


Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Нефти и Газа  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 В. П. Твердохлебов  
подпись  
« 22 » 06 20 16 г.

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

18.03.01 «Химическая технология»

Исследование свойств пеносорбента «Униполимер-М» и волокнистого сорбента «Меном» используемых для устранения нефтеразливов на водных акваториях


Руководитель

 22.06.2016  
подпись, дата

к.х.н., доцент


Е. И. Лесик

Выпускник

 21.06.2016  
подпись, дата

П.В. Влиско

Консультант по  
экспериментальной части

 21.06.2016  
подпись, дата

В.М. Мелкозеров

Нормоконтролер

 22.06.2016  
подпись, дата

Е. И. Лесик

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Нефти и Газа

Базовая кафедра химии и технологии природных энергоносителей и  
углеродных материалов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Маи В. П. Твердохлебов

подпись

« 10 » 05 2016г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**

Студенту Влиско Павлу Викторовичу

Группа НБ12-09 Направление (специальность) 18.03.01

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование свойств пеносорбента «Униполимер-М» и волокнистого сорбента «Меном» используемых для устранения нефтеразливов на водных акваториях»

Утверждена приказом по университету № 6141/с от 10.05.16

Руководитель ВКР Е.И. Лесик, к.х.н., доцент

Исходные данные для ВКР учебная и научная литература, интернет ресурсы

Перечень разделов ВКР Введение. 1 Литературный обзор.

2 Экспериментальная часть. Заключение. Список использованных источников

Перечень графического материала 15 слайдов

Руководитель ВКР:

  
\_\_\_\_\_

Е.И. Лесик

Задание принял к исполнению:

  
\_\_\_\_\_

П.В. Влиско

«10» мая 2016 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование свойств пеносорбента «Униполимер-М» и волокнистого сорбента «Меном» используемых для устранения нефтеразливов на водных акваториях» содержит 55 страницы текстового документа, 19 использованных источников, 12 иллюстраций, 5 таблиц, 6 формул.

СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЕРАЗЛИВОВ, ПОЛИМЕРНЫЙ СОРБЕНТ, «УНИПОЛИМЕР-М», ВОЛОКНИСТЫЙ СОРБЕНТ, «МЕНОМ», ВЯЗКОСТЬ, ИЗОТЕРЕМА, КИНЕТИКА, АДСОРБЦИЯ, СОРБТИВ, СОРБАТ

Целью данной квалификационной работы является исследование свойств пеносорбента «Униполимер-М», волокнистого сорбента «Меном» используемых для ликвидации нефтеразливов на водных акваториях, сорбционных свойств данных сорбентов в различных температурных условиях.

Задачами данной квалификационной работой являются:

- установить влияние температуры на сорбцию нефти волокнистым и пенополимерным сорбентами;
- установить зависимость сорбции исследуемых сорбентов на нефть и нефтепродукты различной вязкости и плотности;
- обосновать выбор сорбента, рекомендуемого для очистки водоемов от нефти в условиях Арктической зоны.

Подтверждением актуальности данной работы является тенденция к увеличению объёмов добычи нефти на платформах в морях и океанах, повышением интереса к Арктической зоне России. Добыча нефти на шельфе, а также её транспортировка по водным акваториям сопровождается рисками разливов нефти при её добыче, а также при хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов вследствие техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций природного характера.

Рекомендован выбор сорбента для устранения нефтеразливов на водных акваториях в зависимости от температурного фактора.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 5  |
| 1 Аналитический обзор.....  | 8  |
| 1.1 Характеристика нефти.....   | 8  |
| 1.2 Физико-химические свойства нефти.....   | 9  |
| 1.3 Токсичность нефти и ее компонентов .....  | 12 |
| 1.4 Методы сбора нефти при разливах нефти на поверхность воды.....  | 15 |
| 1.5 Виды сорбентов, используемых для сорбции нефти.....   | 18 |
| 1.6 Получение вспененных пластмасс .....  | 20 |
| 1.7 Способ производства полимерного сорбента «Униполимер-М» и составы<br>его композиций (защищены патентом РФ №2587440) ..... | 23 |
| 1.8 Извлечение нефти из сорбата и утилизация сорбентов .....  | 26 |
| 2 Экспериментальная часть.....  | 27 |
| 2.1 Объекты исследования .....  | 27 |
| 2.2 Методы исследования.....  | 29 |
| 2.3 Обсуждение результатов исследования.....  | 31 |
| 2.3.1 Оценка адсорбционной способности различных нефтепродуктов<br>исследуемыми сорбентами .....                              | 32 |
| 2.3.2 Изотермы сорбции нефти адсорбентами.....  | 34 |
| 2.3.2.1 Изотермы сорбции нефти адсорбентами на поверхности<br>пресной воды (р. Енисей).....                                   | 34 |
| 2.3.2.2 Изотермы сорбции нефти адсорбентами на поверхности<br>морской воды (Карского моря) .....                              | 37 |
| 2.3.3 Влияние температуры на эффективность сорбции нефти<br>пеносорбентом и волокнистым сорбентами .....                      | 39 |
| 3 Безопасность при выполнении исследовательских работ в лаборатории.....  | 41 |
| 3.1 Санитарные требования к лаборатории.....  | 41 |
| 3.1.1 Требования к воздуху рабочей зоны.....  | 42 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.2 Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию<br>воздуха .....                | 43 |
| 3.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности лаборатории.....                                 | 44 |
| 3.3 Инструкция по безопасности при выполнении исследовательских работ<br>в лаборатории ..... | 47 |
| Заключение .....   | 52 |
| Список использованных источников .....   | 53 |

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие добычи нефти на морях и океанах, в частности в Арктической зоне, увеличение объёмов добычи, в особенности на платформах, ставит под угрозу экологической катастрофы большие территории северных вод, земель, фауны и флоры. Так, например, низкие температуры Арктической зоны является определяющим в выборе методов ликвидации нефтяных разливах с поверхности морей, в частности сорбирующих веществ. Природно-климатические условия Арктики значительно осложняют выбор технологий и методов ликвидации последствий разливов нефти.

В соответствии с «Энергетической стратегией РФ на период до 2020 г.» освоение нефтегазовых месторождений на шельфе северных и дальневосточных морей является одним из стратегических направлений развития экономики Российской Федерации. Разведанные запасы на шельфе Северного Ледовитого океана составляют 25% мировых запасов углеводородного сырья. На нашем Северном шельфе содержится четверть запасов нефти и половина запасов газа России. Распределены они следующим образом: Баренцево море — 49%, Карское — 35%, Охотское — 15%. И лишь менее 1% находится в Балтийском море и на нашем участке Каспия.

Добыча нефти на шельфе, а также её транспортировка по водным акваториям сопровождается рисками разливов нефти при её добыче, а также при хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов вследствие аварий, чрезвычайных ситуаций природного характера, криминальных врезок, военных действий и террористических актов. Сегодня в России добывается ежегодно около 400 млн. т. нефти, из которых от 1,5 % до 10 % теряется при добыче и транспортировке. Это составляет 4,5 млн. т. за год. Если в результате работ по ликвидации последствий нефтяных разливов фактически весь объем разлитой нефти будет собран, то реальный экологический и экономический эффект будет значительно выше, чем затраты на ее проведение.

