

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ КУРС ДЛЯ РАБОТЫ НА ТАНКЕРАХ



Содержание:

Введение. Требования ПДНВ-78/95 в отношении подготовки экипажей танкеров

Глава 1. Обязательные минимальные требования для подготовки и квалификации капитанов, лиц командного и рядового состава танкеров

Глава 2. Программа подготовки персонала нефтяных танкеров

Глава 3. Программа подготовки персонала танкеров-химовозов

Глава 4. Программа подготовки персонала газовозов.

Введение

Требования в отношении подготовки экипажей определенных типов судов (Глава V ПДНВ-78/95)

Раздел AV/1

Обязательные минимальные требования для подготовки и квалификации капитанов, лиц командного и рядового состава танкеров

Ознакомительный курс для работы на танкерах

1. Ознакомительный курс для работы на танкерах, упомянутый в пункте 1.2 правила V/1, должен охватывать, по крайней мере, программу, приведенную в пунктах 2 - 7 ниже.

Характеристики грузов

2. Общее изложение вопроса, включая практическую демонстрацию физических свойств нефти, химических грузов и газов, перевозимых наливом; зависимость между давлением и температурой паров. Влияние давления на температуру кипения, объяснение давления насыщенного пара, диффузия, парциальное давление, пределы воспламеняемости, температура вспышки и самовоспламенения; практическое значение температуры вспышки и нижнего предела воспламеняемости; элементарное объяснение видов образования электростатического заряда; обозначения и составы химических веществ, основы химии кислот и оснований, химических реакций известных групп, достаточные для правильного применения кодексов.

Токсичность

3. Простое объяснение принципов и основных концепций; пределы токсичности, острые и хронические эффекты токсичности, ядовитые и раздражающие вещества общего действия.

Опасности

4. Объяснение опасностей, включая:

.1 опасности взрыва и воспламенения; пределы воспламеняемости; источники воспламенения и взрыва;

.2 опасности для здоровья, включая: опасность попадания на кожу, при вдыхании и во время приема пищи; кислородная недостаточность, обращая особое внимание на системы инертных газов; вредные свойства перевозимых грузов; несчастные случаи с персоналом и рекомендуемые и запрещаемые действия при оказании первой помощи;

.3 опасности для окружающей среды, включая: влияние сброса нефти, химических веществ или газов на человека и морскую флору и фауну; влияние удельного веса и растворимости; опасность перемещения облаков газа; влияние давления паров и атмосферных условий;

.4 опасность реактивности; самопроизвольная реакция; полимеризация; влияние температуры примеси в качестве катализаторов; реакция с воздухом, водой и другими химическими веществами; и

.5 опасность коррозии, включая: опасность для персонала, коррозию конструкционных материалов; влияние концентрации и эволюции водорода.

Предотвращение возникновения опасности

5. Инертизация, создание водяных подушек, сиккативы, мониторинг; снятие электростатических зарядов; вентиляция; разделение грузов; ингибирование груза; важность совместимости материалов.

Оборудование безопасности и защита персонала

6. Работа и калибровка измерительных приборов и подобного оборудования; специализированные средства пожаротушения, дыхательные аппараты и снаряжение для эвакуации на танкерах; безопасное использование защитной одежды и снаряжения; использование средств приведения в сознание и другого спасательного и эвакуационного снаряжения.

Предотвращение загрязнения

7. Процедуры по предотвращению загрязнения воздуха и воды, а также меры, принимаемые в случае разлива, включая необходимость:

.1 немедленной передачи всей соответствующей информации надлежшим должностным лицам при обнаружении разлива или в случае неисправности, угрожающей разливом;

.2 быстрого уведомления персонала на берегу, в задачи которого входит борьба с последствиями загрязнения; и

.3 надлежащее выполнение судовых процедур для ограничения разлива.

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА НЕФТЯНЫХ ТАНКЕРОВ

8. Программа специализированной подготовки, упомянутая в пункте 2.2 правила V/1 в отношении обязанностей персонала на нефтяных танкерах, должна предусматривать получение теоретических и практических знаний по вопросам, указанным в пунктах 9-14 ниже.

Правила и кодексы практики

9. Ознакомление с соответствующими положениями международных конвенций, международными и национальными кодексами, Руководством ИМО по борьбе с загрязнением нефтью; соответствующими руководствами по безопасности танкеров и обычно применяемыми портовыми правилами.

Устройство и оборудование нефтяных танкеров

10. Ознакомление с устройством трубопроводов, насосов, танков и палубных устройств; типами грузовых насосов и их использованием для различных видов груза; системами очистки, дегазации и инертизации грузовых танков и вентиляцией жилых помещений; мерительными системами и аварийно-предупредительной сигнализацией; системами подогрева груза и условиями безопасности электрических систем.

Характеристики груза

11. Знание химических и физических свойств различных нефтяных грузов.

Судовые операции

12. Расчеты, связанные с грузовыми операциями; планы погрузки и выгрузки; погрузочно-разгрузочные операции, включая перекачку груза с судна на судно. Перечни контрольных проверок. Использование оборудования контроля. Значение правильного руководства персоналом; операции по дегазации и очистке танков. Если необходимо, процедуры мойки сырой нефтью, а также эксплуатация и техническое обслуживание систем инертного газа. Контроль за входом в грузовые насосные отделения и закрытые помещения; использование оборудования для обнаружения газов и оборудования безопасности; способ погрузки «поверх остатков» и правильный порядок балластировки и дебалластировки; предотвращение загрязнения воздуха и воды.

Ремонт и техническое обслуживание

13. Меры предосторожности, предпринимаемые до и во время выполнения работ, связанных с ремонтом и техническим обслуживанием, включая работы, касающиеся насосной и трубопроводной систем, электрооборудования и системы контроля; аспекты безопасности, необходимые при проведении огневых работ. Контроль за проведением огневых работ и правильные процедуры их выполнения.

Действия при авариях

14. Важность разработки судовых планов по действиям в чрезвычайных ситуациях; аварийное прекращение грузовых операций; действия в случае выхода из строя важнейших систем, обслуживающих груз; борьба с пожаром на нефтяных танкерах; действия, предпринимаемые после столкновения, посадки на мель или разлива; процедуры оказания первой медицинской помощи и использование дыхательных аппаратов для безопасного входа в закрытые помещения и спасания находящихся в них людей.

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ТАНКЕРОВ-ХИМОВОЗОВ

15. Программа специализированной подготовки персонала, упомянутая в пункте 2.2 правила V/1, в отношении обязанностей на танкерах-химовозах, должна предусматривать получение теоретических и практических знаний по вопросам, указанным в пунктах 16-21 ниже.

Правила и кодексы практики

16. Ознакомление с соответствующими международными конвенциями, а также с кодексами ИМО, национальными кодексами, руководствами по безопасности танкеров и обычно применяемыми портовыми правилами.

Устройство и оборудование танкеров-химовозов

17. Краткое описание устройств специальных трубопроводов, насосных систем и танков; контроль за переливом; типы грузовых насосов и их использование для различных видов груза; системы очистки и дегазации танков. Газоотводные системы грузовых танков и вентиляции жилых помещений, системы возврата паров, воздушные шлюзы; системы замера груза и аварийно-предупредительной сигнализации; системы контроля температуры груза и аварийно-предупредительной сигнализации; факторы безопасности электрических систем.

Характеристики грузов

18. Достаточные знания характеристик жидких химических грузов, обеспечивающие надлежащее применение соответствующих кодексов по безопасности груза.

Судовые операции

19. Расчеты, связанные с грузовыми операциями; планы погрузки и выгрузки; погрузочно-разгрузочные операции; системы возврата паров; перечни контрольных проверок; использование оборудования контроля; операции по дегазации и очистке танков, включая надлежащее использование абсорбентов, увлажнителей и детергентов; использование и поддержание инертных атмосфер; контроль за входом в грузовые насосные отделения и закрытые помещения; использование оборудования обнаружения газов и оборудования безопасности. Удаление отходов и смывок.

Ремонт и техническое обслуживание

20. Меры предосторожности, принимаемые перед ремонтом и техническим обслуживанием насосной, трубопроводной, электрической систем и системы контроля.

Действия при авариях

21. Важность разработки судовых планов по действиям в чрезвычайных ситуациях; аварийное прекращение грузовых операций; действия в случае выхода из строя важнейших систем, обслуживающих груз; борьба с пожаром на танкерах-химовозах; действия, предпринимаемые после столкновения, посадки на мель или разлива; процедуры оказания первой медицинской помощи и использование реанимационного оборудования и оборудования для дегазации; использование дыхательных аппаратов и

спасательного оборудования; безопасный вход в закрытые помещения и спасание находящихся там людей.

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ГАЗОВОЗОВ

22. Программа специализированной подготовки персонала, упомянутая в пункте 2.2 правила V/1, в отношении обязанностей на газовозах должна предусматривать получение теоретических и практических знаний по вопросам, указанным в пунктах 23-34 ниже.

Правила и кодексы практики

23. Ознакомление с соответствующими международными конвенциями, а также кодексами ИМО, национальными и отраслевыми кодексами.

24. Ознакомление с устройством и оборудованием газовозов; типами газовозов; системами грузовых емкостей (конструкция, освидетельствования); грузовым оборудованием (насосы, трубопроводы); системами кондиционирования груза (подогрев, охлаждение); системами регулирования состава атмосферы в танках (инертный газ, азот); контрольно-измерительными приборами грузовых емкостей и грузовых систем; системами пожаротушения; и оборудованием безопасности и спасательным снаряжением.

Борьба с пожаром

25. Современные практические способы и методы пожаротушения, применимые к газовозам, включая использование систем водяного опрыскивания.

Химия и физика

26. Ознакомление с основами химии и физики применительно к безопасной перевозке сжиженных газов наливом на судах, включая:

.1 свойства и характеристики сжиженных газов и их паров, включая определение газа; элементарные законы газов; уравнение состояния газа; плотность газов; диффузия и смешение газов; сжатие газов; сжижение газов; охлаждение газов; критическая температура; практическое значение температуры вспышки; верхний и нижний пределы взрывоопасности; температуры самовоспламенения; совместимость газов; реактивность; полимеризация и ингибиторы;

.2 свойства простых жидкостей и паров; изменение плотности и зависимости от температуры; давление и температура паров; энтальпия; парообразование и кипение жидкости; и

.3 природа и свойства растворов, включая растворимость газов в жидкостях; смешиваемость жидкостей и влияние изменения температуры; плотность растворов и зависимость от температуры и концентрации; влияние растворенных веществ на точки плавления и кипения; гидраты, их образование и дисперсия; гигроскопичность; осушение воздуха и других газов; точка росы и влияние низкой температуры.

Опасности для здоровья

27. Знакомство с опасностями для здоровья в связи с перевозкой сжиженных газов, включая:

.1 токсичность: условия, в которых сжиженные газы и их пары могут быть токсичными; токсичные свойства ингибиторов и продуктов сгорания как конструкционных материалов, так и перевозимых сжиженных газов; острые и хронические последствия отравления, общеядовитые отравляющие вещества и отравляющие вещества раздражающего действия; величина порогового предела (TLV);

.2 опасность попадания на кожу, при вдыхании и во время приема пищи; и

.3 оказание первой медицинской помощи и применение противоядий.

Грузовые емкости

28. Принципы устройства систем грузовых емкостей; правила; освидетельствования; конструкции, материалы, покрытия, изоляция танков и совместимость.

Загрязнение

29. Опасности для жизни человека и для окружающей среды; влияние удельного веса и растворимости; опасность, вызываемая дрейфующим облаком испарений, и сброс за борт криогенных жидкостей.

Система обработки груза

30. Описание основных типов насосов, насосного оборудования, систем возврата газа, систем трубопроводов и клапанов; объяснение понятий давления, вакуума, всасывания, потока, напора; фильтры и приемные сетки; расширительные устройства; огнепреграждающие экраны; обычно используемые инертные газы; системы хранения, генерации, распределения; системы регулирования температуры и давления; газоотводные системы грузовых емкостей; системы рециркуляции жидкости и повторного сжижения газов; системы замера груза, контрольно-измерительная аппаратура и аварийно-предупредительная сигнализация; системы обнаружения газов и контроля; системы сигнализации и контроля углекислого газа; системы удаления выпара и вспомогательные системы.

Процедуры судовых операций

31. Подготовка к погрузке и выгрузке и их процедуры; перечни контрольных проверок; поддержание состояния грузов во время перехода и в порту; разделение грузов и процедуры очистки танков; отбор проб грузов; балластировка и дебалластировка; процедуры подогрева и дегазации и процедуры охлаждения системы дегазации ниже температуры окружающей среды и связанные с этим меры безопасности.

Техника безопасности и соответствующее оборудование

32. Работа; калибровка и использование переносных измерительных приборов; противопожарное оборудование и процедуры; дыхательные аппараты; реанимационное оборудование; комплекты снаряжения для эвакуации; спасательное оборудование; защитная одежда и снаряжение; вход в закрытые помещения; меры предосторожности, принимаемые до и во время ремонта и технического обслуживания грузовых

систем и систем контроля; руководство персоналом в ходе потенциально опасных операций; типы и принципы работы электрооборудования, имеющего свидетельство о безопасности и источнике воспламенения.

Действия при авариях

33. Важность разработки судовых планов по действиям в чрезвычайных ситуациях; аварийное прекращение грузовых операций; системы аварийного закрытия грузовых клапанов; действия в случае выхода из строя важнейших систем или устройств, обслуживающих груз, и действия после столкновения или посадки на мель, разлива и попадания судна в облако токсичных или воспламеняющихся газов.

Общие принципы грузовых операций

34. Инертизация грузовых танков и пустых пространств; охлаждение, загрузка танков; операции, осуществляемые во время рейса с грузом и в балласте; разгрузка и зачистка танка и порядок действия в случае аварии, включая заранее запланированные действия на случай утечек, пожара, столкновения, посадки на мель, аварийного сброса груза и несчастных случаев среди экипажа.

Глава 1. Обязательные минимальные требования для подготовки и квалификации капитанов, лиц к/с и р/с танкеров.

(Гл.V. Раздел А – V/1 ПДНВ –78/95)

1. ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ КУРС ДЛЯ РАБОТЫ НА ТАНКЕРАХ.

Имеются типовые курсы ИМО по подготовке для работы:

- на нефтяных танкерах – курс ИМО 1.01
- на танкерах-химовозах – курс ИМО 1.04
- на газовозах – курс ИМО 1.05

Человеческий фактор – это ошибки человека по причине некомпетентности, усталости, профессиональной непригодности. Более половины аварий на море связаны с этим фактором.

РАЗВИТИЕ ТАНКЕРОВ

Первые перевозки сырой нефти морем появились в 1859 году в связи с открытием нефти в штате Пенсильвания, США. Первым судном, пересекавшим Атлантический океан с полным грузом сырой нефти в 1861 г. был пароход Elizabeth Watts.

В 1878 г. в России был впервые построен танкер «Зороастр», корпус которого был поделен на грузовые емкости – танки. Именно с этого парохода и началась специализация перевозки нефти на танкерах.

Дальнейшее усовершенствование конструкции танкеров и замена заклепок на сварку привели к созданию танкеров класса ULCC (Ultra Large Crude Carrier).

В 1948 г. один из танкеров серии T2 был переоборудован для перевозки жидких химических веществ в связи с увеличением спроса на такие перевозки.

В 1960 г. был построен первый танкер из нержавеющей стали, в танках которого можно было перевозить любые жидкие продукты нефтехимии.

Первые перевозки сжиженных газов (LPG) начались в 1920 г. – бутан перевозился в емкостях под давлением при окружающей температуре.

Усовершенствование систем охлаждения и выплавка металлов, пригодных к работе при низких температурах, дали возможность перевозить в сжиженном состоянии и другие газы.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТАНКЕРОВ ПО ДЕДВЕЙТУ (DW)

- малого/удобного размера 6.000-45.000 TDW
- среднего размера/супертанкер 45.000-160.000 TDW
- VLCC 160/000-300.000 TDW (Very Large Crude Carrier)
- ULCC более 300.000 TDW

ТИПЫ ТАНКЕРОВ

OIL TANKER = обозначает судно, сконструированное изначально или приспособленное к перевозке нефтегрузов наливом в своих грузовых помещениях, включая комбинированные суда и танкера-химовозы.

CRUDE OIL TANKER = обозначает OIL TANKER, приспособленный к перевозке сырой нефти наливом.

PRODUKT TANKER = обозначает нефтяной танкер, приспособленный к перевозке нефтегрузов, кроме сырой нефти.

CHEMICAL TANKER = танкер-химовоз, обозначает судно изначально сконструированное или приспособленное к перевозке вредных жидких веществ (NLS) наливом, включая нефтяной танкер, когда он перевозит полностью или частично вредные жидкие вещества наливом.

LPG= газовоз (Liquified Petroleum Gas Carrier) – обозначает судно изначально сконструированное или приспособленное для перевозки наливом сжиженных газовых веществ.

LNG=газовоз (Liquified Natural Gas)- обозначает судно изначально сконструированное или приспособленное к перевозке природных газов в жидком состоянии наливом.

ТАНКЕРНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

(приводится в английском алфавитном порядке – для удобства работы с технической информацией на английском языке)

Antistatic additive = антистатическая присадка. Вещество, добавляемое в нефтепродукт, чтобы поднять удельную объемную электропроводимость более 100 pS/m (пикоСименс на метр) для предотвращения накопления статического электричества.

Approved equipment = одобренное оборудование. Оборудование, созданное и испытанное под наблюдением государственного департамента или классификационного общества. Такие власти должны выдать сертификат на это оборудование как безопасное для использования в указанной опасной атмосфере.

Auto-ignition = самовоспламенение. Воспламенение горючего материала без поднесения открытого огня, когда материал нагрет до температуры, при которой происходит самоподдерживающееся горение.

Bonding = электрическое подсоединение. Соединение вместе металлических частей для обеспечения электрической цепи.

Cathodic protection = катодная защита. Предотвращение образования ржавчины электрохимическим способом. На танкерах может применяться либо снаружи корпуса, либо на внутренней поверхности танков. На нефтепричалах часто применяется для защиты стальных свай и кранцевых панелей.

Clingage = *налипание*. Нефть, остающаяся на стенках трубопроводов или на внутренних поверхностях конструкций внутри танка, после удаления нефти, перевозимой наливом.

Cold work = холодная работа. Работа, при выполнении которой не может образоваться источник открытого огня.

Combination carrier = комбинированное судно. Судно, предназначенное для перевозки либо нефтепродуктов наливом, либо сыпучих грузов.

Combustible (также см. «*Flammable*») = горючий (также употребляется как «воспламеняющийся»). Способное гореть, будучи воспламененным. Для целей данного пособия выражения «combustible» и «flammable» являются синонимами.

Combustible gas indicator = индикатор воспламеняющегося газа. Прибор для замера соотношения смеси углеводородный газ/воздух, результат обычно калибруется в процентах от нижнего предела воспламенения.

Dangerous area = опасная зона. Зона на танкере, которая считается опасной для установки и использования электрического оборудования.

Dray chemical powder – сухой химический порошок. Порошок, используемый для тушения возгорания при борьбе с пожаром.

Earthing (также см. *Grounding*) = заземление. Электрическое подключение оборудования к телу земли – на земной потенциал. На борту судна подключение производится к металлическим частям корпуса судна, который является земным потенциалом по причине проводимости моря.

Entry permit = разрешение на вход. Документ, выдаваемый ответственным лицом, разрешающим вход в помещение или отсек на определенный период времени.

Explosimeter = эксплозиметр, см “Combustible” gas indicator.

Explosion-proof ("Flame-proof") = Взрывобезопасный (пожаробезопасный). Электрооборудование, сертифицированное как «взрывобезопасное (пожаробезопасное)» для использования в помещениях с опасной смесью углеводородных газов или других газов в воздухе без возникновения воспламенения.

Explosive range – см. ниже = "Flammable range".

Flame arrester = пламегаситель. Проницаемая решетка из металла, керамики или другого жаростойкого материала, способная охлаждать пламя мгновенного сгорания и любые попутные продукты сгорания ниже температуры воспламенения не вступившего в реакцию газа, присутствующего по другую сторону пламегасителя.

Flame screen = Пламезащитный экран. Переносное или стационарное устройство, выполненное из одной или более антикоррозионных проволочных тканей с ячейками малых размеров, которое используется для предотвращения проникновения искр в танк или вентиляционное отверстие, а также для кратковременного предотвращения распространения пламени (не путать с пламегасителем).

Flammable ("Combustible") = Воспламеняющийся (горючий). Способный воспламеняться и гореть. В данном пособии «воспламеняющийся» и «горючий» являются синонимами.

Flammable range ("Explosive range") = Диапазон воспламенения (взрываемости). Диапазон концентраций в воздухе углеводородного газа, ограниченный нижним и верхним пределами воспламенения (взрываемости). ВПВ-НПВ=UEL-LEL=UFL-LFL. Смеси в пределах этого диапазона способны воспламеняться и гореть.

Flashlight ("Torch") = карманный фонарик. Ручной фонарь, работающий от батареек. Разрешается использовать фонарь, одобренный компетентными властями для работы в воспламеняющейся/взрывоопасной атмосфере.

Flashpoint = температура вспышки. Наименьшая температура, при которой над поверхностью жидкости образуются пары в количестве, достаточным для образования воспламеняющейся газовой смеси. Эта температура измеряется в лабораторных условиях с помощью стандартных приборов по заранее разработанной методике.

Foam ("Froth") = Пена. Газонасыщенный раствор, используемый для предотвращения и тушения пожара.

Foam concentrate ("compound") = Пенообразующий концентрат (пенообразующая смесь). Получаемая на специальной установке концентрированная жидкость, в результате разбавления и обработки которой образуется пена.

Foam solution = Пенный раствор. Смесь, получаемая путем разбавления пенообразующего концентрата водой до начала процесса производства пены.

Freefall = свободное падение. Свободное падение жидкости во внутрь танка.

Froth (см. "Foam").

Gas free = дегазация. Танк, отсек или емкость дегазированы, если достаточным количеством свежего воздуха содержание пожароопасного, токсичного или инертного газа доведено до нижнего уровня пожароопасности или токсичности для определенных целей. Например, для производства горячих работ, входа в помещение и т.д.

Gas free certificate = Свидетельство о дегазации. Свидетельство, выданное соответствующим должностным лицом, подтверждающее, что во время замеров атмосферы в помещении, отсеке или емкости концентрация пожароопасных и/или токсичных газов была допустимой для соответствующих целей.

Grounding – см. «earthing»=заземление.

Halon – хладон. Галоидозамещенный углеводород, используемый для борьбы с пожаром, который замедляет процесс распространения пламени и в незначительной степени перекрывает доступ кислороду.

Hazardous area = опасная территория.

Hazardous zone = опасная зона. (На берегу может называться как «опасная территория, участок»). Зоны, в которых при установке или использовании стационарного электрооборудования опасность присутствует постоянно, либо только в процессе грузовых, балластных операций или работ по зачистке и дегазации танков. На терминале опасные зоны подразделяются на зоны «0», «1» или «2». Зона «0» - воспламеняющаяся смесь присутствует постоянно, зона «1» - вероятно присутствие воспламеняющейся газовой смеси, зона «2» присутствие воспламеняющейся смеси маловероятно.

Hot work = «горячая работа». Работы с источниками огня или приводящие к повышению температуры, при которой может воспламениться пожароопасная смесь газа.

Hot work permit = Разрешение на производство горячих работ. Документ, выдаваемый ответственным лицом, разрешающий проведение горячих работ в определенном месте и в указанном промежутке времени.

Hydrocarbons = Углероды. Органические соединения углерода с водородом.

Hydrocarbon gas = Углеводородный газ. Газ, состоящий из углеводородов.

Inert gas = Инертный газ. Газ или смесь газов, такие, как выхлопные газы котла, содержащие кислород в количестве, не поддерживающем горение углеводородов.

Inert gas distribution system = Система распределения инертного газа. Трубопроводы, клапана, соединяющие установку инертного газа с грузовыми танками, для отвода инертного газа в атмосферу, или служащие для компенсации повышенного давления или вакуума в грузовых танках.

Inert gas plant = Установка инертного газа. Оборудование, предназначенное для подачи, охлаждения, очистки, управления и контроля инертного газа, подаваемого в грузовые танки.

Inert gas system (IGS) = Система инертного газа (СИГ). Установка инертного газа и система распределения инертного газа вместе взятые, а также устройства, предотвращающие попадание испарений груза в МКО, стационарные и переносные приборы контроля и управления.

Inerting = инертизация. Подача инертного газа в танк для приведения атмосферы танка в инертное состояние.

Insulating flange = изолирующий фланец. Устанавливается для разрыва электрической цепи между звеньями грузового шланга и стендером в целях защиты от электрического разряда в процессе подсоединения и разъединения шланга. Все металлические части с морской стороны должны быть подсоединены к судну, а со стороны берега - к системе заземления причала.

Interface detector = индикатор раздела двух сред. Электрический прибор для обнаружения границы раздела нефть – вода (например, в отстойном танке мытьевой системы).

Intrinsically safe = Конструктивная безопасность. Электрическая цепь или часть цепи являются конструктивно безопасными, если какие-либо искра или термический эффект, возникающие обычным образом (т.е. при замыкании или размыкании цепи) или случайно (например, при коротком замыкании или повреждении заземления), не способны вызвать воспламенение обусловленной газовой смеси при проведении обусловленного испытания.

Loading overall = погрузка «через верх». Налив груза или балласта в танк с помощью трубы или гибкого шланга, проложенных к танку сверху через люк или другое палубное отверстие, по которым жидкость падает в танк

Lower flammable limit (LFL) = нижний предел воспламенения (НПВ). Концентрация углеводородного газа в воздухе ниже которой невозможно поддержание и распространение процесса горения. Иногда используется термин «нижний предел взрываемости (LEL)» *Lower Explosive limit*.

Mooring winch design heaving capacity = Расчетная нагрузка швартовной лебедки. Усилие, выраженное в % от минимального разрывного усилия (MBL = minimum Breaking Load) нового швартовного конца, при котором тормоз данной лебедки рассчитан на потравливание швартовного конца – швартовные лебедки обычно проектируются с удерживающим усилием, составляющим 80% от значения MBL швартовных концов, а при эксплуатации – 60% от MBL. Предельное удерживающее усилие может быть выражено как в тоннах, так и в процентах от значения MBL.

Mooring winch design heaving capacity = расчетная нагрузка швартовной лебедки. Усилие, развиваемое швартовной лебедкой. При подъеме или опускания груза с помощью ее швартовного конца. Обычно выражается в тоннах.

Naked lights = Источники открытого огня. Открытое пламя или огни, зажженные сигареты или сигары, трубки или подобные средства, используемые при курении, любые другие источники воспламенения, электрическое или другое оборудование, в процессе использования которого возникает искрение. А также незащищенные лампы освещения.

Non – volatile petroleum = нелетучий нефтепродукт. Нефтепродукт, температура вспышки которого, установленная методом испытаний в зарытом тигле, составляет 60°C или более.

OBO, OIL/ORE = судно типа ОБО. Нефтерудовоз. См. определение термина «Комбинированное судно».

Oxygen analyzer/meter = анализатор/измеритель кислорода (кислородомер). Прибор, используемый для определения процентного содержания кислорода в образце атмосферы, взятом из танка, трубопроводе или помещении.

PEL = см. ниже.

Permissible Exposure Limits (PEL) = предельно допустимая продолжительность воздействия (ПДПВ). Максимальная продолжительность воздействия вредного вещества, допускаемая соответствующими регулируемыми стандартами в т.ч. теми стандартами, которые действуют в стране, под флагом которой плавает судно. ПДПВ обычно выражается как усредненное по концентрации и продолжительности воздействие (8 и более часов), обычно выражается в ppm. Допустимое кратковременное воздействие (ДКВ)= *STEL= Short Term Exposure Limit*=воздействие токсичного вещества в воздухе в течение 15 мин, выражается тоже в ppm.

Petroleum = Нефтепродукты. Сырая нефть и произведенные из нее жидкие углеводородные продукты.

Petroleum gas = Нефтяной газ. Газ, выделяющийся из нефтепродукта. Нефтяные газы состоят, в основном, из углеводородов, но они могут содержать в небольшом количестве и другие компоненты, такие как сероводород (hydrogen sulphide) или алкилы свинца (lead alkyls).

Pour point = Температура застывания. Наименьшая температура, при которой нефть остается текущей.

ppm (parts per million) = частей на миллион = в миллионных долях (млн^{-1}).

Pressure surge = Гидравлический удар. Внезапное повышение давления жидкости в трубопроводе, вызванное резким изменением скорости потока.

p/v valve = Pressure/Vacuum relief Valve = клапан сброса давления/вакуума (клапан Д/В). Устройство, обеспечивающее истечение малых объемов паров воздуха или смесей инертных газов, вызванное температурными изменениями в грузовом танке.

Purging = Продувка. Подача инертного газа в танк, в котором уже созданы условия инертного состояния с целью:

- 1) дальнейшего уменьшения содержания кислорода и/или
- 2) уменьшения содержания углеводородного газа до уровня, ниже которого поддержание процесса горения станет невозможным даже в случае последующего впуска воздуха в танк.

Pyrophoric iron sulphide = Пирофорный сульфид железа. Сульфид железа, который подвержен быстрому экзотермическому окислению (окисление с выделением тепла) при контактировании с воздухом и наличии потенциального источника воспламенения взрывоопасных смесей углеводородного газа с воздухом. (греч. «пирофорик» - несущий огонь).

Reid vapour pressure (RVP) = Давление паров по Рейду. Давление паров жидкости, установленное по стандартной методике в приборе Рейда при температуре 37,8°C (= 100°F) и отношении объемов газа и жидкости 4:1. Используется только для сравнения - см. TVP=истинное давление паров.

Responsible officer (or person)= ответственное лицо командного состава (ответственное лицо). Лицо, назначенное работодателем или капитаном судна и уполномоченное принимать все решения, связанные с выполнением поставленной перед ним задачи, имеющее необходимые для этой цели знания и опыт.

Resuscitator = Аппарат искусственного дыхания, оборудование для поддержания или восстановления дыхания у лиц, отравленных газом или испытывающих недостаток кислорода.

Self stowing mooring winch = Швартовная лебедка с автоматической укладкой троса. Швартовная лебедка, оснащенная барабаном, на который быстро наматывается и автоматически укладывается швартовный конец.

Sour crude oil = Сернистая сырая нефть. Сырая нефть, содержащая значительное количество сероводорода и/или меркаптанов (тиоспиртов).

SOLAS = СОЛАС. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море.

Spontaneous combustion = Самопроизвольное возгорание. Воспламенение материала, не находящегося под воздействием внешнего источника воспламенения, которое происходит вследствие выделения тепла внутри материала в процессе химической (экзотермической) реакции.

Static accumulator oil = Нефть, аккумулирующая статическое электричество. Нефть с электрической проводимостью менее 50 пикоСименс/метр (pS/m), что позволяет ей удерживать значительный электростатический заряд.

Static electricity = Статическое электричество. Электричество, возникающее при физическом контакте и разъединении неоднородных материалов.

Static non-accumulator oil = Нефть не аккумулирующая статическое электричество. Нефть с электрической проводимостью более 50 пикоСименс/метр, что не позволяет ей накапливать значительный электрический заряд.

STEL -см. PEL

Stripping = Зачистка. Завершающий этап откачивания жидкости из танка или трубопровода.

Tanker = Танкер. Судно, спроектированное для перевозки жидкого груза нефтепродуктов наливом, в том числе комбинированное судно, используемое для такой же цели.

Tank cleaning = зачистка танка (мойка танка) = Процесс удаления углеводородных паров, жидкости или отстоев. Зачистка обычно осуществляется в целях создания условий, обеспечивающих осмотр танка или выполнение горячих работ.

Tension winch = (*automated or self tensioning mooring system*). Лебедка с автоматическим натяжением (автоматическая или самонатягивающаяся швартовная система). Швартовная лебедка, оснащенная устройством, которое автоматически регулирует натяжение швартова.

Terminal = Терминал. Место, к которому причаливают или швартуются танкеры для погрузки или разгрузки нефтегрузов.

Terminal representative = представитель терминала. Лицо, уполномоченное властями терминала, которое несет ответственность за эксплуатацию или вахтенную службу.

TLV – см. ниже.

Threshold limit value (TLV) = Предельно допустимая концентрация (ПДК). Средневзвешенная концентрация вещества в единицу времени, к обработке которого ежедневно допускаются все рабочие в течение обычного 8 – часового рабочего дня или 40 – часовой рабочей недели, и при этом данное вещество не оказывает на них неблагоприятного воздействия, см. также PEL.

