

УДК 614.841.412 + 628.3

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС САМОВОЗГОРАНИЯ И ВОЗГОРАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ

*И.П. Палатинская, А.И. Солдатов, Ю.С. Колоскова,
Е.В. Селиверстова, А.А. Чувашов*

Помимо экологических проблем у нефтесодержащих стоков в отстойниках периодического действия имеется высокий риск возгорания и самовозгорания из-за разлившихся на поверхности сточной воды нефти и нефтепродуктов. В статье рассматриваются факторы, оказывающие влияние на риск пожароопасности нефтесодержащих стоков.

Ключевые слова: нефтесодержащие производственные сточные воды, нефть и нефтепродукты, пожарная опасность нефтесодержащих сточных вод, грубодисперсное состояние, эмульгированное состояние, масляные пленки.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах, таких как промывание сырья и продукции, охлаждение оборудования и т.д. [1]. Они отводятся через систему промышленной канализации. Их состав и количество определяются особенностями технологического процесса. В экономике РФ ежегодно используется около 62,5 км³ воды [1, 2]. В ряде отраслей более 56,3 км³ вод используются в системах оборотного водоснабжения, где сточная вода очищается на очистных сооружениях предприятий.

Состав и количество промышленных стоков могут варьироваться в зависимости от характера конкретного производства, от состава исходной свежей воды, местных условий и различных условий применения воды в технологическом процессе (схемы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий) [1].

По типу основного загрязнителя особое место занимают нефтесодержащие сточные воды (НС) – это сточные воды, загрязненные нефтью и нефтепродуктами (Н и НП) и отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий [3]. Широко используемые в нефтеперерабатывающей промышленности, в энергетическом и машиностроительном комплексах [2, 3] нефтепродукты в значительных количествах попадают со сточными водами в очистные сооружения для дальнейшей очистки и повторного применения.

В настоящее время существуют 4 метода очистки сточных вод от НС (рис. 1) [4, 5], среди которых первоначальным является механический способ – отстаивание, в котором и удаляются механические примеси.



Рис. 1. Методы очистки сточных вод

В отстойниках периодического действия происходят выделения взвешенных загрязнений под действием гравитационных сил за счёт разности плотностей загрязнений и воды (рис. 2).



Рис. 2. Отстойники открытого типа периодического действия

Однако в таких отстойниках из-за особенностей нефтесодержащих стоков увеличивается опасность возгорания (самовоспламенения) разлившейся на поверхности воды нефтяной пленки и дальнейшее ее устойчивое горение [2, 6–8].

Проанализируем факторы, которые могут влиять на данную опасность.

Во-первых, это характеристики сырой нефти – ее плотность (рис. 3), районы ее добычи, ее химический состав (рис. 4).

Плотность сырой нефти имеет широкий диапазон [8–10]. Нефть может быть и легче воды, и ее плотность может быть сопоставима с плотностью воды. Сырая нефть подразделяется на легкую (плотность до 870 кг/м^3), среднюю, тяжелую (плотность от $920 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$). Многие нефтепродукты более легкие по сравнению с водой (рис. 3).

Состав нефти зависит от региона ее добычи. Состав Н и НП влияет на пожароопасность. В составах нефтепродуктов различают групповой и элементный, в котором до 87 % углерода.

Во-вторых, особенность состояния Н и НП в сточных водах.

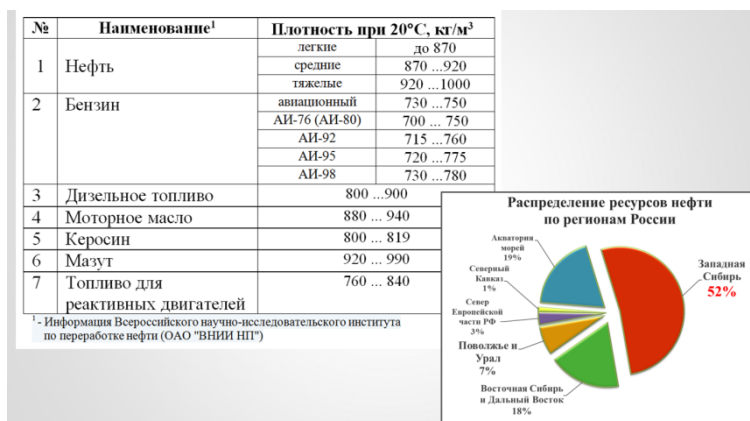


Рис. 3. Плотность нефти и нефтепродуктов



Рис. 4. Составы нефти и нефтепродуктов [13]

Особенностью нефтезагрязнения в сточных водах является вид состояния, в котором они могут находиться. Состояние Н и НП в сточной воде может быть [7–9, 11–13] (рис. 5):

- 1) свободное (грубодисперсное);
- 2) эмульгированное;
- 3) растворенное.

