

Дячук, Н.В. Мукина, А.Л. Фидчунов, И.В. Шульга // Углехимический журнал. – 2016. – № 3. – С. 18-30.

5. Фидчунов А.Л. О методике оценки прососов сырого коксового газа в отопительную систему коксовых батарей / А.Л. Фидчунов, И.В. Шульга, Ю.С. Васильев, Н.С. Кириченко // Углехимический журнал. – 2007. – № 6. – С. 20-25.

6. Фидчунов А.Л. О влиянии технологических параметров коксования на образование оксидов азота в отопительной системе коксовой батареи / А.Л. Фидчунов // Кокс и химия. – 2015. – № 8. – С. 13-19.

7. Фидчунов А.Л. Об особенностях контроля выбросов из отопительной системы коксовых батарей / Кокс и химия. – 2016. – № 9. – С. 14-18.

8. Справочник коксохимика. Том 2. Производство кокса. [Под общ. ред. А.Г. Старовойта] – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2014. – 725 с.

9. Шульга И.В. Разработка химико-термических процессов переработки угля / И.В. Шульга. Углехимический журнал. – 2015. – № 3-4. – С. 21-31.

Рукопись поступила в редакцию 09.02.2017

ON THE FEATURES OF THE OPERATING PROCEDURE FOR COKE BATTERIES WITH A LONG SERVICE LIFE

© Fidchunov A.L., PhD in technical sciences, Shulga I.V., PhD in technical sciences (SE «UKHIN»), Zhilavyu P.V., Bobyr A.A., Kasyanov V.F. (PJSC «AVDPIVKA COKE»)

The article reports on the difficulties of operating of coke batteries with a long service life. The rules of their work has been proposed, taking into account both the technical conditions of the furnaces in terms of the safety of the masonry of the refractories of the heating system, and the features of the technological mode of the batteries, conditioned with the production of coke of increased quality.

Keywords: rules of technical operation, coke oven battery, production of coke, technological regulations, heating system, emission control.

УДК 66.09289 : 665.94

ВЫБОР ТИПА И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

© Л.П. Банников

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

Банников Леонид Петрович, канд. техн. наук, зав. хим. отделом, e-mail: ukhimbannikov@gmail.com

Рассмотрен опыт коксохимических предприятий по использованию деэмульгатора типа «ПМ» отечественного производства для первичного обезвоживания каменноугольной смолы. Выполнены измерения межфазного поверхностного натяжения на границе раздела фаз «каменноугольная смола – водный раствор деэмульгатора». Величина снижения этого показателя дает возможность оценить активность деэмульгатора для конкретного типа смолы. Показано, что при снижении межфазного натяжения до критической величины образуются прямые водосмоляные эмульсии. Полученные изомеры межфазного поверхностного натяжения исследуемой системы позволяют также оценить эффективность введения деэмульгатора в органическую или водную фазу.

Ключевые слова: каменноугольная смола, деэмульгатор, межфазное поверхностное натяжение, критическая концентрация мицеллообразования.

Образующиеся при получении каменноугольной смолы в отделениях конденсации коксохимических предприятий водосмоляные эмульсии чрезвычайно осложняют процессы обезвоживания и обеззоливания, увеличивая тем самым затраты на подготовку смолы к переработке.



Наиболее широко применяемым методом разрушения эмульсий на основе каменноугольной смолы является гравитационное отстаивание при температуре до 70–80 °С. Также известны и применяются некоторые более интенсивные технологические приемы, например, отстаивание в центробежном поле и виброфильтрация. Одним из самых эффективных методов интенсификации собственно гравитационного отстаивания является применение деэмульгаторов, ассортимент которых постоянно обновляется.

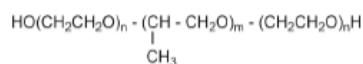
По мере расширения сырьевой базы коксования, а также при изменении технологического режим получения кокса меняется степень пиролизованности химических продуктов коксования – в т.ч. и каменноугольной смолы. Ужесточение экологических нормативов привело к росту интенсивности паро- и гидроижекции, увеличению выхода фусов и повышению уровня стабильности формирующихся эмульсий пылевидными и сажеподобными частицами.