Topping off = Завершение налива. Завершающий этап загрузки танка до требуемого уровня.

Topping up = Дополнительная подача инертного газа. Введение в инертную атмосферу танка дополнительного количества инертного газа в це-

лях повышения давления в танке и предотвращения любого доступа воздуха в танк.

Torch = карманный фонарь. См. также «Flashlight».

Toxic = Токсичное вещество. Вещество, оказывающее отравляющее действие на человеческий организм.

True vapour pressure (TVP) = Истинное давление паров (ИДП). ИДП жидкости – это абсолютное давление газа, образующегося в результате испарения жидкости в момент достижения равновесного содержания газа и жидкости при преобладающей температуре и отношении жидкость/газ, фактически равным нулю.

TVP = см. выше True vapour pressure

TWA = см. PEL.

Ullage = Высота незаполненного грузом пространства = Пустота. Высота свободного пространства от уровня жидкости в танке до палубы.

UEL = см. UFL ниже.

Upper flammable limit (UFL) = Верхний предел воспламенения (ВПВ). Концентрация углеводородного газа в воздухе, свыше которой содержание воздуха оказывается недостаточным для поддержания и распространения процессов горения. Иногда используется термин «верхний предел взрываемости» = ВПВ = UEL = Upper Explosive limit.

Vapour = Пары. Это газ при температуре ниже критической.

Vapour emission control system = Система регулирования рассеивания паров. Система, включающая в себя системы трубопроводов и оборудование, используемое для регулирования рассеивания паров в процессе сбора паров, контрольные и управляющие приборы и устройства для регенерации паров.

Vapour lock (seal) system = Система предотвращения выпуска паров. Оборудование, встроенное в танк, в целях обеспечения условий для выполнения замеров и отбора проб грузов, в процессе которых отпадает необходимость сбрасывания давления паров/инертного газа.

Volatile petroleum = Летучий нефтепродукт. Нефтепродукт, температура вспышки которого, установленная методом испытаний в закрытом тигле, менее 60°C.

Water fog = Водяной туман. Взвесь мельчайших водяных капель в атмосфере, обычно образующаяся при подаче под высоким давлением воды через распылительную насадку, используемую при тушении пожара.

Water spray = Водораспыление. Взвесь из крупных водяных капель в атмосфере, образующаяся при распылении воды через специальную насадку, используемую при тушении пожара.

Work permit = Разрешение на производство работ. Документ, выданный ответственным лицом и разрешающий производство конкретного вида работ в определенный период времени на обозначенной территории (в указанном месте).

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗОВ

Все виды сырой нефти и обычные нефтепродукты являются смесями широкого диапазона углеводородных соединений с температурой кипения от минус 162°C (метан) до +400°C.

Груз на танкерах перевозится наливом, т.е. в жидком состоянии. Мы живем на дне воздушного океана и состояние веществ воспринимаем при нормальном атмосферном давлении, равном 760 мм рт.ст. Для перевода в СИ атмосферное давление = плотность $\times g \times h = 13.5951 \times 9.80665 \times 760 \times 10^3 = 101325$ Па [101.3 кПа]. Атмосферное давление 760 мм рт.ст. равно 1.01325 бар.

Грузы с давлением паров по Рейду более 2,8 бар [280 кПа] при 37,8°C (=100°F) – это уже сжиженный газ – для их перевозки строятся газозовы.

Более половины грузов на химовозах – это продукция нефтехимии, (органические и неорганические), углеводороды и растительные масла.

Опасности на нефтяных танкерах, химовозах и газозовах в основном одинаковы, поэтому ознакомительный курс для персонала этих танкеров общий.

Физические свойства грузов – это все, что можно взвесить, измерить, рассчитать: относительный удельный вес, температуру кипения, вспышки и самовоспламенения, замерзания; давление паров, плотность паров, вязкость груза, коэффициент объемного расширения, способность накопления заряда статического электричества и т.п.

Химические свойства груза – химическая формула, группа химической продукции, способность вступления в реакцию с кислотами, основаниями, водой, воздухом, с другими химическими веществами, материалами судовых конструкций.

Физические и химические характеристики жидких нефтепродуктов имеют прямое отношение к транспортным опасностям. К этим характери-

стикам относятся давление паров, воспламеняемость газов, выделяемых из жидкостей, и плотность этих газов.

Давление паров – переход из жидкого состояния в парообразное возможен двумя различными процессами: испарением или кипением. Испарение происходит при любой температуре (выстиранное белье сохнет на морозе). Кипение происходит при определенной температуре кипения, при которой давление насыщенного пара данной жидкости становится равным внешнему давлению. Процесс, обратный парообразованию, называется конденсацией. Когда скорость парообразования и конденсации становится равной, то это состояние называется равновесием, а давление пара при таком равновесии называется насыщенным.

Зависимость между давлением и температурой паров – при атмосферном давлении, вода, например, кипит при 100°, однако при понижении атмосферного давления падает температура кипения, а при повышении давления – повышается.

Давление насыщенного пара – в координатах давление – температура можно построить «кривую кипения». Для воды табличные данные этих координат равны:

Температура, °C	100	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Давление, мм рт.ст.	760	355	243	149	92,5	55,3	31,8	17,5	9,2	4,6

Эта кривая является границей между жидким и парообразным состоянием. Из таблицы видно, если насос при всасывании создает вакуум 149 мм рт. ст., то вода закипит при 60°C. При этом же давлении, но при температуре 25°C пар будет ненасыщенным.

Для сравнения давление насыщенного пара приведено ниже в м.вод.ст. для воды, легкой нефти (уд. вес 0,85) и бензина (уд.вес 0,78).

Температура, °C	100	80	60	40	20	0
Вода	10,33	4,82	2,02	0,75	0,24	0,06
Сырая нефть	13,09	7,40	3,23	1,19	0,68	0,30
Бензин	13,50	7,72	3,90	1,80	0,86	0,51

Единица давления «м.вод.ст.» выбрана для удобства объяснения кавитации центробежного насоса. (Для перевода используется формула м.вод.ст. x 73,42 = мм.рт.ст.)

При повышении температуры увеличивается давление насыщенных паров.

При разрежении атмосферного давления снижается температура кипения жидкости. Эти факты потребуются для объяснения работы насосов.

Парциальное давление – давление смеси газов равно сумме их парциальных давлений (от лат. слова pars= часть). Этот закон открыл Дальтон. Чтобы понять физический смысл давления насыщенного пара и парциальное давление ознакомимся с таким примером: пусть над водой собрано 570 мм^3 газа при температуре 20°C и давлении 781 мм рт. ст. Это давление складывается из двух величин – парциального давления самого газа и давления насыщенного водяного пара. Последнее при температуре 20°C равно $17,5 \text{ мм рт. ст.}$ следовательно, парциальное давление газа в данном случае равно $781 - 17,5 = 763,5 \text{ мм рт. ст.}$

Диффузия – это самопроизвольный процесс перемещения вещества, приводящий к выравниванию его концентрации без вступления в реакцию.

Пределы воспламеняемости – (или взрываемости – это одно и то же, только различная скорость окисления=сгорания). Жидкие грузы испаряясь образуют смесь паров углеводородов с воздухом. Эта смесь воспламеняется не при любой концентрации, а только в определенных пределах – один из них называется верхним, а другой – нижним (НПВ и ВПВ). Предел взрываемости измеряется в процентах по объему. В танкерной практике взрывоопасность определяется по температуре груза – т.к. в замкнутом объеме танка давление паров становится насыщенным.

Летучесть – если воспламенение уже произошло, смесь паров углеводородов с воздухом горит синим пламенем (как на газовой плите). Способность к образованию паров углеводородов называется летучестью. Мерой летучести является температура вспышки (см. ниже). При температуре вспышки 60° и выше, груз считается нелетучим; менее 60° – летучим.

Если температура груза приближается к значению «температура вспышки минус 10°C », то с таким грузом следует обращаться, как с летучим нефтепродуктом. Мазуты обладают особыми свойствами, их следует всегда рассматривать как летучие нефтепродукты: они способны создать условия воспламенения в верхней части танка при поднесении открытого огня.

Температура вспышки – определяется в лаборатории на специальном оборудовании. Есть два метода: в закрытом тигле (англ. сокр. с.с.) и в открытом тигле (о.с.). В танкерном деле применяется «в закрытом тигле». Температура вспышки сообщается в паспорте качества и указывается в карте данных по грузу. При этой температуре смесь паров вспыхнет при поднесении открытого огня.

Температура воспламенения – температура, при которой нагреваемый в определенных условиях продукт загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 секунд. Температура воспламенения для большинства нефтепродуктов на $20\text{--}25^\circ$ выше температуры вспышки.

Температура самовоспламенения – при нагревании пробы груза до определенной температуры процесс окисления (горения) начинается без поднесения открытого огня. В качестве примера: груз фенол: тем-

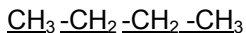
пература вспышки 79°C (с.с.), температура самовоспламенения 605°C. Пределы взрываемости: НГВ =1,5% ВГВ =10% (об.).

Температура кипения. Температура кипения и давление паров взаимосвязаны: если давление пара превышает атмосферное давление, то жидкость начинает кипеть. Если внешнее давление становится выше атмосферного, то увеличивается температура кипения. Если внешнее давление становится ниже атмосферного давления, то понижается температура кипения (см. сравнительную таблицу в пункте «Давление насыщенного пара»).

Электростатические заряды – в процессе перемещения груза под действием сил трения некоторое количество электронов переходит с одного тела на другое. При этом электризуются оба тела, образуя разделенные заряды, которые стремятся вновь соединиться и нейтрализовать друг друга. Если один из разъединенных материалов или оба материала, несущие заряд, обладают очень низкой электропроводимостью, то повторное соединение зарядов затруднено и данный материал аккумулирует заряд на себе. Если проводимость материала сравнительно высока, то заряды соединяются очень быстро тем самым препятствуя накоплению статического электричества. Разряд ст. электричества может послужить причиной воспламенения.

Обозначения и составы химических веществ – обозначения элементов из таблицы Д.И. Менделеева. В природе вещества встречаются всегда как смеси. Сырая нефть представляет собой смесь около тысячи различных углеводородов. Формула простейшего углеводорода CH_4 = газ метан. Углерод С - 4-х валентен, водород Н – одновалентен. Далее углеводороды имеют состав по общей формуле: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, C_nH_{2n} , $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, где n- количество атомов углерода. При $n = 1 \div 4$ = газы, $5 \div 19$ = жидкости, 20 и более – твердые вещества. Во всех случаях температуры кипения и затвердевания тем выше, чем больше молекулярная масса углеводорода, т.е. чем больше количество атомов углерода. При перегонке нефть разделяют на отличающиеся по температуре кипения фракции: а) бензины (температура кипения 40-180°C) содержат углеводороды от C_5H_{12} до $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$, при повторной перегонке из них могут быть выделены легкие нефтепродукты, кипящие в более узких пределах: петролейный эфир (40-70°C), авиационный бензин (70-100°C), автомобильный бензин (100-120°C); б) керосины (температура кипения 180-270°C), содержат углеводороды от $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ до $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$; в) соляровые масла (температура кипения 270-360°C) содержат смеси углеводородов от C_{12} до C_{20} ; из них получают смазочные масла и различные виды дизельного топлива; г) мазут (нефтяные остатки – до 40-50%) – из него получают тяжелые смазочные масла, вазелин, парафин $\text{C}_{22}\text{H}_{46}$.

Изомеры. С увеличением числа С-атомов в молекулах резко возрастает число изомеров предельных углеводородов (т.е. когда атом углерода имеет по одной валентной связи с атомами водорода). Метан CH_4 , этан C_2H_6 и пропан C_3H_8 не имеют изомеров: бутанов C_4H_{10} существует два:



бутан

темп.кип. $-0^\circ, 5^\circ\text{C}$ темп.плавл. $-138,4^\circ\text{C}$ 

изобутан

темп.кип. $-11^\circ, 7^\circ\text{C}$ темп.плавл. $-159,6^\circ\text{C}$

Изомерных пентанов C_5H_{12} – три, гексанов C_6H_{12} – пять, гептанов C_7H_{16} – девять, октанов C_8H_{18} – 18, нонанов C_9H_{20} – 35. Все эти углеводороды получены. Деканов $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ может быть 75, формулу $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ могут иметь уже 4347 изомерных углеводородов. Этим и объясняется почему сырая нефть представляет собой смесь до тысячи различных углеводородов. По этой же причине различные сорта нефти имеют довольно широкий диапазон плотности и температур самовоспламенения и вспышки. Венесуэльская нефть имеет плотность 0,980, а темп. вспышки $+55^\circ\text{C}$. Ромашкинская нефть имеет плотность 0,860, темп. самовоспламенения 250, темп. вспышки минус 38°C . Грозненская нефть – плотность 0,820, а темп. вспышки минус 30°C .

Основы химии кислот – к кислотам относят вещества, способные отдавать ион водорода. Кислоты классифицируются по их силе, по основности и по наличию или отсутствию кислорода. Важнейшие сильные кислоты: азотная HNO_3 , серная H_2SO_4 , соляная HCl . По основности, т.е. по числу атомов водорода в молекуле кислоты, кислоты подразделяются на одноосновные (HCl , HNO_3), двухосновные (H_2S , H_2SO_4), трехосновные (H_3PO_4) и т.д.

Основания: к основаниям относятся вещества, способные присоединять ионы водорода. Наиболее характерное химическое свойство оснований – их способность взаимодействовать с кислотами с образованием солей.

Химические реакции известных групп

Например, кислота + основание: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

основание + кислота: $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

3. ТОКСИЧНОСТЬ

Вдыхание небольшого количества нефтяного газа может привести к состоянию «опьянения», головной боли, раздражению глаз. При вдыхании значительного количества газа может наступить смерть (летальный исход). Влияние этих газов зависит от индивидуальных особенностей человека. Оценка производится по ПДК (предельно допустимой концентрации). Например, для бензина ПДК=300 ppm (ppm=parts per million), что соответствует 2-м % от НПВ. Но этот критерий запрещается использовать применительно к газовым смесям, содержащим бензол или сероводород. Чтобы войти в танк, где раньше перевозился бензол, концентрация газа должна составлять 1% от НПВ или менее. ПДК любого груза указывается в карте данных о грузе. Для оценки опасности воздействия вредных химических веществ на человека и окружающую среду имеются

санитарные нормы и различные переносные и стационарные приборы. Отравления могут быть острые – от одноразовой дозы и хронические – как последствия длительного накопления (концентрации) опасного вещества. Подробности см. ниже.

4. ОПАСНОСТИ

1. Влияние на здоровье человека (санитарные нормы)

Термин «предельно допустимые концентрации» (ПДК=TLV) – относится к воздействию вредного вещества при 8 час. работы в сутки, 42 час/неделю без ухудшения состояния здоровья. В последнее время все более употребим термин «предельно допустимая продолжительность воздействия» (ПДПВ=PEL) или «допустимое кратковременное воздействие» (ДКВ=STEL). Под ПДК подразумевается «средневзвешенная продолжительность воздействия» (СПВ=TWA).

Вышесказанное следует понимать в следующем виде:

TLV	- часто выражается как	TWA	
PEL	- максимальное воздействие вещества	TWA	за 8 часов
		STEL	за 15 минут

По нашему Гост. 12.1.007-76 опасные для здоровья вещества подразделяются на 4 класса:

ПДК в воздухе рабочей зоны,

1	2	3	4	класс
0,1	0,1-1,0	1,1-10	более 10	мг/м ³

Иногда приводятся летальные дозы (ЛД) и концентрации (ЛК) с индексом 50. Это обозначает, что при экспериментах на животных 50% из них погибает. Для тех же 4- классов опасности:

ЛД ₅₀ в желудок	15	15-150	151-5000	более 5000	мг/кг живого веса
ЛД ₅₀ на кожу	100	100-500	501-2500	более 2500	мг/кг живого веса
ЛК ₅₀ в воздухе	500	501-5000	5001-50000	более 50000	мг/м ³

(Соотв. сокр. на англ. яз. LD₅₀ и LC₅₀). Эти сведения приводятся в карте данных о грузе (Cargo Date Sheet) в разделе HEALTH DATA.

В этой карте указываются меры оказания помощи при воздействии жидкости на кожу и глаза, при вдыхании паров и попадании жидкости в желудок. Эффекты воздействия на человека приводятся отдельно: для жид-

кости и паров, также приводятся последствия острого и хронического воздействия токсичности.

Ядовитые и раздражающие вещества общего действия.

Нефтепродукты имеют низкую токсичность при попадании в рот, но появляется ощущение дискомфорта и тошнота. Во время рвоты могут появиться серьезные последствия для легких – особенно, если в пищевод попадут высоколетучие нефтепродукты, такие как бензины и керосины. Контакт с кожей может вызвать раздражение и обезжиривание кожи, что может привести к дерматитам. Нефтяной газ оказывает токсичное воздействие в зависимости от основных углеводородных компонентов от раздражения глаз до летального исхода. Запахи, которые имеют смеси нефтяного газа, очень разнообразны и могут притупить обоняние. Поэтому не стоит судить об отсутствии газа по отсутствию запаха.

Ароматические углеводороды включают бензол, толуол и ксилол. Эти вещества содержатся во многих обычных нефтяных грузах, таких как бензины, газолиновые присадочные компоненты, лигроины, растворители, заменители скипидара, уайт-спириты и сырая нефть. Влияние опасных свойств ароматических углеводородов на организм человека до конца не изучено – участники грузовых работ должны принимать меры по защите кожи и глаз в первую очередь (очки, перчатки – как минимум). Концентрации, время воздействия и последствия можно найти в п. 16.3 ISGOTT.

Кислородная недостаточность. В атмосфере Земли содержится 78% азота, 21% кислорода и 1% - других газов. Человек вдыхает 21% кислорода, 0,03% - углекислого газа, а выдыхает 16% кислорода и 4% -CO₂ (об.) В состоянии покоя в среднем человек потребляет 20 л кислорода в час. При снижении % содержания кислорода в окружающей воздушной среде уменьшается парциальное давление кислорода, появляются дефекты дыхательного аппарата – наступает кислородное голодание: понижается внимание, появляется одышка, мышечная слабость и т.д. За 1 час человек выдыхает 22,6 л CO₂ (в состоянии покоя). При 3-4% CO₂ в воздухе: головная боль, шум в ушах, замедленный пульс. При падении уровня содержания кислорода до 16% все люди испытывают болезненные ощущения, наступает слабость – люди не в состоянии подняться по вертикальному трапу. При содержании кислорода менее 10% наступает потеря сознания, и если пострадавшего не вынести на свежий воздух и не сделать искусственное дыхание - наступает смерть. Если в помещении кислорода менее 5%, то потеря сознания наступает внезапно – пострадавший успевает сделать только судорожный вдох. При задержке реаниматора более чем на несколько минут происходит необратимое поражение мозга, даже если жизненные функции организма постепенно восстанавливаются.

Низкое содержание кислорода следует ожидать в помещениях после инертизации, высыхания свежекрашенных защитных покрытий. В

помещениях длительное время без вентиляции кислород может быть израсходован на образование ржавчины (это процесс медленного окисления). Необходимо знать свойства перевозимого груза: например, талловое масло нетоксично, но газ, выделяемый этим маслом, может вытеснить или поглотить кислород в танке. Ни при каких обстоятельствах не следует разрешать вход в помещение с недостаточным содержанием кислорода без дыхательных аппаратов до тех пор, пока данное помещение не будет провентилировано, а замеры содержания кислорода будут устойчиво показывать 21%.

2. По степени образования заряда статического электричества грузы делятся на аккумулирующие статическое электричество. и не аккумулирующие. У нас применяется «удельное объемное сопротивление» Ом·м (в международной практике – обратная единица= «удельная объемная проводимость» пика Сименс/метр= ρ S/m).

Нефть и нефтепродукты считаются опасными при сопротивлении 10^5 Ом·м.

Продукты органической нефтехимии могут иметь сопротивление от 10^6 до 10^{13} Ом·м.

Если проводимость менее 50 пико Сименс/м, то вещества считаются аккумулирующими статическое электричество. Сименс/м является обратной единицей удельного объемного сопротивления и применяется в мировой практике чаще, чем Ом·м. Приставка «пико» заменяет 10^{-12} , т.к. Сименс/м является крупной единицей измерения (для сравнения вспомним ед. Фарада: микрофарад, пикофарад и т.д.). Обозначается ρ S/m.

3. По степени опасности вступления в химическую реакцию грузы делятся на 4 группы:

- 1-я группа – смешение с другим грузом, водой или контакт с незащищенными деталями конструкции судна могут привести к катастрофическим последствиям (это относится и к другим судам, береговым объектам и к человеку).
- 2-я группа – возникшая реакция приводит к нагреванию груза более 50°C при начальной температуре 20°C, с выделением газа и дальнейшим повышением температуры до 70°C.
- 3-я группа – контакт с материалами конструкции судна и остатками других грузов может привести к порче груза, а при смешении с другим грузом может привести к порче обоих грузов или одного из них.
- 4-я группа – грузы теряют свое качество по причине полимеризации, разложения или окисления.

4. По опасности загрязнения окружающей среды жидкие грузы делятся на 4 категории: А, В, С и D. Именно, этим грузам отводится около половины требований Конвенции МАРПОЛ.

Категория А: при сбросе в море вещества представляют значительную опасность для здоровья морских ресурсов и здоровья чело-

века. Эти вещества биоаккумулируемые, опасны при содержании в воде менее 1 ppm, некоторые из них – от 1 до 10 ppm. Пляжи закрываются.

Категория В: биоаккумулируемые, но сохраняют свои свойства не более одной недели, приводят морские живые организмы в непригодность к употреблению в пищу. Умеренно токсичны для живых морских организмов при содержании в воде 1-10 ppm, некоторые 10-100 ppm.

Категория С: вещества малотоксичны для морских живых организмов – от 10 до 100 ppm, некоторые – от 100 до 1000 ppm –по дополнительным факторам.

Категория D: вещества практически нетоксичны для живых организмов моря, но очень опасны для здоровья человека: ЛД₅₀ от 5 до 50 мг/кг. На дне вызывают появление осадков с высокой потребностью в кислороде. Незначительно ухудшают привлекательность моря для отдыха.

Следует объяснить, почему в одну и ту же категорию попадают вещества с токсичностью, отличающейся в 10 раз. Классификацией известных и вновь появляющихся ВЖВ занимается группа экспертов по научным аспектам загрязнения моря (англ. сокр. GESAMP). В эту группу входят эксперты от многих международных организаций, группа работает в Лондоне. Каждое вещество рассматривается по 25 параметрам, каждому из которых присваивается определенный «вес» - число. По сумме этих чисел вещество попадает в ту или иную категорию.

Вот эти параметры. Биоаккумуляция и порча:

- +** вещество биоаккумулирующее в значительной степени и представляет опасность для морских живых организмов и здоровья человека.
- z** вещество биоаккумулирующее с сопутствующим риском для живых организмов моря и здоровья человека, но свои свойства сохраняет менее недели.
- t** вещество способно приводить морские живые организмы в непригодность к употреблению в пищу.
- o** нет сведений в поддержку одной из указанных выше категорий.

Ущерб живым ресурсам моря:

Категория опасности по LC₅₀ 96 часов:

4 Высокотоксичное	менее	1 мг/л
3 Умеренно токсичное		1-10 мг/л
2 Малотоксичное		10-100 мг/л
1 Практически нетоксично		100-1000 мг/л
0 Неопасное		более 1000 мг/л

D вещество может покрывать морское дно.

БПК вещество с Биологической Потребностью в Кислороде.

Опасность для здоровья человека в результате попадания внутрь через рот: категории опасности по LD₅₀ вовнутрь

4 высокоопасное	менее	5 мг/кг живого веса
------------------------	-------	---------------------

3 умеренно опасное	5-50 мг/кг
2 малоопасное	50-500 мг/кг
1 практически неопасное	500-5000 мг/кг
0 неопасное	более 5000 мг/кг

Опасность для здоровья человека в результате контакта с кожей или глазами или вдыхания.

II Опасное (серьезное раздражение, сильная сенсибилизация кожи, поражение легких, подкожная токсичность, канцерогенность или другое долговременное отрицательное воздействие на организм).

I Малотоксичное (небольшое раздражение, слабая сенсибилизация кожи).

0 Неопасное (не является раздражающим веществом или сенсибилизатором).

Ухудшение природной привлекательности моря.

XXX Крайне нежелательное – устойчивое сохранение запаха, ядовитости или раздражающего воздействия, пляжи могут быть закрыты, или вещество является канцерогенным или другое серьезное отрицательное воздействие на здоровье человека.

XX Умеренно нежелательное воздействие – но кратковременное воздействие точно известно, что вещество является канцерогенным для животных, но нет точных сведений, что оно вызывает рак у человека.

X В малой степени нежелательное, не препятствует использованию пляжей.

O Не вызывает проблем.

N Неприменимо (например, в случае газа).

– Рабочая группа GESAMP данными не располагает. Если GESAMP располагает недостаточными данными, то обозначения категории опасности берется в круглые скобки, например (D).

Биоаккумулирующими и другими высокотоксичными веществами категории загрязнителя А являются только следующие:

Хлорпарафины (C₁₀-C₁₃)

Дифенил/дифенилэфир смесей

Фосфор, желтый или белый

Трикрезилфосфат, содержащий менее 1% ортоизомера.

Трикрезилфосфат, содержащий 1% или более ортоизомера триксилилфосфат.

5. По степени пожарной опасности химические жидкие грузы подразделяются на 3 категории по температуре вспышки:

1. особо опасные – температура вспышки минус 18°C и ниже;
2. постоянно опасные – от минус 18°C до плюс 23°C;
3. опасные при повышенной температуре – от 23°C до 61°C.

Пожарная безопасность на танкере сводится в основном к разделению источников огня и источников воспламенения. Если невозможно раз-

делить источники огня, то принимаются меры по предотвращению проникновения воспламеняющихся концентраций газов.

В грузовых насосных отделениях практически трудно гарантировать отсутствие воспламеняющихся концентраций газов –поэтому неукоснительно следует соблюдать правила по предотвращению попадания источника огня: спички, зажигалки, сигареты должны отсутствовать у персонала, входящего в ГНО. На входной двери ГНО должна быть надпись «Включи вентиляцию, выбрось спички и зажигалку». На современных танкерах дверь не открывается, если ГНО не будет провентилировано. В каютах, камбузах и др. помещениях в жилой надстройке присутствуют такие источники воспламенения, как электрические приборы, спички, зажигалки и т.п. Кроме здоровой практики контроля таких источников воспламенения, основная мера предосторожности – это предотвратить попадание воспламеняющихся газов.

В МКО источники огня устранить практически невозможно, поэтому действия должны быть направлены на предотвращение проникновения воспламеняющихся газов в такие помещения.

Благодаря хорошим проектам и практике эксплуатации появится возможность надежно контролировать наличие источников воспламенения в мастерских, кладовых, рубках и т.п. однако средства такого контроля подлежат строгому техническому надзору.

Установка на танкерах системы инертных газов (СИГ) и правильная эксплуатация СИГ представляет собой дополнительную меру безопасности, но это не исключает необходимости в соблюдении мер предосторожности.

На камбузе не допускать накопления жира на жаровнях для приготовления пищи и засорения фильтров вентиляции – их содержать всегда в чистоте. Электрическое оборудование на камбузе должно иметь в своих сетях термостаты, отключающие оборудование для предотвращения возникновения пожара. На камбузе должны быть огнетушители и покрывало для тушения пламени, весь персонал камбуза должен быть обучен правилам их использования. Необученный персонал не должен допускаться к работе.

Курение на танкере разрешается только в определенных местах, объявленных в приказе капитана, а при стоянке у причала – только в местах, письменно согласованных между администрацией судна и терминала.

Места для курения должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией, полкой для хранения курительных принадлежностей (спичек, зажигалок, трубок и т.п.) и пепельницей с водой. При стоянке у причала использование курилки допускается только в случае разрешающего транспаранта на входной двери (бланк терминала). Место для курения не должно иметь иллюминаторов и др. отверстий, через которые могут просочиться воспламеняющиеся газы.

Использование РЛС. При подходе к терминалу запрещается использование РЛС 10-см диапазона, а использование РЛС 3,2 см диапазона разрешается по согласованию с терминалом.

У причала терминала. На входном трапе должен быть вывешен транспарант с надписью «ВНИМАНИЕ! НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОТКРЫТЫЕ ОГНИ! НЕ КУРИТЬ! ПОСТОРОННИМ ВХОД ВОСПРЕЩЕН! (WARNING NO NAKED LIGHTS NO SMOKING NO UNAUTHORISED PERSONS)»

5. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНОСТИ

Инертизация – это снижение содержания кислорода в газовой среде танка с помощью системы инертных газов – СИГ (IGS). В атмосферном воздухе содержится 21% кислорода, 78% – азота и 1% - др. газы. Инертные газы не поддерживают горения при содержании 11% кислорода, но требование ИМО 8% кислорода, портов 5%, а для некоторых грузов не более 1% кислорода.

Водяные подушки – если груз тяжелее воды, и недопустима реакция с воздухом то над грузом создается водяная подушка толщиной не менее 760 мм. Иногда груз перевозится под защитой водяной подушки и азота (например, сероуглерод, фосфор и т.д.).

Сиккативы – это оксиды металлов (кобальта, марганца или свинца), которые являются катализаторами в процессе образования защитной пленки.

Мониторинг – это система непрерывного или дискретного дистанционного замера с выдачей результатов замера на указатель (табло, монитор) особо важных параметров, например, содержание кислорода и температура ИГ в СИГ, обнаружение вредных паров в жилых помещениях и в танках двойных бортов и двойного дна, в грузовых танках и т.д.

Снятие э/статических зарядов – при перекачке жидкостей с высокой способностью к накоплению заряда статического электричества в груз добавляются специальные присадки, скорость погрузки не должна превышать 1 м/с до затопления грузом всех выступающих изделий на днище танка, и не более 7 м/с на любой стадии погрузки. Зарядные и пробоотборные устройства можно вводить в танк только после отстоя в течение 30 мин. по окончании погрузки.

Вентиляция грузовых танков – с целью удаления остатков некоторых грузов на химовозах устанавливается вентиляция повышенной интенсивности (п. 15.17 IBC) 45 воздухообменов/час. Устройство и методы использования см. в Наставлении по методам и оборудованию (P&A Manual). Для ГНО 30 воздухообменов/час, для других регулярно посещаемых помещений 20 воздухообменов/час (п.12.2 IBC) и для редко посещаемых помещений (танки двойного дна, коробчатые кили, тоннели трубопроводов и т.п.) переносные вентиляторы 16 воздухообменов/час, а стационарные 8 воздухообменов/час (п. 12.3 IBC).

Разделение грузов – по причине возможности вступления в реакцию некоторые виды ВХВ (NLS) не разрешается грузить так, чтобы в смежных танках оказались несовместимые грузы – это мера предосторожности.

рожности на случай появления микротрещин. Другие грузы требуют разделения газоотводной системы – не только насосные отделения в отдельном танке, но и своя система газоотвода для такого танка. В других случаях устанавливаются съёмные перемычки и заглушки. Прокладки должны соответствовать требованиям по совместимости материалов.

Ингибирование груза – ингибиторы сдерживают, препятствуют реакции. В случае ингибирования груза грузоотправитель обязан выдать свидетельство о защите груза ингибиторами, с указанием типа ингибитора и с инструкцией для экипажа в случае начала нежелательной реакции. Без этого свидетельства груз не принимать к погрузке.

Совместимость материалов – в Международном свидетельстве о пригодности судна к перевозке опасных химических грузов наливом приводится список разрешенных к перевозке веществ с указанием для каждого танка конкретно. Несмотря на этот список ответственность за совместимость грузов полностью возлагается на капитана химовоза. Совместимость материалов (грузового танка, трубопроводов, насосов, замерных устройств, газоотводной системы, p/v клапанов и т.д.) должна полностью отвечать условиям, перечисленным в Карте данных о грузе в разделе HANDLING AND STORAGE RECOMMENDATIONS, где перечисляются совместимые и несовместимые материалы.

5. ОБОРУДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА

Работа и калибровка измерительных приборов.

