.

Предварительные исследования показали, что вспенивание не оказывает заметного влияния на температуру размягчения, пенетрацию и растяжимость торфобитумного вяжущего. После испарения воды из влажного торфа и разрушения пены вышеупомянутые свойства вяжущего, полученного путём введения в битум влажного и сухого торфа, одинаковы.

Известно, что кратность битумных пен зависит от температуры исходного битума и содержания в нём воды [1]. При проведении вспенивания битума в объёме одним из факторов, влияющим как на кратность, так и на устойчивость пены является путь, преодолеваемый пузырьком пара или газа из объёма битума к его поверхности, т.е. начальная высота слоя битума.

Цель работы - изучение влияния добавки торфа на кратность и устойчивость битумной пены в зависимости от количества вводимой в битум воды с водонасыщенным торфом, температуры предварительного разогрева битума и начальной высоты его слоя.

В качестве объектов исследования были выбраны: окисленный дорожный битум марки БНД 90/130, полученный на установке «Битумная 2» ОАО «Нафтан», и пушицево-сфагновый верховой торф - отход производства нефтепоглощающего сорбента ГП «Татарка» (насыпная плотность 260,4 кг/м<sup>3</sup>, степень разложения 10 %, зольность 1,2 % масс.). Групповой состав его органической массы следующий: битумы - 7,8 % масс.; водорастворимые и легкогидролизуемые вещества - 30,2; гуминовые кислоты - 46,8; целлюлоза - 5,6; негидролизуемый остаток (лигнин) - 8,3 % масс. Фракционный состав торфа по массовому содержанию частиц определённого размера следующий: от 2 до 1 мм - 2,3 %; от 1 до 0,5 мм - 5,9; от 0,5 до 0,25 мм - 38,1; от 0,25 до 0,08 мм - 42,6 и менее 0,08 мм - 11,1 %.

В результате проведенных исследований установлено, что водонасыщаемость торфа в течение 48 часов составляет около 161,5 % масс. В водонасыщенном состоянии исследуемый торф сохраняет сыпучесть и не склонен к образованию комков. Предельное водонасыщение частиц данного торфа, сопровождающееся потерей его сыпучести, наступает при влагосодержании более 292,6 % масс.

Вспенивание проводилось путём введения в предварительно разогретый до определенной температуры битум, находящийся в металлической ёмкости и помещённой в песочную баню, водонасыщенного в течение 48 часов торфа. Смесь подвергалась интенсивному механическому перемешиванию в течение около 5 секунд. Затем перемешивание прекращалось и при помощи металлического шупа через определённые промежутки времени измерялась высота слоя вспененного битума.

Для полученных пен определялась кратность и устойчивость. Под кратностью понимается отношение объёма пены к объёму битума, использующегося для её образования. Устойчивость пены характеризуется временем самопроизвольного уменьшения столба или объёма пены в два раза.

Результаты изучения изменения кратности битумной пены во времени при температуре  $160 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  в зависимости от количества вводимой в битум воды (в % масс.) с влажным торфом при начальной толщине слоя битума 25 мм приведены на рис. 1.

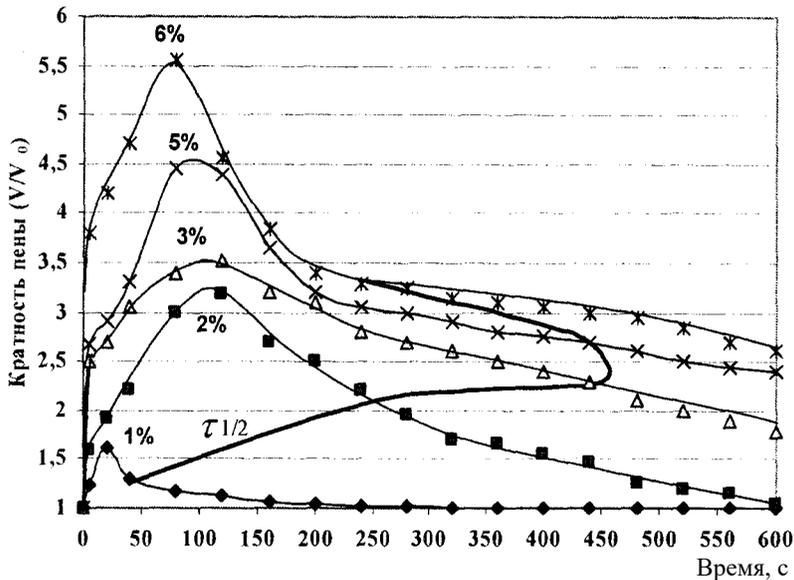


Рис. 1. Изменение кратности и времени полураспада ( $\tau_{1/2}$ ) битумной пены при температуре  $160 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  в зависимости от количества вводимой в битум воды (в % масс.) с водонасыщенным торфом (начальная толщина слоя битума 25 мм)