В отделении конденсации КХП с начала 70-х годов на протяжении нескольких лет успешно применялся реагентный метод интенсификации отстаивания смолы. Реагент «ОЖК» (смесь фракций полиоксипропиленовых жирных кислот, $C_nH_{(2n+1)}COO(C_2H_4O)_mH$, где $n \geq 18$; $m = 15$) добавлялся по мере производственной необходимости вручную в телескопы механизированных осветлителей или непосредственно в хранилища каменноугольной смолы. Струя смолы, поступающая в аппарат, способствовала распределению реагента в смеси, что интенсифицировало процессы отстаивания. Особенно заметен был эффект деэмульгирования в хранилищах, где происходило уменьшение объема рабочего пространства за счет отложившихся фусов: при добавке реагентов таким образом сокращалась продолжительность отстаивания.

Эффективность обезвоживания была недостаточной, особенно при низком первоначальном содержании воды, а расход «ОЖК» по сравнению с дозировкой современных деэмульгаторов был превышен и составлял 100–200 г/т смолы. В настоящее время деэмульгатор «ОЖК» на украинских предприятиях не применяется, в том числе и по причине его отсутствия на рынке.

Сложность технологии разрушения водосмоляных эмульсий заключается в необходимости одновременно учета значительного количества непостоянных параметров. К ним относятся: компонентный состав смолы, степень ее обводненности, температурный режим отстаивания, факторы, стабилизирующие эмульсию, ее вязкость, плотность и пр. Кроме того, существует необходимость индивидуального подбора химических реагентов-деэмульгаторов с учетом их стоимости, а также средств, понижающих вязкость эмульсии, с одновременной корректировкой их дозировок в зависимости от изменения условий.

В качестве деэмульгаторов обратных (вода, диспергированная в углеводородной среде) эмульсий в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности получили распространение неионогенные реагенты на основе блок-сополимеров оксидов этилена и пропилена. Представителем данного класса веществ является синтезированный и производимый в Украине деэмульгатор нефтяных эмульсий «ПМ» [1]. Он характеризуется средней молекулярной массой 3000–3600 а.е.м. и средней молекулярной массой полиоксипропиленового блока 1750–2200 а.е.м.:



Деэмульгаторы «ПМ» производства ПАТ «Завод тонкого органического синтеза «Барва»*

Качественные показатели	Водорастворимый		Маслорастворимый	
	ПМ марка А	ПМ марка Б	ПМ 1441 А	ПМ 1441 Б
Внешний вид при 20 °С	Прозрачная или мутноватая жидкость (от прозрачного до светло-желтого цвета)			
Температура посветления 10 %-ного раствора деэмульгатора ПМ в 5 %-ном растворе NaCl, °С	50-60	44-54	-	-
Кинематическая вязкость при 20 °С, сСт	40-70	65-85	12	10
Массовая доля активного вещества, %	63-67	48-52	48-52	38-42
pH 2 %-ного водного раствора	6-8	6-8	-	-
Температура застывания, °С	-35	-35	-25	-30

* <http://www.barva.com.ua/ru/products/10/>

Аналогом данного деэмульгатора является импортный реагент «проксанол 350-50», но для усиления его эффективности увеличили гидрофобность молекул блок-сополимера, не влияя на его гидрофильные свойства. Это повысило универсальность действия реагента для перерабатываемой в Украине смеси нефтей, а удельный расход деэмульгатора при этом снизился 1,5-1,8 раза. Характеристика деэмульгатора «ПМ» приведена в таблице.

Эмульсии, содержащие каменноугольную смолу, в сравнении с нефтяными имеют повышенную стойкость, так как состоят из ароматических веществ различной степени конденсированности. Кроме того, такие эмульсии стабилизированы веществами различного происхождения (минеральные и зольные частицы, частицы уноса угля, кокса и полукокса, сажеподобные частицы). Водная фаза включает в себя соли сильных и слабых кислот, аммиак, фенолы, неорганические соединения германия, железа и пр., а также продукты коррозии. Поэтому не все деэмульгаторы, предназначенные для использования в нефтедобывающей промышленности, могут быть эффективно использованы для разрушения водосмоляных эмульсий.