Газоанализаторы на химовозах могут быть стационарными и переносными. Отечественные газоанализаторы применяются для следующих целей:

ПГФ 2М: этиловый спирт, пропан, этилен, диэтиловый спирт, бензин Б-70, пропилен, метиловый спирт;

ГИК- 1: углекислый газ, метан, водород;

ПИВ-1: этиловый спирт, циклогексан, уайтспирит, толуол, растворители-сольвенты, ксилол, бутиловый спирт, бутилацетат, ацетон;

ИВП-1: аллиловый спирт, акролен, акрилонитрил, ацетон, бутан, бутен, бензины и т.д. – согласно заводской инструкции;

ГХ-6: кислород.

По конкретному газоанализатору выполнять инструкции завода-изготовителя. Измерительные приборы и системы предназначены для определения токсичности, воспламеняющихся концентраций паров груза и содержания кислорода.

Для измерения концентрации углеводорода применяются индикаторы воспламеняющегося газа с **каталитической** нитью накала – (CFCG) – при концентрации газа углеводородов менее нижнего предела воспламенения: в измерительном плече повышается температура, меняется сопротивление – указатель отградуирован в % от НПВ: за счет сгорания смеси. В индикаторах с **некаталитической** нагреваемой нитью накаливания измеряется объемное содержание газов за счет падения тем-

пературы нагретой нити накала. Газоанализаторы необходимо калибровать по известной смеси углеводородов. Иногда вместо газоанализаторов применяются оптические измерители преломления.

Для измерения низких концентраций токсичных газов наиболее удобны химические индикаторные трубки: в запаянных трубках специальный наполнитель, который реагирует с определенным газом. Перед измерением оба конца трубки обламываются, трубки вставляются в специальный насос. При прокачивании пробы газа наполнитель меняет свой цвет – по длине изменения цвета определяется концентрация газа по прилагаемой шкале. Запрещается применять трубки одного изготовителя в насосах – другого изготовителя.

Кислородомеры имеют различные принципы действия: парамагнитные датчики, электрические датчики, химические жидкости избирательного поглощения. Кроме этого устанавливаются линии автоматического отбора проб.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Основные средства тушения пожара в грузовых танках указываются в Карте данных о грузе в первом разделе EMERGENCY PROCEDURES в первой строке FIRE. В IBC допускается применение только одного типа пенообразователя во всех грузовых танках. В этих правилах выделена Глава 11 ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА И ПОЖАРОТУШЕНИЕ. Система пенотушения должна обеспечить подачу пены по всей площади палубы над грузовыми танками. Главный пульт управления данной системой размещается поблизости от жилых помещений. подача пены через пеноподающие лафеты должна быть не менее 1250 л/мин, а запас пенообразователя – не менее 30 мин работы системы. Пеноподающие пожарные стволы должны иметь производительность не менее 400 л/мин, а длину струи – не менее 15 м.

ГНО оборудуется стационарной системой пожаротушения, включающей:

- систему углекислотного пожаротушения – запас газа не менее 45% объема ГНО
- систему пожаротушения галоидозамещенными углеводородами – минимальное расчетное количество хладонов в пересчете на объем всего ГНО:

хладон 1301 7%

хладон 1211 5,5%

хладон 2402 0,3 кг/м³

хладоны – испаряющиеся жидкости.

Для конкретных грузов средства пожаротушения перечислены в Главе 17 IBC в колонке, обозначенной буквой «I». В этой колонке буквы A, B, C, D, N₀ обозначают:

A – спиртостойкая пена или пена универсального назначения

В – обычная пена, в нее входят все неспиртостойкие пены, в т.ч. AFFF= фтористопротеиновая пена, образующая водную пленку

С – водораспыление

D – сухое химическое вещество*

N₀ – специальных требований в Кодексе МКХ не предусмотрено.

Дыхательные аппараты – кроме дыхательных аппаратов, входящих в комплект снаряжения пожарного, согласно требований Правила 17 части II-2 СОЛАС-74, на химовозах могут применяться дыхательные аппараты – при перевозке токсичных продуктов – применение сжатого кислорода не допускается (МКХ п. 14.2.2.1). Для этих аппаратов необходимо иметь либо комплект запасных баллонов, либо компрессор, обеспечивающий требуемую чистоту воздуха.

Средства защиты дыхательных путей в аварийно-спасательных комплектах должны обеспечивать запас воздуха не менее 20 мин. работы.

Для эвакуации всех лиц на борту судна необходимо предусмотреть достаточное количество средств защиты органов дыхания и зрения. Для каких конкретных грузов должны использоваться эти средства эвакуации даны указания в колонке «п» Гл.17 МКХ (буква «Е» обозначает см. п. 14.2.8. МКХ, который гласит: «использование фильтров запрещается; продолжительность работы автономного дыхательного аппарата не менее 15 мин. Эти средства защиты органов дыхания не использовать во время тушения пожара или грузовых операций», N₀= специальных требований не предусмотрено).

Снаряжение для защиты кожи, органов дыхания и зрения на химовозах предусматривается три вида:

- 1- для работы в грузовой зоне
- 2- для аварийно-спасательных работ (в ГНО)
- 3- для эвакуации всех лиц, находящихся на борту судна

Использовать средства защиты не по назначению – не разрешается.

Для работы в грузовой зоне: защитный комбинезон, большой химический фартук, специальные перчатки с нарукавниками, соответствующая обувь, плотно прилегающие защитные очки и/или лицевые маски (кто носит бороду – убедиться в непроницаемости) защитная одежда и снаряжение должны закрывать всю поверхность кожи (дыхание человека обеспечивается на 10% через кожу). Использованное снаряжение хранить в специальных шкафах. В жилых помещениях можно хранить только новое или дегазированное снаряжение.

Аварийно-спасательное снаряжение – состоит из одного автономного дыхательного аппарата (применение сжатого кислорода не до-

* может потребоваться подача пены. Пену следует использовать совместно с порошком только при условии, что на упаковке имеется надпись «совместим с пеной» (Сухие порошки могут разрушать пену)

пускается), защитной одежды, обуви, перчаток и плотно прилегающих очков, огнестойкого спасательного линя с поясом, устойчивого к воздействию перевозимых грузов, и фонаря взрывобезопасного исполнения. Один комплект этого снаряжения должен храниться вблизи ГНО, другие – в легкодоступных местах с четким обозначением.

Для эвакуации всех лиц на борту судна предусматриваются средства защиты органов дыхания и зрения, с учетом того, что эти средства защиты предназначены для конкретных грузов и:

- запрещается использование фильтров
- продолжительность работы автономного дыхательного аппарата – не менее 15 мин.
- на этих средствах должна быть маркировка о назначении.

Средства оказания первой медицинской помощи – согласно описи по странице MFAG (номер страницы указывается в Карте данных о грузе под номером груза по классификации ООН=UN).

На палубе должны быть душевые для обеззараживания и устройства для промывания глаз – в рабочем состоянии при любых погодных условиях.

В ГНО должны находиться в готовности к немедленному использованию носилки для эвакуации пострадавшего. Учения об эвакуации из ГНО – ежемесячно с записью в судовом журнале.

В легкодоступном месте должно храниться реанимационное оборудование. Пользоваться этим оборудованием должен уметь каждый член экипажа. Помещение не должно закрываться на ключ в любое время.

6. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Процедуры по предотвращению загрязнения воздуха и воды.

В руководстве по оборудованию и методам (P& A Manual) имеются Технологические схемы (Добавление А) по очистке грузовых танков (CDP) и по удалению смывок (SDP). Алгоритмы опроса по ответам «да» или «нет» приведут к необходимой процедуре. Для CDP процедуры пронумерованы как номера колонок 1(а), 1(в), 2,3,4,5(а), 5(в), 6, 7, 8, а для SDP 1÷6. В указанной колонке выполнять требования, отмеченные х начиная сверху вниз.

Меры в случае разлива – прекратить все операции с грузом, балластом и бункером, объявить общесудовую тревогу, немедленно сообщить представителю терминала и портовым властям о разливе, принимать меры к предотвращению или сведению к минимуму попадания груза за борт, устранить последствия разлива на палубе, устранить причину разлива. Если разлив произошел в открытом море, то заполнить соответствующие бланки согласно инструкции судовладельца и отправить их по указанным (на этих бланках) адресам.

Аналогичные сведения требуется передать при обнаружении угрозы разлива. Приступить к ликвидации последствий разлива согласно обязанностей по тревоге «РАЗЛИВ ГРУЗА».

Глава 2. Программа подготовки персонала нефтяных танкеров

9. ПРАВИЛА И КОДЕКСЫ ПРАКТИКИ.

IMO –INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (Международная Морская Организация) – является Международным Форумом по морским делам. Под контролем и непосредственным ее руководством издаются и применяются международные Конвенции, Кодексы и Руководства, в которых изложены требования к нефтяным танкерам.

Таковыми Конвенциями являются: SOLAS 1974 и MARPOL 73/78

- SOLAS 1974 – THE SAFETY OF LIFE AT SEA. – Безопасность человеческой жизни на море, в которой изложены требования к судам по безопасности.
- MARPOL 73/78 – THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS.- Предотвращение загрязнения окружающей среды с судов, в которой изложены требования к танкерам в этой части.

Помимо Конвенций различными Международными концернами и форумами изданы Руководства, касающиеся нефтяных танкеров, такие как:

- «Безопасность на нефтяных танкерах»
- «Международное Руководство по безопасности нефтяных танкеров и терминалов»
- Руководство по перекачке нефти с судна на судно
- Руководство по чистому морю для нефтяных танкеров
- Руководство по операциям вертолет/судно.

Наряду с применением Международных Конвенций, допускается применение национальных законов и портовых правил, но требования в них могут быть изменены только в сторону ужесточения.

10. УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ ТАНКЕРОВ

Грузовые танки – это закрытые помещения, образованные постоянными элементами конструкции судна и предназначенные для перевозки жидких грузов наливом.

На каждом танкере размеры и расположение грузовых танков должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Предполагаемый разлив нефти при повреждении борта и днища в любом месте по длине судна не должны превышать 30.000 м³ либо величины, вычисленной по формуле:

$$O_A = 400 \sqrt[3]{Dw}$$

O_A – предполагаемый вылив нефти

Dw – дедвейт.

2. Вместимость любого центрального танка не должна превышать 50.000 м³.
3. Вместимость любого бортового танка не должна превышать 75% предела предполагаемого вылива нефти (30.000)
4. Длина любого грузового танка нефтеналивного судна не должна превышать 0,2 L, где L – расстояние равное 96% полной длины судна по ватерлинии, проходящей на высоте равной 85% теоретической высоты борта от киля при двух продольных переборках.

При расчете условных повреждений корпуса за основу расчета предполагаемого вылива нефти из грузовых танков принимается условие, что повреждение захватывает пространство в форме параллелепипеда, прилегающего к борту и днищу судна и имеющего разряды соответственно: условное повреждение борта
 Продольная протяженность повреждения – 14,5 метров
 Поперечная протяженность повреждения – 11,5 метров
 Вертикальная протяженность повреждения – без ограничений.

При повреждении днища принимаются два дополнительных условия, которые должны учитываться отдельно применительно к определенным районам условных повреждений корпуса.

Условное повреждение днища

Продольная протяженность повреждения равна $L/10$ в районе, простирающемся на $0,3 L$ от носового перпендикуляра, а в любой другой части судна равняется $t/10$ или 5 м, что меньше.

Поперечная протяженность повреждения равна $B/6$ или 10 м, но не менее 5 м, в районе, простирающемся на $0,3 L$ от носового перпендикуляра, а в любой другой части судна – 5 м.

Вертикальная протяженность повреждения от основной линии в любой части судна равно $B/15$ или 6 м, что меньше.

Для уменьшения влияния свободных поверхностей наливных грузов на остойчивость танкера в танках устанавливаются продольные переборки, число которых как правило не превышает трех. Они устанавливаются на расстоянии от борта $0,25-0,33$ ширины судна.

На супертанкерах, для уменьшения влияния свободной поверхности груза в центральных танках, под главной палубой устанавливаются карлингсы на глубину около 3-х метров.

*
*
*
*

Поперечный разрез танкера с двойным корпусом.

Устройство трубопроводов

На днище грузового танка располагаются грузовой и зачистной трубопроводы. На комбинированных судах ОВО трубопроводы проходят под днищем в туннелях двойного дна.

На танкерах устанавливаются различные системы грузовых линий, однако следует отметить основные три системы: кольцевую, линейную и переборочно-клинкетную.

Кольцевая система – это система, применяемая на танкерах небольших размеров с двумя продольными переборками и с двумя насосными помещениями – носовым и центральным. Два насосных отделения разделяют грузовые танки на 3 самостоятельных группы с самостоятельными палубными трубопроводами, позволяющими без риска смешения грузить три сорта груза.

Насосные отделения располагаются обычно в средней части танкера. Используются, как правило, поршневые насосы. Недостатком системы является множество перемычек и трудность при зачистке танков, расположенных в корму от насосного помещения, при дифференте танкера на корму.

Линейная система применяется с использованием центробежных насосов, расположенных в насосном помещении в кормовой части танкера, позади всех грузовых танков. Грузовых линий может быть две, три, четыре - в зависимости от величины и конструкции танкера. На каждой из них имеется самостоятельный грузовой насос и замыкается группа танков. Линии и замкнутые на них группы танков могут сообщаться и разобщаться клапанами, которых должно быть не менее двух. Таким образом обеспечивается перевозка различных сортов груза, помещенных в разные группы танков.

Переборочно-клинкетная система отличается от двух предыдущих тем, что в грузовых танках не прокладываются трубопроводы. В переборках у днища вырезаются отверстия, закрываемые специальными задвижками. При погрузке и выгрузке груз перетекает через эти отверстия из танков в танк, где устанавливаются грузовые и зачистные трубопроводы, вблизи от насосного помещения. Эту систему называют еще системой свободного потока (FREE FLOW).

Достоинством системы является небольшое количество устанавливаемых трубопроводов, что уменьшает затраты на постройку танкера. Недостатком являются ограничения возможностей при перевозке одновременно нескольких сортов груза.

На всех этапах перегрузочных операций необходимо управлять движением груза по судовым трубопроводам. Это управление осуществляется с помощью клинкетных задвижек или клапанов. Наибольшее распространение на танкерах получили клапана системы баттерфляй, с вертикальной или горизонтальной осью поворота тарелки.

Трубопроводы и клапаны подвергаются гидравлическому испытанию на непроницаемость давлением воды, равным полуторному рабочему давлению, подъем его производят медленно грузовым насосом. Отсутствие течи свидетельствует о герметичности трубопроводов и клапанов.

Управление грузовыми клапанами, как правило, осуществляется дистанционно с применением гидравлических систем, получивших широкое применение.

Грузовые и зачистные насосы.

Широкое применение на танкерах получили насосы центробежного типа в качестве грузовых, благодаря ряду достоинств. Это – простота конструкции, малый вес и габариты, большая производительность.

В качестве зачистных насосов на подавляющем большинстве танкеров используются поршневые насосы. (Подробно о насосных системах см. гл. 3)

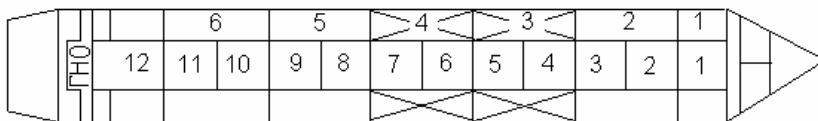
Системы мойки и дегазации грузовых танков.

В систему мойки танков входит стационарное и переносное оборудование: моечные машинки – переносные и стационарные, шланги, подогреватель моющей жидкости, трубопроводы, насосы для подачи моющей жидкости в танки, эжекторы, зачистные насосы, система вентиляции грузовых танков.

Мойка всех или части танков бывает необходима перед сменой груза, перед постановкой танкера в док, для проведения ремонта. Также мойка танков производится под чистый балласт, с которым судно приходит в порт погрузки и который может быть слит за борт в портовых водах. Требования к чистоте танков в соответствии с Конвенцией MARPOL 73/78 состоят в том, что остаток нефтепродукта в чистом балласте не должен превышать 15 частей нефти в 1 млн. частей балластной воды. Мойку грузовых танков следует выполнять, руководствуясь Наставлениями по мойке грузовых танков и топливных цистерн и Правилами по защите от статического электричества на морских судах.

Технологические процессы мойки танков должны проводиться с учетом требований Конвенции MARPOL 73/78 в части сброса за борт нефтесодержащих вод.

При нахождении в особых районах мойка должна производиться только по замкнутому циклу без слива промывочных вод в море. Они должны сохраняться на судне и сдаваться в береговые очистные сооружения. В районах Мирового океана, где Конвенцией разрешен сброс промывочных вод и загрязненного балласта, должны соблюдаться все требования Конвенции в процессе сброса.



Газоотводная система танкера

Интенсивные испарения нефтепродуктов, особенно легких сортов, изменение объемов груза при резких колебаниях температур воздуха и воды обуславливают необходимость оборудования грузовых танков газоотводными системами.

Существует два вида газоотводных систем: отдельно для каждого грузового танка и для обслуживания группы танков. Отдельные газоотводные устройства должны возвышаться над грузовой палубой не менее чем на 2,5 м.

Групповая газоотводная система снабжается общей магистралью, к которой подходят трубы из каждого грузового танка, отводящие газы из верхних точек отсека. Общая магистраль заканчивается вертикальной трубой, проложенной вдоль мачт или колонок и отводящей пары нефтепродуктов в атмосферу.

Газоотводные трубы делают таким образом, чтобы в них не могли застаиваться вода и нефть. В наиболее низких участках трубы должны иметь спускные краники, а верхние отверстия закрываться защитными колпаками для предохранения от попадания атмосферных осадков. На трубах, идущих от каждого грузового танка, должны быть установлены огнепреграждающие конструкции. Их назначение – препятствовать попаданию пламени от горящего танка в соседние.

Газоотводная система снабжается дыхательными клапанами (давление- вакуум), работающими в автоматическом режиме. Назначение этих клапанов поддерживать определенное давление в танке. Обычно они должны срабатывать по давлению, превышающему 1800 мм/вод.столба, и по вакууму, превышающему 400 мм вод.столба.

До начала погрузки дыхательные клапаны газоотводной системы (давление/вакуум) должны открываться.

По окончании грузовых операций дыхательные клапаны устанавливаются в автоматический режим. Для предотвращения попадания паров нефтепродуктов в судовые помещения необходимо перед погрузкой иллюминаторы, двери, ведущие в эти помещения, плотно закрыть. Систему кондиционирования воздуха переключить на работу по замкнутому циклу.

Система подогрева груза

Отдельные сорта грузов нефти характеризуются значительной вязкостью и высокой температурой застывания. Танкеры, предназначенные для перевозки таких грузов, оборудуются специальной системой подогрева груза, чтобы предотвращать застывание его в танках.

Такая система состоит из змеевиков, изготовленных из цельнотянутых трубок, из легких металлов (алюминиево-латунного сплава), собранных на фланцевых соединениях. Змеевики укладываются как правило, по всему днищу танка, на высоте около 10 см от него. Иногда система состоит из отдельных секций, устанавливаемых в различных частях танках. В систему подается пар или горячая вода. Пар подается из котла, проходя через систему змеевиков, он возвращается в виде конденсата обратно в котел. Клапаны для управления системой подогрева груза выведены обычно на палубу. Для того, чтобы предотвратить возможность попадания нефти через поврежденные змеевики в котел, отработанный пар и конденсат из системы подогрева груза пропускается через отстойные цистерны, в которых должно происходить полное отделение нефти от конденсата, который только после этого поступает в теплый ящик.

Очень важно при подготовке танкера к перевозке груза произвести испытание системы на герметичность воздухом под давлением 5 кг/см^2 .

В процессе подогрева груза герметичность змеевиков контролируется через спускной краник. Если из краника идет чистая вода, а затем пар, очевидно змеевик исправен. Если из краника идет конденсат, загрязненный нефтью – это сигнал о неисправности системы. В зимнее время система должна осушаться от конденсата после использования.

Система мойки танков сырой нефтью

Общие указания

Каждое нефтеналивное судно для перевозки сырой нефти дедвейтом 20.000 т и более должно быть оборудовано системой мойки танков сырой нефтью.

Любой грузовой или отстойный танк, оснащенный системой мойки танков сырой нефтью, должен быть оборудован системой инертных газов.

Требования к трубопроводам

Трубопроводы и арматура, входящие в систему мойки танков сырой нефтью, должны быть изготовлены из стали или эквивалентного материала и должны обладать прочностью, выдерживающей рабочее давление в соответствии требованиям Правил Классификации и постройки морских судов, раздел «Системы и трубопроводы». Трубопроводы должны иметь надежные соединения и стационарные крепления.

Система должна быть независимой от пожарной или любой иной системы. Только участки грузовой системы могут входить в систему мойки танков сырой нефти при условии, что они удовлетворяют требованиям к последней.

На комбинированных судах должна допускаться возможность демонтажа оборудования системы при перевозке грузов, не являющихся сырой нефтью, при условии, что после установки этого оборудования вновь система будет сохранять свои качества и первоначальные характеристики после испытания.

На напорном трубопроводе системы должно быть предусмотрено устройство для защиты трубопровода от превышения расчетного давления.

Никакая часть системы не должна располагаться в машинных помещениях. Если система мойки танков оборудована паровым подогревателем, который используется при мойке водой, то он должен быть надежно отделен двойным запорным клапаном или заглушкой при мойке сырой нефтью.

Конструкция трубопровода должна обеспечивать возможность максимального его осушения от сырой нефти при переходе на мойку водой.

Система мойки танков сырой нефтью после установки на судне должна быть испытана гидравлическим давлением равным 1,5 рабочего давления.

Требования к моечным машинам

Машинки для мойки танков сырой нефтью должны быть стационарными и иметь конструкцию, одобренную Регистром. Характеристики: диаметр сопла, рабочее давление. Кинематика и регулировка по времени должны обеспечивать эффективную очистку секции грузового танка в радиусе действия моечной машинки в предусмотренное время.

Отключение каждой машинки должно осуществляться с помощью запорного клапана.

Число и расположение моечных машинок должно обеспечивать эффективную мойку всех горизонтальных и вертикальных поверхностей танков.

При этом: 1) для горизонтальных поверхностей танка суммарная площадь, закрытая для обработки прямой струей нефти, не должна превышать 10% общей горизонтальной площади

2) для вертикальных поверхностей танка суммарная площадь, закрытая для обработки прямой струей нефти не должна превышать 15% общей площади стенок танка.

Подпалубная машинка должна иметь указатель вращения ствола вокруг вертикальной оси, поворота его вокруг горизонтальной оси и положения на каждый момент.

Машинки должны быть изготовлены из материалов, не склонных к искрообразованию.

Требования к насосам.

В качестве насосов, подающих сырую нефть к моечным машинкам грузовых танков, должны использоваться грузовые насосы или насосы, специально предусмотренные для этой цели.

Подача насоса должна быть достаточной для обеспечения необходимого расхода при заданном давлении для наибольшего числа моечных машинок, работающих одновременно.

Если для зачистки танков работают эжекторы, то дополнительно к указанному требованию насос должен обеспечивать подачу рабочей жидкости на эжекторы, для эффективной их работы.

Требования к зачистной системе.

Конструкция зачистной системы и ее пропускная способность должны обеспечивать эффективную зачистку грузовых танков от скопления нефти и осадков. Пропускная способность зачистной системы должна в 1,25 раза превышать подачу всех моечных машин, работающих одновременно на любом этапе мойки.

Зачистная система может включать насосы объемного типа, центробежные самовсасывающие насосы, или эжекторы, или устройства, удовлетворяющие требованиям Регистра; должна быть оборудована клапанами, позволяющими отключать любые танки, не подвергающиеся зачистке.

Зачистная система должна быть оборудована приборами контроля-счетчиками, манометрами, которые должны иметь средства дистанционного показа контролируемых параметров в посту управления грузовыми операциями (ПУГО). Для эффективного контроля работы зачистной системы должны быть предусмотрены индикаторы уровня и средства ручного замера уровня в танках.

Средства ручного замера должны располагаться в кормовой части танка, а также в трех других подходящих для этой цели местах.

Должна быть предусмотрена возможность осушения грузовых насосов и трубопроводов с помощью зачистной системы в грузовые или отстойные танки или береговые емкости.

Для осушения любых грузовых насосов и трубопроводов в береговые приемные сооружения должен быть предусмотрен специальный трубопровод небольшого диаметра, присоединенный к сливной стороне клапанов приемно-отливных патрубков с обоих бортов.

Площадь поперечного сечения трубопровода небольшого диаметра не должна превышать 10% площади сечения главной грузовой магистрали.

Система инертных газов

Согласно Правила 62 гл.II-2 СОЛАС 74 на танкерах устанавливается система инертных газов (СИГ) для предотвращения взрывов внутри грузовых танков.

В связи с тем, что после завершения выгрузки груза нефти в грузовых танках присутствуют смеси углеводородных газов с воздухом, которые являются взрывоопасными, защита танков от взрыва обеспечивается путем введения в них инертного газа. Инертный газ обеспечивает поддержание в грузовых танках атмосферы с низким содержанием кислорода, а также снижает концентрацию углеводородных газов до безопасных пределов.

Источники инертного газа

Источниками инертного газа являются: главный или вспомогательный котел танкера, либо специальный автономный генератор инертного газа.

Состав инертного газа

1. Азот (N_2) – 79-80%)
2. Диоксид углерода (CO_2) - 12-14%
3. Кислород (O_2) – 2-4%
4. Диоксид серы (SO_2) – 0,2-0,4%
5. Оксид углерода CO – следы
6. Окислы азота NO - следы
7. Твердые частицы (сажа) и пар – остальное.

Качество инертного газа обеспечивается сгоранием топлива в судовых котлах, чтобы содержание кислорода в топочном газе составляло не более 5% по объему.

Методы замены атмосферы внутри танка

1. Разбавление (dilution) – процесс смешивания
2. Замещение (displacement) - процесс образования слоев.

Грузовые танки должны быть инертизированы, когда в них находится груз нефти, грязный балласт, либо когда они пустые после выгрузки, но не дегазированные. Содержание кислорода в атмосфере танка не должно превышать 8% по объему с положительным давлением газа не менее 100 мм водяного столба.

Если судно было дегазировано, то до погрузки танки должны быть инертизированы.

В процессе мойки сырой нефтью инертизация танков обязательна.

Составные части системы

Газоочиститель (СКРАББЕР) – предназначен для охлаждения топочного газа, поступающего из котла, удаления диоксида серы почти полностью и отделения частиц сажи – все три процесса проходят при большом применении морской воды.

Газ охлаждается, проходя через водяной затвор, затем газ поднимаясь вверх, проходит сквозь воду, стекающую вниз. Для эффективного контактирования с водой устанавливаются состоящие из нескольких уровней устройства: 1) водораспылительные сопла, 2) поддоны с пластмассовыми опилками, 3) отражающие тарелки, 4) сопла Вентури.

В верхней части башни газоочистителя водяные капли удаляются с помощью антиконденсатных устройств (demisters). Могут применяться пропиленовые тьюфики.

Нагнетатели инертного газа

Используется для подачи очищенного инертного газа в грузовые танки. Подача газа должна осуществляться с производительностью не менее 125% от максимальной интенсивности выгрузки судна в единицах объема.

На практике устанавливаются либо один большой и один малый нагнетатель с общей производительностью соответствующих величин 125% от максимальной интенсивности выгрузки, либо устанавливаются 2 нагнетателя производительностью каждого, составляющей вышеуказанную величину (125%). В этом случае при выходе из строя одного, второй обеспечивает все требования.

Палубный водяной затвор

Палубный водяной затвор и механический невозвратный клапан, вместе взятые, представляют собой устройства, автоматически препятствующие оттоку газов, выделяемых грузом, из грузовых танков в машинное отделение и другие зоны судна, где размещена установка инертных газов.

Система распределения инертного газа

Должна предусматривать наличие:

1. Средств для подачи инертного газа в танки.
2. Средств для выпуска в атмосферу находящихся в танке газов во время погрузки и балластировки.

3. Дополнительных впускных или выпускных точек для инертизации, продувки и дегазации.
4. Средств отсечения отдельных танков от магистрали инертного газа.
5. Средств защиты танков от чрезмерного давления или вакуума.

Системы с автоматическим регулированием давления и линией рециркуляции газа

позволяют регулировать давление газа в палубной магистрали. Неиспользуемый в грузовых танках инертный газ вновь возвращается в газоочиститель или выпускается в атмосферу, при этом отпадает необходимость изменения скорости нагнетателя газа.

Клапаны давления/ вакуума (PV)

Требования, предъявляемые к установке механических клапанов, обеспечивающих «дыхание» танков во время рейса, аналогичны тем, которые используются на танкерах не оснащенных СИГ. Параметры срабатывания: давление – 1800 мм/WG
vacuum – 400 мм/ WG

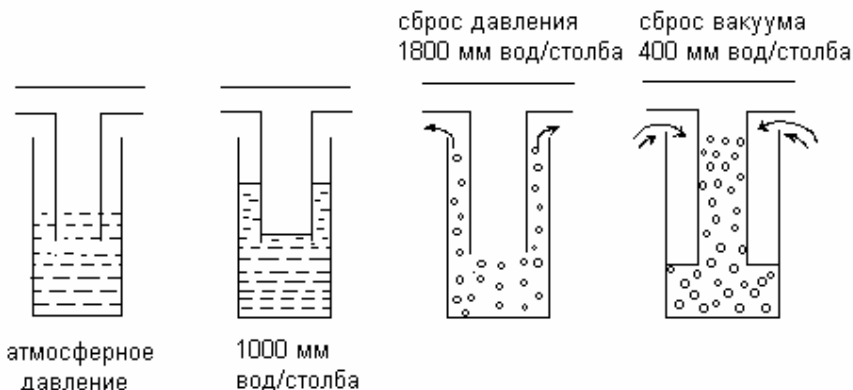
Прерыватели давления/вакуума, заполненные жидкостью

Эти устройства будут работать при заданном давлении только при условии, если заполнены до правильного уровня жидкостью, плотность которой соответствует установленной величине. Параметры срабатывания по давлению 10% выше P/V.

Vacuum 125% от P/V.

Для предупреждения замерзания жидкости необходимо использовать подходящее масло, либо смесь воды с гликогелем.

В штормовую погоду гидравлический удар, вызванный перемещением жидкости в танках, может привести к выдавливанию жидкости из прерывателя давления/вакуума.



Контрольно-измерительные приборы и сигнализация

Для безопасной и эффективной эксплуатации СИГ требуются стационарные и переносные контрольно-измерительные приборы:

1. Контроль расхода воды, подаваемой в очиститель, снижения потока срабатывает сигнализация
2. Уровень воды в газоочистителе
3. Температура инертного газа на напорной стороне газов нагнетателей. Сигнал должен срабатывать при $T=65^{\circ}\text{C}$
4. Падение уровня воды в палубном затворе
5. Давление инертного газа в магистрали. На переходе в грузу давление в грузовых танках должно быть не менее 100 мм WG. При понижении t° наружного воздуха возможно требуется подкачка
6. Содержание кислорода. Точка отбора проб для анализатора кислорода и блок регистрации данных должны располагаться на участке системы трубопроводов позади нагнетателей и впереди клапана регулировки давления газа.
7. Грузовые насосы танкера, оборудованные СИГ, заблокированы с датчиком давления в грузовых танках. В процессе выгрузки груза, если давление понижается до 100 мм/WG, грузовые насосы автоматически останавливаются, чтобы избежать появления вакуума.

Аварийные мероприятия

1. В случае полного отказа СИГ необходимо предпринять экстренные меры по предотвращению какого-либо подсоса воздуха в грузовые танки. Следует прекратить выгрузку, закрыть палубный разобщающий клапан, открыть газо-выпускное отверстие на участке между этим клапаном и клапаном регулировки давления газа, и немедленно приступить к ремонту.
2. Если установлено, что танки невозможно поддерживать в инертизированном состоянии до окончания ремонта СИГ, то следует как можно скорее подключить внешний источник инертного газа (с берега).

Опасности для здоровья

Если человек присутствует в атмосфере, содержащей менее 5% кислорода, он сразу теряет сознание. Если искусственное дыхание будет сделано через 4 минуты или позднее, то произойдет необратимое нарушение мозговой деятельности и наступит смерть. Присутствие в атмосфере, в которой содержится менее 21% кислорода, не обязательно приводит к нарушению физиологической деятельности человека, но может притупить сознание, нарушить координацию. Воздействие атмосферы с недостатком кислорода более опасно для человека, чем воздействие углеводородных паров, поэтому контроль за содержанием кислорода очень важен во всем объеме танка. Важно убедиться, что инертный газ не поступает в дегазированный танк через магистраль, трещины и т.п.

