

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТОКСИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОГНЕТУШАЩИХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ИХТИОФАУНУ ВОДОЕМОВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К МОРСКИМ ТЕРМИНАЛАМ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время, различные типы пенообразующих составов являются основным и самым эффективным средством, используемым для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов.

Пенообразователи представляют собой поверхностно-активное вещество или смесь ПАВ) с ингибирующими добавками (их состав не сообщается производителем). Т.е., свойства современных пенообразующих составов во многом аналогичны свойствам современных ПАВ.

Современные пенообразующие составы обычно химически активные и токсичные вещества, и при тушении пожара они как правило попадают в прилегающее к объекту водоемы. Производители пенообразующих составов заявляют, что их составы биоразлагаемы, согласно методике ГОСТ 50595-93 «Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде». Однако, следует отметить, что даже при высокой степени биоразлагаемости конкретного пенообразователя нельзя недооценивать его мгновенное токсическое воздействие, т.к. оно не регламентировано ГОСТ. Также данный ГОСТ не регламентирует воздействие ПАВ на микроорганизмы, роль которых в водоеме весьма велика.

Других методик для определения токсичности ПАВ, кроме описанных в ГОСТ 50595-93 производителями пенообразователей не используется, хотя существует ряд гидрохимических методик для оценки воздействия ПАВ на

водоем, и практически все они подходят для тестирования современных пенообразующих составов. В основном это достаточно несложные стандартные аналитические физико-химические методики, но максимальной эффективности они достигают в комплексе с самыми перспективными на настоящий момент методиками, основанные на биотестировании.

Метод биотестирования в комплексе с физико-химическими методиками применяется при установлении нормативных требований к качеству вод, проведении экологического контроля за соблюдением нормативов допустимых сбросов химических веществ и т.д. Биотестирование, которое впервые было применено в нашей стране в 30-х годах XX века, – это оценка в строго определенных условиях действия вещества или комплекса веществ на водные организмы путем регистрации изменений биологического показателя исследуемого объекта по сравнению с контролем. Данный метод исследования отвечает всем требованиям, которые применяются к методу опыта в условиях чрезвычайной ситуации: чувствительность, быстрота ответа, четкая реакция на внешние воздействия. Для оценки токсичности среды в биотестировании показателями, которые лучше всего отражают

«благополучие» особи: выживаемость, размножение, плодовитость, качество потомства. Данный метод благодаря огромному спектру возможных тест-объектов позволяет проводить исследования на любых водоемах: морях, реках, озерах и т.д.

Для пенообразующих составов можно достаточно эффективно использовать следующие методики: метод биотестирования по снижению уровня биолюминисценции бактерий *Photobacterium phosphoreum* (Cohn) Ford, методика биотестирования по гибели ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Liiijeborg и многие другие.

В качестве примера методики, доступной для тестирования вод, загрязненных пенообразующими составами можно привести метод биотестирования по гибели рыб *Poecilia reticulata* Peters (гуппи). Данный метод устанавливает процедуру определения острой летальной токсичности природных морских вод, сточных вод, растворов различных веществ и их смесей, сбрасываемых в морские воды. Метод основан на установлении различия между количеством погибших рыб в анализируемой пробе (опыт) и воде, которая не содержит токсических веществ (контроль) – искусственная морская вода или морская вода из

ОАО «РЭ Комплексные системы» — разработчик, производитель, поставщик комплексных систем промышленной безопасности, приборов газовой, пожарной и экологической безопасности.



**оптические
портативные
и стационарные
газоанализаторы**



**адресные
пожарные
комбинированные
извещатели,
адресные
пожарные
дымовые
извещатели,**



**многоспектральные
инфракрасные
извещатели
пламени**



**концентратомеры
нефтепродуктов
в воде и почве**

199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, д. 16
194156, г. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 27
Тел./факс: (812) 331-7564
e-mail: ttc@firecs.ru
www.firecs.ru