Особенно опасны разливы нефти на водных системах. Поскольку нефть легче воды, она растекается по воде тонкой пленкой на значительную площадь. Через 10 минут после того, как в воде оказалась 1 тонна нефти, образуется нефтяное пятно, толщина которого составляет 10 мм. С течением времени толщина пленки уменьшается (до менее 1 мм), в то время площадь пятна расширяется и способна покрыть площадь до 12 кв. км. Дальнейшие изменения происходят под воздействием ветра, волн и погоды. Разливы нефти сопровождаются массовой гибелью морских млекопитающих, птиц, рептилий. Наносится ущерб рыбному промыслу. Залитые нефтью берега наносят вред прибрежной экосистеме, в северных регионах часто непоправимый. Нефтяная пленка, попадая на поверхность воды, изменяет состав спектра и интенсивность проникновения в воду света. При этом нарушается обмен энергией, теплом, влагой, газами между океаном и атмосферой, что оказывает губительное влияние на биоценоз Мирового океана.

Также, в соответствии с государственной программой Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» стоит цель минимизации социального, экономического и экологического ущерба наносимого населению, экономике и природной среде от ведения и вследствие ведения военных действий, совершения террористических акций, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, пожаров и происшествий на водных объектах, тем самым актуальность данной работы не подвергается сомнению.

Целью данной квалификационной работы является исследование свойств пенополимерного сорбента «Униполимер-М», волокнистого сорбента «Меном» используемых для ликвидации нефтеразливов на водных акваториях, сорбционных свойств данных сорбентов в различных температурных условиях.

Задачами данной квалификационной работой являются:

- установить влияние температуры на сорбцию нефти волокнистым и пенополимерным сорбентами;



- установить зависимость сорбции исследуемых сорбентов на нефть и нефтепродукты различной вязкости и плотности;
- обосновать выбор сорбента, рекомендуемого для очистки водоемов от нефти в условиях Арктической зоны.

## 1 Аналитический обзор

### 1.1 Характеристика нефти

Нефть – горючее ископаемое, смесь углеводородных соединений и веществ, содержащих серу, азот и кислород. В среднем в нефтях содержится (% мас.): С 84-87, Н 14-17. Содержание серы в нефтях колеблется в широких пределах: от нескольких сотых и даже тысячных долей до 6-8%. Азот и кислород входят в состав нефтей в малых количествах: азот 0,02-1,7%, кислород 0,05-3,6%. Основную массу нефти составляют углеводороды трех гомологических рядов: предельные (или метановые, или алканы), циклоалканы (или нафтены) и ароматические соединения (или арены). Однако наиболее широко представлены углеводороды смешанного (гибридного) строения. По агрегатному состоянию нефтепродукты бывают: газообразные – они содержат от 1 до 4 атомов углерода;  $C_5-C_{16}$  – жидкости, после  $C_{16}$  – твердые вещества.

Нефть представляет собой маслянистую жидкость от светло-бурого до черного цвета с характерным запахом. Начало кипения нефти обычно около  $20^{\circ}C$ , но встречаются нефти с началом кипения  $100^{\circ}C$  и выше. Температура застывания нефти колеблется от плюс 23 до минус  $60^{\circ}C$ . Нефть растворяется в органических растворителях, в воде нефть практически нерастворима, но может образовывать с ней достаточно стойкие эмульсии.

По ГОСТ Р 51858-2002 нефть делится на 2 вида.

Сырая нефть – жидкая природная ископаемая смесь углеводородов широкого физико-химического состава, которая содержит растворенный газ, воду, минеральные соли, механические примеси и служит основным сырьем для производства жидких энергоносителей, таких как бензины, керосины, дизельные топлива, мазут, смазочные масла и кокса, а также сырьем для химической промышленности;

Товарная нефть – нефть подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов.

Товарную нефть подразделяют (ГОСТ Р 51858-2002):

- по плотности (г/см<sup>3</sup>):

- а) легкие, с плотностью до 0,84;
- б) средние, с плотностью 0,84-0,88;
- в) тяжелые, с высокой плотностью 0,88-0,92;
- г) очень тяжелые, с плотностью более 0,92 (битуминозные);

- по массовому содержанию серы, (S, %):

- а) малосернистые нефти – 0-0,6% включительно;
- б) сернистые нефти – 0,61-1,80%;
- в) высокосернистые нефти – 1,81-3,5%;
- г) особо высокосернистые нефти – более 3,50% [2].

В данном исследовании были использованы в качестве предметов исследования нефти со средней и легкой плотностью.

## **1.2 Физико-химические свойства нефти**

Основные физико-химические свойства нефти, оказывающие влияние на технологию хранения и сливно-наливные операции, – испаряемость, давление насыщенных паров, вязкость, плотность, теплоемкость, теплопроводность, огне- и взрывоопасность.

Испарение – переход нефти из жидкого в газообразное состояние при температуре, меньшей, чем температура кипения, при данном давлении. Испарение нефтепродуктов происходит при любых температурах и давлении до тех пор, пока газовое пространство над продуктом не будет полностью насыщено парами.

Скорость испарения, или испаряемость нефти зависит от давления насыщения паров, фракционного состава, средней температуры кипения. В

меньшей степени на испаряемость оказывают влияние теплоемкость, теплопроводность, теплота испарения и поверхностное натяжение.

Парциальное давление паров, соответствующее динамическому равновесию между жидкой и паровой фазами принято называть давлением насыщенных паров данного топлива.

Скорость испарения топлива практически определяется парциальных давлением паров и давлением насыщенных паров. Если давление насыщенных паров при данной температуре выше парциального давления при этой же температуре, то топливо будет испаряться тем интенсивнее, чем больше эта разность. Когда парциальное давление насыщенных паров становится равным давлению насыщенных паров, наступает динамическое равновесие между жидкой и газообразными фазами, и испарение прекращается.

Между давлением насыщенных паров нефти и потерями их от испарения существует определенная зависимость. Чем выше давление насыщенных паров, тем больше потери от испарения при прочих равных условиях. Давление насыщенных паров зависит от температуры поверхности жидкой фазы.

Поскольку нефти являются сложными многокомпонентными жидкостями, давление их насыщенных паров весьма существенно зависит от соотношения жидкой и паровой фаз. У нефтепродуктов в первую очередь испаряются легкие фракции с более высоким давлением насыщенных паров.

Когда соотношение жидкой и паровой фаз велико, то количество легко испаряющихся углеводородов, содержащихся в жидкой фазе топлива, бывает вполне достаточно для насыщения паровой фазы. В этом случае при испарении состав жидкой фазы практически не изменяется, и равновесие состояние пар-жидкость достигает при первоначальном составе.

Когда объем паровой фазы немного превышает объем жидкой, для насыщения расходуется уже значительная часть легкоиспаряющихся компонентов. При этом состав жидкой фазы изменяется, и в равновесии с паром будет находиться жидкая фаза измененного состава.

В процессе хранения нефти величина соотношения жидкой и паровой фаз может меняться от бесконечности при хранении в резервуаре с плавающими крышами или понтонами, когда практически отсутствует паровая фаза, до нуля при полной откачке нефти из резервуара.

Вязкость характеризует свойства жидкости оказывать сопротивление относительному сдвигу ее частиц, возникающему под действием сдвигающих сил.

С увеличением температуры вязкость нефти уменьшается. При определенных температурах ее определяют по вязкостно-температурным кривым, полученным на основании лабораторных измерений. При отсутствии таких кривых вязкость можно определить по эмпирическим формулам.

Плотностью нефти называют массу вещества заключенную в единице объема. Значения плотности нефтепродукта при различных температурах определяются лабораторным путем.

Огнеопасность нефти характеризуется температурой вспышки паров, при которой пары нефтепродукта, нагретого при определенных условиях, образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней открытого пламени.

Характеристики пожароопасности нефтепродуктов (температура вспышки, температурные пределы воспламенения и пр.) могут колебаться в широких пределах, т.к. они зависят от фракционного состава. Так, чем выше температура начала кипения продукта и меньше в нем легких фракций, тем выше и температура вспышки. Например, для тракторного керосина температура вспышки в закрытом тигле - не более  $35^{\circ}\text{C}$ , для некоторых сортов авиационного бензина она может быть отрицательной. Например, температурные пределы воспламенения авиационного бензина лежат в интервале от минус 44 до минус  $16^{\circ}\text{C}$ .