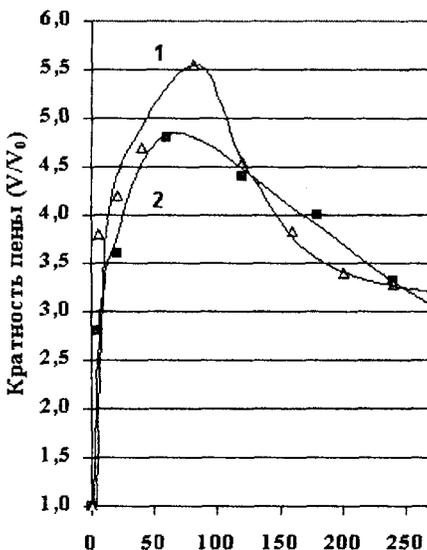


Рис. 2. Изменение кратности битумной пены во времени в зависимости от температуры (1 -  $160 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 -  $140 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) при введении 6 % масс. воды с водонасыщенным торфом (начальная толщина слоя битума 25 мм)

Установлено, что увеличение количества воды, вводимой с торфом в горячий битум, приводит к увеличению кратности битумной пены. При этом кривая изменения времени полураспада пены имеет более сложный характер. При введении в битум воды до 3 % масс, время полураспада пены возрастает и составляет около 450 секунд, при увеличении содержания воды более 5 % масс, наблюдается уменьшение данного показателя.

Результаты изучения влияния температуры на изменение кратности битумной пены во времени приведены на рис. 2.

Установлено, что уменьшение температуры предварительного нагрева битума со  $160$  до  $140 \text{ }^\circ\text{C}$  приводит к снижению максимальной кратности битумной пены на 0,7 ед. При этом увеличивается время полураспада битумной пены с 245 до 300 секунд.

Зависимость влияния начальной толщины слоя битума на свойства битумной пены приведена на рис. 3.

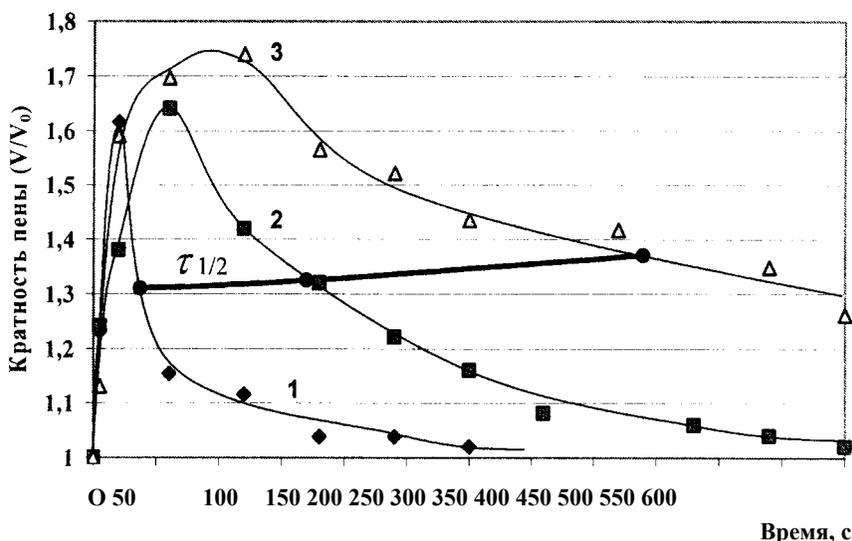


Рис. 3. Изменение кратности и времени полураспада ( $\tau_{1/2}$ ) битумной пены в зависимости от начальной толщины слоя битума (1-25 мм; 2-50 мм; 3-115 мм) при температуре  $160 \pm 5$  °С и введении 1 % масс. воды с водонасыщенным торфом

Установлено, что при увеличении начальной толщины слоя битума в 2 раза максимальная кратность пены возрастает незначительно (на 2... 10 %), однако при этом значительно увеличивается время её полураспада. При увеличении начальной высоты слоя битума с 25 до 115 мм, т.е. в 4,6 раза, время полураспада пены увеличивается с 37 до 440 секунд (почти в 12 раз). Вероятно, это связано с возрастанием длины пути, преодолеваемым пузырьком газа в слое битума.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- путём введения в нефтяной битум влажного торфа возможно получение пены с максимальной кратностью до 6 ед. и временем полураспада до 450 секунд и более.
- кратность битумной пены, полученной при использовании в качестве вспенивающего агента водонасыщенного торфа, возрастает с увеличением температуры нагрева битума, количества вводимой в него воды и начальной высоты слоя битума;
- устойчивость пены возрастает с уменьшением температуры нагрева битума и увеличением начальной высоты слоя битума;
- увеличение количества воды, вводимой в битум с водонасыщенным торфом до 3 % масс., приводит к росту времени полураспада битумной пены. Дальнейшее увеличение количества вводимого в битум данного вспенивающего агента приводит к уменьшению времени полураспада битумной пены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баринев Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах. - Л.: ЛГУ, 1990.- 175 с.
2. Jenkins K.J., Van de Ven M.F.C., De Groot J.L.A. Characterization of foamed bitumen. 7<sup>th</sup> Conference on asphalt pavements for Southern Africa, 1999. - P. 18.