Необходимо строго инструктировать персонал, что недостаток кислорода представляет серьезную опасность для здоровья.

12. СУДОВЫЕ ОПЕРАЦИИ

Составление грузового плана. Каждый танкер обеспечивается Инструкцией с типовыми вариантами загрузки. Если не используется типовой вариант, то при составлении грузового плана необходимо учитывать:

- мореходные качества судна и условия сохранности перевозимого груза;
- расчетные осадку и дифферент после окончания погрузки груза, бункерного запаса, пресной воды;
- максимально полное использование грузоподъемности и грузовместимости судна;
- остойчивость и безопасное для прочности корпуса распределение груза по грузовым танкам на всех стадиях рейса;
- безопасное для груза разных сортов распределение по емкостям с учетом разделения груза разных сортов не менее чем двумя закрытыми клапанами;
- необходимый дифферент на корму при предстоящей частичной выгрузке груза одного из сортов для обеспечения мореходных качеств судна и создания условий для полной зачистки танков от груза;
- сохранность груза в танках при увеличении его объема в зависимости от повышения температуры во время плавания;
- достаточное незаполненное пространство в грузовых емкостях с учетом возможного увеличения объема груза в рейсе при повышении температуры забортной воды и атмосферы.

Грузовой план, согласованный с грузоотправителем, утверждается капитаном танкера до начала перегрузочных операций, и принимается грузовым помощником капитана к исполнению. В дальнейшем, если возникнет необходимость внести изменения в грузовой план, то они вносятся только с ведома капитана танкера.

Расчеты при составлении грузового плана.

Расчет загрузки танкера.

Судно загружается по грузовую марку в соответствии со временем года и районом плавания.

При расчете загрузки каждого танка необходимо учесть изменение температуры воды и воздуха на переходе и вместе с этим величину изменения объема груза в грузовом танке.

Для расчета наименьшего запаса пустоты на увеличение объема груза необходимо знать его плотность и температуру при погрузке.

Отправитель груза всегда дает только плотность при стандартной температуре 20°C или 15°C. Поэтому для просчета плотности на факти-

ческую температуру при погрузке можно использовать следующую формулу:

$$d \frac{t^\circ \phi}{4} = d \frac{20}{4} + \gamma(20^\circ - t^\circ \phi),$$

где $d \frac{t^\circ \phi}{4}$ - плотность при температуре погрузки

$d \frac{20}{4}$ - относительная плотность из паспорта качества груза
температура принятого груза
температурная поправка при изменении температуры на 1°C .

Пример. Объем танка, предназначенного к загрузке $V_T=3000 \text{ м}^3$ на 98%, т.е. полная загрузка танка.

Для того чтобы выяснить, какое количество автобензина нужно принять в танк, если температура при погрузке 20°C , а в пути повысится до 30°C . Плотность при $20^\circ = 0,7500$. Применим формулу:

$$d \frac{30^\circ}{4} = 0,7500 - (0,0008 \cdot 10) = 0,7420 - \text{плотность при } t = 30^\circ\text{C}.$$

Произведем расчет количества груза Q.

$$Q = V_T \cdot d \frac{30}{4} = 3000 \cdot 0,7420 = 2226 \text{ метрических тонн}.$$

Расчет объема груза для загрузки с учетом расширения.

$$V_{\text{гр}} = \frac{Q}{d \frac{20}{4}} = \frac{2226}{0,7500} = 2,968 \text{ м}^3;$$

Т.е. загружаемый объем будет уменьшен: $3000 \text{ м}^3 - 2968 = 32 \text{ м}^3$.

Пример 2. Расчет запаса в грузовом танке на температурное расширение с использованием таблиц 54 А, 54 В.

Объем танка, предназначенного к загрузке $V = 13304 \text{ м}^3$ (98%).

Плотность при $15^\circ\text{C} = 0,8625$; t при погрузке 38°C .

После подогрева груза температура 57°C , т.е. максимально температура груза повысится до 57°C .

Найти величину объема груза, который нужно загрузить при погрузочной температуре равной 38°C в норму погрузки, чтобы после подогрева груза до 57°C, его объем не превысил 98%.

Решение. Принимаем объем груза при 57°C $V_{57^\circ} = V_{98\%}$.

1. Используя таблицы 54А ...54В определим коэффициент и найдем $V_{15^\circ} = V_{57^\circ} \cdot VCF_{57^\circ} = 13304 \cdot 0,9654 = 12843,7 \text{ м}^3$, объем груза при температуре 15° равен $V_{15^\circ} = 12843,7 \text{ м}^3$.
2. Определяя коэффициент для расчета объема груза при температуре 38°, т.е. в порту погрузки, через V_{15° получим $V_{15^\circ} = V_{38^\circ} \cdot VCF_{38^\circ}$, преобразуем формулу:

$$V_{38^\circ} = \frac{V_{15}}{VCF_{38^\circ}} = \frac{12843,7}{0,9811} = 13091 \text{ м}^3$$

Ответ: 13091 м³ можно грузить в танк при температуре 38°C, чтобы после подогрева груза объем не превышал $V_{98\%} = 13304 \text{ м}^3$.

Загружаемый объем будет уменьшен:

$$13304 \text{ м}^3 - 13091 \text{ м}^3 = 213 \text{ м}^3.$$

* VCF_{57° - VOLUME CORRECTION FACTOR – поправочный коэффициент для приведения объема при данной температуре.

По найденному объему с помощью калибровочных таблиц определяют уровень груза в танке, по пустоте (ULLAGE) или взливу (SOUNDING). ULLAGE – расстояние между поверхностью груза и главной палубой. SOUNDING – расстояние между поверхностью груза в танке и дном танкера.

Контрольное определение погруженного груза на борту.

По завершении погрузки, согласно рассчитанным пустотам в танках, производится контрольный замер пустот (ULLAGES) грузовым помощником танкера и сюрвейером совместно.

Измерение производится с помощью многоцелевой электронной рулетки, которая может измерить пустоту над грузом, раздел нефть-вода и температуру.

По данным, полученным в результате измерения, составляется «ULLAGE REPORT», документ установленного образца. По измеренным пустотам с помощью калибровочных таблиц, определяется объем погруженного груза $V_{гр}$.

Судовые контрольные замеры груза производят как в порту отправления после погрузки, так и в порту назначения перед началом выгрузки.

Пример подсчета количества груза сырой нефти, погруженной на танкер.
(Судовые операции). Подсчет количества погружной сырой нефти.

Пример: количество погружной сырой нефти (с использованием таблиц ASTM: Таблица 54 А – для приведения объема груза к стандартной температуре 15° - в воздухе).

Предварительные замечания: 1) из предыдущих рейсов рассчитывается «судовой поправочный коэффициент»= V.E.F. (Vessel Exp. Factor)

$$VEF = \frac{\Sigma \text{Shore Figures}}{\Sigma \text{Ship's Figures}} \quad (\text{Shore Figures – по коносаментам})$$

2) перед погрузкой оформляется Акт о не откачиваемых остатках

O.B.Q. = On Board Quantity. Для данного примера приняты:

VEF = 0,9969796

OBQ = 170 м³ = (water 130 cu.mt + sediments 40 cu. mt)

Для пяти танков: средняя температура, кубатура при средней температуре:

№ танков	Средняя температура	Объем, м ³
1	32	32,200
2	36	32,500
3	33	31,800
4	35	33,200
5	36	32,500
		<hr/> Всего 162,200 м ³

Расчет средне-взвешенной температуры

32,200 x 32/162,200 = 6,3526

32,500 x 36/162,200 = 7,2133

31,800 x 33/162,200 = 6,4698

33,200 x 35/162,200 = 7,1640

32,500 x 36/162,200 = 7,2133

всего = 34,41 (Celsius degrees)

В и/ портах почему-то принята эта схема, а не по известной формуле Σ

Объем · температура/ Σ объем = средневзвешенная температура:

32200·32 5581800,9/162200=34,41°C=Weighted temperature

32500·36 (обязательно соблюдать правило: десятичная дробь

31800·33 обозначается точкой, разряды тысяч отделяются

33200·35 запятой)

32500·36

5581800,9

1. Weighted temperature 34,41°C средневзвешенная температура
 2. Density at 15°C 0.8557 (плотность при 15°C в вакууме)
 3. Conversation table (54A) 0.98365 (= коэффициент пересчета объема при температуре 15°C)
 4. Volume at 34,41°C 162,200 (cu.mt)
 5. Volume at 15°C 159, 548 (cu.mt) [5]=[3]·[4]
 6. OBQ 170(cu.mt)
 7. Volume excluding O.B.Q 159,379 [7]=[5] - [6]
 8. Weight conversation table (table 56) 0,8546 (плотность при 15°C в воздухе)
 9. Cargo weight 136, 204.5 m/t [9]=[7]=[8]
 10. V.E.F. 0,9969796
 11. Cargo weight received = 135,793 m/t [11]=[9]·[10]
 12. B/L quantity 135,780 m/t [12]/[11]·100 = 99,99 %.Нет проблем.
- (Пример взят из книги «The Cargo officer Manual.Capt.G.Romano)

Составление плана выгрузки танкера.

При составление плана выгрузки танкера, определяется очередность разгружаемых танков, с учетом количества груза, предназначенного для данного порта.

Необходимо учитывать, необходимость создания нужного дифферента для качественной зачистки выгруженных танков. В процессе всей выгрузки должен вестись контроль за остойчивостью и безопасным для прочности корпуса расположенным находящегося на борту груза и балласта.

Если предполагается мойка танков сырой нефтью, то должна быть проведена соответствующая подготовка системы COW и ее испытание до прибытия в порт выгрузки, определена очередность мойки выгружаемых танков, проведен инструктаж участников такой операции.

Произвести проверку готовности судна к разгрузке согласно CHECK LISTS.

Если планируется выгрузка с перекачкой груза с судна на судно, то обязательным является выполнение перечня подготовительных мероприятий согласно официального «Руководства по перекачке с судна на судно» и выполнение действий в процессе таких операций.

Погрузочно-разгрузочные операции.

Погрузка танкера является самой ответственной операцией рейса, требующей максимального внимания со стороны экипажа. Опыт показывает, что большинство ошибок (смещение грузов, переливы из грузовых танков) происходит в это время.

Перед началом погрузки грузовой помощник капитана должен ознакомить всех участников операции с грузовым планом, технологической картой погрузки. Согласовать с представителем терминала необходимые командные слова, сигналы, опробовать средства связи (телефон, пере-

носные радиостанции), которые можно применить при необходимости; по чьей команде будет остановлена погрузка.

Должна быть проверена готовность судна к погрузке, включая следующие пункты:

1. Закрытие пробками, либо цементирование всех шпигатов на главной палубе.
2. Закрытие и опломбирование забортных кингстонов.
3. Проверка состояния грузовых соединений с береговыми и судовыми погрузочными линиями.
4. Проверка состояния сигнализации и средств пожаротушения.
5. Проверка системы дистанционного управления клинкетами.
6. Подготовка грузовых линий. В случае погрузки разных сортов груза, они должны быть разделены не менее чем двумя закрытыми клапанами.
7. Дыхательные клапаны – давление/вакуум – газоотводной системы, в зависимости от обстоятельств, должны быть открыты или закрыты. Если портовые власти запрещают выпуск газа в атмосферу, то клапаны должны быть закрыты, а газы будут отводиться в береговую систему.
8. Для предотвращения попадания инертных и углеводородных газов в жилую надстройку, иллюминаторы и двери должны быть закрыты. Система кондиционирования должна быть переведена в режим работы по замкнутому циклу.
9. Погрузочные шланги промаркировать мелом с названием принимаемого груза, при различных сортах груза.
10. В районе соединений береговых шлангов с судовыми приемниками должен быть оборудован пожарный пост с пожарным инвентарем:
 - ручные огнетушители
 - кошма, войлок
 - ящик с песком и лопата
 - пенный и водяной шланги, подсоединенные к системе тушения пожара.

Для безопасной погрузки танкер должен быть надежно ошвартован к причалу, чтобы исключить движение судна вдоль причала, а также отрыв судна от причала при воздействии внешних сил. Автоматические швартовные лебедки должны быть переведены на ручное управление.

Когда проверка будет закончена, заполняется проверочный лист (CHECK LIST) и подписывается представителями танкера и нефтетерминала.

С началом поступления груза на борт необходимо убедиться в том, что давление в грузовом трубопроводе не имеет резких колебаний и отклонений от нормального, нет протечек в соединениях шланговых линий, груз не поступает в незапланированные танки, а погрузка идет по запланированной схеме. После выполнения такого контроля грузовой по-

мощник дает команду на берег об увеличении интенсивности погрузки до запланированной.

Окончание погрузки должно производиться остановкой береговых насосов и закрытием клапанов на береговом трубопроводе.

В конце погрузки скорость поступления груза должна быть снижена так, чтобы была возможность обеспечить нормальный контроль за уровнем груза в последнем, догружаемом танке. При этом необходимо уточнить время, после подачи команды «стоп», в течение которого еще будет поступать груз, и оценить ориентировочно количество груза, которое может поступить на танкер после сигнала о прекращении погрузки.

Если после подачи команды с судна об остановке погрузки, груз продолжает поступать и создается угроза перелива груза из грузовых танков, клапана на судовой грузовой магистрали закрываются независимо от того, успели закрыть клапана на берегу или нет.

После окончания грузовых операций необходимо плотно закрыть крышки горловин танков, смотровые лючки, замерные трубки, клапаны грузовых линий, а на манифолды поставить заглушки. Танкер должен быть подготовлен к переходу морем до порта выгрузки.

Если по условиям перевозки требуется подогрев груза, то при включении в работу системы подогрева груза необходимо вести контроль за температурой и уровнем груза в танках. Данные по температуре заносятся в температурный журнал. Контроль давления инертных газов в танках должен вестись по показаниям приборов, не допускать понижения давления меньше требуемого. Во избежание проникновения окружающего воздуха в танки.

Выгрузка танкера.

Все правила для танкера, производящего погрузку, обязательны при проведении выгрузки. В процессе подготовки танкера к выгрузке должен быть разработан план выгрузки и технологическая карта, в которых должны быть учтены, на всем протяжении процесса разгрузки, напряжения корпуса судна и его осадка, без превышения допустимых пределов.

Выгрузку следует начинать малой интенсивностью, скорость потока не должна превышать 1 м/сек. Проверить соединения грузовых шлангов, убедиться в отсутствии протечек груза, проверить давление в трубопроводах. Увеличить скорость выгрузки до запланированной можно только после получения разрешения терминала.

Судно должно быть готово к остановке выгрузки в любой момент при получении сигнала с берега. Если судно оборудовано системой инертных газов, то инертные газы должны подаваться в выгружаемые танки, заполняя освобождаемый от груза объем танка.

Когда в танке остается мало груза и насосы начинают работать без подпора на всасывании, струя груза разрывается и рабочие полости

насоса заполняются газами. Если не принять надлежащих мер, насос может перегреться и создать большую пожарную опасность. Признаками разрыва всасываемой струи груза являются повышение оборотов насоса и падение давления в нагнетательной трубе.

В таком случае необходимо:

- закачать насос грузом из полного танка
- уменьшить обороты насоса
- давление в нагнетательной трубе держать не выше $2-3 \text{ кг/см}^2$
- использовать давление инертного газа в разгружаемом танке.

Перекачка грузов с судна на судно.

Все правила безопасности для танкеров, осуществляющих перегрузку грузов у причалов, обязательны для танкеров, осуществляющих перегрузку нефти с судна на судно.

Общие принципы выполнения работ, связанных с перекачкой нефтепродуктов с судна на судно, содержатся в «Руководстве по перекачке нефтепродуктов с судна на судно». Данное Руководство распространяется только на операции по перекачке нефтепродуктов между самоходными морскими судами и оно не касается работ, связанных с перекачкой нефтепродуктов с морских судов на баржи и рейдовые плавсредства.

Лихтеры, баржи, другие рейдовые плавсредства должны отвечать требованиям Правил по предотвращению загрязнения моря с судов. (MARPOL 73/78 с Приложениями).

Мойка танков сырой нефтью.

Мойку танков сырой нефтью рекомендуется производить с целью:

- 1) более полного удаления из танков загустевших остатков груза за счет использования свойства нефти растворять смолистые парофино-асфальтовые отложения.
- 2) Предотвращения загрязнения моря нефтью при мойке за счет устранения контакта нефти с водой и исключения необходимости в сепарации промывочной воды от нефти и слива ее в море.

В зависимости от назначения мойка грузом нефти может выполняться как окончательная, так и предварительная.

Окончательная мойка производится:

- на балластный переход под прием грязного балласта
- с целью профилактического удаления отложений остатков груза (без ручной работы по очистке танков).

Предварительная мойка производится под ремонтные работы, для осмотра танков и смену груза. После предварительной мойки сырой нефтью под чистый балласт или для дегазации танков должна быть произведена мойка заборной водой.

Мойкой сырой нефтью достигаются по сравнению с водной мойкой следующие преимущества:

- сокращение объемов ручного труда по удалению загустевших остатков
- увеличение грузоместимости танков за счет более полного удаления не откачиваемых остатков груза при выгрузке
- сокращение потерь груза, удаляемого при водной мойке
- сведения к минимуму претензий получателей по количеству выгруженного груза
- уменьшение коррозии корпуса от ударного воздействия на металл моющих струй морской воды.

Мойка сырой нефтью допускается только при исправно работающей установке инертных газов. Ни один танк не может быть промыт сырой нефтью без заполнения его инертным газом с содержанием кислорода не более 8% по объему.

Танкер, оборудованный системой мойки сырой нефтью, должен иметь на борту Руководство по оборудованию и технологии, принятые Администрацией, содержащее детальное описание системы и оборудования. Такое Руководство должно быть не только указанием экипажу о надлежащей эксплуатации установки, но и информацией для инспектирующих лиц в порту.

Если по каким-либо причинам нельзя выполнить всех условий, указанных в Руководстве, мойка не должна производиться.

Такая операция должна производиться под руководством ответственного лица (капитан, старший помощник капитана).

Применяются одно-или двухэтапный способ.

При одноэтапном способе мойка каждого танка производится после полной его разгрузки.

При двухэтапном способе: первый этап – мойка переборок совмещается с выгрузкой замываемого танка; второй этап – мойка днища - производится после окончания выгрузки всего груза из танка.

До прибытия в порт выгрузки необходимо:

- произвести испытание систем мойки сырой нефтью и инертных газов.
- испытать трубопроводы и клапана моечной системы на рабочее давление ($8-10 \text{ кг/см}^2$), какое указано в Руководстве.
- проверить работу нагнетателей и предохранительных устройств СИГ.
- проверить работу приборов показания давления и содержания кислорода.

О проведенных проверках сделать запись в судовом журнале, что будет служить доказательством о готовности судна к проведению операции по мойке танков сырой нефтью.

Представитель портовой администрации проверяет степень готовности судна и экипажа к проведению грузовых операций с применением мойки сырой нефтью и дает разрешение.

Для уменьшения риска образования зарядов статического электричества необходимо выгрузить нижний слой груза не менее 1 м, где могут быть скопления воды, выпавшей из груза за время перехода.

В течение всего периода моечных работ должен вестись контроль:

- за протечками в трубопроводах моечной системы
- за давлением инертного газа в танках и уровнем кислорода
- давление в танках должно быть выше атмосферного, чтобы предотвратить попадания кислорода из атмосферы
- за давлением в трубопроводах моечной системы, которое должно быть не ниже 8 кг/см^2 , в случае понижения давления в системе, мойка

становится не эффективной, ее следует остановить, устранить причину падения давления и снова возобновить мойку

- за дифферентом судна на корму (около 5 м) для качественной зачистки
- Весь экипаж должен быть оповещен, что система мойки сырой нефтью находится под давлением. Управление клапанами системы разрешено лицам, допущенным к выполнению такой операции.

После окончания мойки танков сырой нефтью необходимо весь моечный трубопровод промыть заборной водой в отстойный танк.

Определения.

1. Нефтяные осадки – часть нефти, которая в силу своей консистенции не поддается обычной откачке и обработке и требует особых приемов или приспособлений для ее удаления с судна.
2. Изолированный балласт – балластная вода, принятая в танк, который полностью отделен от грузовой и топливной систем и предназначен только для перевозки балласта. Танки изолированного балласта должны иметь отдельные балластные насосы и трубопроводы, предназначенные исключительно для приема балластной воды и выпуска ее в море.
3. Чистый балласт – балластная вода, принятая в грузовой танк, который после перевозки в нем нефти был промыт сырой нефтью и заборной водой и очищен так, что показания системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом САЗРИУС – о содержании нефти в сбрасываемом стоке не более 15 частей на миллион частей балласта, принимаются как доказательство чистоты балласта независимо от наличия видимых следов.
4. Грязный балласт – балластная вода, принятая в грузовой танк, который после перевозки в нем нефти был промыт только сырой нефтью.
5. Автоматическое прекращающее сброс устройство – должно обеспечивать прекращение сброса нефтесодержащей смеси по сигналу, когда содержание нефти в сбросе превысит 15 частей на миллион частей балласта. Прекращение сброса может осуществляться либо путем остановки насоса, либо путем закрытия заборного клапана и обратного слива в отстойный танк.
6. Сброс грязного балласта – согласно MARPOL 73/78 Приложение I, Правила 9 – разрешен, если выполняются все следующие условия одновременно:
 - танкер находится вне особого района
 - за 50 мильной зоны от ближайшего берега
 - танкер находится в движении (в пути)
 - интенсивность сброса нефти вместе с балластом не превышает 30 литров на милю пути

- общее количество сброшенной нефти не более $1/30000$ от количества всего перевезенного груза в предыдущем рейсе
- в течение всего периода сброса должен быть включен и работать прибор САЗРИУС.

M/T "Tropic Brilliance"

ULLAGE REPORT

	before	after	sea valve seal number
Loading	[]	[x]	port ___ N/A _____
Discharging	[]	[]	stbd ___ N/A _____
Lightering	[]	[]	overboard _____

Port/terminal CAPE LOPEZ, GABON	Berth ELF GABON	Cargo: Rabi Light Crude Oil	Voy. 37/95	Date/Time 19-June- 95/07.45
---------------------------------------	--------------------	--------------------------------	---------------	-----------------------------------

Tank №	Ullages (m)	TOTAL Obs Volume US Bbls	Free water Gauge volume (m) US Bbls		Bross Obs Volume US bbls	Temp. F	A.P.I @ 60F	V.C.F Table 6A	Gross Std Volume US Bbls @60F
1C	1-31	92180	traces		92180	116.4	34.42	0.9733	89719
2C	1-26	113934	nil	nil	113934	116.8	34.42	0.9731	110869
3C	1-28	114588	nil	nil	114588	117.5	34.42	0.9727	111460
4C	1-31	114474	nil	nil	114474	117.0	34.42	0.9730	111383
5C	1-28	114563	traces		114563	116.2	34.42	0.9734	111516
6C	1-31	114531	nil	nil	114531	117.3	34.42	0.9728	111416
7C	1-32	114512	nil	nil	114512	116.4	34.42	0.9733	111454
8C	1-32	114324	traces		114324	116.6	34.42	0.9732	111260
9C	1-30	113437	nil	nil	113437	117.5	34.42	0.9727	110340
1/p	1-21	12163	nil	nil	12163	116.1	34.42	0.9734	11836
1/s	1-21	12158	traces		12158	112.3	34.42	0.9752	11856
Totals		103086 4	-		103086 4	116.8	34.42		1003109
GROSS STANDARD VOL			1003109		FWD Draft (m)	16.02 m		SURVEYOR:	
PLUS FREE WATER			-		AFT Draft (m)	16.18 m			
List (degr.)			1002833			NIL		CHIEF OFFICER:	
METRIC TONS			135663		W.C.F. Tabl.13	0.13528			
LONG TONS			133532		W.C.F. Tabl 1	0.133155		TERMINAL:	
ARRIVAL OBQ (US bbls)			276 Bbls		API @ 60F	34.42			

ULLAGE REPORT

Voage №	№.09/99		Port		Fredericia			Product	Danish North Crude	
Date	15.05.99		Terminal		SHELL			Volume	In CUB.M.	
TANKS	CARGO GRADE	DENSITY 15C VAC	CORREC. ULLAGE, CM	TOTAL OBSERV. VOLUME	FREE WATER S.H.	VOLUME	GROSS OBSERV. VOLUME	TEMP C	FACTOR 54A	GROSS STANDARD VOLUME
1C	174	0,8456		8465,150		0,000	8465,150	17,0	0,9983	8450,590
2C	192	0,8456		12783,720		0,000	12783,720	17,0	0,9983	12761,732
3C	240	0,8456		13437,910		0,000	13437,910	17,0	0,9983	13414,797
4C	310	0,8456		13120,710		0,000	13120,710	17,0	0,9983	13098,142
5C	407	0,8456		13207,220		0,000	13207,220	17,0	0,9983	13184,504
6C	515	0,8456		11210,280		0,000	11210,280	17,0	0,9983	11190,998
7C	519	0,8456		11305,100		0,000	11305,100	17,0	0,9983	11285,655
4P	842	0,8456		970,010		0,000	970,010	17,0	0,9983	968,342
4S	842	0,8456		947,940		0,000	947,940	17,0	0,9983	946,310
6P+6S	855	0,8456		4938,300		0,000	4938,300	17,0	0,9983	4929,806
Slops	375	0,8456		2161,450		0,000	2161,450	17,0	0,9983	2157,732
Total:				92547,790		0,000	92547,790	17,0		92388,608

TABLE 52	6,293
----------	-------

Total Observed Volume	Cub.m.	92547,790	Gross Standard Volume at 15 Deg. C	Cub.m	92388,608
Less Free Water	Cub.m	0,000	Plus Free Water	Cub.m	0,000
Gross Observed Volume	Cub.m	92547,790	Total Calculated Volume	Cub.m	92388,608
Gross Standard Volume 15 Deg.C	Cub.m	92388,608	Less OBQ	Cub.m	125
Long Tons (Air)	L.T.	76789,897	Total Volume loaded at 15 C.	Cub.m	92263,608
Metric Tons (Vac.)	M.T.	78123,807	Total Volume loaded at 60 F.	US BBLS	580614,884
Metric Tons (Air)	M.T.	78022,179	Long Tons (Air)	L.T.	76686,00174
			Metric Tons (Vac)	M.T.	78018,107
Density at 15 Deg. C. (Vac.)		0,8456	Metric Tons (Air)	M.T.	77916,617
Density at 15 Deg. C. (Air)		0,8445	Bill of Lading Quantity (Vac)	M.T.	76500
			Difference	M.T.	1416,617
			Percentage	%	1,85

Chief Officer: _____

Master: _____ V.Shevchuk

Supplier/Receiver's Surveyor: _____

Loading Master: _____

Глава 3. Программа подготовки персонала танкеров-химовозов (пункты Программы № 8-14 относятся к нефтяным танкерам)

15. По пунктам 16-21, приведенным ниже, персонал танкера-химовоза должен получить теоретические и практические знания.

16. ПРАВИЛА И КОДЕКСЫ ПРАКТИКИ

Международные Конвенции: непосредственно к химовозам относятся м/н Конвенции:

СОЛАС-1974/1995

МАРПОЛ-73/78

ПДНВ-78/95

СОЛАС-74/95 – это Конвенция о спасении человеческой жизни на море.

МАРПОЛ 73/78 – Конвенция о предотвращении загрязнения моря и воздуха.

ПДНВ 78/95 – Конвенция о Подготовке, Дипломированию и Несении вахты (STCW-95 англ. сокращ.). Этой конвенцией устанавливается переходный период до 1 февраля 2002 года –после этой даты все требования ПДНВ-78/95 вступят в полную силу.

В соответствии с Конвенциями Солас-74 и Марпол-73/78 обязательно на борту каждого химовоза должен находиться Кодекс постройки химовозов (IBC Code=МКХ). Положениям МКХ должны отвечать все химовозы, построенные 1 июля 1986 года или после этой даты.

Согласно Марпол-73/78 химовозы, построенные до 1 июля 1986 года, отвечают требованиям Кодекса ВСН (КХ), который носит рекомендательный характер.

Дополнением к Кодексам МКХ и КХ является Алфавитный указатель опасных химических грузов, перевозимых наливом. Этот указатель вводит единое наименование грузов по всем документам.

Международные Конвенции и Кодексы допускают национальные требования, но они могут быть изменены только в сторону их ужесточения.

У нас действуют:

Правила классификации и постройки химовозов.

Общие и специальные правила перевозки наливных грузов, 1997 г. (Правила 7 м).

В Приложении к Правилам 7 м приводятся для некоторых грузов ТУМП и КТР.

ТУМП= Технические Условия Морской Перевозки – наименование груза.

КТР= Карта Технологических режимов (такого-то груза - конкретно).

Правила противопожарной безопасности на танкерах.

Обязательно на борту химовоза должно быть Руководство по оказанию Первой Медицинской Помощи (РПМП)=MFAG (англ. сокр.).

На англ. языке рекомендуется следующая литература:

Tanker Safety Guide (Chemicals). 1999

International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISG OTT)

Chemical/ Parcel Tankers

Sea Transport of Liquid Chemicals in Bulk.

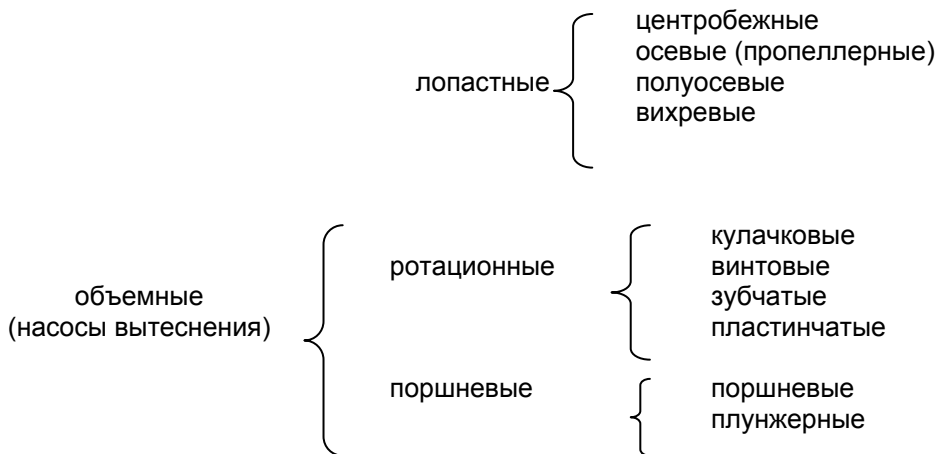
17. УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ТАНКЕРОВ-ХИМОВОЗОВ

Грузовые танки отделяются от служебных помещений на баке и жилых помещений на корме коффердамами. Площадь палубы от коффердама до коффердама, включая и коффердамы, называется грузовой зоной. По **конструктивной защите** грузовой зоны химовозы подразделяются на 3 типа: 1, 2, 3. Тип 1 имеет двойные борта и днища – на случай столкновения или посадки на скалистый грунт. Расстояние от борта до грузового танка должно быть 11,5 м или ширина/5 – что меньше. Высота танков двойного дна должна быть 6 м или ширина/15 – что меньше. Химовозы типа 1 предназначены для перевозки самых опасных по токсичному воздействию грузов – как наиболее серьезная угроза – и для грузов с температурой воспламенения менее 65°C или у которых диапазон воспламенения (ВПВ минус НПВ) равен или более 50% (по объему). Тип 2 тоже имеет двойные борта и днище, но расстояние от борта до танка – не менее 760 мм, а танки двойного дна – как у типа 1: 6 м или ширина/15. Химовозы типа 2 предназначены для перевозки грузов, имеющих серьезные угрозы: 1) по токсичности: LD₅₀ равно или менее 300 мг/кг (при пероральном воздействии на крыс), LD₅₀ равно или менее 600 мг/кг (при кожном воздействии на кроликов), LC₅₀ равно или менее 1000 ppm за 1 час (при ингаляционном воздействии на крыс); 2) по воспламеняемости: грузов с температурой воспламенения менее 200°C или грузов, у которых диапазон воспламенения (ВПВ минус НПВ) равен или более 40% (об.). Тип 3 не имеет двойных бортов и днища – достаточно одной продольной переборки. Все другие жидкости, отвечающие критериям оценки веществ согласно минимальных требований Главы 17 Кодекса IBC, перевозятся на химовозах типа 3.

Максимальный объем грузового танка для типа 1= 1250 м³ (п.16.1.1 IBC), для типа 2 – не более 3000 м³ (п. 16.1.1.1 IBC).

