

О влиянии поверхностно-активных веществ на процесс битумирования радиоактивных отходов

М. В. КУЛЬБАШНАЯ, Ю. К. ФОМИН

УДК 621.039.72

Показано, что при битумировании радиоактивных отходов присутствие поверхностно-активных веществ вызывает структурирование системы и возрастание вязкости. Для битума марки БН-3 с температурой размягчения 50°С и сухого остатка, выделенного из пульпы гидроокиси железа методом «масляной» флотации, для которого характерно наличие сорбированных на гидроокиси железа ПАВ типа нефтяных сульфокислот и синтетических детергентов в количестве 30—50%, зависимость вязкости от температуры T , °С и концентрации наполнителя, содержащего 45% ПАВ, в интервале концентраций ПАВ в компаунде 0—27% описывается уравнением

$$\lg \eta = (15,80 - 8,14C) - (6,35 - 4,33C) \lg T,$$

где η — вязкость в сантипуазах; C — концентрация наполнителя, выраженная в десятых долях от веса компаунда.

Максимально допустимое количество ПАВ в компаунде найдено равным 24%; при этом можно выдерживать компаунды в течение 2—3 ч при 140—190°С без значительного увеличения их вязкости и затруднений выгрузки битумного компаунда из аппарата.

В настоящее время известны некоторые работы о применении битумов для фиксации слабо радиоактивных отходов [1—3]. В этих отходах присутствуют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ), являющиеся составной частью дезактивирующих растворов. При переработке осадительными методами ПАВ в значительной мере, а при упаривании полностью переходят в сухой остаток, подлежащий битумированию. В зависимости от состава сточных вод и метода переработки доля ПАВ в сухом остатке может достигать значительных величин.

При определении вязкости смесей битум — сухой остаток было установлено, что начиная с содержания ПАВ в компаунде, равного 12% (в смеси из 60% битума и 40% наполнителя), кривые изменения вязкости при постепенном нагревании до 200°С и охлаждении до 120°С не совпадают (вязкость при охлаждении больше, чем при нагревании для одних и тех же температур). При повторном нагревании значения вязкости еще выше, чем при предыдущем охлаждении. Это указывает на происходящие в таких системах процессы, которые обуславливают нарастание вязкости, что может привести к невозможности выгрузки компаунда из аппарата.

Поскольку вопрос о влиянии значительных количеств ПАВ на процесс битумирования

радиоактивных отходов не освещен в литературе, представляло интерес изучить изменения важного технологического параметра — вязкости в зависимости от концентрации наполнителя, содержащего ПАВ, и от температуры.

В качестве наполнителя применялся сухой остаток, выделенный из пульпы гидроокиси железа методом «масляной» флотации [4]. Для такого сухого остатка характерно наличие ПАВ типа нефтяных сульфокислот и синтетических детергентов, сорбированных на гидроокиси железа в количестве 20—50% от веса сухого остатка. В качестве связующего применялся битум марки БН-3, температура размягчения которого по методу «кольца и шара» равняется 50°С [5]. Вязкость измерялась вибрационным вискозиметром ВПВ-1, работающим по принципу поддержания непрерывной генерации импульсов. Для определения вязкости датчик вискозиметра погружается в смесь, по шкале снимаются показания в величинах вязкости и плотности ($\text{спз} \times \text{г/см}^3$).

Кривые изменения вязкости в зависимости от времени при постоянной температуре 145°С для системы 60% битума + 40% наполнителя с различным содержанием ПАВ представлены на рис. 1. Из него следует, что начиная с содержания ПАВ в наполнителе 34% (13,5% ПАВ в компаунде) при длительном прогреве происходит загустение. Причем до значения содержания ПАВ в наполнителе 60% (24% ПАВ в компаунде) загустение происходит довольно плавно, однако уже при 28% содержания ПАВ в компаунде (верхняя кривая) вязкость возрастает очень быстро.

Механизм загустения, очевидно, связан с образованием сольватных оболочек вокруг минеральных частичек наполнителя. Аналогичные изменения свойств лакокрасочных композиций, содержащих углеводородные связующие золи пигментов и ПАВ, отмечены в литературе [6, 7]. Установлено, что на свойства красок решающее влияние оказывают сольватные оболочки вокруг зольных пигмента, которые в случае присоединения полярной группы ПАВ к минеральной частице являются прочным соединением адсорбционно-химического характера. При этом сольватированные частицы дисперсной фазы занимают значительно больший объем