По предложению авторов [2], деэмульгатор «ПМ» был применен для интенсификации отстаивания каменноугольной смолы в отделении конденсации первоначально на двух отечественных КХП. Подачу деэмульгатора в отделении конденсации осуществляли способом непрерывной дозировки в виде водной дисперсии с концентрацией 5-10 г/дм³ или в виде концентрата в телескоп механизированного осветлителя. Такой способ внесения исключал вымывание деэмульгатора водой газосборникового цикла и снижал его расход. При необходимости, распределяли точки подачи деэмульгатора по мере движения смолы по технологическому тракту. Деэмульгатор применялся как при подаче холодильниковой смолы в механизированный осветлитель, так и в схеме с раздельным отстаиванием смол, конденсирующихся в газосборнике и в первичном газовом холодильнике. Конечной точкой внесения деэмульгатора являлись нафталиноотстойники узла конечного охлаждения, а также емкости склада смолы.

Избирательно-периодический способ подачи деэмульгатора в хранилище склада смолы позволяет и экономить реагент, и вести процесс деэмульгирования с постоянным контролем эффективности каждой отдельной партии реагента. Проверена подача деэмульгатора в концентрированном виде в отдельно взятое хранилище обводненной смолы, что позволяет существенно снизить объем дозирочной емкости.

На одном из коксохимических предприятий деэмульгатор подавался в концентрированном виде по временной схеме самотеком во всасывающую линию из дополнительно установленной емкости (напорного

бака) на верху хранилища смолы. Установка подачи реагента работала в соответствии со следующей процедурой:

1. Устанавливалась необходимость понижения влажности смолы в отдельно взятом хранилище склада смолы.

2. Рассчитывалась загрузка деэмульгатора, исходя из ориентировочной нормы в пределах 30-100 г/т смолы. Необходимое количество деэмульгатора загружалось в напорный бак.

3. Обводненную смолу в хранилище нагревали до температуры 80-90 °С.

4. Запускали насос циркуляции обводненной смолы в хранилище и во всасывающую линию малыми порциями подавали реагент таким образом, чтобы за смену была подана вся рассчитанная доза деэмульгатора.

5. После прекращения циркуляции хранилище отстаивалось в течение суток. Процесс отстаивания контролировали по уровню выделившейся воды и анализу смолы на содержание влаги. Температуру смолы поддерживали на уровне ≥ 70 °С.

Степень усреднения деэмульгатора в обводненной смоле оценивали по специальному тесту. Отбиралась проба смеси деэмульгатора со смолой (из линии циркуляции после насоса). Проба делилась на две равные части в одинаковые емкости с герметичными крышками. Одна из емкостей интенсивно встряхивалась с максимальной амплитудой и частотой. Далее оба образца отстаивались в сушильном шкафу при температуре 70-80 °С в течение 2-3 часов в одинаковых условиях. После отстаивания объем отстоявшейся воды определяет эффективность деэмульгирования. Если в бутылке после ручного встряхивания выделилось воды больше, значит, усреднение деэмульгатора в смоле неудовлетворительно. Во всех точках смеси концентрация деэмульгатора не должна превышать 400 г/т смолы, если следовать нормам, установленным для нефтепродуктов [3].

В связи с тем, что с технологической точки зрения существуют практически равные возможности вводить деэмульгаторы как в водную (полярную), так и неводную (углеводородную, неполярную) фазы, возникает необходимость теоретического обоснования данных способов. Также необходимо определить, какой из типов деэмульгатора «ПМ» (см. табл.) более целесообразно применять: маслорастворимый или водорастворимый?

Деэмульгаторы, как поверхностно-активные вещества, распределяются между водной и углеводородной фазой, несмотря на их принадлежность к водо- или маслорастворимым маркам. Водорастворимые марки «ПМ» имеют более высокий коэффициент распределения в воде, а маслорастворимые деэмульгаторы – в углеводородах.