Устройство специальных трубопроводов. Трубопроводы для перекачки груза строятся на расчетное давление не менее 10 бар (1 МПа). Расчетное давление – это наибольшее давление, которому система может подвергаться при эксплуатации. Трубопроводы должны быть самоосушающимися – в колодец грузового танка. Описание грузовых насосов и трубопроводов грузовой и зачистной системы приводится в Разделе 2 Наставления по методам и устройствам (P&A Manual). Все трубопроводы должны иметь четкую маркировку своего назначения. Трубопроводы подвергаются гидростатическому испытанию.

Насосные системы – насосы классифицируются по назначению и принципу действия. По назначению: грузовые, зачистные, балластные, осушительные, перекачивающие и т.п. (в системе подогрева: прокачивающие, например). По принципу действия:



Следует добавить струйные насосы: пароструйные, водоструйные и воздухоместруйные. В зависимости от способа подключения они называются инжекторами или эжекторами.

Для облегчения выгрузки в береговых трубопроводах применяют бустерные (подкачивающие, подхватывающие) насосы.

На химовозах применяются лопастные, ротационные, поршневые и струйные насосы: каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки, но все они зависят от всасывания жидкости: это основа и напора, и производительности (подачи) насоса.

Лопастные насосы: а) центробежные – самые распространенные. Преимущества: равномерность подачи, малые габариты, быстроходность, простота устройства, надежность в работе, малая чувствительность к загрязнению перекачиваемой жидкости, малый объем текущего ремонта.

Недостатки: отсутствие сухого всасывания, зависимость напора от производительности, снижение КПД при повышении вязкости, быстрое нагревание подшипников при рециркуляции (подшипники охлаждаются прокачиваемым грузом), кавитация.

Винтовые насосы – основные преимущества: перекачивают высоковязкие жидкости (патока, например), создают большие давления нагнетания, обладают большой высотой всасывания и равномерностью подачи, бескавитационной работой. Винтовые насосы относятся к классу ротационных.

Поршневые насосы – имеют следующие преимущества: неограниченно высокое давление нагнетания, независимость давления от производительности, способность сухого всасывания.

Недостатки: неравномерная подача перекачиваемой жидкости (вибрация гибких шлангов). Наличие клапанов нагнетания и всасывания часто приводит к нарушению работы насоса, значительные габариты, непригодность для работы с загрязненной жидкостью, необходимость подвода пара в ГНО, подверженность гидравлическим ударам. В последнее время вытесняются центробежными насосами.

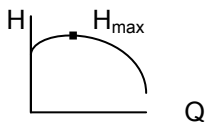
Насосы любого типа имеют свою характеристику, а береговые трубопроводы – свою, пересечение этих характеристик дает производительность при данном давлении нагнетания. Наилучшие условия на характеристике насоса – это расчетная точка. На характеристике насоса приводится также доступная (располагаемая) высота всасывания. По способу монтажа на химовозах чаще всего применяется фрамовский погружной насос колодезного типа в каждом грузовом танке; привод и насос – в колодце танка.

Согласно требований МКХ все насосы должны иметь четкую маркировку о назначении, дистанционное отключение. Сведения о насосах – см. Наставление (P&A Manual).

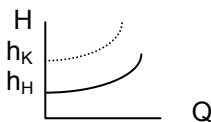
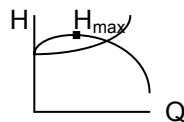
Кавитация: нарушение режима всасывания: повышение скорости потока в каналах между лопастями приводит к понижению давления до давления парообразования при данной температуре. При дальнейшем продвижении потока пузырьки пара мгновенно конденсируются – получается микроудар с местным давлением до нескольких сот мега Паскаль – насос разрушается. (центробежные насосы). Меры: снижение оборотов насоса.

Гидравлический удар: при длинных трубопроводах и большой скорости поршня давление под днищем поршня может стать отрицательным – происходит отрыв жидкости от днища поршня: жидкость из всасывающего трубопровода через всасывающий клапан поступает в цилиндр, что и вызывает гидравлический удар. Меры: снижение количества рабочих ходов поршня (поршневые насосы).

Помпаж – неустойчивый, ненормальный, недопустимый режим работы насоса, при котором подача и напор подвержены значительным быстрым периодическим колебаниям. Помпаж может сопровождаться шумом, ударами в насосе и трубопроводе. Этот режим возможен у насосов с характеристикой $H-Q$ как на рисунке (H снижается к оси ординат): при пересечении характеристики берегового трубопровода в точке H_{\max}



Насос танкера

Береговой
трубопроводНасос+береговой
трубопровод

Эжекторы: (струйные насосы – пароструйные, водоструйные, воздушоструйные) имеют следующие положительные качества: 1) отсутствие движущихся частей; 2) надежность; 3) способность перекачивать сильно загрязненную жидкость; 4) способность сухого всасывания; 5) быстрота пуска; 6) равномерность подачи; 7) большое разрежение; 8) малые габариты; 9) простота изготовления; 10) способность работы в затопленном состоянии.

Конструктивно **грузовые танки** подразделяются на автономные и встроенные. По давлению – на напорные и прочные. Напорный танк может быть автономным или встроенным, выдерживает давление в верхней части не более 0,7 бар (70 кПа). Прочный танк выдерживает давление более 0,7 бар. Прочный танк должен быть автономным. Автономный танк не должен воспринимать нагрузки корпуса. Встроенный – воспринимает эти нагрузки и является составной частью конструктивной прочности корпуса. Конкретный тип танка для груза указан в колонке “Г” Гл. 17 IBC. Для колонки “Г” применяются следующие условные обозначения: 1=автономный танк; 2= встроенный; G=напорный; P=прочный. Например, 2G= встроенный напорный танк. Заполнение балластом грузовых танков производится только насосами для балластных танков, а трубопровод не должен иметь постоянного соединения с грузовыми танками (в этом случае применяется съёмная вставка).

Грузовые танки типа 1G предназначены для перевозки грузов со следующими опасностями: LC₅₀ менее 200 ppm за 1 час при вдыхании (ингаляционное воздействие), LD₅₀ менее 200 мг/кг, температура воспламенения менее 65°C.

Танки типа 2G – для перевозки всех других жидкостей наливом.

Танки типа 1P – для перевозки жидких грузов под давлением более атмосферного – до 2,8 бар. (280 кПа).

Контроль за переливом: на стадии составления грузового плана должна быть учтена максимальная температура в рейсе, объем ГТ не должен использоваться более 98%. Перед погрузкой д/б опробована аварийно-предупредительная сигнализация о достижении заданного уровня, о подходе к объему 98%, о поступлении груза после заполнения на 98%, о подаче согласованного сигнала об остановке ГН и закрытии клинкетов приема груза. Максимально допустимый объем заполнения ГТ:

$V_L = 0,98 V \rho_R / \rho_L$, где V - объем данного танка, ρ_R - относительная плотность груза при расчетной температуре груза (R), ρ_L - относительная плотность груза на момент погрузки, R - расчетная температура, при которой давление паров груза соответствует давлению, на которое отрегулирован предохранительный клапан (pressure-relief valve). Максимально дополнительный объем заполнения танка для каждого значения температуры погрузки, а также максимальные значения расчетной температуры должны быть указаны в перечне, одобренном Администрацией (15.14.7.3. IBC). Это требование относится к грузам с давлением паров более 1,013 бар (101,3 кПа) при 37,8°C. Интенсивность погрузки (LR) не должна превышать значения $LR = 3600V/t$ ($m^3/ч$), где V - объем незаполненного грузом пространства, соответствующий уровню груза, при котором срабатывает сигнализатор; t - время (с), затрачиваемое с момента подачи сигнала до момента полного прекращения подачи груза в танк (15.19.8 IBC).

Типы грузовых насосов и их использование. Насосы подразделяются на объемные и кинетические. Объемные (или насосы вытеснения) подразделяются на возвратно-поступательные и поршневые; ротационные и винтовые. Кинетические подразделяются на центробежные и эжекторы.

Поршневые насосы обладают способностью сухого всасывания, способны создать заданное давление. Недостатки: силы инерции, большие утечки, тихходность, непригодность к работе с загрязненными жидкостями. Гибкие шланги подвергаются резким «рывкам». Используются при зачистке.

Ротационные и винтовые имеют малые габариты, равномерную подачу, высокооборотные, обладают способностью сухого всасывания. Недостатки: значительные осевые усилия, низкий КПД - значительные потери на трение. Используются для перекачки высоковязких продуктов (типа патоки).

Центробежные - постепенно вытесняют поршневые насосы. Преимущества: равномерность подачи, малые габариты, быстроходность, простота устройства, надежность в работе, малая чувствительность к загрязнению перекачиваемой жидкости. Недостатки: зависимость напора от подачи, отсутствие сухого всасывания, низкий КПД при малых нагрузках. Применяются в качестве грузовых, балластных, зачистных и т.д.

Перед началом выгрузки из насоса выпускаются все пары и газы - для заполнения жидкостью всех полостей насоса. Затем запускается привод насоса. При наступлении признаков кавитации немедленно снизить обороты привода или прикрыть клапан в линии нагнетания. В режиме кавитации кроме разрушения корпуса насоса может произойти возгорание подшипников - так как они охлаждаются перекачиваемой жидкостью.

Эжекторы – подразделяются на паро-, водо-, воздушно-струйные. Преимущества: отсутствие движущихся частей, надежность, перекачивают сильно засоренные жидкости, не загрязняются, обладают способностью сухого всасывания, создают глубокое разрежение, просты в изготовлении, работают в затопленном состоянии. Находят широкое применение в осушительных, моечных системах.

Основные требования к химовозам: иметь минимальный остаток груза в каждом танке – до 100 литров на танк. Химовоз постройки 1999 имеет неоткачиваемые остатки 20 литров на танк – это перспектива на будущее. Для достижения таких требований в каждом танке химовозов типа 1 и 2 (с двойным днищем) имеется сборный колодец, в котором и работает насос. Некоторые танки имеют уклон палубы к такому колодцу. По некоторым грузам требуется продувка насосов и трубопроводов на берег. В связи с высокой пожароопасностью привод насоса иногда устанавливается на палубе. Фрамовский насос имеет гидравлический привод вблизи насоса, а трубопроводы гидравлики, продувки и грузовой системы располагаются в шахтах.. Центробежные насосы имеют способность к срыву потока: называется «кавитация». Это опасное явление, связанное с прекращением подачи и, как следствие – подогреву подшипников, которые охлаждаются потоком груза. При появлении признаков кавитации (шум, вибрация, гидравлические удары и т.п.) снижение оборотов обязательно. Иногда правилами требуется установка аварийно- предупредительной сигнализации о перегреве подшипников, механических поломках с аварийной остановкой насосов. Каждый насос и трубопровод должен иметь четкую маркировку о его назначении.

Системы мойки и дегазации танков. При смене груза и необходимости проведения ремонтных работ на химовозе главное внимание уделяется выполнению требований правила 5А Марпол 73/78: свести к минимуму вероятность загрязнения окружающей среды ВЖВ. На каждом химовозе имеется Наставление по оборудованию и методам, Технологические схемы мойки танков и сдачи смывок на берег. Для некоторых грузов требуется обязательная предварительная мойка, возврат газов из грузового танка на берег, доведение содержания остатков груза в смывках до требуемой безопасной концентрации. В дополнение к проблемам воздействия на окружающую среду и человека. (по токсичности и реакционной опасности), особую пожароопасность представляют продукты органической нефтехимии. По этим причинам установленные системы мойки и дегазации чаще всего отсоединены от грузовых танков с помощью съемных вставок: строго соблюдать совместимость материалов прокладок и груза, применять только шланги специально маркированные для этих целей. Смывки и моющие растворы хранятся в слоп-танках. Стационарные моечные машины в ГТ имеют рабочий цикл – мойка всегда должна быть кратной указанному циклу. После предварительной мойки решается продолжение окончательной мойки и дегазации при выполне-

нии требований процедур по мойке (CDP) и сбросу смывок (SDP) через подводное заборное отверстие. Дегазация – до 30% от НПВ.

Газоотводные системы ГТ: должны соответствовать перевозимому грузу – поэтому газоотводная система может быть независимой для одного танка, группы танков, магистрали или нескольких магистралей. Минимальные требования к газоотводной системе приводятся в Гл. 17 IBC – колонка «g» - для отдельных грузов и колонке «o» - дополнительные требования. Газоотводная система химовоза может быть двух типов: безнапорного выпуска паров и регулируемого выпуска паров. Система безнапорного выпуска паров не имеет никаких препятствий, кроме сил трения. Система регулируемого выпуска паров предназначена для самых опасных грузов. Газовыпускная колонка должна быть расположена на высоте 6 м от палубы и 10 м от ближайшего воздухозаборника. При суточных изменениях температуры компенсация малых изменений объема/давления в танках происходит через дыхательные клапана (p/v valve), а при грузовых операциях – через прерыватели вакуума/давления (p/v braker). Высокоскоростные p/v valve (“ракета”) могут находиться на расстоянии 3 м от палубы, но должны обеспечивать выброс струи вверх со скоростью не менее 30 м/с. Головка газоотводной колонки должна предотвращать попадание во внутрь влаги от непогоды, а для грузов с температурой вспышки менее 60°C – иметь пламегаситель. Газоотводная система должна самоосушаться в грузовой танк. Сигнализатор верхнего уровня груза должен быть независим от системы контроля за переливом. При минусовой температуре не допускать образования льда в пламегасителях.

Вентиляция жилых помещений. Для сведения к min вероятности попадания газового облака внутрь жилых помещений, наружные отверстия жилой надстройки на переборке, обращенной к грузовой зоне и 0,04% от длины судна в сторону кормы, не должны иметь отверстий – иллюминаторы должны быть глухие. Если имеется кормовой узел грузового подключения, то воздухозаборные отверстия должны быть закрыты. Центральная система кондиционирования должна быть переведена в режим рециркуляции. Не смотря на неудобства повышения температуры и влажности, экипаж должен относиться к этому с пониманием в целях повышения безопасности.

Система возврата паров. Если танкер построен для перевозки токсичных грузов, то газоотводная система танков должна быть оборудована арматурой для подсоединения трубопровода возврата паров груза на береговую установку. Подсоединительные узлы возврата паров на берег также предусматриваются при погрузке грузов с давлением паров более 1.013 бар (101.3 кПа при температуре 37,8°C=100°F). При перевозке оксида пропилена и смеси оксида этилена с оксидом пропилена газоотводная система каждого танка должна иметь оборудованное клапаном соединение для возврата паров груза на береговую установку.

Воздушные шлюзы – газонепроницаемые двери имеют конструкцию под названием «воздушный шлюз». Это двойные двери на один тамбур наружного контура жилой надстройки. Правило пользования воздушным шлюзом сводится к простому требованию: не открывать следующую дверь пока не будет закрыта первая. Если имеются клиновые задрайки – их использование обязательно при угрозе проникновения газового облака в жилую надстройку.

При одновременно открытых обеих дверях воздушного шлюза электрооборудование внутри данного помещения должно обесточиваться.

Системы замера груза: В Гл.17 IBC Минимальные требования в колонке «j» измерительные устройства кодируются буквами O,R,C,I. O: (Open) устройство открытого типа, R (Restricted) – полузакрытого типа, C (Closed) – закрытого типа, I(Indirect) – путем косвенного замера. Устройство открытого типа – через замерный лючок: выброс газов возможен со всей площади танка. Устройство полузакрытого типа – в танк вводится труба под замерным лючком – выброс газа возможен только с поверхности трубы. Закрытого типа – блокирует выброс газа. К таким устройствам относятся, например, устройства поплавкового типа, электронные и магнитные датчики, смотровые стекла. Вместо них могут применяться автономные устройства без ввода в танк: устройство взвешивания груза, расходомеры в трубопроводах и т.п.

Указатели уровня груза в танках. Кроме ручных замеров груза применяются различные системы автоматического и дистанционного замера. Замеры вручную традиционно производятся с помощью рулетки, деревянной крестовины и футштока. Рулетка представляет собой стальную ленту с медным грузиком на конце. За «ноль» калибровки ленты принимается торец грузика – даже деления идут через 1 см, с разбивкой на 0,5 см. с указанием расстояния от «ноля» через каждый метр. Для измерения уровня груза в начале погрузки (или в конце выгрузки) рулетка опускается в замерную трубку до днища грузового танка – следы груза на ленте и есть отсчет взлива. На стадии завершения загрузки танка уровень груза измеряется деревянной крестовиной, вводимой в танк через смотровой лючок: отсчет по крестовине калибруется таким образом, чтобы измерять «пустоту», т.е. расстояние от уровня груза до палубы. Калиброванная длина крестовины составляет 2-2.5 м. Результат окончания зачистки грузового танка контролируется футштоком, представляющим собой латунный прут на конце линя. Прут длиной около 0,5 калибруется в см, линь не должен накапливать статическое электричество. В зависимости от места расположения замерной трубки и смотрового лючка относительно геометрического центра грузового танка «в плане» (пересечение диагоналей) на каждый танк приводятся поправки на крен и дифферент. Если футшток калибруется от «базы» на смотровом лючке, то вводится поправка на высоту горловины входного люка в танк. Все эти средства пригодны для открытого и полузакрытого способов замера груза.

Для закрытого способа замера груза применяются различные системы.

Механическое поплавковое устройство.

К измерительной ленте крепится поплавок, перемещающийся на двух тросиках, натянутых от днища танка до люка поплавкового указателя, расположенного на палубе. В начале погрузки поплавок опускается до днища танка и выставляется «ноль» указателя уровня груза. По мере изменения взлива поплавок всплывает, лента наматывается на подпружиненный барабан. В смотровом окне с риской снимается отсчет взлива с одной стороны ленты или пустоты – с другой стороны ленты. Для отличия «взлив» наносится черным цветом, а пустота – красным. Во время мойки танка поплавок поднимается до верхней палубы, чтобы не повредить его струей моечной машинки.

Недостаток этой системы заключается в том, что с изменением плотности жидкости меняется плавучесть поплавка, с изменением вязкости жидкости появляется изменяющаяся ошибка за счет налипания груза на ленту и поплавков, при изменении температуры изменяется длина ленты. Все эти ошибки вместе взятые дают значительное отклонение в определении объема груза.

Электромеханическое поплавковое устройство.

Частично эти проблемы устранены в системе, в которой вместо поплавка установлен сенсор, к которому подводится слаботочное питание. Сервомотор удерживает сенсор по его сигналам на определенном расстоянии от уровня груза. Удерживающий тросик и кабель питания наматываются на пружинный барабан. Результат замера уровня груза можно наблюдать через прозрачное окно на верхней палубе и/или передавать в ПУГО (Пост Управления Грузовыми Операциями).

Электронные указатели груза.

Вместо подвижного сенсора внутри танка устанавливается стационарная «этажерка» сенсоров с разбивкой на несколько высокочувствительных участков (А, В, С...G). Каждый участок подключен к измерительному мосту Уинстона. Результаты обработки сигналов измерительного моста передаются на индикатор, дистанционно в ПУГО и другие места контроля.

Пневмо-гидравлические указатели груза.

Не смотря на множество «фирменных» названий таких систем имеется общее название для любой из них – «пузырьковые измерители» (Bubbler gauge). В основу работы данных систем заложен принцип компенсации гидростатического давления пневматическим противодавлением. На поверхности жидкости гидростатическое давление равно нулю, а на глубине оно равно $p = \rho gh$ (ρ = плотность жидкости, g = ускорение силы тяжести). Конструктивно система состоит из воздушного компрессора, датчиков, U-образных манометров, трубок в грузовом танке и пластмассовых трубок, соединяющих компрессор, датчики и манометры. Компрессор (один в работе, другой – в готовности) постоянно поддерживает давление 6 кг/см^2 , которое подается к датчику. Датчик устанавливается по

геометрическому центру танка в плане (для исключения влияния на показания крена и дифферента). Датчик состоит из редуктора и возвратно-запорного клапана. От палубы – не доходя 1 см до днища – устанавливается трубка, на верхний конец которой и подключен датчик. В нижней части соединительного стакана датчика имеется штуцер – для присоединения «сигнальной линии» к U-образному манометру. Если в танке имеется жидкость, то на таком же уровне эта жидкость присутствует внутри измерительной трубки. Воздух от компрессора, пройдя редуктор в датчике, начинает выдувать жидкость из измерительной трубки, постепенно нарастающее давление через сигнальную линию воздействует на манометр. После редуктора давление воздуха равно давлению выпускаемого дыма сигареты, но по мере выдавливания жидкости из измерительной трубки оно нарастает. Когда давление в измерительной трубке станет равным гидростатическому давлению в танке, то пузырьки воздуха начнут подниматься наверх. В этот момент U-образный манометр будет показывать гидростатическое давление, например, в метрах вод. ст.

Кроме гидростатического давления столба жидкости, на поверхность жидкости в танке оказывают давление пары данной жидкости, возможно инертные газы и накапливающееся давление пузырьков воздуха. Для компенсации «газового» давления рядом с первым датчиком устанавливается второй датчик, к которому подсоединяется трубка, опускающаяся на 50 мм ниже палубы. Сигнальная линия «газового» датчика подключается ко второму концу U-образного манометра. Манометр, откалиброванный по взливу, может иметь вторую шкалу-кубатуру жидкости, соответствующую показаниям взлива (из калибровочных таблиц).

Если вспомнить, что атмосферное давление равно 760 мм рт.ст. или 10.34 м, то можно рассчитать шкалу взлива ртутного манометра. Допустим, высота грузового танка равна $10.34 \times 2 = 20.68$ м, то ртутный манометр можно откалибровать как $0.76 \times 2 = 1.52$ м. Отсюда 1 м взлива по ртутному манометру равен $1520 \text{ мм} : 20.68 \text{ м} = 73.8 \text{ мм/м}$. Разумеется, для коммерческих целей такая точность будет недостаточна. Поэтому вместо U-образного манометра в ПУГО устанавливаются две прозрачные трубки длиной около 2 метров, а в дополнение к первым двум датчикам на каждый танк устанавливается еще один датчик, к которому присоединяется трубка длиной 2050 мм ниже палубы. Все три датчика абсолютно одинаковы и взаимозаменяемы, но теперь от каждого танка отходят три сигнальные линии: газовая, верхняя и нижняя (от днища), а манометр имеет только два конца – верхний и нижний. Выход очень прост: сигнальные линии постоянно подсоединены к коллекторам с samozапорными клапанами. На каждый танк имеется два манометра: ртутный и антифризный. Удельный вес антифриза = 1.12. Поэтому 1 м водяного столба по антифризному манометру на шкале манометра соответствует $13.6 / 1.12 \times 73.8 = 896.1$ мм.

Такой масштаб приблизительно на 10% меньше естественного 1 м вод.ст., поэтому точность измерения по антифризному манометру уже равна $\pm 0,3$ мм для взлива и пустот.

Ртутный манометр в нижней части подсоединен к резервуару со ртутью, антифризный манометр – к резервуару с антифризом. Положение резервуаров фиксируется так, чтобы уровень ртути и антифриза совпадали с нулем шкалы. Не трудно догадаться, что имеется уже две шкалы для измерения взлива: грубая – по ртутному манометру (шкала I) и точная – по антифризному манометру (шкала III). Оба манометра подключаются к коллекторам одинаково: линии от резервуаров со ртутью и антифризом – к нижним гнездам коллекторов, а линии от верха трубок (манометров) – к верхним гнездам коллекторов. Допустим в танк принято пресной воды 1.5 м по взливу. Тогда по ртутному манометру ртуть поднимается вверх на $73.8 \times 1.5 = 110.7$ мм, а по антифризному манометру – на $896.1 \times 1.5 = 1344.2$ мм. Напротив этих уровней уже можно нанести кубатуру принятой воды в танк – по калибровочным таблицам (шкала V). Шкала II для каждого танка рассчитывается как пустота по ртутному манометру: высота танка – взлив = пустота. Шкала IV рассчитывается как пустота по антифризному манометру (пустота 2 метра). Шкала VI рассчитывается как удельный вес жидкости, в момент начала показаний пустоты по антифризному манометру. Шкала VII показывает удельный вес жидкости по результатам измерения гидростатического давления столба жидкости между глубокой и средней трубками. Косвенно можно следить за температурой груза, если он был подогрев при погрузке: по окончании погрузки делается отметка фактического уровня по антифризному манометру. На переходе груз остывает, его объем уменьшается, пустота увеличивается. На подходе к порту выгрузки включается подогрев груза и вместо измерения температуры груза в танке достаточно поднять уровень по антифризному манометру до отметки, сделанной по окончании погрузки. Это будет обозначать, что груз подогрев до температуры при погрузке.

Можно измерить давление газов в танке – для этого резервуар антифризного манометра подключается к «газовой» трубке, а верх манометра оставить подключенным к атмосферному давлению.

Дополнительно к манометрам для каждого танка данная система дает возможность устанавливать автоматы программирования погрузки и выгрузки, но эта тема выходит за пределы поставленных задач.

Пневмогидравлическая система с диафрагмой около днища.

Данная система самая простая из всех систем дистанционного измерения уровня груза, но коммерческого признания она не получила. Сигнальная линия между диафрагмой в грузовом танке и манометром в ПУГО заполнена антифризом. Показания обыкновенного манометра калибруется в метрах водяного столба, с последующим пересчетом в фактическую высоту взлива по формуле:

Давление м вод.ст. : уд.вес = взлив

Например, 1) манометр показывает давление 10 м вод.ст. В танке балласт с уд. Весом 1.025. Фактический взлив $=10:1.025=9.76\text{м}$.
 3) манометр показывает 10 м вод.ст. в танке бензин с уд. весом 0.76. Фактический взлив $=10:0.76=13.16\text{ м}$.

Дальнейшим совершенствованием данной системы была установка диафрагмы в газовом пространстве танка. Давление столба жидкости и газового пространства подключается к дифференциальному манометру – этим самым исключается ошибка за счет давления или вакуума в газовом пространстве.

Ультразвуковая система замера уровня.

Система работает по принципу судового эхолота = под палубой и на днище танка устанавливаются по одному излучателю и приемнику отраженного сигнала. Подпалубный приемопередатчик измеряет пустоту, а днищевой-взлив. В обоих случаях сигнал отражается от уровня жидкости. Пустота+взлив=высота танка. Если показания измерителей пустоты и взлива правильны, то «высота танка» остается постоянной. При изменении «высоты танка» выдается сигнал об отказе в системе. Система работает на частоте 160 МГц, питающее напряжение 0.25 В, что эквивалентно $3.9 \cdot 10^{-7}$ м Дж. Эта величина значительно ниже энергии образования искры, способной вызвать воспламенение паровоздушной смеси любых нефтепродуктов (минимальная энергия воспламенения 0,2-0,5 м Дж). Точность показаний этого уровнемера ± 1 мм.

Радиоактивные уровнемеры.

Принцип работы данной системы основан на изменении интенсивности γ -излучения при прохождении через жидкость. Первые модели использовали в качестве источника излучения кобальт-60 с периодом полураспада 5 лет. В дальнейшем источник измерения был заменен на цезий-137 с периодом полураспада около 30 лет: преимущества перед кобальтом заключается в том, что чем больше период полураспада, тем «мягче» γ -излучение. Не смотря на эту замену погрешность системы оставалась ± 10 мм до взлива 10 м. Погрешность ручного измерения уровня считается равной ± 5 мм.

Емкостные уровнемеры.

В этой системе измеряется емкость конденсатора, одной обкладкой которого служит вертикальный стержень, а другой – переборка танка. Измеренная емкость преобразуется в высоту взлива:

$$C = C_1 \frac{h}{H} E + C_1 \frac{H-h}{H} \text{ где :}$$

H – максимальный уровень жидкости (=высоте танка)

h – уровень жидкости в танке

E – относительная диэлектрическая проницаемость жидкости

C_1 – емкость конденсатора (стержень-переборка) при отсутствии жидкости в танке

$C_1 E$ – емкость конденсатора при полностью заполненном танке

C – емкость конденсатора при промежуточном значении уровня.

$$\text{Отсюда } h = \frac{C - C_1}{C_1(E - 1)} \cdot H$$

Погрешность данной системы весьма чувствительна к учету E , поэтому она применяется в качестве контрольной для более точных систем.

Другие уровнемеры.

Фирма «ТЕКСАС инструмент» разработала систему для дистанционного измерения уровня нефтепродуктов на принципе действия поверхностного натяжения жидкости на чувствительный элемент (ЧЭ) уровнемера. В качестве ЧЭ применяется буюк, изготовленный в виде низкого цилиндра. Буюк с помощью перфорированной ленты связан с электродвигателем. Если буюк полностью погружен в жидкость, то электродвигатель поднимает его вверх.

В момент выхода буйка из жидкости увеличивается натяжение ленты (за счет действия сил поверхностного натяжения) – включается релейная система и фиксируется длина ленты, т.е. «пустота», которая пересчитывается на «взлив». Данных о погрешности нет.

Фирма «Электрол» разработала фотоэлектрический способ измерения уровня. В качестве чувствительного элемента используется фотоэлемент и стержень из кварцевого стекла диаметром 10 мм и длиной 100-500 мм. Конец стержня имеет вид конуса, в верхней части стержня вмонтирована эл. лампочка 2 Вт с питанием 12В. Если ЧЭ в воздухе, то луч света отражается от конического конца стержня и попадает на фотоэлемент. Когда конец стержня опущен срабатывает реле и фиксируется положение стержня.

Система получила широкое распространение при измерениях уровня агрессивных жидкостей, т.е. жидкостей, способных к разрушению датчиков из других материалов.

Расходомеры – вместо измерения уровней с последующим пересчетом в кубатуру все чаще применяются расходомеры. Расходомеры изготавливаются двух типов: для определения массы (массовые расходомеры) или кубатуры (объемные расходомеры). Массовые расходомеры более сложны по изготовлению, так как они одновременно измеряют объем, вязкость и температуру перекачиваемой жидкости. Фирма АО Смит разработала систему В-375 (установлена в ОМАНЕ). Это объемный расходомер с погрешностью $\pm 0,25\%$ при производительности трубопровода до 10 тыс. м³/час. Одновременно система определяет осредненную температуру с точностью до 0,1°C.

Имеются модели высокоточных контрольных расходомеров с погрешностью до $\pm 0,05\%$ по объему, но это дорогое оборудование, которое используется на берегу.

Специальные требования (Гл. 15 IBC) для отдельных грузов:

при наличии ссылки на эти требования в колонке «о» Гл. 17 IBC может понадобиться аварийно-предупредительная сигнализация предотвращения перелива танка. Звуковые и световые сигналы должны подаваться при достижении уровня заполнения на 98 %; если повышение уровня не прекратилось после заполнения на 98%; о переполнении танка - приводятся в действие автоматические клапаны перекрытия.

Системы контроля температуры груза. На химовозах имеются подогрев и охлаждение груза. Система подогрева может быть в виде змеевиков на днище танков или в виде теплообменника на палубе. Как при охлаждении, так и при подогреве должны быть средства контроля за температурой груза и аварийно-предупредительная сигнализация. Для конкретных грузов соблюдать требования Гл. 15 IBC, если об этом есть ссылка в колонке «о» Гл. 17 IBC. А для такого груза, как раствор Аммония нитрат, имеется ограничение на max температуру теплоносителя – при температуре более 160°C должен выдаваться предупредительный сигнал. Аварийно-предупредительная сигнализация по контролю за грузом на переходе морем выводится на навигационный мостик.

Факторы безопасности эл. систем. Электрооборудование химовозов должно соответствовать требованиям Гл. 10 IBC, чтобы свести к min влияние воспламеняющихся веществ или грузов, вызывающих коррозию электрооборудования. Провод, изоляция, металлические части должны быть защищены от контактов с выделяемыми газами. Минимальные требования Гл. 17 в колонке «i» имеют обозначения: с T1 по T6 классы температур, 11A, 11B, 11C – группы, к которым относится оборудование, NF – невоспламеняющийся продукт (Non Flammable). Yes – температура вспышки более 60°C (с.с.). No – температура вспышки менее 60°C (с.с.). В колонке «т» Гл.17 IBC применены сокращения N,Z,Y. N – обозначает материалы, которые не должны использоваться для оборудования (см. 6.2.2 IBC). Z – материалы, обычно используемые в электроаппаратуре, но их, например, следует заключить в капсулы в целях предотвращения контакта с парами грузов. (см. 6.2.3. IBC). Y – 6.2.4 (IBC) материалы, которые следует использовать: обозначения Y1, Y2,Y3,Y4,Y5. Особые требования к эл. оборудованию в опасных зонах, это – грузовые танки, трубопроводы, ГНО, электродвигатели для погружных насосов – в исключительных случаях для специально оговоренных грузов. В этом случае должно быть автоматическое отключение насоса при низком уровне груза. Заземление: автономные ГТ должны быть заземлены на корпус.