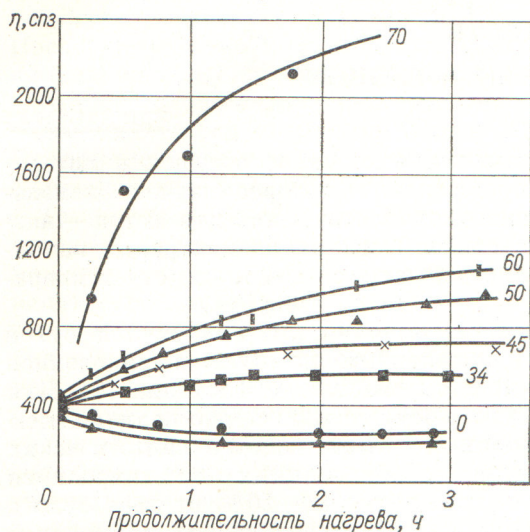


Рис. 1. Влияние состава наполнителя на возрастание вязкости η систем.

Цифры у кривых обозначают процентную долю ПАВ в наполнителе из гидроокиси железа; нижняя кривая — гидроокись железа и нитрат натрия.

[8] и вследствие этого, взаимодействуя со связующим и друг с другом, образуют структурированную систему, которая характеризуется увеличением вязкости при превращении золя в гель [8].

Для выяснения зависимости вязкости от температуры и количества наполнителя компаунды нагревались в течение 15–20 мин, что исключало в какой-то мере влияние фактора времени. Наполнитель содержал 45% ПАВ, что характерно для сухого остатка, полученного методом «масляной» флотации. Из результатов, представленных на рис. 2, следует, что для компаундов, содержащих до 60% наполнителя (27% ПАВ), кривые изменения вязкости с температурой являются степенными функциями и описываются уравнением

$$\lg \eta = A + n \lg t, \quad (1)$$

где η — вязкость, спз; t — температура, °C; A , n — коэффициенты. Коэффициенты A и n являются линейными функциями количества наполнителя C , выраженного в десятых долях общего веса компаунда (рис. 3, а и б), и определяются формулами:

$$A = 15,80 - 8,14C; \quad (2)$$

$$n = 6,35 - 4,33C. \quad (3)$$

Таким образом, общая формула имеет следующий вид:

$$\lg \eta = 15,80 - 8,14C - (6,35 - 4,33C) \lg t. \quad (4)$$

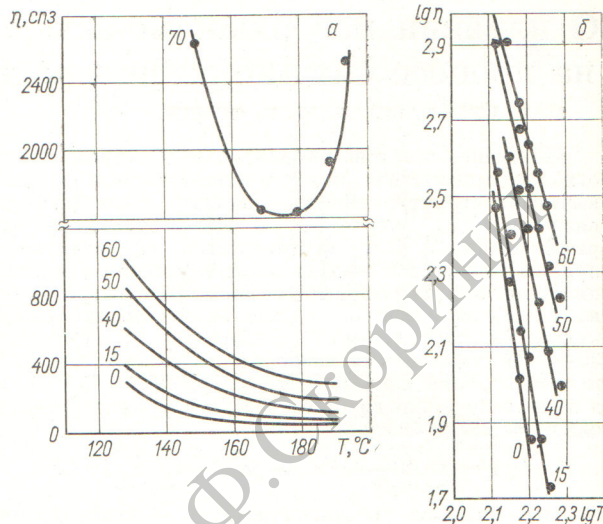


Рис. 2. Зависимость вязкости η компаунда на основе битума БН-3 от температуры и количества наполнителя.

а — в линейном, б — в логарифмическом масштабе. Цифры у кривых обозначают процентную долю наполнителя.

Для учета изменения вязкости со временем значения, полученные из формулы (4), следует умножить на некоторые поправочные коэффициенты k_t , определяемые по рис. 1. Например, для времени перемешивания 30 мин, вполне достаточного для получения однородной смеси, k_t равен 1,4. Такие расчеты позволяют оценить значения вязкости с точностью до $\pm 10\%$ и, следовательно, определить усилие на мешалку и диаметр разгрузочного штуцера. Однако при концентрации ПАВ выше 27% (рис. 2, а, верхняя кривая) загустение происходит очень быстро и не поддается расчету.

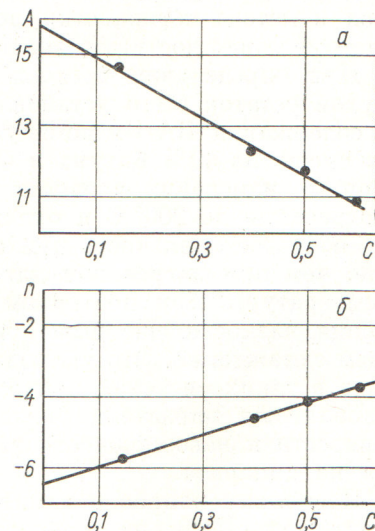


Рис. 3. Зависимость коэффициентов A и n от концентрации наполнителя C .