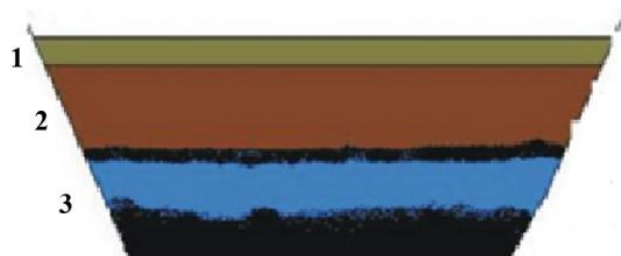


Рис. 5. Виды состояний Н и НП в отстойниках периодического действия:

- 1 – свободное состояние; 2 – эмульгированное состояние;
- 3 – растворенное состояние

С точки зрения пожароопасности выделяются более устойчивые состояния: грубодисперсное, называемое как «масляная пленка на воде» (рис. 6) и эмульгированное состояние, в котором различают прямую эмульсию («масло в воде») и обратную эмульсию («вода в масле»), рис. 7 [2, 4, 8].



Рис. 6. Грубодисперсное состояние – «масляная пленка на воде»

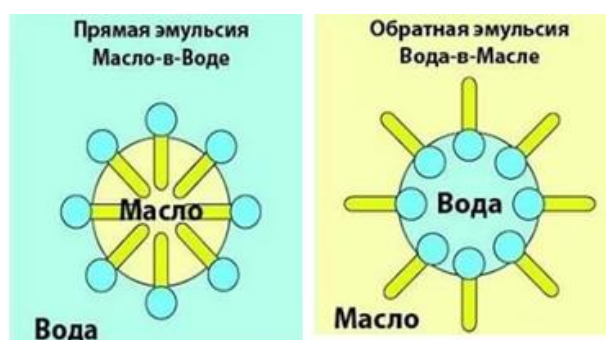


Рис. 7. Виды эмульсий: «масло в воде» и «вода в масле»

Опасность самовозгорания и возгорания для грубодисперсного состояния («масляная пленка на воде») будет зависеть от характеристики сырой нефти, от показателей ее пожароопасности, от толщины пленки [2, 6–8].

Для эмульгированного состояния необходимо знать еще и особенность расслаивания Н и НП. Различают [4, 7, 12]:

- трудно расслаиваемые ($\Delta\rho = 0,200-0,250 \text{ г/см}^3$);
- расслаиваемые ($\Delta\rho = 0,250-0,300 \text{ г/см}^3$);
- легко расслаиваемые ($\Delta\rho = 0,300-0,350 \text{ г/см}^3$).

Расслаиваемость эмульгированного состояния усложняется составом сточной воды. Это объясняется различной плотностью Н и НП по сравнению с водой.

В-третьих, показатели пожароопасности Н и НП.

Анализ нормативных документов позволил выделить следующие показатели, представленные в табл. 1.

Анализ документов [9, 13, 16–19] выявил, что для Н и НП температуры воспламенения и температуры вспышки имеют широкие диапазоны. Температура вспышки от $-45 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+130 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура воспламенения – от $-35 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+80 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 2).

Таблица 1

Показатели пожароопасности для Н и НП [14, 15]

№	Показатель пожарной опасности [15]	Определение по ГОСТ 12.1.044-89 [14]
1	Группа горючести	2.1.1. Классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению
2.1	Тв. – температура воспламенения, °С	2.3.1. ...наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие газы и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение, ... продолжающееся после его удаления.
2.2	Твсп. – температура вспышки, °С	2.2.1. ... наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает.