Вентиляция ГНО и грузовой зоны: двигатели должны быть расположены снаружи вентиляционных каналов. Каждый вентилятор должен иметь достаточное количество запчастей, из материалов, соответствующих перевозимым грузам.

18. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВ

Минимальные требования Гл.17 IBC в колонке “о” обозначают номера пунктов Глав 15 и/или 16, ссылка на которые обязывает выполнять эти требования для конкретного груза. Например, Алканы (C_6-C_9) ссылка=15.19.6: требуется оборудование визуальной и звуковой сигнализации о достижении грузом верхнего уровня, при срабатывании которой подавался бы сигнал о приближении уровня жидкости в танке к уровню его обычного заполнения. Ссылка на Гл. 16= Эксплуатационные требования. 16А= Дополнительные меры по защите морской окружающей среды. В дополнение к этим сведениям о свойствах химических грузов можно обратиться к Гл. 18= Список химических грузов, на которые данный кодекс не распространяется. Это список химических веществ, свойства которых не настолько опасны, чтобы на них распространять требования Кодекса IBC. Некоторые загрязнители категории D внесены в этот список, что обозначает обязательное выполнение требований Приложения II Марпол 73/78. Знак «III» обозначает, что продукт был классифицирован как груз, не относящийся к загрязнителям категорий А, В, С, D. Знак категории загрязнителя взятый в скобки ()= необходимы дополнительные данные, а пока условно присвоена данная категория. Например, Ацетон III. Этиленгликоль D. Этиленгликольацетат (D). Для получения более подробных сведений Программа рекомендует следующие издания: Безопасность на танкерах-химовозах.

Руководство по безопасности танкеров-химовозов.

Международное руководство по безопасности нефтяных танкеров и терминалов (ISGOTT).

Руководство по перечню контрольных проверок между судном и берегом.

Руководство по передаче нефти с судна на судно.

Наставление III БО США (Береговой Охраны США).

Руководство по очистке танков.

Справочник по безопасности газовозов и танкеров-химовозов. Бюро Веритас.

Руководство по операциям вертолет/судно.

19. СУДОВЫЕ ОПЕРАЦИИ

Расчеты, связанные с грузовыми операциями.

Современные химовозы имеют систему автоматической погрузки и выгрузки, все химовозы имеют на борту план грузовых операций, одобренный Администрацией и Типовые случаи загрузки. В международном свидетельстве о пригодности судна для перевозки ОХГ (= опасные химические грузы) наливом должна быть сделана отметка о наличии одобренных планов грузовых операций. Любые операции с грузом и балластом должны быть согласованы с этими планами. Все участники операции должны быть ознакомлены с планом предстоящей операции. Обязательно взять под контроль: скорость налива, тах. допустимый объем заполнения грузового танка и расчетную температуру груза. Скорость на-

лива в начале погрузки 1 м/с и макс. скорость на любом этапе погрузки =7 м/с.

Диаметр трубы		1 м/с	7 м/с
дюйм	мм		
3	76	17 м ³ /час	119 м ³ /час
4	100	29	203
6	150	66	462
8	200	114	798
10	250	180	1260
12	300	260	1800

Или по формуле $\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 3600$, где:

d – внутренний диаметр трубопровода, м

l – длина этого трубопровода =1м

или $\approx 900 \pi \cdot d^2$ (м³/час)

Максимально доступный объем заполнения грузового танка (15.14.7.2 IBC)

$$V_L = 0,98 V \rho_R / \rho_L, \text{ где:}$$

V – объем данного танка,

ρ_R – относительная плотность груза при расчетной температуре (R),

ρ_L – относительная плотность груза при температуре на момент погрузки,

R – расчетная температура, т.е. температура, при которой давление паров груза соответствует давлению, на которое отрегулирован данный предохранительный клапан.

Если установлена система предотвращения переполнения танка, то интенсивность погрузки (LR) не должна превышать значения, вычисленного по формуле:

$$LR = 3600 V/t \text{ (м}^3/\text{ч)}, \text{ где}$$

V – объем незаполненного грузом пространства (м³), соответствующий уровню груза, при котором, срабатывает сигнализатор,

t – время (с), затрачиваемое с момента подачи сигнала до момента полного прекращения подачи груза в танк, на выполнение каждого последовательного действия, такого как реакция оператора на сигналы, остановка насосов и перекрытие клапанов.

По окончании погрузки делаются замеры пустот, температуры и плотности груза в каждом танке. Результаты замеров заносятся в специальный бланк. Измеренная пустота/Ullage исправляется поправкой из калибровочных таблиц. По исправленной пустоте определяется кубатура при фактической температуре груза в танке. Для коммерческих документов и судовых расчетов дедвейта, надводного борта, дифферента, ос-

тойчивости и напряжений в корпусе необходимы сведения о количестве груза. К сожалению, пока не существует обязательной единой системы мер. Простой расчет «факт. объем х факт. плотность груза = масса» заменяется работой с таблицами нескольких систем. На химовозах чаще всего используются таблицы ASTM, ASTM-IP (от сокр. American Society for Testing Materials, Institute of Petroleum). Все таблицы пронумерованы и имеют объяснение с примером в начале каждой таблицы.

Наиболее часто употребляются следующие таблицы: №2 – перевод температуры t° в $^{\circ}\text{C}$ или $^{\circ}\text{F}$. Таблица №3 – плотность API при 60°F . №21 – удельная плотность (Sp.gr.) $60^{\circ}/60^{\circ}\text{F}$. №51- плотность при 15°C . №52 – галлоны и баррели США, имперские галлоны в литры. №54 – коэффициент поправки объема. №56 – “Вес в воздухе”. №58 – галлоны и баррели США, имперские галлоны в метрические тонны. По приходу в порт выгрузки и/или по окончании выгрузки одной партии груза замеры и подсчеты делаются вновь.

Плотность груза: относительная плотность обозначается как Sp.Gr. $60^{\circ}/60^{\circ}\text{F}$ (Specific gravity) или R.D. (Relative density). Это отношение массы груза данного объема при 60°F к массе воды такого же объема при 60°F . $60^{\circ}\text{F} = 15,6^{\circ}\text{C}$. Поэтому употребляется плотность Density at 15°C . Литровая плотность – D at 15°C , выраженная в литр/м³, применяется для расчета массы груза в вакууме. Для исключения неопределенности масса в таких случаях указывается в единицах массы с добавлением «в вакууме = in vacuo», а в следующей строке бланка количество указывается «в воздухе» (=in air). В американской промышленности употребляется шкала API (American Petroleum Institute) отношение масса/объем, рассчитывается по формуле:

$$\text{API} = \frac{141,5}{\text{R.D. at } 60^{\circ}\text{F}} - 131,5$$

Пример соотношений API, RD $60^{\circ}/60^{\circ}\text{F}$, Density 15°C

API GRAVITY 60 DEGF	Rel. Density 60/60 DEGF	Density (15 DEGC)
18,0	0,9465	945,9
.	.	.
.	.	.
21,0	0,9279	927,3

Следует обратить внимание на тот факт, что при увеличении API уменьшается Density. При обращении с понятиями объем/volume и количество/quantity, необходимо иметь четкое понимание используемых еди-

ниц измерения: barrels (of 42 Us gallons), cubic feet (cu.f), cubic metres (cu.m), imperial and US gallons, tonnes of 1000 kg, tons of 2240 lbs (фунтов), tons of 2000 lbs (фунтов).

Планы погрузки и выгрузки. Обеспечение качества груза и безопасности возложено на капитана. Составление плана погрузки является одним из ответственных этапов перевозки. На борту химовоза информация о грузе должна быть в полном объеме – если это не так – от погрузки отказаться. **Особое внимание** уделять совместимости грузов и материалов – см. Руководство по совместимости. Если в Гл.17 IBC имеется ссылка в колонке «о», то строго выполнять эти требования. Груз не должен занимать объем танка более 98% включая «водяную подушку» толщиной не менее 760 мм, учесть максимальную температуру в рейсе, чтобы исключить вероятность перелива. При ссылке в Гл. 17 колонка «о» на Гл. 16 «Эксплуатационные требования» следует также обратить внимание на наставление по эксплуатации, содержащееся в Руководстве по безопасности танкера (химические грузы). Планы погрузки и выгрузки должны быть у всех заинтересованных лиц. Участников грузовых операций ознакомить с данным планом (перед каждой операцией), обратив особое внимание на описание физических и химических свойств груза, меры в случае разлива и утечки груза, мероприятия по предупреждению случайного контакта персонала с грузом, конкретный комплект защитной одежды, средства защиты глаз и органов дыхания, способы тушения пожара и средства огнетушения, способы перекачки груза, зачистки танков, дегазации и балластировки, средства и способы оказания ПМП в случае контакта с грузом и его парами. Если до начала погрузки груз необходимо стабилизировать или ингибировать, то грузоотправитель обязан выдать Свидетельство о защите груза. При отсутствии такого свидетельства груз не принимать к перевозке (п. 16.2.3. IBC). Если вязкость груза при 20°C превышает 25 мПа·с, то в грузовом документе должна быть указана температура, при которой груз обладает вязкостью 25 мПа·с (п. 16.2.6. IBC).

Система возврата паров. Для отдельных грузов требуется иметь оборудование для возврата паров груза, (например, оксид пропилена). В таком случае газоотводная система должна иметь соединение с клапаном, входящее в узел берегового соединения. Возврат паров на берег требуется при перевозке токсичных продуктов (15.12.2 IBC) и грузов с давлением паров более 1.013 бар при 37,8°C (в последнем случае в Международном свидетельстве о пригодности в разделе «Условия перевозки» должно быть указано давление срабатывания предохранительного клапана)(15.14.1 IBC).

Контрольные проверки перед погрузкой. Перед началом погрузки проверить срабатывание сигнализации верхнего уровня груза в танках и сигнализаторов системы предотвращения перелива (15.19.4 IBC). Если груз требует подогрева, то убедиться в срабатывании сигнализации пределов min и max температуры груза и теплоносителя. Если груз

может подвергнуться кристаллизации, то отрегулировать и проверить настройку двухконтурного подогревателя. Если груз требует охлаждения, то проверить работу датчиков температуры у днища и в верхней части танка. При отрицательной температуре воздуха проверить отсутствие льда в пламегасителях газоотводных колонок. В прерывателях давление/вакуум (p/v braker) заменить в уплотнителях воду на антифриз. Если имеется СИГ – также заменить в палубном уплотнителе (deck seal) воду на антифриз. При положительной температуре убедиться в наличии воды в этих уплотнителях до требуемого уровня (по водомеру).

Использование оборудования контроля. Системы дистанционного замера важнейших параметров груза, воспламеняемости и токсичности имеют вывод аварийно-предупредительной сигнализации в пульт управления грузовыми операциями и на ходовой мостик. При срабатывании аварийно-предупредительной сигнализации «перелив» или обнаружение токсичных паров груза в смежных помещениях или танках двойных бортов и двойного дна – объявить общесудовую тревогу с четким указанием «опасности» и места обнаружения. Требования к обнаружению токсичных и/или воспламеняющихся паров для конкретных грузов приведены в колонке «к» Гл. 17 IBC.

Операции по очистке и дегазации танков. Система мойки танков на химовозах зависит от типа перевозимых грузов. Обычно система мойки танков включает в себя моечный насос, подогреватель, моечные машинки, трубопровод системы мойки танков. Производительность моечного насоса, подогревателя и моечных машинок должна быть одинаковой. Моечные машинки могут быть переносными или стационарными. В систему входит отстойный и сборный слоп-танк. Операции по использованию системы мойки грузовых танков сведены в технологическую схему, которая по ответам «да» или «нет» приводит к номеру процедуры – по мойке CDP, по сдаче смывок на берег – SDP. Процедуры необходимо выполнять в последовательности сверху-вниз по операциям, отмеченным х в колонке, соответствующей номеру CDP или SDP. Применение абсорбентов, увлажнителей и детергентов в строгом соответствии с условиями Наставления по методам и оборудованию (P & A Manual).

Дегазация ГТ (8.5 IBC). Необходима для того, чтобы свести к min опасности, связанные с рассеиванием воспламеняющихся или токсичных паров. Дегазацию первоначально проводить через выпускные отверстия, расположенные над палубой не менее 2 м, со скоростью выпуска паров не менее 30 м/с – эту скорость поддерживать на протяжении всего процесса дегазации. По достижении концентрации паров до 30 % нижнего предела воспламеняемости и если концентрация токсичности продукта не представляет существенной опасности – дегазацию можно возобновить на уровне палубы. Выпускные отверстия дегазации (высотой 2 м от палубы) могут быть стационарными или переносными, последние уста-

навливаются на моечные лючки в защитном комплекте и средствах защиты органов дыхания и глаз.

Регулирование состава среды грузовых танков.

Имеется четыре способа регулирования состава атмосферы в грузовых танках: 1) инертизация; 2) создание изолирующего слоя; 3) осушение; 4) вентилирование.

Инертизация: если в Главе 15 Кодекса IBC имеется требование об инертизации, то инертизация грузовых танков, связанных с ними трубопроводов производится газами, не вступающими в реакцию с грузом – инертным газом или азотом. Запас инертного газа или азота должен быть достаточным для компенсации естественной убыли газов, а давление в грузовых танках должно быть не менее 0,07 бар (7 кПа) и не более давления, на которое настроен предохранительный клапан.

Создание изолирующего слоя – это заполнение грузового танка жидкостью, газом или парами, отделяющими груз от воздуха. Для поддержания такого состояния должен быть запас, компенсирующий естественную убыль изолирующего слоя. Толщина изолирующей жидкости должна быть не менее 760 мм по высоте. Также требуются средства контроля состава атмосферы.

Осушение производится заполнением грузового танка и подсоединенных к нему трубопроводов осушенным газом или парами с точкой росы -40°C или ниже при атмосферном давлении. Необходимы средства для поддержания такого состояния. Точка росы – это температура, при которой абсолютное содержание влаги в воздухе соответствует давлению насыщенного пара. Для любой температуры известно количество паров до полного насыщения. Например, при температуре 4.5°C в 1 кг воздуха может содержаться не более 6 грамм влаги, 10°C - 8 грамм, 15.5°C – 11 грамм, т.е. примерно на каждые 11°C перепада температуры количество влаги удваивается. Допустим, в полдень при температуре 15.5°C абсолютная влажность равна 8 г/кг воздуха – относительная влажность равна $8/11=72.7\%$. К вечеру температура воздуха упала до 10°C . относительная влажность равна $8/8=100\%$ - начинается конденсация. К утру температура упала до 4.5°C – каждый кг воздуха освободился на 2 г от паров воды в виде росы. Температура, при которой воздух насыщен до относительной влажности 100%, и называется точкой росы.

Вентилирование – производится принудительным или естественным путем. При удалении токсичной атмосферы или до 30% от НПВ вентилирование производится в защитном комплекте через стационарные или переносные вентиляционные колонки высотой 2 м от палубы. Переносные колонки устанавливаются на моечные лючки грузовых танков.

Требования к регулированию состава среды при перевозке конкретных грузов указаны в Главе 17 Кодекса IBC в колонке «h»: Inert=инертизация, Pad=изолирующий слой жидкости или газа (padding), Dry-осушение, Vent= естественная или принудительная вентиляция.

Использование и поддержание инертных атмосфер.

Необходимость инертизации грузового танка указывается в ГЛ.17 IBC – колонка «h». Подробные требования к составу атмосферы см. Гл.9 IBC. В ряде случаев инертизации может потребоваться в помещениях, расположенных вокруг данного танка. Чаще всего используется азот, иногда – СИГ. При подаче азота с берега на судне должен быть запас азота для пополнения утечек во время перехода. СИГ д/б способна постоянно поддерживать давление не менее 0,07 бар (7 кПа) и не выше давления, на которое настроен предохранительный клапан. Для поддержания требуемого состава атмосферы в танке должны быть средства контроля. Если азот используется в качестве осушающего вещества, то требования по давлению – как в СИГ. Иногда требуется автоматическое поддержание содержания кислорода в газовой среде танка не более 0,5 % (об.), а для др. грузов требуется технически чистый азот (99,9%)-15.8.27 IBC.

Контроль за входом в ГНО и закрытые помещения. В этих помещениях может быть любая из опасностей: воспламеняющаяся и токсичная среда и недостаток кислорода. ГНО является источником повышенной опасности, т.к. из-за возможных протечек может скопиться опасная концентрация газов. Использование вентиляции до входа - обязательно. Капитан должен использовать персональные газоанализаторы. Через согласованные промежутки времени проверять связь. Заблаговременно разработать план действий на случай срабатывания аварийно-предупредительной сигнализации: по содержанию опасной концентрации паров груза, недостатка кислорода, повышении температуры подшипников. В ГНО следует предусмотреть комплект спасательных дыхательных аппаратов.

Вход в закрытые помещения регулярно посещаемые во время грузовых операций - с разрешения вахт п/к, после включения вентиляции, анализа атмосферы, с использованием персональных газоанализаторов. Безопасное содержание углеводородных паров 1% от НПВ.

Вход в грузовой танк, коффердам, танк двойного дна и т.п. только после того, как ответственное лицо командного состава выдало соответствующее разрешение (Entry permit), удостоверившись, что атмосфера безопасна. Во время пребывания людей в закрытых помещениях эффективное вентилирование должно быть непрерывным. Специальный спасательный линь и снаряжение должны быть готовы к немедленному использованию. Если возможно – иметь резервный доступ в это же помещение. Ответственное лицо командного состава должно находиться вблизи от входа все время пребывания людей и иметь непосредственный контакт с работающим. В аварийном случае ответственное лицо остается у входа, а в помещение направляются спасатели.

Использование оборудования обнаружения газов и оборудования безопасности. Прежде всего данное оборудование должно посто-

янно находиться в исправном и рабочем состоянии. Это достигается строгим соблюдением заводских инструкций по уходу, профилактике, контрольным проверкам и калибровкам. Проверки работоспособности и их результат записывать в судовой журнал и в тех. паспорт оборудования.

Удаление отходов и смывок. Приложение IV Марпол-73/78 – это правила предотвращения загрязнения сточными водами с судов: сброс запрещен с учетом исключений (Правило 9). Кроме случаев, когда:

А) судно сбрасывает измельченные и обеззараженные сточные воды на расстоянии более 4 миль от ближайшего берега, или неизмельченные и необеззараженные на расстоянии более 12 миль от ближайшего берега, скорость не менее 4 узлов, сброс производится не мгновенно, а постепенно.

В) на судне действует установка по обработке сточных вод.

С) если сточные воды смешаны с другими отходами, то сброс по более строгим правилам.

Правило 9. Исключения:

А) сброс в целях обеспечения безопасности судна.

В) сброс в результате повреждения судна.

Приложение V МАРПОЛ-73/78. Мусор. Удаление мусора за пределами особых районов, с учетом исключений Правил 5 и 6:

А) запрещается выбрасывание в море всех видов пластмасс, включая синтетические рыболовные сети и пластмассовые мешки для мусора и т.п.

В) запрещается выброс в море сепарации, обшивки и 1) упаковки материалов, обладающих плавучестью, если расстояние от ближайшего берега менее 25 миль, 2) пищевые отходы и др. мусор, включая изделия из бумаги, стекло, металл, бутылки, черепки, если расстояние от ближайшего берега менее 12 миль.

С) выбрасывание мусора и по п. 2) может быть разрешено, если такой мусор пропущен через измельчитель или мельничное устройство, но на расстоянии не менее 3 миль, измельченный мусор должен проходить через грохот с размером ячейки 25 мм.

Если мусор смешан с др. отходами, то по более строгим правилам. Удаление мусора в пределах особых районов - с учетом исключения Пр.6

А) запрещается выбрасывание в море (i) всех видов пластмасс, (ii) прочий мусор включая бумагу, ветошь, стекло, металл, бутылки, черепки, сепарационные, обшивочные и упаковочные материалы.

В) пищевые отходы – если расстояние менее 12 миль от ближайшего берега

С) пищевые отходы район Карибского моря: измельченный мусор запрещается выбрасывать, если расстояние от ближайшего берега менее 3 миль. Если мусор смешан с другими отходами, то по более строгим правилам.

Правило 6. Исключения. Эти требования не применяются, если удаление мусора произведено с целью обеспечения безопасности судна и людей и сброс произошел в результате повреждения судна.

Поощряется накопление мусора на судне и сдача его на берег или уничтожение в инсенераторе (с учетом предотвращения загрязнения воздуха).

Сдача смывок – описана технологическая карта SDP в разделе «Системы мойки танков».

20. РЕМОНТ И ТЕХ. ОБСЛУЖИВАНИЕ

Меры предосторожности, принимаемые перед ремонтом и ТО:

Всегда иметь полное представление об опасностях, связанных с конкретным грузом: влияние на здоровье, пожароопасность, токсичность, загрязнение окружающей среды, опасности применения электрического оборудования. Четко выполнять «систему разрешений» - «на вход», «на горячие работы», «на холодные работы». Замер и контроль состояния атмосферы: содержание кислорода, присутствие углеводородных и токсичных газов. Инструктаж. Ответственное лицо командного состава. Связь.

Работы на трубопроводах, клапанах или насосах должны быть разрешены только при условии что: 1) отсоединение от системы выполняется холодной работой (опасность остатков груза)

2) оставшуюся часть заглушить (опасность выделения газов)

3) объект работы очищен и продегазирован.

Иметь в виду, что работы по системам управления, сигнализации и т.п. могут привести к нарушению безопасности грузовых работ.

Горячие работы: сварка, сжигание, сверление, шлифовка и применение электрического оборудования, которое может дать искрообразование. Горячие работы запрещаются при: грузовых и балластных операциях, зачистке и дегазации танка, продувке или инертизации. Разрешение – см. HOT WORK PERMIT.

Холодные работы: работы, не затрагивающие температурные условия, которые могут привести к воспламенению газов в данной зоне или примыкающей к ней. Разрешение на холодные работы – см. App.G ISGOTT-COLD WORK PERMIT, которое состоит из общего положения и 3-х разделов: подготовка и контроль, инструктаж, контроль по окончании работ. Это разрешение выдается при выполнении следующих работ: установка и снятие заглушек, отсоединение и присоединение трубопроводов, снятие и установка клапанов, заглушек и т.п.; работы, связанные с использованием насосов; зачистке (разливов нефтепродуктов).

Вход в закрытые помещения – разрешение на вход в закрытые помещения/Enclosed Space Entry Permit см. в ISGOTT Дополнение I.

21. ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИЯХ

Согласно статистике 75% аварий и несчастных случаев на море происходит по вине человека (человеческий фактор). Каждый член экипажа танкера должен всегда помнить, что обеспечение безопасности всегда должно быть гарантированным. Это значит, что любой член экипажа заботится о своей безопасности лично, и весь экипаж обеспечивает безопасность как единая слаженная команда (как единая спортивная команда – к общей цели прилагаются усилия всей команды). Армейский принцип «сам погибай, а товарища выручай» не приемлем на танкере. Лучше руководствоваться принципом «не веди себя так, чтобы твой товарищ погибал из-за тебя».

О безопасности, авариях, аварийных мероприятиях уже написано много и можно продолжать писать – кашу маслом не испортишь. Но информацию по этим вопросам лучше сравнивать с солью – ее всегда должно быть в меру. Самая лучшая и конкретная информация приводится в Руководстве по танкерной безопасности (The Tanker Safety Guide (Chemical)). Это руководство неукоснительно соблюдать при каждой смене груза, периодически изучать при перевозке одного и того же груза.

Аварийные планы.

Аварийные планы терминала и танкера подробно рассмотрены в Главе 14 ISGOTT. Что касается аварийных планов для конкретного танкера, то они составляются судовладельцем, а задача капитана и всего экипажа заключается в отработке действий по этим планам – с целью приобретения бесценных навыков по устранению аварийных ситуаций. Основные аварийные ситуации указываются в аварийном плане танкера (TANKER EMERGENCY PLAN). Обязанности по конкретным тревогам (MUSTER LIST) вывешиваются на видном месте в жилой надстройке. Аварийная организация (EMERGENCY ORGANISATION) предусматривает следующие основные элементы:

1. Командный центр (Command Centre) – это группа управления по реагированию на аварийные ситуации под непосредственным руководством капитана. Его заместителем является старший помощник. Командный центр имеет средства внутренней и внешней связи. В его распоряжении должна быть любая полезная информация для взятия под контроль аварийной ситуации.
2. Аварийная группа (Emergency Party). Этой группой командует старший помощник. Основные задачи аварийной группы: оценить масштаб аварии, докладывать в командный центр о развитии ситуации, о принимаемых мерах, о результатах, о запросе дополнительной помощи.
3. Аварийная группа поддержки (Back up Emergency Party) – под командованием лица командного состава должна быть наготове для оказания помощи аварийной группе. Конкретный вид помощи определяет командный центр. Поддержка заключается в предоставлении необходимого оборудования, материально-технического снабжения, меди-

цинской помощи, включая действия по реанимации пострадавшего, включая восстановление сердечно-легочной деятельности и т.п.

4. Группа технического обеспечения (Engineering Group) – под командованием старшего механика оказывает экстренную помощь согласно приказаний командного центра. Весьма вероятно, что аварийная ситуация может возникнуть в МКО – тогда первостепенный приоритет отдается поддержанию живучести МКО, в других ситуациях эта группа может быть направлена в конкретное место в качестве дополнительной рабочей силы.

Предварительные меры, сигналы тревог, планы размещения аварийного и противопожарного оборудования приводятся в аварийном расписании. Задача капитана и комсостава заключается в планировании учебных тревог таким образом, чтобы борьба за живучесть судна в кратчайшее время была бы отработана во всех вероятных местах возникновения аварийных ситуаций с использованием всех имеющихся средств сигнализации, связи, аварийного имущества, инвентаря от бака до кормы, и сверху до низу жилых и служебных помещений. Формализм в проведении учебных тревог дает больше вреда, чем пользы.

Регулярно подготовка экипажа должна отрабатываться по таким основным направлениям: пожар, повреждение судна, загрязнение окружающей среды, угроза безопасности судна и его экипажу (пиратство, терроризм), несчастные случаи с судовым персоналом, инциденты с грузом, аварийная помощь другим судам.

Во всех этих случаях основными задачами являются защита человеческой жизни, окружающей среды и имущества.

Судовые планы по действиям в чрезвычайных ситуациях.

Основной опасностью на танкере является пожар. Кроме пожара необходимо предусмотреть действия экипажа в случае разрыва шланга или трубопровода, перелива груза, затопления насосного отделения, отравления людей газами внутри танка, повреждения судна, обесточивания, неблагоприятных погодных условий. Наметить действия в случае отрыва судна от причала, на случай аварийного отхода от причала. Во всех подробностях невозможно предвидеть все аварийные ситуации, но добиться слаженного реагирования всего экипажа на все ЧП жизненно важно. Организация управления на случай аварийной ситуации: командный центр, аварийная группа поддержки, группа тех. обеспечения. Проведение учебных тревог планировать так, чтобы экипаж постепенно знакомился со всем имеющимся на борту оборудованием, системами, средствами борьбы за живучесть.

Аварийное прекращение грузовых операций. Особенностью химовозов являются требования быть в мореходном состоянии на любой стадии грузовых операций: требуемая посадка, напряжение в корпусе, крен и дифферент должен быть в допустимых пределах для выхода в море. Процедура аварийной остановки грузовых операций согласовывается с терминалом в письменном виде, с указанием сигналов и средств

связи. При наличии автоматической системы остановки грузовых операций должна быть согласована производительность и напор в груз. магистралах. Автоматическое прекращение грузовых операций обязательно в случае обесточивания судна или выхода из строя любой из систем контроля перелива: о подходе к уровню 98% объема, о переполнении, о переливе. Узел берегового подключения должен быть готов к отсоединению, а ГД и рулевая машина – к отходу от причала.

Действия в случае выхода из строя важнейших грузовых систем: грузовые и балластные операции прекратить немедленно, дав информацию на терминал. Объявить тревогу, главные двигатели и рулевую машину готовить к отходу. Узел берегового подключения готовить к отсоединению. В таких случаях по правилам порта химовоз обычно выводится из порта на рейд и даже за пределы территориальных вод – для устранения неисправностей.

Борьба с пожаром на химовозах(+CDS=Cargo Date Sheet=Карта сведений о грузе). Знать обязанности по тревогам, сигнальные виды тревог. Необходимо иметь теоретическую подготовку о противопожарной безопасности на танкерах, знать системы и оборудование для тушения пожара в ГТ, ГНО, МКО и жилых помещениях. Методы гашения огня: прекращение доступа кислорода, прекращение поступления горящего вещества, устранение источника нагревания, противодействие процессу горения. Стационарная система пенотушения химовоза способна дать пену по всей площади грузовой зоны на палубе и в грузовой танк. Запас пенообразователя на 30 минут. В ГНО может быть пенотушение, углекислотное тушение, хладоном, стационарная система водораспыления. Пенотушение в ГТ и ГНО должно иметь один и тот же тип пенообразователя. Если грузы не поддаются углекислотному тушению, то устанавливается система водораспыления под давлением, либо система тушения высокочастотной пеной. Системы пенотушения, соответствующие перевозимому грузу, перечислены в ГЛ. 17 IBC в колонке «I» - Противопожарная защита. Вода - как средство тушения, может быть использована для ограниченного типа горящего груза. Воду не применять для тушения грузов, вступающих в реакцию с водой, и не направлять на электрическое оборудование. Пена менее эффективна против огня химических продуктов, имеющих низкую температуру вспышки. Пена имеет ограниченный эффект поглощения тепла. Пена не пригодна для тушения эл. оборудования.

Химический порошок имеет хороший удушающий пламя эффект, является ингибитором пламени, не токсичен, может применяться для тушения электрического оборудования, но имеет низкий эффект охлаждения и нельзя применять его для тушения электронного оборудования, панелей управления и т.п. Хладон –(halon) имеет сдерживающий эффект на пламя, может быть использован в закрытых помещениях. Halon разрушает озоновый слой, поэтому будет снят с производства в 2000 году.

CO₂ тушение (carbon dioxide) является прекрасным удушающим средством, может применяться для тушения электрического оборудования и приборов. Углекислота не должна впрыскиваться во взрывоопасную атмосферу, т.к. накапливает статическое электричество. Персонал должен покинуть помещение перед применением CO₂.

Действия после столкновения и посадки на мель: Объявить тревогу. Обеспечить краткую и точную информацию. На каждом судне имеются Инструкции судовладельца по аварийным и чрезвычайным ситуациям. Весь экипаж должен знать все виды сигналов тревог и обязанности. Всему командному составу периодически следует повторно знакомиться с инструкциями судовладельца, в которых имеется раздел учета первоначальных и повторных ознакомлений с этими требованиями под личную подпись с указанием даты ознакомления. Особое внимание уделить первоначальной оценке результатов повреждений и борьбе за плавучесть, процедуре спасения людей, терпящих бедствие в море, оказанию помощи судну, терпящему бедствие: в соответствии с планами по действиям в чрезвычайных ситуациях, утвержденных судовладельцем. Меры по снижению ущерба/убытков судну, грузу и окружающей среде. Информацию грузовладельцу, фрахтователю и страховой компании обычно следует согласовывать с судовладельцем.

Действия при разливе груза. Экипаж должен знать сигнал тревоги и обязанности на случай разлива. В случае разлива объявить тревогу, прекратить грузовые, балластные и бункеровочные операции, сообщить портовым властям, весь экипаж должен знать содержание раздела EMERGENCY PROCEDURES карты данных о грузе (CDS) в колонке Spillage/Разлив. Не использовать случайные средства защиты кожи — использовать только указанные в CDS в колонке РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ГРУЗОВЕДЕНИЮ (HANDLING AND STORAGE RECOMENDATIONS). Например, для груза ACRYLONITRILE (UN NUMBER 1093) не подходят ни резиновые, ни кожаные средства защиты — применять только неопреновые PVC, полиэтиленовые высокой плотности.

Оказание ПМП и реанимация.