Нефтепродукты с температурой вспышки  $61^{\circ}\text{C}$  и ниже относятся к легковоспламеняющимся, выше  $61^{\circ}\text{C}$  – к горячим.

Температурой самовоспламенения называют температуру нагрева нефтепродукта, при которой его пары воспламеняются без поднесения открытого пламени. Эта температура значительно выше температуры вспышки, например, для бензинов она составляет 225-475<sup>0</sup>С, для дизельных топлив 240-345<sup>0</sup>С, для керосинов 260-265<sup>0</sup>С.

Взрываемость нефтепродуктов (т.е. способность воспламеняться от открытого пламени) зависит от соотношения его паров с воздухом. Различают верхний и нижний пределы взрываемости. Нижний предел – такая концентрация паров нефтепродукта в воздухе, ниже которой не происходит вспышки смеси из-за избытка воздуха и недостатка паров при внесении в эту смесь горящего предмета. Верхний предел соответствует такой концентрации паров нефтепродукта в воздухе, выше которой смесь не взрывается, а горит [4].

### **1.3 Токсичность нефти и ее компонентов**

Нефть является природным жидким токсичным продуктом. Нефть содержит легкоиспаряющиеся вещества, опасные для здоровья и жизни человека и для окружающей среды. при перекачке и отборе проб нефть относят к 3 классу опасности: ПДК аэрозоля нефти не более 10 мг/м<sup>3</sup>. При хранении и лабораторных испытаниях нефть относят к 4 классу опасности, при ПДК по легким углеводородам в пересчете на углерод – не более 300 мг/м<sup>3</sup>. Нефть, содержащую сероводород в массовой доле более 20 млн<sup>-1</sup>, считают сероводородной и относят к 3 классу опасности. ПДК сероводорода в смеси с углеводами С<sub>1</sub>-С<sub>5</sub> в воздухе рабочей зоны < 3 мг/м<sup>3</sup>.

ПДК нефти в воде объектов культурно-бытового пользования и хозяйственно-питьевого назначения для нефти классов 3, 4 – не более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК для нефти классов 1, 2 – не более 0,3 мг/дм<sup>3</sup>; водных объектов рыбо-хозяйственного назначения – не более 0,05 мг/дм<sup>3</sup> по СанПиН 2.1.5.980 [4].

Алканы. Токсические свойства легколетучих алканов заключаются в том, что при насыщении ими атмосферы уменьшается количество кислорода, что сказывается на нарушении дыхания.

Признаки интоксикации предельными углеводородами у человека выражаются в учащении пульса, дыхания, иногда появляются судороги. Все это проявляется при уменьшении содержания кислорода в воздухе до 25-30%. У животных аналогичные признаки наблюдаются при содержании кислорода 6%.

Смесь предельных и непредельных углеводородов  $C_3-C_5$  при концентрации 0,4-0,7 мг/л в течение 2-5-летней работы приводит к нарушению сна, появляются конъюнктивиты, в отдельных случаях полиневриты. При однократном 2-х часовом вдыхании  $LK_{50}$  наступало при 400-500 мг/л; легкий наркотический эффект при 110-126 мг/л; нарушение условно рефлекторной деятельности при 50-65 мг/л.

Парафины нормального строения от  $C_{19}H_{40}$  до  $C_{35}H_{72}$  встречаются в различных нефтях в количестве до 20%, в высококипящих фракциях частью в растворенном состоянии, частью в виде кристаллов; широко применяются в различных отраслях промышленности. Это твердые вещества, содержат некоторое количество смолистых веществ, масел, непредельных углеводородов, от которых специально очищают; в очищенном состоянии парафины имеют белый цвет. 90% парафинов получают из парафинистых нефтей (содержание парафинов 6% и более) при депарафинизации масляных дистиллятов, т.е. фракций, кипящих при 300-500<sup>0</sup>С.

Токсическое действие парафинов проявляется в нагретом состоянии. При температуре 280-320<sup>0</sup>С создается смертельная для животных концентрация аэрозоля из неочищенных парафинов. Неочищенный парафин вызывает у животных через 2 недели облысение, после 11 месяцев – язвы. Очищенный парафин у человека не вызывает раздражения кожи.

Циклоалканы. В нефти встречаются циклопентан и циклогексан (преимущественно). При длительной работе с ними они оказывают действие на центральную нервную систему и обладают легким наркотическим действием. У

животных после вскрытия наблюдались дегенеративные изменения в печени и почках. ЛД<sub>50</sub> циклогексана для животных составляет 60-70 мг/л; для метилциклогексана ЛК<sub>50</sub> – 41,5 мг/л.

Человек воспринимает запах смеси циклопентана и циклогексана при концентрации 0,0039-0,0018 мг/л. При попадании на кожу наблюдается зуд, который быстро проходит после очистки кожи. ПДК<sub>рз</sub> смеси – 80 мг/м<sup>3</sup>. Класс опасности 4.

Ароматические соединения (арены) – наиболее токсичные компоненты нефти и нефтепродуктов. Ароматические углеводороды относятся к веществам однонаправленного действия, т.е. близкие по биологическому воздействию на организм человека.

Пары ароматических углеводородов в высоких концентрациях обладают слабым наркотическим действием. Арены проникают в организм при вдыхании паров и через кожу.

Клиническая картина отравления парами ароматических соединений начинается с головокружения, головной боли, возбуждения, расширения зрачков, отдышки. Затем наступает нарушение ритма дыхания, аритмия. При попадании внутрь наблюдается жжение во рту, боли в животе, рвота. В тяжелых случаях – судороги, кома. При хроническом отравлении – токсическая гепатопатия, лекозпластическая анемия.

ПДК<sub>рз</sub> бензола (мг/м<sup>3</sup>) – 5,0; максимальная разовая – 1,50; среднесуточная – 0,80; ПДК<sub>рз</sub> для толуола – 50 мг/м<sup>3</sup>; ПДК<sub>рз</sub> смеси ксилолов – 50 мг/м<sup>3</sup>; ПДК<sub>рз</sub> этилбензола – 1 мг/м<sup>3</sup>.

Смолисто-асфальтеновые вещества (нефтяные остатки) - полициклические конденсированные ароматические, алициклические углеводородные и гетероатомные (O, N, S) малолетучие соединения. При вдыхании действуют на бронхи, вызывая утолщение альвеолярных перегородок. При нанесении на кожу может возникнуть раздражение кожи, как у животных, так и у человека. Известно, что конденсированные ароматические соединения, имеющие от 3-х и выше конденсированных колец обладают



канцерогенностью. В случае смолисто-асфальтеновых соединений конденсированные ароматические кольца перемежаются с конденсированными нафтеновыми кольцами, которые канцерогенностью не обладают. Поэтому выраженных канцерогенных свойств нет.

Сероводород. При добыче высокосернистой нефти особенно опасно соприкосновение с сероводородом. Уже 0,1% сероводорода в воздухе быстро вызывает тяжелое отравление. При вдыхании сероводорода в значительных концентрациях может мгновенно наступить обморочное состояние или даже смерть от паралича дыхания. При небольших концентрациях довольно быстро наступает адаптация к неприятному запаху «тухлых яиц» и он перестает ощущаться. Это очень опасно. Первым симптомом острого отравления служит потеря обоняния. Во рту возникает сладковатый металлический вкус. В дальнейшем появляется головная боль, головокружение и тошнота, обмороки. Хроническое отравление малыми количествами сероводорода обуславливает общее ухудшение самочувствия, исхудание, появление головных болей. ПДК<sub>рз</sub> сероводорода 0,01 мг/л [1].