RECS

условно чистого района. Критерием острой летальной токсичности является гибель 50% испытуемых организмов по сравнению с контролем за 96 часов биотестирования. Границы относительной погрешности по данной методике находятся в пределах 30% с заданной доверительной вероятностью $P = 0,95$. Биотестирование необходимо проводить в помещении без вредных испарений и газов при естественном рассеянном свете. Объем пробы для определения острой летальной токсичности не может превышать 30 дм³. Температура пробы воды должна составлять 24-26°C при концентрации растворенного кислорода не менее 4 мг/дм³. Если концентрация растворенного кислорода меньше указанной величины, то воду необходимо аэрировать. Для контроля и разбавления проб используют природную воду из условно чистого района или искусственную морскую воду. Мальки гуппи должны находиться в возрасте 24-48 ч. Плотность заселения условного водоема (аквариума) – 10 особей на 5 дм³ при трехкратном повторе. Результат учитывается, если при биотестировании концентрация растворенного в воде кислорода составляла не менее 4 мг/дм³, температура составляла 24-26°C, количество погибших объектов в контроле не превышало 10%, ЛК₅₀ K₂Cr₂O₇ за 96 ч для культуры гуппи находилась в интервале его концентраций 45-60 мг/дм³. Анализируемую пробу наливают в аквариумы по 5 дм³ (опыт). Другие аквариумы наполняют тем же объемом природной или искусственной морской воды (контроль). В каждый из опытных и контрольных аквариумов помещают по 10 экземпляров гуппи в возрасте от 28 до 48 часов. Продолжительность биотестирования составляет 96 часов. Во время биотестирования рыб не кормят. Ежедневно подсчитывают количество живых рыб и удаляют погибших. Погиб-

шими считают рыб, которые не подадут признаков движения или дыхания.

Обработка и оценка результатов:

На основании результатов трех параллельных измерений количества живых рыб в контроле и опыте находят среднее арифметическое количества живых рыб в контроле (опыте) по формуле:

$$\bar{X}_{k(он)} = \frac{\sum_{i=1}^I X_{k(он)i}}{I}$$

Где $\bar{X}_{k(он)}$ — результат i -го измерения количества живых рыб в контроле (опыте);

i – номер измерения количества живых рыб в контроле (опыте);

I – количество параллельных измерений количества живых рыб в контроле (опыте) – $I = 3$;

Рассчитывают в процентах количество погибших рыб в опыте по отношению к контролю по формуле:

$$A = \frac{\bar{X}_k - \bar{X}_{он}}{\bar{X}_k} \cdot 100$$

Где \bar{X}_k — результат i -го измерения количества живых рыб в контроле;

$\bar{X}_{он}$ — результат i -го измерения количества живых рыб в опыте;

Вывод о наличии или отсутствии острой летальной токсичности пробы испытуемой воды делают на основании величины A . Если величина A составит 50% или более, считают, что проба воды проявляет острую токсичность, а если менее, то острая токсичность не проявляется.

Тест-объект – гуппи – широко распространенная аквариумная живородящая рыба. Выдерживает значительные колебания солености. В биотестировании используют гуппи, адаптированных к различной солености. Изменение солености от 0 до 20% гуппи переносят без адаптаций. Постепенная адаптация к повышенной солености производится переводом особей в воду с соленостью повышенной на 2-3% каждые 2-3 дня в течение 2-х недель. Для культивации культуры особей используют термостатированные аквари-

умы с плотностью посадки 1-2 дм³ на экземпляр и производителем – не менее одного на 4 дм³. Мальков гуппи 24-48 ч. Проверяют на пригодность для биотестирования. Для этого устанавливают среднюю летальную концентрацию за 96 ч биотестирования раствора эталонного вещества K₂Cr₂O₇ концентрацией 10 г/дм³ приготовленный на дистиллированной воде. Далее из этого исходного раствора готовят серию растворов с концентрациями K₂Cr₂O₇ от 100 до 200 мг/дм³ с шагом 25 мг/дм³ используя природную или искусственную морскую воду. Если полученная величина ЛК₅₀ за 96 ч находится в экспериментально установленном диапазоне реагирования тест-объекта 45-60 мг/дм³, гуппи пригодны для биотестирования.

Несмотря на имеющиеся методики, в настоящее время вопрос исследования токсичности пенообразующих составов не интересен ни производителям, у которых уже имеется отлаженная технология производства и разработки, ни потребителям, для которых смена технологии и переход на более экологически безопасные пенообразователи выльется в весьма значительные материальные затраты, ни государственным органам, т.к. изменение номенклатуры и типов современных пенообразующих составов вызовет необходимость существенного изменения в нормативной документации.

Однако данное обстоятельство требует однозначного решения, т.к. вопросы экологической безопасности всех створон технологического процесса с каждым годом приобретают все большую остроту и значимость. В настоящее время различные типы поверхностно-активных веществ являются одним из самых распространенных загрязнителей водоемов. Исследование и разработка менее токсичных пенообразующих составов требует значительных материальных затрат, и, как следствие, повышения цен на данную продукцию.