Одним из методов оценки зависимости эффективности деэмульгирования от способа внесения реагента является сравнение изотерм межфазного поверхностного натяжения на границе раздела «смола – вода» [4-7]. Деэмульгатор обладает способностью концентрироваться на поверхности раздела фаз. Мерой поверхностной активности деэмульгатора является его способность понижать межфазное натяжение, в рассматриваемом случае – на границе воды со смолой. Свойства межфазной поверхности обусловлены содержанием бронирующих дисперсную фазу веществ (минеральных примесей, высокомолекулярных соединений, нерастворимых в толуоле и хинолине), которые способны адсорбировать на своей поверхности деэмульгатор. При этом происходит изменение смачиваемости бронирующих веществ, что и переводит их с границы раздела фаз в объем воды или смолы. Место бронирующих веществ на межфазной поверхности занимают поверхностно-активные деэмульгаторы, что вызывает понижение межфазного натяжения.

Сравнение изотерм межфазного поверхностного натяжения также может характеризовать способ внесения реагента: в водную фазу или в углеводородную. Также представляет практический интерес выбора типа деэмульгатора – водорастворимого или маслорастворимого (см. табл.).

Для исследований была выбрана смола одного из отечественных КХП холодильникового цикла со следующей характеристикой: плотность – 1135 кг/м^3 , влажность – 2,42 %, зольность – 0,08 %; массовые доли нерастворимых в толуоле и хинолине – соответственно 2,5 и 0,6 %. В качестве деэмульгаторов были взяты

образцы производства «БАРВА»: маслорастворимый «ПМ 1441 А» и водорастворимый «ПМ марка А» (см. табл.). Последний при растворении в воде образовывал прозрачный водный раствор, а «ПМ 1441 А» – мутные дисперсии.

Измерение межфазного поверхностного натяжения на границе раздела сред «каменноугольная смола – водный раствор (дисперсная смесь) деэмульгатора» проводили оптическим методом «висящей капли», формирование капли производили на сталагмометре СТ-3. Смола поступала из шприца в калиброванную иглу, на конце которой происходило формирование и отрыв капли в среде водного раствора (дисперсной смеси) деэмульгатора, находящегося в кювете из оптического стекла. Радиус кривизны капли определяет давление, действующее на каплю, что дает возможность определить величину поверхностного натяжения.

Для наблюдения и фиксирования геометрических размеров висящей капли использовали цифровую камеру с внешним источником света. Графическое изображение капли обрабатывалось с помощью программного обеспечения TopView. По соотношению геометрических параметров капли, определенных в пикселях, рассчитывали значение межфазного поверхностного натяжения (γ):

$$\gamma = \frac{\Delta\rho g d_e^3}{12H} \quad (1),$$

где $\Delta\rho$ – разность плотностей между фазами; d_e – экваториальный диаметр капли; g – ускорение свободного падения, $1/H$ – параметр капли, зависящий от ее формы.

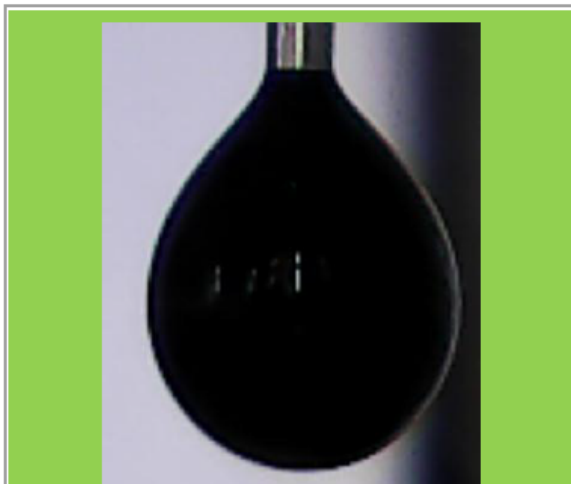


Рис. 1 Изображение капли смолы в чистой воде (межфазное натяжение 33,3 мН/м)