#### **1.4 Методы сбора нефти при разливах нефти на поверхность воды**

Определяющим фактором успешной ликвидации является выбор рационального способа ликвидации нефтеразливов. Так, например, в большинстве случаев арктические условия снижают эффективность методов локализации и ликвидации разливов нефти и работы соответствующего оборудования. Поэтому Возможными методами ликвидации нефтяных разливов на открытых водных акваториях являются:

- механический метод (скриммеры);
- сорбционный метод;
- метод использования диспергентов;
- метод сжигания нефтяного разлива на месте.

Стоит отметить, что некоторые методы ликвидации используются в комбинации с другими. Так, например, при ликвидации нефтеразлива скриммером, локализацию разлива производят богами, наполненных сорбентами. Такая комбинационная система называется механической, приведена на рисунке 1. При механическом сборе разлитая нефть удерживается при помощи бонового заграждения и собирается с применением скриммеров (нефтесборщиков) с поверхности воды для временного хранения и последующей утилизации или дальнейшей переработки. [2] Боновые заграждения разворачиваются с судов или крепятся к стационарным сооружениям, или закрепляются на берегу. Недостатки технологии – ограниченная площадь сбора, так как при разливе одной тонны нефти площадь плёнки занимает 12 тысяч км<sup>2</sup>. На рисунке 1 приведена типовая надводная система механической ликвидации нефтяных разливов.



Рисунок 1 - Типовая надводная система механической ликвидации нефтяных разливов

Также ликвидация нефти возможно производить с помощью диспергирующих систем, которые ускоряют естественный процесс диспергирования нефти в воде под действием течений и волнений. Диспергенты переводят нефть в фазу эмульгирования, ускоряя процессы

разложения нефти. Однако, диспергенты, сертифицированные для использования в России на сегодняшний день, неэффективны в холодных водах, к тому же достаточно спорно воздействие такого способа ликвидации нефти на экологию. Надводная диспергирующая система ликвидации нефтяных разливов представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Типовая надводная диспергирующая система ликвидации нефтяных разливов

Сжигание на месте нефти, разлитой на поверхности воды, предусматривает контролируемое сжигание плавающей на поверхности нефти, что возможно до определенной минимальной толщины плёнки. При этом подветренный выброс загрязняющих веществ в результате горения нефти должен быть ниже пороговых уровней для уязвимых популяций. Однако, при малой толщине плёнки процесса горения не будет происходить, да и огромные выбросы в атмосферу продуктов горения нефти крайне нежелательны. На рисунке 3 представлена надводная система сжигания нефти на месте нефтяных разливов.



Рисунок 3 - Типовая надводная система сжигания нефти на месте нефтяных разливов

Наиболее щадящим методом для ликвидации разливах нефти являются механический и сорбционный методы. В последнем случае, сорбент должен иметь достаточную степень поглощения нефти с водной поверхности при низких температурах.

### 1.5 Виды сорбентов, используемых для сорбции нефти

В широком понимании сорбция представляет собой процесс поглощения веществ из той или иной среды с помощью других веществ, называемых поглотителями или сорбентами. Различают адсорбцию и абсорбцию. При адсорбции поглощение осуществляется поверхностью твердого или жидкого сорбента, при абсорбции - всей массой жидкого сорбента.

Сейчас в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти используется около двух сотен различных сорбентов, которые

подразделяют на неорганические, природные органические и органоминеральные, а также синтетические.

К неорганическим сорбентам относятся глины различных видов, диатомитовые породы, песок, цеолиты, туфа, пемза и т.п. Именно глина и диатомиты составляют большую часть товара на рынке сорбентов в силу их низкой стоимости и возможности крупнотоннажного производства.

Синтетические сорбенты чаще всего используют в странах с высокоразвитой нефтехимической промышленностью (США, страны ЕЭС, Япония). В основном их изготавливают из полипропиленовых волокон, формируемых в нетканые рулонные материалы разной толщины. Кроме того, используют полиуретан, формованный полиэтилен с полимерными наполнителями и другие виды пластиков.

Природные органические и органоминеральные сорбенты – древесная щепа, опилки, модифицированный торф, высушенные зернопродукты, шерсть, макулатура.

Очевидно, что наиболее доступными становятся сорбенты, которые можно получать или производить непосредственно в регионе, где необходимо его применение.

Наиболее эффективными в качестве сорбентов являются пористые материалы. Поры по размеру подразделяют на три вида: макропоры (0,1-2 мкм), переходные поры (0,004-0,1 мкм), микропоры (менее 0,004 мкм). Макропоры и переходные поры выполняют, как правило, функции транспортных каналов. Молекулярно растворенные органические вещества (размер частицы менее 0,001 мкм) заполняют микропоры, полная емкость которых соответствует поглощающей способности сорбента.

Однако для правильного выбора сорбентов необходимо представлять их свойства, практические возможности и способы утилизации. [5]

## 1.6 Получение вспененных пластмасс

Вспененные пластмассы получают различными методами: из водных растворов (пенополивинилформаль) и почти безводных относительно низковязких систем (ППУ из суспензий полимера в пластификаторе (эластичный ППВХ), из расплавов полимера (пенополиолефины).

Согласно Ребиндеру основной фактор устойчивости пен – структурно-механический, т.е. предельная устойчивость пены может быть достигнута при переходе от поверхностного структурообразования к объемному отверждению.

Стабильность пузырьков пены в процессе их роста обусловлена эластичностью и реологическими свойствами образующей их жидкой пленки. Эластичность стенок пузырьков растущей пены объясняется эффектом Гиббса-Марангони. Для того чтобы выдержать локальные деформации без разрыва, пленки должны обладать способностью повышать свое поверхностное натяжение в случае локальных растяжений и уменьшать его при локальных сжатиях. Любое растяжение стенок пузырька под действием температуры, дренажа капиллярного давления приводит к увеличению площади поверхности пузырька и увеличению поверхностного натяжения.

Увеличение поверхности всегда сопровождается увеличением количества свободной энергии:

$$\Delta F = \sigma \Delta S + (S + \Delta S) \Delta \sigma, \quad (1)$$

где  $\sigma \Delta S$  - есть увеличение свободной энергии поверхности,

$\sigma = \text{const}$ ,  $(S + \Delta S) \Delta \sigma$  - характеризует изменение величины свободной энергии, соответствующее увеличению поверхностного натяжения.

Гиббс установил взаимосвязь между величиной последнего члена этого равенства и поверхностной эластичностью двухкомпонентной жидкой пленки. Поэтому устойчивость пены по Гиббсу следует характеризовать модулем поверхностной эластичности:

$$E = 2 \cdot S \cdot \left( \frac{d\sigma}{dS} \right) \quad (2)$$

В соответствии с адсорбционной теорией Гиббса величина поверхностного натяжения связана с величиной адсорбции компонентов ( $\Gamma_i$ ) и изменениями их химических потенциалов  $\mu_i$  следующим образом:

$$d\sigma = \sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot d\mu_i, \quad (3)$$

где  $\Gamma_i$  – разность между поверхностной и внутренней концентрациями  $i$ -го компонента (ПАВ).

В результате возникающего градиента поверхностного натяжения молекулы ПАВ в поверхностном слое диффундируют от участков с более низким поверхностным натяжением к участкам с более высоким поверхностным натяжением. В то же время молекулы ПАВ, имеющиеся в объемной части пленки, адсорбируются на участках с повышенным натяжением. За счет подпитки сольватированной на ПАВ жидкостью растянутых или надорванных участков пленки происходит их "залечивание".

Увеличение поверхностного натяжения  $\Delta\sigma$  при растяжении пленки определяется по уравнению Гиббса:

$$\Delta\sigma = \frac{1}{2 \cdot E} d \cdot \ln \delta, \quad (4)$$

где  $E$  - коэффициент поверхностной эластичности,

$\delta$  – толщина пленки.