Таблица 2

Температура вспышки и температура воспламенения для Н и НП

Наименование	Твсп, °С	Тв, °С	Документ
Нефть	-45 ... +130	-35 ... +80	[16, 17]
Бензин «АИ-92»	-39 ... -27	-27...-8	[18, 19]
Бензин «Галоша»	-17	-17...+10	[16, 17]
Керосин КО-25	+40...+49	+57	[16, 17]

В соответствие с классификацией группы горючести Н и НП относятся как к особо опасным – легковоспламеняющимся жидкостям с температурой вспышки не более 28 °С, так и к горючим жидкостям с температурой вспышки не более 61 °С в закрытом тигле или 66 °С в открытом тигле [14].

Заключение. Анализ факторов, влияющих на процесс самовозгорания и возгорания нефтесодержащих стоков, выявил следующие факторы: характеристики сырой нефти, особенность состояния Н и НП в сточных водах, показатели пожароопасности Н и НП. Данные факторы имеют широкие диапазоны изменений, что приводит к неоднозначности их влияния на пожароопасность. Следовательно, и пожароопасность «масляных пленок на воде» и эмульгированного состояния из Н и НП будет зависеть и от химического и элементного состава как сырой нефти, так и сточной воды, и от их количества, находящегося в сточной воде, и от толщины слоя, и от возможности его расслаивания, и от показателей пожароопасности. Влияние данных факторов необходимо учитывать при организации систем очистки промышленных сточных вод в отстойниках периодического действия

с целью снижения риска их пожароопасности. Поэтому из-за большого разнообразия сочетаний условий, влияющих на исход пожароопасной ситуации, необходимы исследования по более рискованным пожароопасным сочетаниям факторов.

Библиографический список

1. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: Пост. Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. № 1029 // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 40. – Ст. 5566.

2. Актуальность очистки нефтезагрязненных промышленных сточных вод / И.П. Палатинская, А.И. Солдатов, Ю.С. Колоскова и др. // Климат и природа. – 2017. – Вып. № 2 (23). – С. 29–37.

3. О водоснабжении и водоотведении: Федеральный закон РФ от 7 декабря 2011 г. № 416 // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 50.

4. ИТС 8 – 2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Дата введения 2016-07-01.

5. Очистка сточных вод от нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gkh.ru/article/101795-ochistka-stochnyh-vod-ot-nefteproduktov.html>.

6. Экспериментальное исследование оценки пожарной опасности нефтяных эмульсий / С.А. Шкерин, Г.В. Овчинников, Ю.С. Колоскова и др. // «Безопасность-2017»: материалы докладов XXII Всероссийской студенческой научно-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира» (г. Иркутск, 24–27 апр. 2017 г.). – Иркутск, 2017. – С. 311–313.

7. Статистический анализ пожаров на объектах с обращением нефтепродуктов / Е.В. Ширяев, В.П. Назаров, А.В. Майзлиш, А.А. Гогин // Технологии техно-сферной безопасности. – 2014. – Вып. № 3 (55). – С. 22–29.

8. Артемьев Н.С. Ликвидация аварий при истечении нефти и нефтепродуктов в водоемы / Н.С. Артемьев, А.В. Подгрушный // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – Вып. № 6. – С. 44–47.

9. Рыбак, Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов / Б.М. Рыбак. – М.: Химия, 1962. – 293с.

10. Бард, В.Л. Предупреждения аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах: учебное пособие / В.Л. Бард, А.В. Кузин. – М.: Химия, 1989. – 356 с.

11. Добыча нефти и газа [Электронный ресурс]. – URL: <http://oilloot.ru>.

12. Мерициди, И. А. Техника и технологии локализации и ликвидации аварийных разливов и нефтепродуктов / И.А. Мерициди. – М.: Изд-во БИНОМ, 2008. – 820 с.

13. Воробьев, Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М.: Изд-во Ин-октаво, 2005. – 368 с.

14. ГОСТ 12.1.044-89* ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

15. НПБ 23-2001. Нормы пожарной безопасности. Пожарная безопасность технологических сред. Номенклатура показателей.

16. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: справочное издание / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990. – Кн. 1, 2.

17. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности. Справочник / Под ред. И.В. Рябова. – М.: Химия, 1970.

18. ГОСТ 2084–77. Бензины автомобильные.

19. Свойства вредных и опасных веществ, обращающихся в нефтегазовом комплексе ВОРОНЕЖ ДОО «Газпроектинжиниринг». Справочник. – М., 2005. – 358 с.

[К содержанию](#)