Формула получена для частного случая сухого остатка, выделенного из пульпы методом «масляной» флотации и содержащего до 45% ПАВ, и битума БН-3. Однако общие закономерности изменения вязкости в зависимости от температуры, доли ПАВ в композиции и времени выдержки могут быть распространены и на другие случаи битумирования радиоактивных отходов, содержащих поверхностно-активные вещества.

В результате данного исследования показано, что при битумировании радиоактивных отходов присутствие поверхностно-активных веществ вызывает структурирование системы и тем самым обуславливает возрастание вязкости, что может привести к невозможности выгрузки битумного компаунда из аппарата. Содержание 24% ПАВ в компаунде следует считать максимально допустимым, при этом можно выдерживать компаунды в течение 2—3 ч, при температурах 140—190°С без значительного увеличения их вязкости.

Поступила в Редакцию 8/IX 1966 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. De Jonghe et al. Доклад № 774, представленный Бельгией на Третью международную конференцию по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1964).
2. P. De Jonghe et al. EURAEC Report No. 695, Contract Euratom/Cen No. 048-61-4RDB, Brussel, August, 1964.
3. N. Vande Voorde, P. De Jonghe. Report SM-71/4. Practice in the Treatment of Low and Intermediate Levels Radioactive Wastes. IAEA, Vienna, 1966.
4. А. В. Фокин и др. «Атомная энергия», 20, 53 (1966).
5. Технические нормы на нефтепродукты. М.—Л., Гостоптехиздат, 1951, стр. 243.
6. А. Я. Дринберг. Технология пленкообразующих веществ. М.—Л., Госхимиздат, 1948.
7. Т. Ф. Пэйн. Технология органических покрытий. Т. II. Л., Госхимиздат, 1963.
8. Э. Гатчек. Вязкость жидкостей. М.—Л., ОНТИ, 1935.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Присылаемые для опубликования в нашем журнале статьи и письма в редакцию должны иметь рефераты.

Тексту каждого реферата на статью предшествуют: индекс УДК, проставляемый в его левом верхнем углу; заглавие статьи; фамилия и инициалы автора (авторов); название журнала (издания), в котором публикуется данная статья; год выпуска, том и номер журнала (издания), а также номера страниц начала и конца статьи.

Реферат начинается непосредственно с изложения существа статьи (без повторения заглавия) и содержит данные о характере освещаемой работы, методике проведения исследования и основных результатах.

Таблицы, графики, схемы, цифровые данные и т. д. включаются в реферат лишь в том случае, если они представляют собой обобщенный материал, отражают основное содержание статьи и сокращают текст реферата.

Формулы приводятся только тогда, когда они необходимы для понимания реферата, при этом изменение установленных в статье обозначений в формулах не допускается.

В конце текста реферата помещаются данные о числе содержащихся в статье таблиц, рисунков и библиографических ссылок. Например: 2 таблицы, 10 рисунков, 8 библиографических ссылок.

Объем рукописи реферата в зависимости от величины реферируемого материала не должен превышать 1,5 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на бумаге обычного формата (30×21 см) с полем в 4 см с левой стороны.

ОБРАЗЕЦ РЕФЕРАТА



УДК (индекс)

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАЗМЫ ИМПУЛЬСНОГО НИЗКОВОЛЬТНОГО РАЗРЯДА

В ВАКУУМЕ. В. А. Деревщikov, М. А. Дерябина.

«Теплофиз. высоких температур», 4, № 1, 20—26 (1966).

Изложены экспериментальные результаты исследования плазмы импульсного разряда на твердых электродах коаксиальной геометрии при начальном давлении в разрядной камере 10⁻⁵—10⁻⁶ мм рт. ст. Максимальная амплитуда разрядного тока составляла 8 ка.

Методом Орнштейна по отношению интенсивности линий определены температуры возбуждения в различных участках факела.

Исследовано распределение двукратных ионов алюминия по верхним возбужденным состояниям. Заселенность уровней отвечает больцмановскому распределению. Обнаружен максимум температуры возбуждения при определенной энергии в разряде (порядка 100 дж). Оценено радиальное распределение температуры в анодном факеле. Обнаружен максимум температуры возбуждения на расстоянии 20—40 мм от торца анода (1 таблица, 14 библиографических ссылок).