Эффект Гиббса возрастает с уменьшением толщины стенок ячеек. Эффект Марангони состоит в выравнивании флуктуации поверхностной плотности ПАВ и не зависит от толщины пленки.

Для проявления стабилизирующей способности ПАВ должны обладать оптимальной скоростью снижения поверхностного натяжения. При слишком высокой скорости выравнивания поверхностного натяжения утолщение пленки все равно будет происходить, так как в этом случае ПАВ слабо сольватированы жидкой фазой, образующей пену.

Слишком низкая скорость снижения поверхностного натяжения не обеспечивает достаточной эластичности пленок, эластичность пленок является важным фактором стабилизации пены, особенно ранней стадии ее образования.

Когда объем газа в пене превышает критическое значение равному 0,74, сферическая форма ячейки переходит в полиэдрическую (преимущественно двенадцати-, четырнадцатигранную). В такой пене основная масса вспениваемого вещества находится в узлах-тяжах многогранников. Ячейки пены отделены друг от друга тонкими перегородками (пленками). Структура полиэдрической пены энергетически более выгодна из-за меньшей межфазной суммарной поверхности и поэтому отличается большей стабильностью, чем сферическая пена. При переходе жидкой пленки в тяжи её поверхность делается вогнутой, благодаря чему жидкость всасывается из пленки в тяжи. При увеличении размера пузырьков под действием давления газа в ячейках радиус кривизны увеличивается, и отток жидкости в тяжи уменьшается.

При стабилизации размера ячеек отток жидкости к тяжам способствует открыванию ячеек пены. По мере уменьшения толщины пленок возрастает стабилизирующий эффект ПАВ, сольватирующего вспениваемую жидкость. [6]



## 1.7 Способ производства полимерного сорбента «Униполимер-М» и составы его композиций (защищены патентом РФ №2587440)

Рассмотрим схему производства сорбента «Униполимер-М», представленную на рисунке 4.

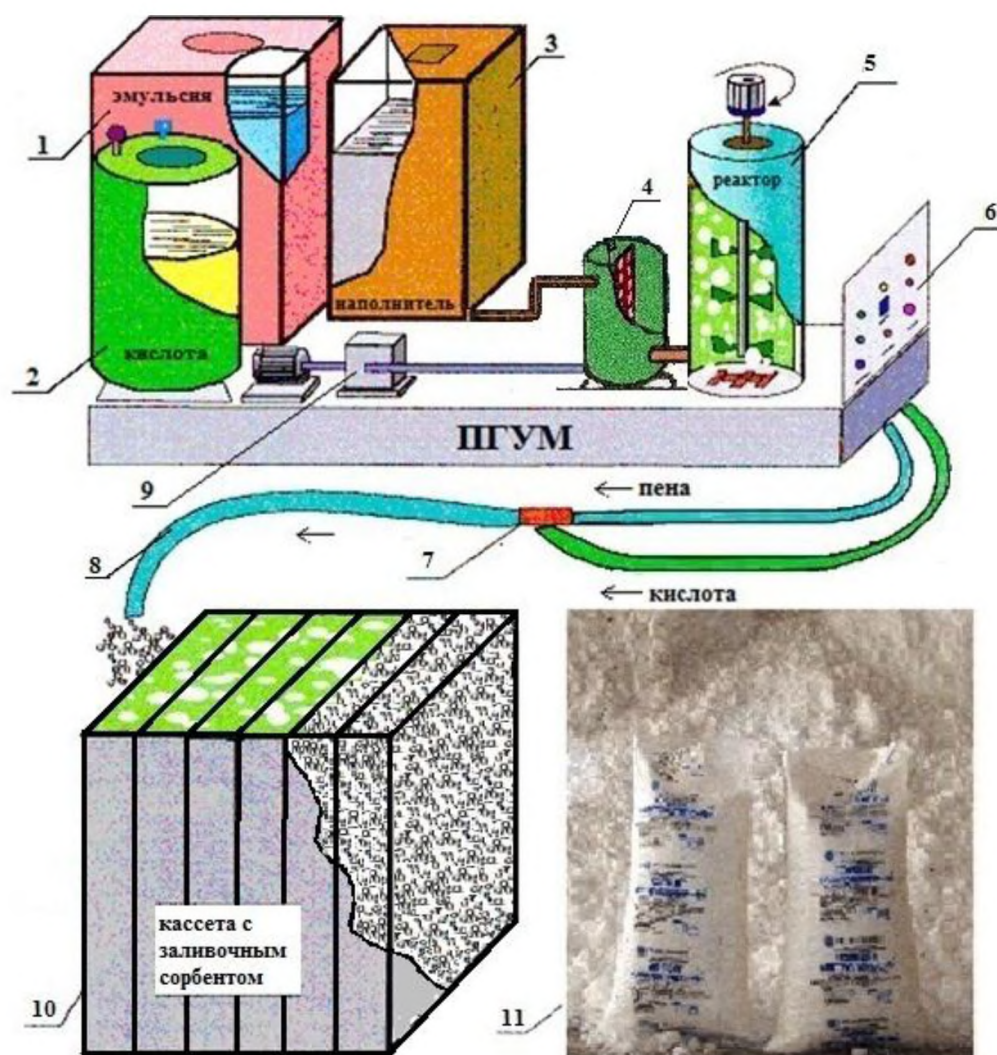


Рисунок 4 – схема производства полимерного сорбента «Униполимер-М»

Установка ПГУМ включает в себя: баки с эмульсией (1) и отвердителем (2), бункер для модификаторов и наполнителей (3), реактор первой ступени (4) для воздушно-механического вспенивания эмульсии, реактор второй ступени с двухконтурным вспениванием пеновоздушной массы и ее стабилизации (5),

насос с электродвигателем (9), пульт управления агрегатов оптимизации и термостатирования компонентов с контрольно-измерительными приборами (6) с запорно-регулирующей аппаратурой, смеситель (7) для подачи водного раствора соляной кислоты во вспенивающую массу, пенопровод (8) для формирования частично отверженной полимерной массы и заливки её в кассеты (10), где конструктивные исполнения форм кассет могут быть различны в виде листов, ковриков, бонн и т.д.

При необходимости получения полимерного сорбента в виде крошки сорбент дробят, модифицируют с дополнительной иммобилизацией ассоциированных биокультур и нефтеокисляющих штаммов и расфасовывают в полиэтиленовую тару (мешки) (11), с последующим вакуумированием. Реактор вспенивания первой ступени (4) с массообменным турбулизирующим устройством, реактор дополнительного вспенивания, стабилизации и созревания пены второй ступени (5), со встроенным ультразвуковым диспергатором УЗД (на фиг. 1 не показан). Процесс регулирования технологических параметров при получении полимерного материала осуществляют по контрольно-измерительным и запорно-регулирующим приборам (6) в ручном или автоматическом режимах.