Лица командного состава должны быть обучены способам оказания первой медицинской помощи (ПМП) с учетом свойств перевозимого груза. Весь экипаж должен уметь оказывать немедленную помощь при НС и др. обстоятельствах, требующих медицинского вмешательства, прежде чем обращаться за последующей медицинской помощью на судне. Сведения по оказанию медицинской помощи, связанные с конкретным грузом, приводятся в Карте данных о грузе (CDS) в разделе HEALTH DATA. Необходимые медикаменты и средства иметь на борту согласно указаний Руководства ПМП (MFAG). Номер страницы данного руководства указывается в CDS (между № 00H и категорией загрязнителя). Минимальные знания по оказанию ПМП по Кодексу ПДНВ 78/95. Аптечка ПМП, анатомия человека и функции организма, токсические опасности на

судне, использование MFAG (Руководство по ПМП), осмотр пострадавшего, травмы позвоночника, ожоги, ошпаривание, переломы, вывихи, мышечные травмы, уход за спасенным, консультации по радио, фармакология, стерилизация, остановка сердца, утопление и асфиксия. Применение реанимационного оборудования (Resuscitation equipment) и противоядий (antidotes) от воздействия перевозимого груза. Номера MFAG, соответствующие продуктам Гл.17 и 18 IBC, приведены в Алфавитном указателе опасных химических грузов, перевозимых наливом (рядом с № 00H)= UN N₀.

В кратком пособии невозможно дать полные сведения по ПМП. Но на танкере каждый член экипажа должен знать минимальные правила оказания доврачебной помощи в случае отравления газами. Последовательность действий должна всегда соблюдаться в следующем порядке: 1) очистить дыхательные пути, 2) восстановить дыхательные функции, 3) восстановить сердечную деятельность.

1. Для очистки дыхательных путей пострадавшего положить на твердую горизонтальную поверхность, одной рукой приподнять голову за шею, а другой – откинуть ее немного назад и в сторону. После этого очистить рот и нос от посторонних предметов и слизи. Если язык заблокировал дыхательные пути, то его необходимо приподнять и слегка вытянуть вперед.
2. После очистки дыхательных путей приступить к восстановлению дыхания. Обычно применяется способ рот-в-рот: содержание кислорода в вашем выдохе 16% является спасительным для пострадавшего. Частота искусственных вдохов должна быть не ниже 12-16 раз в минуту. Первые 2-4 выдоха необходимо сделать быстро и энергично. Заметив появление пульса, продолжить искусственное дыхание с частотой 12-16 выдохов в минуту.
3. Если после первых 2-4 выдохов рот-в-рот сердечная деятельность не восстановилась, то необходимо приступить к массажу сердца. Для этого необходимо резко и сильно ударить по грудной клетке пострадавшего – в некоторых случаях этого бывает достаточно, чтобы восстановить работу сердца. Если же этого не произошло, то немедленно начать массаж сердца не теряя ни секунды! Частота массажа сердца должна быть 80-100 нажимов в минуту. Если массаж не помогает, то необходимо совместить искусственное дыхание и массаж сердца. На каждые 5 нажатий на грудную клетку должен приходиться один вдох.

Это самый эффективный метод: порция воздуха и толчки в области сердца обеспечивают минимальную подачу кислорода к головному мозгу: человек остается живым даже в коматозном состоянии. Иногда такая операция может потребовать несколько часов. В любом случае искусственное дыхание и массаж сердца проводить до тех пор, пока не появятся признаки наступления физиологической смерти. (посинение ногтей, появления пятен на теле).

Использование дыхательных аппаратов. А) автономный дыхательный аппарат: до начала использования проконтролировать манометр, подогнать плотность прилегания маски (особое внимание – кто носит бороду), проверить срабатывание звукового сигнализатора аварийного падения давления воздуха. Во время использования считывать показания манометра – для определения оставшегося запаса воздуха. Расход воздуха зависит от массы пользователя, его физического состояния и степени физической нагрузки. При сомнениях или подаче звукового сигнала немедленно покинуть данное помещение; б) дыхательный аппарат от линии подачи воздуха: маска со шлангом, подсоединенным к баллону сжатого воздуха в другом помещении либо к компрессору. Если воздух подается от компрессора, то должен быть запасной баллон – на случай поломки компрессора – в этом случае должен быть подан сигнал «немедленно покинуть помещение». Перед использованием: убедиться в плотной подгонке маски, проверить давление, опробовать звуковую сигнализацию о снижении давления; убедиться, что длина шланга не превышает 90 м. Следить, чтобы шланг был размещен на значительном расстоянии от острых предметов. На случай аварии линии подачи воздуха иметь при себе автономное устройство подачи свежего воздуха. При сомнениях – покинуть помещение. Противогаз с фильтром никогда не следует использовать вместо дыхательных аппаратов; в) маска со шлангом (дыхательный аппарат с подачей свежего воздуха – насосом или мехами: не рекомендуется использовать при входе в закрытое помещение). Дыхательным аппаратом могут пользоваться только специально обученные члены экипажа.

Спасательное оборудование. В ГНО должны быть стационарно установленные, готовые к немедленному использованию носилки для эвакуации пострадавшего. Вблизи ГНО на видном месте в спец. шкафу должен храниться аварийно-спасательный комплект, состоящий из одного автономного дыхательного аппарата с запасом воздуха на 20 мин. (применение сжатого кислорода не допускается), защитной одежды, обуви, перчаток и плотно прилегающих защитных очков; огнестойкого линя с поясом, устойчивых к перевозимому грузу, и фонаря взрывобезопасного исполнения (Кодекс ИВС 14.2). Для эвакуации всех лиц, находящихся на борту необходимо предусмотреть достаточное количество средств защиты органов дыхания и зрения (противогаз запрещается). Дыхательный аппарат – на 15 мин. Средства безопасности нельзя использовать одно вместо другого. Для каких грузов требуется это оборудование указывается в колонке «п» Гл.17 ИВС (14.2.8). Каждый член экипажа должен знать расположение средств оказания первой медицинской помощи и реанимационного оборудования и уметь ими пользоваться. На палубе в удобном месте должна быть душевая для обеззараживания и устройство для промывания глаз (14.2.10 ИВС). Это оборудование должно быть в рабочем состоянии при любом состоянии окружающей среды.

Безопасный вход в закрытые помещения. Никто не имеет права входить в закрытые помещения до тех пор, пока ответственное лицо командного состава не выдаст на это разрешение. (Дополнение I ISGOTT). В разрешении заполняются такие сведения: название закрытого помещения, причина посещения, разрешение действительно с ...до..... Подготовка к входу: изолированы ли все трубопроводы, исключена ли вероятность незапланированного открытия клапанов на трубопроводах, защищено ли данное помещение, провентилировано ли, исследование состава атмосферы: кислород....водород....токсичные газы... контрольные проверки атмосферы. Непрерывность вентиляции, освещение, спасательное и реанимационное оборудование у входа, ответственный дежурный, проинформирован ли вахтенный п/к, связь, аварийные и спасательные работы, регистрация лиц, находящихся в данном помещении. Всё ли оборудование одобренного типа. Проверки руководителя группы. Подписи капитана, руководителя группы, ответственного лица, осуществляющего надзор за входами, с указанием даты и времени. При изменении условий разрешение теряет силу.

Разрешение на вход выдается, если нет другой альтернативы. Закрытое помещение должно быть продегазировано, провентилировано. Содержание кислорода должно быть устойчиво 21%, концентрация паров углеводородов не более 1% от НПВ и в атмосфере не присутствуют токсичные газы.

Дегазация. Технология дегазации доводится до исполнителей. Весь экипаж предупреждается о начале дегазации. Состояние атмосферы танка может быть инертизированной, обедненной, перенасыщенной и с не установленным газовым составом. Инертизированная – содержание кислорода не более 8%, обедненная – содержание углеводородов меньше НПВ. Перенасыщенная – содержание углеводородов более ВПВ. Выше ВПВ или в пределах НПВ-ВПВ. В зависимости от состава атмосферы в танке применяются различная технология. Не допускается дегазация более одного танка, пропаривание танка во время дегазации. Дегазация для входа в танк без дыхательного аппарата должна продолжаться до содержания углеводородного газа не более 1% от НПВ. Дегазация для проведения горячих работ: содержание кислорода должно быть 21%, паров углеводородов менее 1% от НПВ.

Спасание людей в закрытых помещениях – при НС в закрытом помещении объявить тревогу. Огромное значение имеет натренированность спасательной команды. Спасательные концы, дыхательные аппараты, аппараты искусственного дыхания и др. реанимационное оборудование, аварийно-спасательные комплекты должны быть в постоянной готовности к использованию. Заблаговременно согласовать свод сигналов. Каждый член спасательной команды должен четко знать, что от него требуется. Наблюдающий ни в коем случае не должен входить в танк до тех пор, пока не прибудет помощь и не будет произведена оценка ситуации.

Рекомендуется использовать персональные газоанализаторы и иметь при себе дыхательные аппараты на случай аварийной эвакуации.

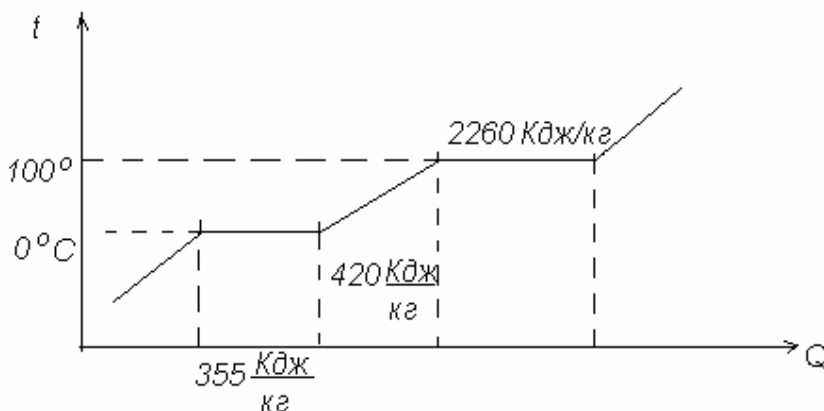
Глава 4. Программа подготовки персонала газозовов.

По определению IMO (Gas Carrier Codes, глава 3) к сжиженным газам относятся жидкости, давление насыщенных паров которых выше 2,8 бар (абсолютное) при температуре $+37,8^{\circ}\text{C}$.

Для того чтобы понимать опасности, возникающие при транспортировке сжиженных газов морем, понимать сущность технологических процессов при перевозке, необходимо иметь некоторые теоретические знания о химических свойствах веществ и четко представлять себе физические законы, объясняющие свойства жидкости, газа и перехода их из одного агрегатного состояния в другое.

Все вещества состоят из молекул, которые взаимодействуют между собой: взаимно притягиваются и взаимно отталкиваются, находятся в непрерывном движении. Взаимодействием молекул объясняется, что все вещества могут находиться в твердом, жидком и газообразном состоянии, а также понятие теплоты, температуры, давления.

Наиболее наглядно физические свойства вещества можно наблюдать на воде H_2O .



355 кДж/кг – удельная теплота плавления

2260 кДж/кг – удельная теплота парообразования

$4,2 \text{ кДж/кг}$ – теплоемкость воды.

Переход вещества из одного агрегатного состояния в другое происходит при определенной постоянной температуре для данного давления и при подводе определенного количества тепла.

Кипение – это процесс, когда парообразование происходит во всей массе жидкости. Пузырьки пара должны преодолеть гидростатическое давление жидкости и атмосферное давление. Пар находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью называется насыщенным.

Т.е. для воды при температуре 100°C давление насыщенного пара будет равно атмосферному (немного больше его).

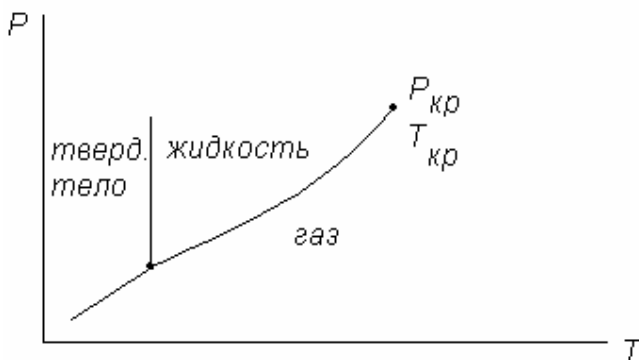
Температура кипения зависит от давления. Например, для воды: на вершине Эльбруса при $P=0,5$ атм $t_k=82^{\circ}\text{C}$; при $P=80$ атм $t=300^{\circ}\text{C}$, а если создать вакуум $= 4,6$ мм рт. ст., вода будет кипеть при $\pm 0^{\circ}\text{C}$.

Процесс парообразования только с поверхности жидкости – испарение происходит при любой температуре. В закрытом сосуде пар будет находиться в динамическом равновесии со своей жидкостью, т.е. будет насыщенным.

С ростом температуры и соответственно давления, плотность пара увеличивается, а плотность жидкости падает, что в конце концов приводит к критическому состоянию, где нет различия между жидкостью и паром.

Например: для воды – критическая температура $+374^{\circ}\text{C}$, критическое давление 218 бар; для метана критическая температура -82°C , критическое давление 46 бар. Т.е. при температурах выше -82°C никаким повышением давления метан нельзя превратить в сжиженное состояние.

Для лучшего понимания вышеизложенного еще необходимо рассмотреть диаграмму состояния вещества и уяснить понятие о тройной точке.



Единицы физических величин.

Единица силы – Ньютон равен силе, сообщаемой телу массой 1 кг ускорение 1 м/сек^2 в направлении силы.

Масса – это свойство тела.

Единица – 1 кг равен массе «международного прототипа килограмма» (платиново-иридиевый цилиндр с высотой и диаметром по 39 мм).

Плотность - d – масса отнесенная к объему.

1 кг/м^3 – равен плотности однородного вещества, масса которого при объеме 1 м^3 равна 1 кг.

Относительная плотность – отношение плотности данного вещества к плотности другого вещества, которое выбрано в качестве стандартного образца, например – воздух, вода.

Плотность жидкости и газа зависит от давления.

Вес – это сила с которой тело притягивается к земле, т.е. это физическая величина равная силе, с которой тело действует на подвес или подставку (измерение на пружинных весах).

$$G = m \cdot g$$

G – вес; m – масса; g – ускорение свободного падения.

Удельный вес – отношение веса тела к объему им занимаемому.

$$\gamma = G/v$$

$$\text{т.к. } d = m/v, \text{ то } \gamma = d \cdot g$$

Так как ускорение свободного падения зависит от широты положения места на поверхности земли и высоты относительно уровня моря, то удельный вес, в отличии от плотности, не является характеристикой вещества.

На полюсе тело весит на 0,5% больше, чем на экваторе. Однако, отношение весов двух тел в любых условиях остается постоянным. Сравнивая вес тела с весом эталона – находим массу тела.

Давление измеряется в Паскалях. 1 Па – равен давлению, вызываемому силой в 1Н, равномерно распределенной по нормали к поверхности площадью 1 м².

Давление на стенке сосуда наполненного газом – это огромное количество ударов молекул о стенки в их тепловом движении. Чем больше молекул в сосуде, тем чаще удары, тем больше давление, значит давление данного газа пропорционально его плотности.

Понятием температуры мы определяем меру нагретости тел.

Применяются температурные шкалы Цельсия и Кельвина.

В шкале Цельсия принят температурный интервал между температурами плавления льда и кипения воды при нормальном атмосферном давлении (760 мм рт.ст.).

Весь интервал делится на 100 равных частей – градусов Цельсия. Теоретически рассчитана шкала абсолютной термодинамической температуры в градусах Кельвина, где 0°K = -273,15°С – при этой температуре прекращается всякое движение молекул.

Шкала Фаренгейта:

$$t_C = 5/9 (t_F - 32)$$

$$t_F = 9/5 t_C + 32$$

Законы идеальных газов.

Слово «газ» произошло от греческого «хаос» - беспорядок. Газообразное состояние вещества является примером существующего в природе полного, совершенного беспорядка во взаимном расположении и движении частиц. Чем более разреженный газ, тем менее влияют силы взаимодействия на тепловое движение молекул, а значит и более точны законы «идеального газа».

Закон Бойля-Мариотта:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, T = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, p = \text{const}$$

Закон Шарля:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad V = \text{const}$$

Уравнение состояния идеального газа – уравнение Клайперона-Менделеева:

$$\frac{PV}{T} = \frac{m}{\mu} R, \text{ где}$$

P – давление в паскалях, V – объем в м^3 ,

T – температура в Кельвинах, m – масса в граммах, μ – молекулярный вес,

R – универсальная газовая постоянная = 8,3 дж/моль·К.

Закон Дальтона.

Каждый из компонентов газовой смеси распространен во всем пространстве, занимаемой газовой смесью при давлении, какое он развивал бы, занимая все пространство при температуре смеси. Это давление называется парциальным. Давление газовой смеси « P » равно сумме парциальных давлений ее компонентов.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Пример: в баллоне воздух, $P = 10$ бар. Удаляем O_2 каким-нибудь поглотителем. Давление становится 8 бар, т.е.

$$P_{\text{N}_2} = 86; P_{\text{O}_2} = 26$$

Процессы связанные с переносом тепла, т.е. с нагреванием или охлаждением тел, количественно оцениваются универсальной единицей, применяемой для выражения всех видов энергии – механической, тепловой, электрической и т.п.

Эта единица – Джоуль – единица энергии, равная работе силы в 1 Ньютон при перемещении точки ее приложения на расстояние 1 м в направлении действия силы.

Количество тепла идущее на нагревании тела зависит от разности температур, массы и его теплоемкости, т.е.

$$Q = m \cdot c (T_2 - T_1)$$

Удельная теплоемкость – это энергия, необходимая на нагрев единицы массы вещества на 1° . Для воды $c = 4,2$ кдж/кг·К

Теплоемкость тел уменьшается с падением температуры.

Для газов величина удельной теплоемкости зависит от процесса:

C_p - изобарная теплоемкость

C_v - изохорная теплоемкость

$K = c_p/c_v$; для одноатомных газов $K=1,67$

для двухатомных – 1,4

для многоатомных – 1,29.

Процессы сжижения газов удобно рассматривать и производить необходимые расчеты пользуясь диаграммой Моляе или давление – энтальпия. Энтальпия или теплосодержание – это параметр состояния вещества (рабочего тела).

Удельная энтальпия $h = u + PV/m$, где h – кдж/кг; u – внутренняя (потенциальная) энергия – кдж/кг; P - давление в паскалях, V – объем в m^3 ; m – масса в кг.

Пример: процесс сжижения газа в одноступенчатом цикле:

1-2 - перегрев

2-3 – сжатие в компрессоре

3-4-5 – процесс конденсации

5-6 – дросселирование

6-1 – кипение в испарителе (танке).

*
*
*
*

Химические свойства газов.

Основная масса перевозимых газов – это углеводороды и аммиак.

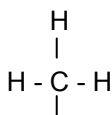
Углеводороды делятся на 2 группы: 1) те, которые добываются из чисто газовых месторождений, так называемые натуральные газы, состоящие в основном из метана, но имеющие примеси этана, азота, углекислоты, водяного пара. 2) вторая группа – так называемые нефтяные или попутные газы – получают при добычи нефти или в процессе ее перегонки, это в основном пропан и бутан.

Углеводородные газы используются в основном как промышленное и бытовое топливо и как сырье для химической промышленности.

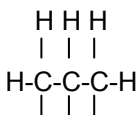
Свойства углеводородов, особенно химические, зависят от строения их молекул.

Предельные, насыщенные углеводороды или алканы – это углеводороды у которых все валентные связи заполнены, т.е. определяются формулой $C_n H_{2n+2}$.

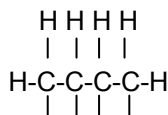
Это метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} .



метан

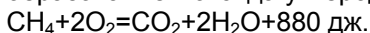


пропан



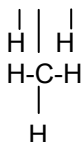
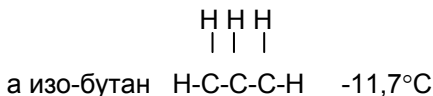
бутан нормальный

Это стабильные, не вступающие в реакции друг с другом без цвета и запаха газы. Все предельные углеводороды горят с образованием оксида углерода и воды:



С увеличением молекулярных масс предельных углеводородов повышается их температура плавления и кипения. Так, при числе атомов углерода от 5 до 17 – это уже жидкости, с еще большим числом атомов углерода – твердые тела.

Изомерия – явление, при котором могут существовать несколько веществ, имеющих один и тот же состав, одну и ту же молекулярную массу, но различающихся строением молекул. Например, нормальный бутан имеет температуру кипения при атмосферном давлении $-0,5^\circ C$,



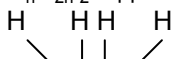
Чем больше атомов углерода, тем больше может быть изомеров: у пентана – 3, а у декана ($C_{10}H_{22}$) уже -75.

Непредельные (ненасыщенные) углеводороды или алкены – это углеводороды, имеющие между атомами углерода двойные связи.

$C_n H_{2n}$ – одна двойная связь – этиленовый ряд

Этилен C_2H_4

$C_n H_{2n-2}$ – диеновый ряд – 2 двойные связи.



- бутадиен

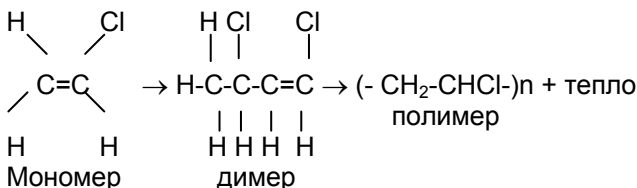


Характерные реакции непредельных углеводородов: присоединения, окисления, полимеризации.

Углеводороды практически не растворимы в воде, но могут образовывать гидраты – вещества, похожие на измельченный лед. Гидраты могут забивать фильтры, дроссельные клапана, отрицательно сказываются на работе насосов. Ингибиторами могут служить метанол, этанол. Однако применять их можно только по согласованию с грузополучателем, т.к. даже небольшое количество их может отрицательно влиять на качество груза (например этилена), растворяя ингибиторы полимеризующихся грузов.

Полимеризация – это химический процесс, при котором мономеры (одинаковые или различные) присоединяются друг к другу без выделения каких-либо побочных продуктов реакции, т.е. из низкомолекулярных веществ (мономеров) образуются высокомолекулярные, так называемые макромолекулы. Естественные полимеры – это крахмал, смолы, целлюлоза; искусственные – смолы, лаки, пластмассы и т.п.

Пример: винилхлорид



Также подвержены полимеризации бутадиен, изопрен, этиленоксид и др.

На спонтанную полимеризацию влияют: тепло, кислород, другие загрязнения.

Ингибиторы – вещества, предотвращающие или замедляющие реакции полимеризации. Ингибиторы хорошо растворяются в воде, антифризах. Они токсичны.

Конструктивные особенности газовозов.

Перевозка газа морем таит в себе опасность пожара, взрыва, токсического воздействия на человека и окружающую среду, коррозионного разрушения корпусных конструкций, а также опасности, связанные с низкой температурой и повышенным давлением груза.

Поэтому в целях безопасности людей и защиты окружающей среды ИМО (Газовый Кодекс), Национальные Классификационные организации регламентируют проектные решения и конструктивные нормы по созданию судов, перевозящих сжиженные газы и некоторые опасные вещества наливом.

В зависимости от потенциальной опасности перевозимого груза определяется класс: «Газовоз I», «Газовоз II», «Газовоз III», «1G», «2G», «2PG» и «3G».

«Газовоз I», «1G» - этот класс определяет перевозку наиболее опасных грузов для окружающей среды и всего живого: бромистый метил, хлор, двуоксид серы, этилен оксид.

«Газовоз II» - менее опасные вещества: NH_3 , нефтяные газы, винил хлорид, этилен, метан и т.д.

«Газовоз III» - нетоксичные и не воспламеняющиеся газы: азот, фреоны.

Большинство перевозимых сжиженных газов имеют плотность примерно равную половине плотности воды, поэтому конструктивно газовозы представляют собой суда с высоким надводным бортом и сравнительно небольшой осадкой. Эти особенности, совместно с воздействием свободной поверхности жидкого груза, требуют повышенного внимания к остойчивости судна.

Использование специальных конструкционных материалов, наличии на судне специальных систем (УСГ, СИГ и т.п.) приводит к тому, что газовозы становятся одними из самых дорогих транспортных средств. Стоимость одного серийного газовоза водоизмещением 97 т.т. со сферическими вкладными танками почти втрое больше, чем стоимость танкера такого же водоизмещения.

Все суда – газовозы можно разделить на различные группы в зависимости от вида груза, от температуры и давления поддерживаемых в грузовых танках.

1. Газовозы напорного типа, перевозящие сжиженный газ под давлением, т.е. давление в танках зависит от температуры окружающей среды. Обычно они выдерживают давление до 17,5 бар (что соответствует температуре насыщенных паров пропана +55°C и аммиака +45°C).
2. Суда полупапорного типа – так называемые semi-pressurised ships, т.е. суда, перевозящие газ при небольшом давлении и охлаждении. Охлаждение может быть полным (fully refrigerated) и неполным.
3. Газовозы полные рефрижераторы, т.е. перевозящие сжиженный газ при атмосферном давлении.

Первые перевозки газа морем начались еще в 30-х годах. Регулярные перевозки - в 60-х. Первый специально спроектированный газовоз построен в Швеции в 1953 году – «Расмус Толстроум», д.в. = 445 т. Первый специально построенный метановоз «Метан Пионер» доставил из США в Англию в 1959 году 2000 т. метана.

Первый газовоз рефрижераторного типа был построен в 1961 году.

В СССР история газовозов такова:

В 1959-60 годах на танкерах типа «Казбек» - на «Фрунзе» и «Владимире» были установлены железнодорожные цистерны для перевозки аммиака и начали перевозить из Одессы (с 1-го причала) аммиак на Кубу.

В 1965 году в Японии для Латвийского пароходства были построены уже специализированные газовозы напорного типа «Кегумс» и «Краслау» грузовместимостью по 2500 м³.

В 1976-77 годах в Германии были построены 6 газовозов типа «Юрмала», грузовместимостью по 12000 м³. Это уже суда полунапорного типа максимально-допустимое давление в танках - 5 бар, минимальное – 0,3 бара, оснащенные установкой повторного сжижения газа, способной поддерживать температуру в танках до - 48°C, т.е. перевозить груз и при атмосферном давлении. Краткая характеристика судна:

Дедвейт – 9,891 т. Главный двигатель «Бурмистр и Вайн» 8940 э.л.с.

3 дизельгенератора – 850 квт.

3 танка (сдвоенные цилиндры) трубопроводами объединены в 2 системы - возможность перевозить 2 вида груза.

3 грузовых компрессора «Зульцер» K-140-2B, производительностью по аммиаку по 200000 ккал/час.

В каждом танке по 2 погружных насоса фирмы «Вортингтон» производительностью по 200 м³/час. Содержание кислорода в инертном газе до 0,1 %.

Затем в 1979 –80 гг. на верфи «Бреда» в Италии (Маргера, Венеция) были построены 3 судна уже полностью - рефрижераторного типа «Моссовет», «Ленсовет» грузовместимостью по 75 000 м³ и «Смольный» - 37000 м³. Сейчас это «Gasprogress», «Atlanticgas» и «Hawrim».

«Моссовет» - дедвейт – 55000 т.

Главный двигатель: брянский дизель – 15,89 мвт.

4 дизельгенератора по 960 квт.

4 призматических танка. Предохранительные клапана танков установлены на подрыв при давлении 0,25 бара. Вакуум – 0,95. Температура груза до - 50°C. Установка повторного сжижения газа каскадного типа. Грузовые компрессоры – «Зульцер» K160 –2E, производительностью по аммиаку по 320000 ккал/час. Фреоновые компрессоры винтовые фирмы «Гоуден». Имеется 2 испарителя, 2 подогревателя и 2 бловера. Испаритель производительностью по аммиаку 3000 м³/час.

Бловент – 10000 м³/час дифференциальное давление 400 м бар.

8 грузовых насосов, погружного типа, 650 м³/час, напор – 130 м.

Мощность электродвигателя 230 квт. Генератор инертного газа Gin – 5000- 0,3 – производительностью 5000 м³/час, напор – 0,3 бара.

По виду груза газовозы делятся на:

1. Суда перевозящие природный газ – LNG (Liquefied Natural Gas). Т.к. метан имеет критическую температуру – 82°C и критическое давление 45 бар, ясно, что перевозится он при атмосферном давлении. Температура в танках - 162°C.

2. Суда перевозящие нефтяные газы и аммиак – Liquefied Petroleum Gas – LPG – могут быть напорного, полунапорного или рефрижераторного типа.
3. Отдельной группой можно выделить этиленовозы – LEG. Температура кипения этилена - 104°C , критическая $t=+9,9^{\circ}\text{C}$. Поэтому это суда полунапорного или рефрижераторного типа.
4. Хлоровозы – напорного типа с непрямым охлаждением.
5. Комбинированные суда – для транспортировки сжиженных газов и химически активных сред. Такие суда должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к газовозам и химовозам.

Рис. – схема.

Конструктивной мерой защиты в случае повреждений, которые могут быть вызваны столкновением с другим судном, причалом, посадкой на мель и т.п., является удаление грузовых танков от обшивки корпуса судна на некоторое расстояние.

На газовозах всех типов отстояние грузовых танков от опорной плоскости должно быть не меньше $1/15 B$ или 2 м. (B - ширина судна).

На судах типа 1G грузовые танки должны отстоять от линии борта у ватерлинии на расстоянии $1/5 B$ или 11,5 м. В любой другой точке это расстояние не должно быть меньше 760 мм. Это же расстояние должно отделять грузовые танки от теоретической линии борта на газовозах других типов.



Рассмотрим более подробно конструктивные особенности газовозов в зависимости от типа судна.

Суда напорного типа рис. N.

Танки цилиндрические (горизонтальные, вертикальные) или сферические. Система трубопроводов обычно состоит из одного погрузочно- разгрузочного трубопровода и газоотводной магистрали. Нет нужды в грузовых насосах. Выгрузка производится за счет избыточного давления в танке, которое вытесняет груз в береговые емкости. Для повышения давления используется судовый или береговой компрессор. На палубе устанавливается бустерный насос, служащий для повышения давления в трубопроводе.

Преимущества судов напорного типа:

1. Использование при постройке танков обычной стали, т.к. груз перевозится при температуре окружающей среды.
2. Нет установки сжижения и отсутствие изоляции танков.

3. Простота проведения грузовых операций – нет необходимости в грузовых насосах.
4. Не требуется установки вторичного барьера.

Недостатки:

1. Небольшая грузопместимость – обычно порядка $2 \div 2,5$ тыс. м³, реже до 4 тыс.м³. В Японии построены и несколько судов грузопместимостью 10000 м³.
2. Слишком тяжелые грузовые танки – увеличение водоизмещения при низкой грузопместимости.
3. Ограниченное использование полезного объема судна, т.к. танки имеют цилиндрическую или сферическую форму.
4. Низкая грузопместимость по сравнению с судами такой же вместимости рефрижераторного типа. Например, пропан имеет плотность на 16% выше при температуре - 42°С, чем при +20°С.

Суда полунпорного типа рис.N. На этих судах танки рассчитаны на давление до 5 бар, иногда до 8 бар. На судах LPG температура груза может поддерживаться до -50°С. На этиленовозах -104°С.

Танки и трубопроводы должны изготавливаться из сталей способных выдержать без разрушения столь низкие температуры. Танки в виде одинарного или двойного цилиндра устанавливаются (крепятся к корпусу) на фундаментах, изготовленных из твердых пород дерева. Это дает возможность танку деформироваться от температурных изменений независимо от корпуса судна. Температурные деформации трубопроводов уменьшаются установкой специальных компенсаторов.

Эти суда оборудуются установкой сжижения газа. Для выгрузки используются грузовые насосы, установленные в специальных колодцах грузовых танков.

На палубе обычно устанавливаются 2 бустер насоса. При необходимости груз при выгрузке подогревается, проходя через специальный теплообменник.

Обычно танки разделены на 2 группы, чтобы можно было перевозить 2 вида груза.

Каждый танк имеет систему контроля температуры, давления и уровня груза в танке.

Преимущества судов полунпорного типа:

1. Конструкция танков легче, чем на судах порного типа
2. Соотношение вместимости и грузоподъемности также лучше
3. Грузоподъемность увеличивается за счет повышения плотности груза при низкой температуре
4. Лучше используется полезный объем корпуса
5. Не требуется установка вторичного барьера.

Недостатки:

1. Необходимость установки сжижения газа для поддержания относительно низкого давления в танках

2. Экономически невыгодно использовать суда такого типа при грузовместимости более 15000 м³. Однако есть суда и 30000 м³ грузовой вместимостью.
 3. Использование для изготовления танков, трубопроводов более дорогих низкотемпературных сталей.
 4. Необходимость изолировать танки для уменьшения теплопритоков.
- Суда, перевозящие сжиженный газ при атмосферном давлении – полные-рефрижераторы.