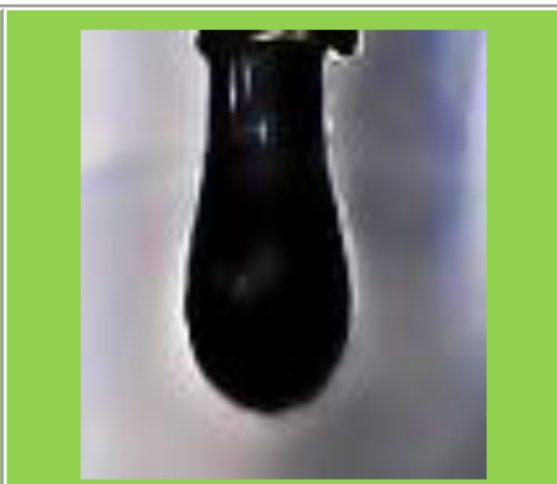


Рис. 2 Изображение капли смолы в водорастворимом «ПМ марка А» (межфазное натяжение 0,9 мН/м)

Параметр $1/H$ определяется по специальным таблицам, исходя из расчета величины $S = d_s/d_c$. В свою очередь, параметр d_s равен диаметру капли, измеряемому на расстоянии d_c от основания капли [5-7].

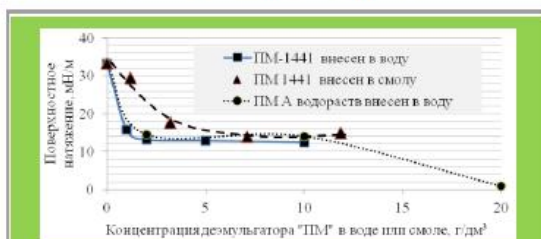


Рис. 3 Изотермы межфазного натяжения на границе «каменноугольная смола – вода» в присутствии водо- и маслорастворимых деэмульгаторов «ПМ», введенных в разные фазы

Оценку изменения характеристик водных растворов и дисперсных смесей деэмульгаторов дополнительно проводили измерением характеристик растворов с помощью мультипараметрического прибора МР551 (рН-метр/оксиметр/ОВП-метр/кондуктометр) и фотоэлектроколориметра КФК-2.

Полученные значения межфазного натяжения, которые лежали в интервале от 0,9 до 33,3 мН/м, причем минимальные и максимальные значения можно было отличить даже по внешнему виду капель (рис. 1, 2).

Результаты вычислений межфазного поверхностного натяжения при внесении деэмульгаторов в воду и в смолу представлены на рис. 3. Концентрация маслорастворимого деэмульгатора в воде не превышала 12 г/дм³, т.к. при более высокой концентрации он образовывал плохо усредняемую в воде хлопьевидную взвесь.

Сравнение измеренных значений с данными, полученными для системы «нефть-вода» в присутствии деэмульгатора «дисольван 4411» [4] показало сопоставимые результаты: межфазное натяжение снизилось при вводе деэмульгатора с 31,0 до 20,2 мН/м.

Исходя из более глубокого понижения межфазного поверхностного натяжения, деэмульгатор «ПМ», при любом способе внесения, обладает достаточно высоким потенциалом для обезвоживания каменноугольной смолы.

Форма полученных изотерм свидетельствует об активной адсорбции деэмульгатора на межфазной границе, особенно при внесении его в водную фазу. Таким образом, поверхностная активность деэмульгатора «ПМ» при его растворении в воде значительно выше, что выражается в способности вытеснять бронирующие вещества с поверхности раздела в объем одной из фаз.



Рис. 4 Самопроизвольное эмульгирование смолы в водорастворимом деэмульгаторе «ПМ марка А» после внесения капли смолы

Увеличение концентрации водорастворимого деэмульгатора «ПМ» до 20 г/дм³ понизило межфазное поверхностное натяжение до критической величины: менее 1,0 мН/м. Отмеченное выравнивание величин

поверхностного натяжения фаз (на уровне концентрации деэмульгатора 3-5 г/дм³) свидетельствует, что реализовалось самопроизвольное диспергирование слоя каменноугольной смолы из низа кюветы с образова-

ем прямой эмульсии. Подобное явление описано для нефтяных систем [6, 7]. Наблюдалась «турбулизация» поверхности (рис. 4) и образование высокодисперсных капель микроэмульсии, что придало раствору водорастворимого «ПМ» однородное окрашивание.