Сорбент получают физико-энергетическим способом путем смешивания в первой емкости (1) объемом  $1,5 \div 3 \text{ м}^3$  раствор эмульсии (карбамидной смолы, пенообразователя, водорастворимой добавки и наполнителей – функционального модификатора, органомодификатора – отходов производств в соответствующих пропорциях) и путем воздушно-механического барботирования с применением специального ультразвукового диспергатора – УЗД, установленного внутри реактора, перемешивают данные ингредиенты в течение 15-20 минут до однородного гомогенного стабильного раствора, получая при этом хорошо текучую смоляную эмульсию-суспензию. Во второй емкости (2) объемом  $0,3 \div 0,6 \text{ м}^3$  готовят водный раствор минеральной кислоты 10% концентрации. После заправки установки компонентами и их предварительной подготовки, данные компоненты при помощи запорно-

регулирующей аппаратуры (6) и системы насосов (9) в ручном или автоматическом режимах подаются в реактор первой ступени (4) для вспенивания эмульсии. Подаваемый в реактор сжатый воздух давлением 2-3 кг/см<sup>2</sup>, где расход воздуха  $Q=0,7-5$  м<sup>3</sup>/мин. (определяется в зависимости от производительности и конструктивных особенностей пеногенерирующей установки ПГУМ). Поступая в реактор второй ступени (5), частично вспененная эмульсия, способом воздушно-механического, аэродинамического перемешивания мгновенно вспенивается, создавая турбулентный режим при критерии Рейнольдса 4500 и более, где с помощью датчиков, установленных в реакторе, определяется до расчетной величины интенсивность, стойкость, кратность вспенивания с возможностью регулирования стартового времени поликонденсации, т.е. процесса механизма отверждения. Встроенный в реактор ультразвуковой диспергатор УЗД позволяет дополнительно обработать эмульсию в ультразвуковом поле, образуя нелинейный эффект ультразвука с частотой  $1,5 \cdot 10^5-10^7$  герц, что приводит к кавитации в жидкой среде частиц, при этом не только увеличивается контактная поверхность воздуха с эмульсией, но и создается высокая турбулентность, тем самым окончательно интенсифицируется и стабилизируется весь процесс вспенивания. Далее полученная пеновоздушная смесь, проходя по пенопроводу, стабилизирует созревание пены и увеличивает порог стартового времени в 1,5-2 раза, подается в смеситель (7), в котором установлена специальная двухпозиционная форсунка, позволяющая впрыскивать в виде тумана оптимальный расход отвердителя, в результате чего пеновоздушная смесь равномерно перемешивается и частично отверждается, образуя студень. Окончательная реакция поликонденсации, осуществляется в транспортирующе-формирующем пенопроводе (8), где полимерная масса в течение нескольких минут превращается в пенополимерный, быстротвердеющий олигомер-сорбент, заливаемый в специальные формы (10). Однородная гетерогенно-формовочная уложенная в формы пеномасса подвергается изотермической выдержке в течение 0,7-1,6 часа при 15-30<sup>0</sup>С до достижения распалубочной прочности,

после чего сорбент сушат до нормативной влажности 8-12% и дробят на размеры случайной формы гранул в пределах 0,8-3мм.

В процессе отверждения кислотой вспененный раствор массы проходит три стадии превращения:

- в первой стадии образуется вязкая жидкость типа коллоидного раствора;
- во второй стадии переходит в рыхлую эластичную массу, содержащую 40-60% воды и желеобразный студень;
- на третьей стадии вспененная масса полностью отверждается, в результате чего образуется твердый нерастворимый олигомер – полимерный сорбент высокой кратности, пористости, развитой структуры и низкой плотности.

При этом важным этапом получения качественного полимерного сорбента является время перехода из первой стадии во вторую, т.е. появление первых хлопьев отвержденной смолы в растворе ( $\tau_1$ ) и образование плотного комка полимера ( $\tau_2$ ). Самый оптимальный процесс поликонденсации при получении сорбентов проходит только при  $\tau_1=10\div 60$  сек. и  $\tau_2= 100\div 300$  сек., что позволяет получать полимерный сорбент с наиболее улучшенными физико-механическими, сорбционными и эксплуатационными свойствами при значительном снижении его стоимости. При этом в режимах непрерывного производства – стационарные условия – цех или циклического изготовления, т.е. непосредственно на нефтезагрязненных участках в полевых условиях согласно разработанного ПЛАРНа (плана ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов) с учетом возникновения пожаров, осуществляется технологический процесс.

### **1.8 Извлечение нефти из сорбата и утилизация сорбентов**

Извлечение нефти из сорбента осуществляется компрессионными методами (отжим на фильтр-прессах и на центрифугах) или термическими методами (отгонка летучих фракций нефти путем нагрева сорбентов без

### 3.1.1 Требования к воздуху рабочей зоны

Для контроля запыленности воздуха рабочей зоны могут быть использованы различные методы (фильтрационные, седиментационные, электрические). Перспективными являются новые методы измерения концентрации пыли с использованием лазерной техники. Самыми распространенными методами определения содержания пыли являются весовой (гравиметрический), счетный, фотоэлектрический и электрический.

Весовой метод заключается в улавливании пыли фильтрами (АФА-В-10, АФА-В-20) из определенного объема запыленного воздуха, определении привеса фильтра и вычислении весовой концентрации пыли в  $\text{мг/м}^3$ . Счетный метод основан на осаждении пыли из определенного объема воздуха с помощью кониметра и последующем определении под микроскопом формы, размера и количества пылинок в  $1 \text{ см}^3$  воздуха.

Электрический метод основан на определении концентрации пыли путем осаждения её в электрическом поле высокого напряжения и последующем счете частиц под микроскопом. Фотоэлектрический метод основан на принципе измерения ослабления монохроматического параллельного пучка световых лучей, проходящего через слой запыленного воздуха, с помощью фотоэлемента и гальванометра.

На рабочих местах концентрацию пыли необходимо измерять в зоне дыхания или в случае невозможности такого отбора с максимальным приближением к ней воздухоприемного отверстия пылеотборника или пылемера, но не далее 1–1,5 м, на высоте 1,5 м от пола. Если рабочее место не фиксировано, измерение концентрации пыли проводят в точках рабочей зоны, в которых работающий находится более 50% смены. Зона дыхания – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего.

Длительность измерения максимально разовых концентраций должна составлять 30 мин. При уровнях запыленности более 10 ПДК допускается отбор нескольких последовательных (не менее трех) разовых проб через равные

промежутки времени. При применении пылемеров в течение 30 минут следует проводить не менее трех измерений.

Измерения максимально разовых концентраций должны производиться в периоды выполнения основных пылеобразующих операций. При кратковременной (менее 30 мин), но периодической операции отбор проб воздуха следует производить и при ее повторении таким образом, чтобы суммарная (общая) длительность достигала 30 мин. Периодичность контроля среднесменных концентраций устанавливается по согласованию с ЦГСЭН, как правило, она соответствует периодичности медицинского осмотра.

### **3.1.2 Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха**

Химические лаборатории должны располагаться в отдельно стоящих зданиях или пристраиваться к зданиям в соответствии с требованиями взрывопожарной и пожарной безопасности.

Приточно-вытяжная вентиляция во всех помещениях лаборатории должна включаться перед началом работы и выключаться по окончании работ. При круглосуточном проведении анализов приточно-вытяжная вентиляция должна работать круглосуточно. Запрещается производить работы при неисправной вентиляции.

Газовая сеть лаборатории, помимо вентиля и кранов на рабочих местах, должна иметь общий запорный вентиль, расположенный вне помещения.

Ответственным за соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности является руководитель лаборатории.

При работе в лаборатории должно находиться не менее двух человек. По всем видам работ должны быть разработаны инструкции по безопасности, которые должны находиться на рабочих местах.

В помещениях, в которых производится работа с особо вредными и ядовитыми веществами, вентиляционная система должна быть индивидуальной, не связанной с вентиляцией других помещений.

Работы, сопровождающиеся выделением вредных паров и газов, должны проводиться в вытяжных шкафах, оснащенных вытяжной вентиляцией. Выключатели и штепсельные розетки должны располагаться вне вытяжного шкафа. Вытяжные шкафы должны быть оборудованы водопроводом и канализацией.

Не разрешается загромождать вытяжные шкафы посудой, приборами и лабораторным оборудованием, не связанным с проводимыми в данное время работами.

### 3.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности лаборатории

Категории помещений и зданий организаций по взрывопожарной и пожарной опасности определяются на стадии проектирования в соответствии с нормами пожарной безопасности, приведенными в таблице 4, ведомственными нормами технологического проектирования или специальными перечнями, утвержденными в установленном порядке.

Таблица 4 – Категории помещений по взрывопожароопасности

| Категория помещения                  | Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении  |
|--------------------------------------|--|
| А – повышенная взрывопожароопасность | Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа. |
| Б – взрывопожароопасность            | Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.  |

#### Окончание таблицы 4

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Категория помещения            | Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении  |
| В1-В4 – пожароопасность        | Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б. |
| Г – умеренная пожароопасность  | Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.   |
| Д – пониженная пожароопасность | Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.   |

Здание, где располагается лаборатория, относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность).

Все химические вещества (реактивы), используемые в химической лаборатории, подразделяются на 8 групп хранения в зависимости от степени их опасности. Особенности правил безопасной работы с определенными реактивами и требования к их хранению зависят от отнесения вещества к той или иной группе хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Классификация химических реактивов в лаборатории

| Группа | Общие свойства   | Перечень веществ  | Условия хранения  |
|--------|--|---|---|
| I      | Взрывчатые вещества  |   |   |
| II     | Вещества, выделяющие при взаимодействии с водой легковоспламеняющиеся газы |   | В сейфе или в шкафу под замком                            |
| III    | Самовозгорающиеся вещества   | Металлические литий и натрий, карбид кальция  |   |
| IV     | Легковоспламеняющиеся жидкости (температура воспламенения ниже 61°C)       | Ацетон, толуол, дизельное топливо, бензин, керосин, нефрас, нефть, этанол, гептан, этиловый спирт | В металлическом ящике или в специальной заводской укладке |



Окончание таблицы 5

| Группа | Общие свойства  | Перечень веществ                                    | Условия хранения                                       |
|--------|---|---|--|
| V      | Легковоспламеняющиеся твердые вещества                    | Фосфор красный, магний металлический, сера          | В сейфе или в шкафу под замком                         |
| VI     | Окисляющие (воспламеняющие) реактивы                      | Перманганат калия, дымящая азотная кислота, нитраты | В шкафу под замком, отдельно от реактивов IV и V групп |
| VII    | Вещества повышенной физиологической активности (ядовитые) |   | В сейфе или в шкафу под замком                         |
| VIII   | Малоопасные и безопасные вещества                         | Глицерин, антигели, силикагель                      | Нет особых условий хранения                            |

Не допускается совместное хранение химических веществ (реактивов), способных к активному взаимодействию друг с другом. Ядовитые и сильнодействующие вещества (включая лекарственные препараты списков А и Б) следует хранить в сейфе или специальном шкафу под замком и пломбой.

Светильники, установленные внутри вытяжных шкафов, должны быть во взрывозащищенном исполнении.

В каждом помещении необходимо иметь средства противопожарной защиты. Необходимый минимум первичных средств пожаротушения:

- пенные огнетушители типа ОХП-10, ОХВП-10, порошковые огнетушители типа ОП-1, ОП-2Б;
- закрывающийся крышкой ящик с сухим просеянным песком вместимостью не менее 0,05 м<sup>3</sup>, укомплектованный совком вместимостью не менее 2 кг песка;
- накидки из огнезащитной ткани (1,2 x 0,5 м).

Загорания в помещениях лаборатории необходимо немедленно ликвидировать, при этом:

- легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, электропроводку и оборудование, находящееся под напряжением, следует гасить только песком, огнезащитной тканью или порошковыми огнетушителями;
- обесточенные электропроводку и приборы можно гасить водой;

- загорание в вытяжном шкафу ликвидируется первичными средствами пожаротушения только после отключения вентилятора.

Во всех помещениях лаборатории должны быть размещены планы (схемы) эвакуации сотрудников при возникновении пожара и иных чрезвычайных ситуаций, требующих немедленно покинуть помещение.

Недопустимо загромождать проходы и выходы помещений лаборатории, поскольку это может привести к повышенному риску для сотрудников при необходимости срочно покинуть помещение.

### **3.3 Инструкция по безопасности при выполнении исследовательских работ в лаборатории**

Перед началом работ необходимо удостовериться, что воздух в помещении не содержит газа, проникшего через незакрытый или неисправный кран газопровода. При обнаружении утечки газа через неисправные соединения или краны и вентиль газопровода должен быть закрыт общий вентиль газовой сети, а помещение – проветрено. На рабочем месте всегда должно находиться не менее двух противогазов, готовых к применению.

Проверку исправности газовых кранов и вентилях необходимо проводить не менее одного раза в месяц.

В здании лаборатории разрешается хранить запас легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ, ГЖ) и газов, не превышающий суточной потребности. Хранение установленного запаса ЛВЖ и ГЖ разрешается в специальном помещении (кладовой) или в специальных металлических ящиках, находящихся в помещении лаборатории.

В помещении лаборатории запрещается:

- работать без спецодежды и СИЗ;
- мыть пол бензином, керосином и другими ЛВЖ и ГЖ;
- оставлять пропитанные ЛВЖ и ГЖ тряпки, полотенца, одежду;
- сушить что-либо на отопительных трубопроводах и батареях;

- оставлять неубранными разлитые ЛВЖ и ГЖ;
- производить уборку разлитого продукта при горящих горелках.

Во время работы в лаборатории следует неукоснительно соблюдать правила техники безопасности и личной гигиены.

Каждый работающий должен быть полностью информирован о требованиях по безопасности труда, принятых в лаборатории и о нахождении в рабочих помещениях средств противопожарной безопасности и аптечки первой помощи.

Для ознакомления с правилами безопасного проведения работ организуется регулярное проведение инструктажа сотрудников по технике безопасности. Результаты инструктажа заносятся в специальный журнал.

Курить в лаборатории запрещается.

Помещения лаборатории должны быть оборудованы специальными контейнерами для сбора мусора и производственных отходов. Утилизация отходов должна проводиться регулярно в соответствии со специальными требованиями по утилизации отходов.

Помещения лаборатории должны быть оборудованы местами хранения повседневной и спецодежды, индивидуальных средств защиты, а также специально выделенными местами для переодевания.

В качестве спецодежды в лаборатории используются лабораторные халаты и перчатки. Защита глаз обеспечивается защитными очками с противоударными стеклами и защитными масками различной конструкции. В случае необходимости для защиты органов дыхания используют респираторы различного типа (в зависимости от степени опасности).

Одноразовые средства защиты должны удаляться сразу после загрязнения. Вся посуда, содержащая реактивы и готовые реагенты, должна быть маркирована соответствующими этикетками.

В каждой лаборатории должны быть хорошая вентиляция, горячий и холодный водопровод, проводка технического тока, канализация, установки для дистилляции воды.

Хранить химические вещества (материалы) и готовые реагенты в таре без этикеток или с надписями, сделанными стеклографом на стекле, запрещается. Если этикетка утеряна, а идентифицировать содержимое не представляется возможным, содержимое подлежит уничтожению в соответствии с требованиями правил утилизации химических веществ (материалов).

Сосуды с химическими веществами, обладающими потенциально опасными свойствами, должны в обязательном порядке содержать маркировку:

- легковоспламеняющиеся вещества;
- взрывоопасные вещества материалы;
- едкие вещества;
- ядовитые вещества.

Не рекомендуется работать в лаборатории в одиночку, поскольку при несчастном случае некому будет оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия возможной аварии.

Перед началом работ необходимо проверить исправность оборудования, вентиляции, газовой сети, водопровода, системы электропитания. В случае выявления неисправностей, создающих повышенную опасность, работу в лаборатории запрещается проводить до их устранения.

Во время работы следует соблюдать порядок, чистоту и аккуратность, чтобы максимально избежать воздействия вредных и потенциально опасных факторов.