По полученным изотермам (рис. 3) определяется минимальная концентрация деэмульгатора (1-3 г/дм³), ниже которой деэмульгирование не столь эффективно. Такая пороговая концентрация (критическая концентрация мицеллообразования, ККМ) сопровождается резким изменением физико-химических свойств раствора (дисперсной смеси). На рис. 5 приведены сопоставительные характеристики раствора деэмульгаторов, полученные при измерениях оптической плотности, удельного электросопротивления и pH растворов различной концентрации.

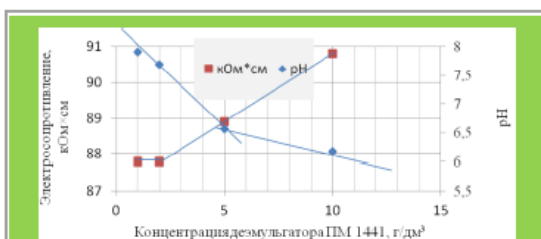


Рис. 5 Графическое определение ККМ дисперсной смеси воды и маслорастворимого «ПМ 1441 А»: по водородному показателю (~5 г/дм³) и электросопротивлению (~2 г/дм³)

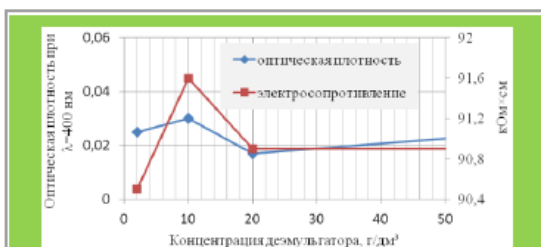


Рис. 6 Графическое определение ККМ водорастворимого «ПМ марка А»: по оптической плотности (~10 г/дм³) и электросопротивлению (~10 г/дм³)

Исходя из данных рис. 3 и рис. 5-6, повышение эффективности обезвоживания смолы для всех деэмульгаторов достигается при их использовании в водном растворе выше 2-10 г/дм³.

Маслорастворимый деэмульгатор эффективен при несколько более высокой концентрации в смоле. По этой причине, а также с учетом производственных

условий, его растворение в углеводородной фазе (каменноугольной смоле) нецелесообразно.

Подача водорастворимого деэмульгатора непосредственно в тракт движения смолы после механизированного осветлителя нежелательна, так как обычно в сборнике, расположенном по технологическому тракту после этого аппарата, происходит декантация воды, с которой и вымывается определенная часть водорастворимого деэмульгатора.

Исходя из изотермы водорастворимого деэмульгатора (рис. 3), рассматриваемый реагент, оставаясь в водной фазе, способствует эффективному обезвоживанию смолы, однако, в отличие от маслорастворимого деэмульгатора, содержание смолистых в отстоявшейся воде при его применении может быть более высоким. Этот факт объясним снижением межфазного натяжения до критических величин с образованием стойкой прямой эмульсии (смола в воде). Таким образом, подтверждается известный факт, что водорастворимые деэмульгаторы могут в определенных условиях служить эмульгаторами системы «углеводороды в воде» [7].

Выводы

Имеющийся опыт применения деэмульгатора «ПМ» (маслорастворимого и водорастворимого) в отделении конденсации отечественных коксохимических предприятий показал высокую эффективность обезвоживания обратных эмульсий, в том числе и высокопролизованных каменноугольных смол при удельном расходе 30-100 г/т обводненной смолы. При дозировке маслорастворимого деэмульгатора «ПМ» в тракт смолы после механизированного осветлителя (с возвратом отстоявшейся вод в цикл газосборника при максимальном разбавлении) не происходит вторичного деэмульгирования и вспенивания жидкостей.

Выполненные измерения межфазного поверхностного натяжения на границе «каменноугольная смола – водный раствор деэмульгатора» позволяют оценить эффективность процесса обезвоживания при введении реагента в органическую или водную фазу для конкретных исследуемых образцов каменноугольной смолы и деэмульгатора.

Библиографический список

1. Пат. UA 35503 А Україна, МКII С 10 G 33/04. Спосіб зневоднення та знесолення нафтових емульсій / Матицин В.М., Лейтар С.П., Журба В.А., Денисюк А.М., Галюк Б.В., Середюк Б.В., Литвин Б.Л., Николишин М.М., Іваночко Б.Н., Братичак М.М., Топильницький П.І., Максимик В.Я., Фаст О.О. (Україна); заявитель и патентообладатель ЗАО ТНФПНК «УКРТАТНАФТА», ВАТ «БАРВА», ДУ Львівська Політехніка, ТОВ «Підприємство ДЕОЛ». – №

99105760; заявл. 21.10.99; опубл. 15.03.01. – 2001. – Бюл. № 2.

2. Пат. UA 92537 Україна, МКІ С10В 57/00. Спосіб зневоднення смоли кам'яновугільної / Рубчевський В.М., Чернишов Ю.А., Зеленський В.В., Овчинікова С.О., Ткалич Г.М., Кривоніс В.В., Соловійов М.О., Випряжкін Б.Ю., Ковальов Є.Т., Банніков Л.П., Карчакова В.В. (Україна); заявитель и патентообладатель ПРАО "ЗАПОРДЖКОКС". – № u201401759; заявл. 24.02.14; опубл. 26.08.14. – 2014. – Бюл. № 16.

3. РД 34.44.215-96 «Методи определения качества водомазутных эмульсий, используемых в виде жидкого котельного топлива» База нормативной документации. Москва 1997 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.complexdoc.ru

4. Пат. RU 2294956 Российская Федерация, МКІ С10G 33/04. Способ подготовки нефти с повышенным содержанием механических примесей / Гумеров А.Г., Карамышев В.Г., Ходжаев В.В. (Россия); заявитель и

патентообладатель Государственное унитарное предприятие "Институт проблем транспорта энергоресурсов" ГУП "ИПТЭР". – № 2005128013/04; заявл. 07.09.05; опубл. 10.03.07. – Бюл. № 7. – 6 с.

5. Пастернак А.А. Определение поверхностной активности аммиачных экстрактов, полученных из смол газосборникового и холодильникового циклов / А.А. Пастернак, Л.П. Банников, Н.П. Скрипченко, К.А. Бутко // Углехимический журнал. – 2016. – № 5. – С. 22-28.

6. Шукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Шукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Издательство Московского университета, 1982. – 348 с.

7. Левченко Д.Н. Эмульсии нефти с водой и методы их разрушения / Д.Н. Левченко, Н.В. Бергштейн, А.Д. Худякова, Н.М. Николаева. – М.: Химия, 1967 – 200 с.

Рукопись поступила в редакцию 26.01.2017

DEMULSIFIERS FORM SELECTION AND ASSESSMENT OF VARIOUS WAYS OF DOSAGE FOR BREAKING INDIRECT EMULSIONS OF COAL TAR

© Bannikov L.P., PhD in technical sciences (SE «UKHIN»)

The article viewed the experience of coke and chemical plants on the use of "PM" emulsion breaker for primary dewatering of coal tar produced in Ukraine. There were fulfilled the measurements of interfacial tension at the phase border «coal tar – water» with dissolved emulsion breaker. The amount of reduction tension allowed us to estimate the activity of emulsion breaker for a particular type of coal tar. It has been shown that the direct water-tar emulsion was formed when reducing the interfacial tension to a critical value. The resulting isotherm of interfacial tension systems allowed assessing the effectiveness of the demulsifier injection into the organic or aqueous phase.

Keywords: coal tar, demulsifier, the interfacial surface tension, critical micelle formation concentration.

УДК 667:212:535:668.8:547

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗУ ПЕРИЛЕНОВИХ ПИГМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЦЕНАФТЕНУ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОЇ СМОЛИ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК СТРУКТУРИ ПИГМЕНТІВ З КОЛОРИСТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

© А.В. Бородіна¹, *О.В. Мороз²

Інститут хімічних технологій Східноукраїнського Національного університету ім. В. Даля, 93009, м. Рубіжне Луганської обл., вул. Володарського, 31, Україна

¹Бородіна Антоніна Володимирівна, канд. хім. наук, доцент кафедри машин і апаратів хімічних виробництв

²Мороз Олексій Валерійович, канд. техн. наук, асистент кафедри технології органічних речовин, email: tomozolg@mail.ru

* Автор для листування