Запрещается пробовать на вкус любые реактивы и расходные материалы, пить, есть и курить в лаборатории за пределами специально отведенных для этого мест.

Недопустимо превышение длительности рабочего дня над рекомендованными пределами, поскольку это приводит к ухудшению внимания сотрудников и существенно повышает риск производственных аварий.

Все работы можно проводить только в чистой посуде, использованная посуда должна сразу после проведения анализов мыться.

Во время нагревания жидких и твердых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять их отверстия на себя или других людей. Нельзя заглядывать сверху в открыто нагреваемые сосуды во избежание возможных травм при выбросе горячей массы из сосуда.

При эксплуатации приборов и аппаратов следует руководствоваться инструкциями и правилами, изложенными в их техническом паспорте и руководстве по эксплуатации.

Все электрические приборы должны быть заземлены.

Электроплитки, муфельные печи и иные электронагревательные приборы должны быть размещены на термоизолирующем материале.

Недопустимо оставлять во включенном состоянии без присмотра электронагревательные приборы, за исключением тех, что по своему назначению и конструкции предназначены для круглосуточной работы.

Брать в руки сосуды с любыми веществами и реагентами следует одной рукой за горлышко, а другой – аккуратно поддерживая сосуд снизу за дно.

Нюхать вещества можно, лишь осторожно направляя на себя пары или газы легким движением руки.

Пролитые жидкие вещества (реагенты), обладающие опасными свойствами, следует немедленно нейтрализовать, посуду тщательно обезвредить и очистить, запачканную одежду – обезвредить и передать в стирку.

При использовании для дозирования жидких реактивов пипеток категорически запрещается затягивать реактивы в пипетки ртом. Категорически запрещается уже отмеренные реактивы сливать (высыпать) обратно в сосуды, из которых их отмеряли. Легковоспламеняющиеся вещества запрещается помещать в термостат.

При работе с едкими веществами необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты (перчатки, защитные очки). Запрещается приливать воду к кислоте.

При пролитии едких веществ следует немедленно засыпать пролитое вещество сухим песком, удалить его и тщательно промыть место разлива водой.

Запрещается выливать в раковины концентрированные растворы щелочей и кислот, органические растворители, легковоспламеняющиеся, горючие и взрывоопасные вещества, щелочные металлы. Все указанные отходы должны обязательно собираться в специальные ёмкости.

По окончании работ необходимо проверить отключение электроприборов, закрытие газовых и водопроводных кранов.

Все химические вещества, представляющие опасность должны быть убраны в места их постоянного хранения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было выявлено, что производить сорбцию нефти на поверхности воды при более низких температурах (около 5°C) более рационально волокнистым сорбентом, нежели полимерным. Во-первых, из-за повышения вязкости нефти, повышается сорбирующие свойства волокнистого сорбента и достигает максимальных показателей в 15-20 г/г нефти; в своё время у пеносорбента уменьшается данная характеристика, в связи с труднодоступностью попадания нефти в пористые структуры сорбента. Во-вторых, волокнистый сорбент является многоразовым, его можно регенерировать не менее 8 раз, что даёт возможность уменьшить затраты и увеличить возможность использования одного и того же материала повторно, тем самым суммарно превышая сорбирующие показатели невозстанавливаемого пеносорбента, которые измеряются в 40-60г/г нефти в тех же условиях.

Немаловажным параметром сорбционной способности является вязкость нефти. В Арктической зоне преобладают парафинистые нефти с высокими показателями вязкости, что в совокупности с низкой температурой даёт высокие показатели сорбционной способности волокнистого сорбента, по сравнению с пеносорбентом. Однако, при повышении вязкости нефти, время на максимально возможную сорбцию нефти возрастает.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о более рациональном использовании при низких температурах волокнистого сорбента, нежели пеносорбента, по ряду изложенных факторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мелкозеров, М.Г. Охрана окружающей среды и рациональное недропользование: справочник / М.Г. Мелкозеров, С.И. Васильев, В.М. Батутина и др. – Красноярск: Сибирский федеральный университет; Политехнический ин-т, 2007. – 198 с.
- 2 WWF, Nuka Research and Planning Group, LLC. Разливы нефти, проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях // Отчет, выпускаемый Всемирным фондом дикой природы. 2007.
- 3 Тарасов, А.В. Химическая безопасность перевозки опасных грузов: учеб. пособие / А.В. Тарасов, С.Г. Герке, Л.Г. Лукина, Л.В. Машков. – Санкт-Петербург: Петербургский гос. ун-т путей и сообщения, 2000. – 301 с.
- 4 Поконова, Ю.В. Экология нефти и газа/ Ю.В. Поконова. – Санкт-Петербург. – 2009. – 232 с.
- 5 Мелкозёров В.М., Васильев В.С., Горбунова Л.Н., Сравнительный анализ характеристик полимерных сорбентов// Engineering industry and life safety, 2013г.
- 6 В.Ю. Чухланов, Ю.Т. Панов, Синявин А.В., Ермолаева Е.В. Практикум по газонаполненным пластмассам: учеб. пособие//Владим. гос. ун-т. - Владимир: Ред издат. комплекс ВлГУ, 2006. - 27 с.
- 7 Независимый научно-технический портал [Электронный ресурс]: банк изобретений, технологий и научных открытий – Режим доступа: [http://www.ntpo.com/patents/water/water\\_1/water\\_1449.shtml](http://www.ntpo.com/patents/water/water_1/water_1449.shtml)
- 8 Макарова, Е.И. Новые технологии удаления нефтесодержащих загрязнений / Е.И. Макарова, Е.В. Бенза, М. Абу-Хасан, М.С. Старинец // Сборник статей IV Международной научно-технической конференции «Материалы и технологии XXI века». – Пенза: НОЦ «Приволжский дом знаний», 2006. – С. 79-82.



- 9 Горожанкина Г.И., Пинчукова Л.И. Сорбенты для сбора нефти: сравнительные характеристики и особенности применения // Трубопроводный транспорт нефти. – 2000. – № 4. – С. 12–17.
- 10 Косенко, Н.Ф. Золошлаковые смеси как компонент вяжущей композиции для дорожного строительства / Н.Ф. Косенко, В.В. Макаров // Экология и промышленность России. – 2008. - №4. – С. 44-45.
- 11 Завьялов, В.С. Сорбционная емкость материалов по отношению к нефтепродуктам / В.С. Завьялов // Экология и промышленность России. – 2006. - №8. – С. 7-9.
- 12 Лохова, Н.А. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема / Н.А. Лохова, И.А. Макарова, С.В. Патраманская. – Братск: БрГТУ, 2002. – 163 с.: ил.
- 13 Косых, А.В. Искусственные и природные строительные материалы и изделия / А.В. Косых, Н.А. Лохова, И.А. Макарова. – Братск: БрГУ, 2006. – 188 с.
- 14 Электронный каталог ГОСТов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://www.yondi.ru/inner\\_c\\_article\\_id\\_1113.phtm](http://www.yondi.ru/inner_c_article_id_1113.phtm). - Загл. с экрана
- 15 Ручкина, О.И. Экологические технологии: обзор основных направлений использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья / О.И. Ручкина // Инженерная экология. – 2004. – № 1. – с. 2-17.
- 16 Трусова В.В. / Очистка оборотных и сточных вод предприятий от нефтепродуктов сорбентом на основе бурых углей // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Иркутск 2014г.
- 17 ГОСТ 2177-99 Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. - Взамен ГОСТ 2177-82 : введ. 01.01.2001. - Москва : Стандартиформ, 2002. – 29 с.
- 18 ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности. – Взамен ГОСТ 3900-47: введ. 01.01.1987. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 36 с.

19                   ГОСТ 33-2000 Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости. – Взамен ГОСТ 33-82 : введ. 01.01.2002. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 23 с.