Это суда грузовой вместимостью от 15 до 100 тыс.м³. Рис.N.

Обычно перевозят нефтяные газы или аммиак. Температура в танках может поддерживаться до - 50°C.

Танки конструируются на максимальное давление 0,7 бар.

Так как давление в танках небольшое, они могут быть сконструированы таким образом, чтобы наилучшим образом использовать полезный объем корпуса судна. Танки должны быть самонесущими, они устанавливаются на специальные опоры из твердых пород дерева. Жестко крепится только к центральной опоре, что дает возможность температурным деформациям танка не влиять на корпус, а деформациям корпуса, как статическим, так и динамическим, не влиять на танк.

Каждый танк устанавливается в свой трюм, так называемое межбарьерное пространство – Void Speis.

На внешнюю поверхность танка наносится слой изоляции.

Международные правила требуют на таких судах установки вторичного барьера.

Вторичный барьер грузового танка служит временной емкостью для жидкого груза в случае утечек его из танка. Протекший груз должен удерживаться от дальнейшего распространения в течении не менее 15 суток таким образом, чтобы температура корпусных конструкций не понижалась на протяжении всего этого времени. Вторичный барьер должен отвечать своему назначению при углах крена до 30°. Если температура груза при атмосферном давлении не ниже -10°C, вторичный барьер не предусматривается. Если температура сжиженного газа при атмосферном давлении не опускается ниже -55°C, то вторичным барьером могут служить корпусные конструкции, выдерживающие столь низкие температуры. Если корпус судна не является вторичным барьером, то требования к его конструкции зависят от типа грузовых танков. В зависимости от этого делают полный или частичный вторичный барьер или не предусматривают его вовсе. Материал вторичного барьера должен выдерживать температуру груза при атмосферном давлении, а конструкция быть такой, чтобы разрушение первичного барьера не вызывала выход из строя вторичного барьера.

В каждом трюме – межбарьерном пространстве, устанавливается эжектор, позволяющий удалять жидкий газ, проникший туда в случае повреждения танка, в другой танк.

Каждый танк разделен продольной переборкой на две части, соединяющиеся между собой в районе купола. В каждой половине танка имеется грузовой насос. Все трубопроводы и устройства для контроля проходят через купол танка.

Установка сжижения газа на этих судах аналогична установкам используемых на судах полунанпорного типа.

Преимущества газовозов, перевозящих сжиженный газ при атмосферном давлении:

1. Наиболее полное использование полезного объема корпуса судна.
2. Увеличение грузопместимости за счет увеличения плотности груза при низких температурах.
3. Влияние свободной поверхности уменьшено за счет заполнения танков до уровня купола и наличия продольных переборок.
4. Эффективность за счет увеличения грузопместимости – строятся суда и свыше 100 тыс.м³.

Недостатки:

1. Высокая стоимость низкотемпературных материалов, используемых для изготовления танков, трубопроводов, клапанов.
2. Необходимость изоляции танков и трубопроводов.
3. Необходимость вторичного барьера.
4. Необходимость большей производительности установки сжижения газа.
5. Необходимость поддержания инертной среды с низкой влажностью в межбарьерном пространстве.
6. Большие партии однородного груза затрудняют эффективно использовать эти суда на рынке.

Суда для перевозки природного газа – метановозы – LNG.

Давление в танках поддерживается не более 0,25 бар., температура - 163°C. В настоящее время вместимость метановозов превышает 125 тыс. м³ и планируется постройка судов до 300 тыс.м³ вместимостью. В настоящее время испарившийся метан из-за теплообмена с окружающей средой используется как топливо. Например, на метановозе грузопместимостью 125 000 м³ ежедневно испаряется от 0,18 до 0,25% от общего количества груза. Это примерно 70-75% топлива, необходимо для обеспечения полного хода.

Метановозы небольшой вместимости иногда оборудуются установкой сжижения, тогда их можно использовать также для перевозки этилена и нефтяных газов.

Выгрузка происходит при помощи погружного насоса, установленного внутри специальной колонны, расположенной в центре танка.

Конструкции грузовых танков.

Встроенные танки – неотъемлемая часть корпусных конструкций судна, т.е. они участвуют в обеспечении целостности и прочности корпу-

са. Груз в таких танках перевозят, при температурах не ниже -10°C . Давление до 0,25 бар.

Вкладные, независимые танки – это самонесущие танки, являются автономной конструкцией. Опираются на корпус посредством опор и фундаментов.

Делятся на типы А, В, С в зависимости от методов расчета, предъявляемых требованиям при испытаниях и т.п.

Танки типа А – призматические, сформированы из плоскостных конструкций.

Танки типа В могут быть призматические и сферические. Оба типа рассчитываются на макс.: давление 0,7 бара, но обычно при транспортировке рабочее давление до 0,25 бар.

Для танков типа «В» при освидетельствовании используются более строгие критерии в оценке прочности материала, из которого изготовлен танк, его износостойкости, ломкости в процессе старения материала.

Призматические танки разделены продольной переборкой на 2 части, обычно имеются также поперечные негерметичные переборки.

Танки типа «В» применяются в основном для перевозки натуральных газов.

Танки типа «А» для грузов типа LPG. Сферические танки могут быть диаметром до 45 м, изготавливаются из сплавов алюминия или стали с содержанием 9% никеля. Куполом грузового танка называют верхнюю часть, выступающую над общей поверхностью грузового танка и предназначенную для размещения трубопроводов судовых систем, электродвигателей грузовых насосов, а также для обеспечения доступа в грузовые танки. Купол призматического танка, имеет форму параллелепипеда, расположен симметрично относительно продольной переборки.

Купол сферического танка обычно цилиндрической формы, заканчивается крышкой диаметром около 3,5 м, что обычно незначительно превышает диаметр грузовой колонны, в которой расположены трубопроводы грузовых систем, погружные насосы, а также трап винтовой формы.

Танки типа «С» - отвечают требованиям, предъявляемым к сосудам под давлением, т.е. применяются на газовозах напорного и полунпорного типа. Танки сферические или цилиндрические не требуют вторичного барьера.

Мембранные грузовые танки.

Это емкости образованные тонкой оболочкой, способной воспринимать только растягивающие напряжения и поддерживаемые смежными корпусными конструкциями. Такая конструкция обеспечивает непроницаемость своей оболочки и при деформациях, связанных с изгибом корпуса, так и при термических деформациях. Расчетное давление паров

груза обычно не превышает 250 мб. Основной материал – инвар (Ni и Fe) и хромоник. сталь.

Технико-экономические показатели – выгоднее при грузовместимости свыше 165 т.м³. Мембранные танки имеют наименьшие массовые характеристики отнесенные к грузовместимости.

Два типа: гофрированные (тонколистовая хромоникелевая сталь) и плоскостные (инвар –36% Ni).

Мембранные гофрированные танки обладают высокой способностью к деформации при разрушении корпусных конструкций.

При прогибе в 5 м на участке протяженностью 20 м, который может возникнуть при столкновении судов, не образуется трещин и разрывов в мембранных танках гофрированного типа.

Контактная сварка. Конструкции разные. Первичный барьер, первичный теплоизоляционный слой, затем опять мембранная оболочка, служащая вторичным барьером, вторичный изолирующий слой, контактирующий с корпусными конструкциями. Изоляция должна быть прочная, т.к. передает давление на корпусные конструкции – фанерные блоки, заполненные перлитом. Толщина мембран до 0,7 мм.

Танки с внутренней изоляцией не являются самонесущими.

Тип 1 – изоляция и облицовка является первичным барьером, а конструкция вкладной цистерны выполняет функцию вторичного барьера.

Тип 2

Материалы для изготовления танков:

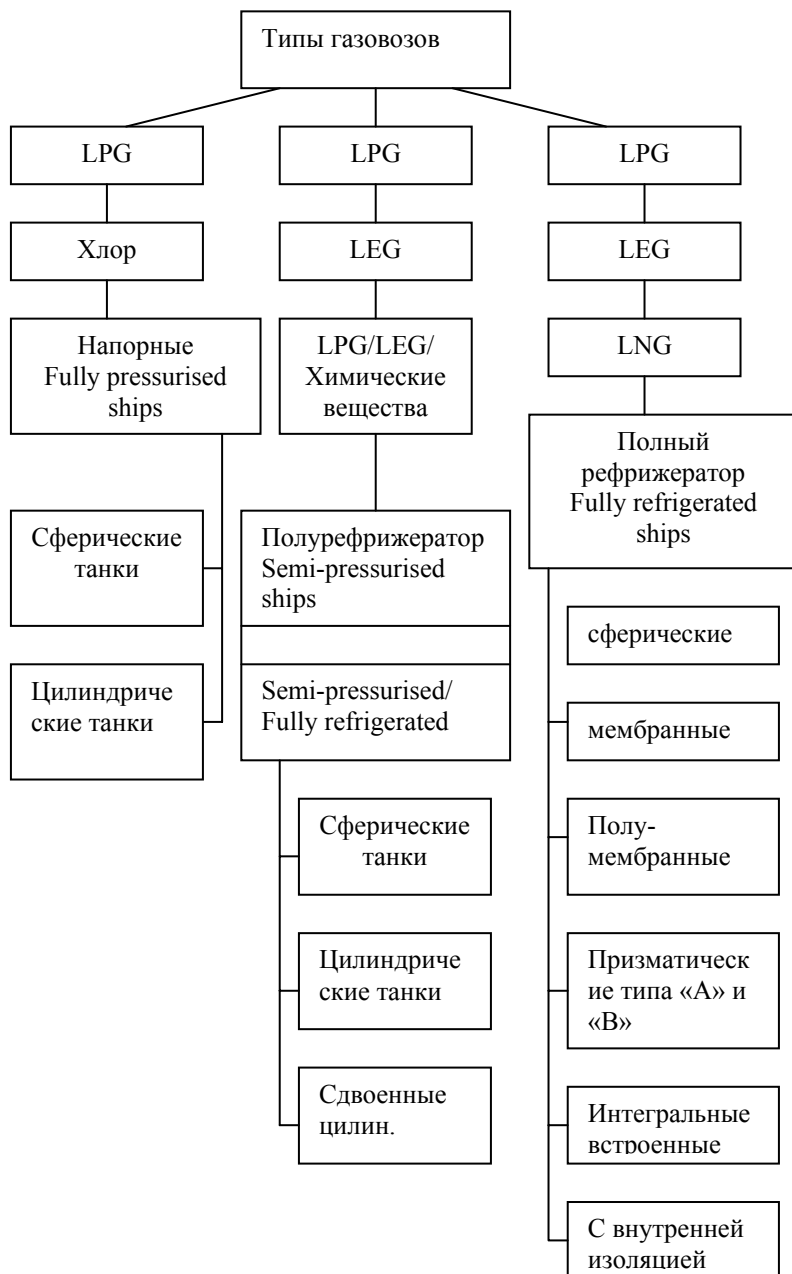
Для температур не ниже -10°C – углеродистая сталь.

Для грузов с температурой перевозки до -55°C – углеродисто-марганцевая сталь.

Для грузов с температурой -65°C – сталь с содержанием никеля до 2,25%.

Для температур -90°C – сталь с содержанием никеля 3,5%.

Для грузов с температурой – 165°C – сталь с содержанием никеля не ниже 9%, или же специальные сплавы алюминия. Для мембранных танков – инвар (36% никеля) или хромоникелевая сталь. Обладают очень низким коэффициентом объемного расширения.



Грузовые трубопроводы.

Все трубопроводы и фланцевые соединения изготавливаются из легированной стали, содержащей никель, что позволяет им выдерживать низкие температуры и не подвергаться коррозии от перевозимых грузов. Соединения только сварные. Трубопроводы должны быть надежно закреплены, иметь компенсаторы (для предотвращения опасных напряжений от температурных деформаций). Предусматриваются съемные участки (катушки) для разделения систем при перевозке различных видов груза, для соединения с магистралью инертного газа. По назначению трубопроводы можно объединить в следующие группы:

1. Жидкостные (погрузочно-разгрузочные)
2. Газовые
3. Конденсатные
4. Трубопроводы для инертизации и вентиляции танков
5. Трубопроводы различных вспомогательных систем.

Все трубопроводы проложены выше верхней палубы, внутри танка проходят только через купол танка.

Все трубопроводы снабжаются предохранительными клапанами пружинного типа. Предохранительные клапана на жидкостном трубопроводе обычно соединяются с танком, клапана газового трубопровода с вентиляционной мачтой.

Токсичность.

Все грузы, перевозимые на газовозах, при их утечке могут оказывать опасное влияние на организм человека и окружающую среду. Вредное воздействие на биологические ткани организма называется токсичностью. Воздействия на организм бывают острыми (немедленный эффект отравления) и хроническими (постепенное накопление в организме токсичных веществ, с последующим отрицательным воздействием).

Сведения о степени токсичности груза, симптомах отравления, о мерах первой помощи при отравлениях приводятся в карте данных о грузе, в информациях о грузе.

Предельно допустимая концентрация (санитарная норма) ПДК – это максимальное содержание токсичного вещества в воздухе, не приводящего к вредному воздействию на организм при 8 часовом рабочем дне и 40 часовой рабочей недели. Аббревиатура TLV, TWA примерно соответствует нашему ПДК.

Термин STEL определяется как допустимое кратковременное воздействие. ДКВ – максимальная концентрация вещества в воздухе при продолжительности воздействия 15 мин. не приводящая к вредным последствиям. Допускается воздействие ДКВ до 4 раз в сутки, с интервалом не менее 1 часа.

Токсичные вещества проникают в организм в процессе дыхания, глотания или через кожу. Некоторые вещества оказывают вредное воз-

действие при относительно больших концентрациях, другие при концентрациях близких к 0%. Например, при больших концентрациях метана, этана основная опасность это удушье от уменьшения содержания кислорода в воздухе (меньше 19,5%). А для винилхлорида ПДК – 5 ppm, однако при длительном воздействии даже эта концентрация может привести к раку легких.

У некоторых газов порог запаха выше, чем ПДК. Поэтому необходимо помнить, что по отсутствию запаха нельзя судить об отсутствии газа.

Токсичное воздействие пропана, бутана может выражаться в наркотическом действии.

При попадании на кожу жидкости происходит обмораживающий ожог. Аммиак, хлор, этилен оксид, пропилен оксид вызывают также химический ожог. Отравляющими свойствами обладают также ингибиторы, некоторые вещества после реакций связанных с высокими температурами.

Инертный газ может вызвать удушье за счет вытеснения кислорода воздуха или за счет присутствия в нем окиси углерода (угарного газа).

Статическое электричество.

Сжиженные газы могут аккумулировать статическое электричество. (Их удельная проводимость менее 50 пико Сименсов на метр с периодом релаксации не более 0,35 сек.)

На возникновение зарядов статического электричества влияет разбрызгивание жидкости через сопла, всплескивание, взбалтывание жидкости и трение ее при этом о стенки танка, прохождение потока жидкости через трубы, фильтры, наличие пузырьков газа (воздуха) в жидкости, наличие воды в грузе.

Меры предосторожности.

При дегазации, инертизации удельное сопротивление инертного газа не должно быть больше 10^4 См/м . Не проводить грузовые операции, дегазацию, продувку во время грозы.

Все отдельные участки трубопроводов и место соединения грузового шланга с грузовым трубопроводом должны быть соединены между собой специальным проводником. В начале погрузки рекомендуется, чтобы скорость движения жидкости к каждому отдельному танку не превышала 1 м/сек.

Во время осмотра танков необходимо тщательно проверять крепление, арматуры, трубопроводов внутри танка. Любой не имеющий достаточно прочного электрического контакта с корпусом судна предмет может быть причиной возникновения электростатического разряда.

Шланговка.

Токопроводящие соединения между участками трубопроводов и грузовыми шлангами образует гальванический элемент: судно-терминал. При шланговке или отшланговке может возникнуть электростатический разряд. Поэтому корпус судна и антенна судовой радиостанции должны быть заземлены – кабель подключается к выключателю взрывобезопасного исполнения, который в момент присоединения кабеля должен быть в положении «выключено».

Токи, проходящие с судна на берег по заземляющему кабелю отличаются от природы статического электричества. Причины возникновения этих токов: катодная защита судна или причала, блуждающие токи от гальванической разности потенциалов между судном и берегом, утечка от источников электрического питания.

Поэтому IMO рекомендует вместо заземляющего кабеля устанавливать изолирующие фланцы.

Т.е. в местах присоединения береговых грузовых магистралей к судовым должны быть установлены изолирующие фланцы (сопротивление после монтажа должно быть $> 1000 \text{ Ом}$) или включено в линию одно звено шланга без внутреннего электрического подсоединения.

Такие соединения блокируют прохождение тока через погрузочный стендер или шланговую линию. Вся система остается заземленной либо через судно, либо через берег.

Меры предосторожности.

При дегазации, инертизации удельное сопротивление инертного газа не должно быть больше 10^4 См/м . Не проводить грузовые операции, дегазацию, продувку во время грозы.

Все отдельные участки трубопроводов и место соединения грузового шланга с грузовым трубопроводом должны быть соединены между собой специальным проводником. В начале погрузки рекомендуется, чтобы скорость движения жидкости к каждому отдельному танку не превышала 1 м/сек .

Во время осмотра танков необходимо тщательно проверять крепление, арматуры, трубопроводов внутри танка. Любой не имеющий достаточно прочного электрического контакта с корпусом судна предмет может быть причиной возникновения электростатического разряда.

Пожароопасность.

К свойствам груза определяющим степень пожароопасности относятся: давление насыщенных паров, температура вспышки, пределы воспламеняемости, плотность. US Coast Guard классифицирует грузы в зависимости от давления паров и температуры вспышки – категории A, B, C, D, E.

Категория A – это взрывоопасные жидкости с давлением паров (по Рейду) – 14 psi ($0,965 \text{ бар}$).

Все грузы, которые перевозятся на газовозах, являются летучими и соответствуют категории А, поэтому их перевозка требует наивысших мер предосторожности.

Реакционные свойства газов также могут приводить к пожарам. Например, такой стабильный газ, как метан в смеси с фтористым водородом самовозгорается, при взаимодействии с хлором на свету взрывается. Катализатором при взрыве может быть сернистое железо.

Воздействие низких температур на конструкционные и эксплуатационные материалы.

При температурах ниже -10°C обычная судостроительная сталь теряет упругость, гибкость, прочность. Металл растрескивается даже без внешнего воздействия. Терять свои свойства могут также некоторые прокладочные, уплотнительные материалы и т.п.

Полимеризация.

К полимеризации склонны бутадиен, винилхлорид, этиленоксид, пропиленоксид и некоторые другие газы. Интенсивность полимеризации повышается в присутствии некоторых веществ и металлов, действующих как катализаторы и при повышении температуры. На полимеризацию влияет также малейшее присутствие кислорода.

По требованиям IMO вещества, склонные к полимеризации, должны быть ингибированны до погрузки. На ингибитор должен быть выдан сертификат, в котором должно быть указано количество ингибитора, дата и продолжительность действия, температурные ограничения и рекомендации по продлению действия ингибитора.

Для каждого груза есть специальные рекомендации по предотвращению (уменьшению) полимеризации.

Например, для этиленоксида нет ингибитора и его необходимо перевозить в среде азота, концентрация кислорода не должна превышать 0,2%, и перевозить при температуре ниже точки кипения, охлаждая непрямым методом.

Rollover – переворачивание груза.

В процессе хранения сжиженного газа, в процессе его погрузки, в танке могут возникнуть слои груза с различной плотностью, что может привести к опасному феномену – Rollover (переворачивание) – спонтанному вскипанию груза, что приводит к быстрому повышению давлению в танке, срабатыванию предохранительного клапана и выбросу в атмосферу значительного количества паров груза. Это происходит, когда слой жидкости с более низкой плотностью и более высокой температурой находится ниже слоя с более высокой плотностью. Самым опасным грузом в этом отношении является метан, особенно на больших судах с мембранными танками.

Для того, чтобы избежать этого явления, необходимо производить регулярное перемешивания груза с помощью насосов, избегать остановок при погрузке, внимательно следить за параметрами груза, в зависимости от температуры конденсата направлять его вниз или вверх танка.

Насосы.

Для выгрузки сжиженного газа на газовозах в основном применяются насосы погружного типа.

1. Deerpwell – это центробежные, вертикальные, в несколько ступеней насосы. Насос расположен у днища грузового танка и соединен длинным валом с электродвигателем расположенным на куполе танка (или гидроприводом). В месте прохождения вала через купол установлен двойной, газопроницаемый сальник. Вал поддерживается несколькими подшипниками скольжения, смазываемыми перекачиваемой жидкостью. Производительность этих насосов достигает $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ при напоре до 130 м.

2. Насосы Submerged – также расположены у днища танка, но совместно с двигателем. Отпадает необходимость в длинном валу.

Если выгрузка производится в береговые емкости (или другого судна), где сжиженный газ хранится при более высоком давлении и температуре, то употребляются бустерные насосы. Они устанавливаются на палубе и последовательно подключаются к погружным насосам.

Бустерные насосы – центробежные горизонтальные или вертикальные.

На газовозах, перевозящих газ под давлением – fully-pressurised ship, обычно груз перекачивается компрессором в один танк, из которого груз выгружается также центробежным насосом.

Для осушения трюмов (межбарьерных пространств) используются эжекторы. Если в трюме вода, то используется пожарный насос. В аварийной ситуации – при попадании в трюм сжиженного газа, рабочей жидкостью также служат сжиженный газ, нагнетаемый погружным насосом и направляемым в другие танки или за борт.

Для решения задач, связанных с процессом выгрузки используются графики, на которых отображены зависимости между рабочими параметрами насоса.

При параллельной работе насосов должно быть равенство напоров.

Нормальная работа при последовательном включении (грузовой и бустерный) обеспечивается только при равенстве производительности насосов.

Зависимость между расходом жидкости через трубопровод и величиной сопротивления трубопровода называется характеристикой трубопровода.

Производительность и напор насосов в составе трубопровода определяется в общей координатной сетке – «производительность - напор».

Так как на газовозах насосы перекачивают жидкости, находящиеся на грани кипения, возникает опасность возникновения кавитации.

Кавитация (от лат. «кавитас» - полость) – это образование в жидкости полостей, заполненных паром или газом. Кавитация возникает, когда давление в каких-либо местах потока жидкости падает настолько, что становится ниже давления насыщения т.е. давления, соответствующего кипения жидкости при данной температуре. Часто кавитация возникает при работе центробежных насосов – большие местные скорости потока – резкое снижение давления – жидкость начинает «кипеть», в ней образуются кавитационные полости. При дальнейшем движении потока давление в нем повышается, происходит конденсация пара, кавитационные полости смыкаются (обычно слышен треск). Возникновению кавитации способствует наличие в жидкости растворенных газов.

Кавитация вызывает вибрацию механизмов, увеличивает потери энергии на трение, т.е. снижает к.п.д., и что наиболее опасно- приводит к разрушению деталей (эрозия металла).

Вследствие мгновенных, быстро чередующихся сжатий отдельных пузырьков возникают большие местные импульсивные давления (сотни ат.), приводящие к коротким интенсивным ударам разрушающим металл. К этому механическому, ударному воздействию присоединяется химическое воздействие растворенных в жидкости газов, в отдельных случаях и электролитическое воздействие.

Кавитация обычно начинается при падении давления до значения равного или меньшего давления насыщенных паров перекачиваемой жидкости при данной температуре.

Характерными признаками кавитации являются шум, вибрация, снижение напора и мощности. И как следствие идет разрушение деталей насоса – как крылаток, так и корпуса.

На газовозах при погружных насосах особое внимание надо еще обращать на подшипники скольжения вертикального вала, смазывающиеся выгружаемым грузом.

Из всего выше сказанного следует, что работа в кавитационном режиме не допустима. Для создания кавитационного запаса необходимо создать на всасывании насоса дополнительное давление (подпор) сверх давления насыщенных паров перекачиваемой жидкости, т.е. создается геометрический подпор над осью насоса. (Можно также при помощи подпорного насоса).

На графиках характеристик насоса дается кривая «NPSH» - net positive suction head – разность между максимальной теоретической высотой всасывания и допустимой высотой всасывания.

Давление на входе в насос должно быть больше чем NPSH + давление паров в танке.

Напор и производительность насосов обычно регулируют дросселированием нагнетательным клапаном.

Установка повторного сжижения газа.

Для того чтобы поддерживать температуру и давление газа в танках в пределах его конструктивных требований, необходимо удалять пары газа, образовавшиеся при его кипении, сконденсировать их и вернуть обратно в танк. Этот процесс осуществляется установкой сжижения газа, которая представляет из себя обычную компрессорную холодильную установку. Основные элементы такой установки: 1) компрессор, 2) конденсатор, 3) дроссельный клапан, 4) испаритель.

Теплопритоки из внешней среды, проникающие в танк (испаритель), отводятся с парами компрессором. Даже компрессор сжижает эти пары, добавляя тем самым тепло работы сжатия, и направляет их в конденсатор, где за счет охлаждения забортной водой, пары конденсируются, затем в дроссельном клапане давление снижается до давления танка и конденсат направляется в танк. За счет понижения давления в танке груз начинает кипеть – температура начинает понижаться.

Таким образом теплопритоки в танк и тепло работы сжатия паров в компрессоре забортной водой сбрасывается за борт.

При перевозке груза с температурой кипения не ниже -10°C (например, бутана) установка сжижения может быть одноступенчатой. При перевозке грузов с более низкими температурами кипения применяются установки 2-х ступенчатого сжатия с промежуточным охлаждением, с двойным дросселированием. Наиболее эффективны установки каскадного типа, где охлаждение грузового конденсатора происходит не водой, а вспомогательной холодильной установкой, работающей обычно на фреоне 22, см. рис.N.

На этиленовозах фреоновая установка может быть двухступенчатой. Для некоторых типов груза применяется не прямой метод охлаждения, т.е. груз не используется как охлаждающий агент. К таким грузам относятся, например хлор, этиленоксид, пропиленоксид. Охлаждающие змеевики могут быть в верхней части танка или же снаружи танка. Охлаждающий агент может быть Ф22 или этанол. Иногда применяется и насосная схема – груз охлаждается в палубных теплообменниках. См. рис.N.

Гидравлический удар.

В случае резкой остановки потока жидкости в трубопроводе, при закрытии клапана, начинается процесс сжатия жидкости в направлении к закрытому клапану. Образуется волна сжатия – ударная волна, распространяющаяся со скоростью звука в жидкости. Затем начинается обрат-

ный процесс – образуется волна разжатия. При закрытии быстрозапорного клапана, гидравлический удар возникает и в трубопроводе за клапаном, вследствие резкого понижения давления и возникновения кавитации у клапана. При одновременном возникновении гидравлического удара перед клапаном, и кавитации за клапаном, может произойти разрушение клапана или трубопровода. Существующие расчетные оценки вероятности возникновения гидравлического удара показывают, что для газозовозов, безопасным временем закрытия является интервал ≈ 20 сек. Гидравлический удар в трубопроводе возможен также в случае пуска насоса при полностью открытом нагнетательном клапане.

Для устранения опасности гидравлического удара при использовании клапанов с механическим приводом, следует:

1. Уменьшить интенсивность потока
2. Увеличить фактическое время закрытия клапана
3. Использовать систему сброса давления
4. Использовать буферные емкости.

Системы инертного газа.

«Инертный газ» - это смесь газов или газы, не вступающие в химическую реакцию с взрывоопасными парами и не поддерживающие горение.

Инертный газ на борту судна производится при помощи эффективного сгорания дизельного топлива в генераторе инертного газа. См. рис.Н.

После очистки в скруббере относительная влажность инертного газа будет 100%, а это значит, что например, при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ в каждом кубометре инертного газа будет до 30 г воды. Поэтому после скруббера инертный газ направляется в охладитель (испаритель фреоновой холодильной установки), где температура точки росы доводится до $+4 \div +5^{\circ}\text{C}$, а затем направляется в осушительные колонны, где за счет адсорбции влаги силикогелем температура точки росы доводится до $-40 \div -50^{\circ}\text{C}$. Система инертного газа может также использоваться для получения сухого воздуха.

Примерный состав инертного газа генератора:

азот – 85%

CO_2 -14%

O_2 не более 0,5%

СО не более 0,1%

Окислы серы не более 10 ppm

Требования Кодекса ИМО по использованию системы инертного газа на газозовозах.

Система не должна допускать возможности образования взрывоопасных смесей горючих газов в танках и трубопроводах в процессе де-

газации. В процессе инертизации не должно происходить образования «мертвых зон» и «карманов», содержащих взрывоопасные смеси газов.

Система инертных газов должна быть оборудована невозвратными клапанами, предотвращающими попадание горючих паров в установку инертного газа и обеспечивающими избыточное давление в магистрали инертного газа.

Система И.Г. должна обеспечивать постоянный контроль за содержанием кислорода в инертном газе, при превышении концентрации его 5% по объему, должна срабатывать сигнализация и происходить отключение системы от потребителя. Также должно происходить отключение в случае понижения давления в трубопроводах.

Межбарьерные пространства должны быть заполнены инертным газом или сухим воздухом. В американских водах по требованиям КОЗГАРДА – USCG - только инертным газом.

Подсоединение системы инертного газа к грузовым трубопроводам обеспечивается с помощью специального съемного соединения, что дает возможность изолировать установку инертного газа от проникновения в нее опасных паров если система не используется.

Так как аммиак вступает в химическую реакцию с углекислым газом, с образованием солей (аминокарбонаты), которые могут привести к блокированию клапанов, насосов и т.п., то использовать инертный газ при перевозке аммиака нельзя.

Перед погрузкой аммиака или продуктов, которые требуют очень низкого содержания кислорода в атмосфере танка (бутадиен, VCM) танки должны быть продуты азотом с берега.

Некоторые суда оборудуются установками по производству азота из атмосферного воздуха. Отделение азота от кислорода происходит при помощи специальных фильтров на молекулярном уровне.

Система пневмоавтоматики.

Сжатый воздух применяется в качестве рабочей среды в различных контрольно-измерительных и управляющих приборах, для открытия клапанов и для аварийного закрытия клапанов и остановки механизмов (ESD).

Компрессор находится в ГМО, имеет резервную связь с компрессором общесудовой системы. Из компрессора при давлении 7 бар воздух поступает в ресивер, пройдя через фильтр и осушитель (t точки росы -40°C) воздух разветвляется на воздух для приборов, рабочий воздух для открытия управляемых пневмоприводом клапанов (внутри приводов распыляется масло), в систему орошения, в систему аварийного закрытия и остановки механизмов.

При сбрасывании давления в контуре рабочего воздуха в атмосферу, пневмовыключатели останавливают механизмы (насосы, компрессоры) и происходит закрытие быстронапорных клапанов на мани-

фольде и куполах танков. Тоже происходит при оплавлении (в случае пожара) плавких предохранителей ($t=+100^{\circ}\text{C}$).

При падении давления в системе пневматики, все клапана должны закрываться одновременно. Пульты активирования аварийной остановки должны быть расположены в различных стратегически важных местах судна и окрашены в ярко-красный цвет. Рис. N.

*
*
*
*

Системы контроля за состоянием груза.

Индикаторы уровня груза в танках.

Устройства для замера уровня имеют важное значение с точки зрения обеспечения безопасности и в коммерческом плане с точки зрения правильности подсчета количества груза. Имеется множество разнообразных мерительных устройств: пневматические, гидравлические, электронные, ультразвуковые и т.п. Однако в настоящее время предпочтение отдается индикатору уровня поплавкового типа. См. рис. N.

Точность замера до 1мм. Показания считываются на месте и на табло в ПУГО.

Имеется также индикатор высокого уровня – 95% заполнения. И индикатор очень высокого уровня -98% - срабатывает аварийная сигнализация и закрывается погрузочный клапан.

Система замера температур.

Температурные датчики, устанавливаемые в танках, - это термометры сопротивления. Точность измерения до $0,1^{\circ}\text{C}$.

Минимальное количество точек замера – 3 – на разных уровнях. Но обычно больше – до 12. Контроль в ПУГО, может быть и на мостике. Часто употребляются и самописцы.

Давление контролируется по манометрам, установленных на танках. На газовозах напорного и полунпорного типа устанавливаются также вакуумметры.

При помощи трансмитеров давление газа преобразуется в пневматические сигналы, поступающие на табло в ПУГО; могут также записываться на ленту самописца.

Стационарные манометры и термометры устанавливаются также на трубопроводах.

Очистка, инертизация и дегазация танков и грузовой системы.

Эти операции должны производиться в соответствии с Правилами Gas Codes, Инструкцией завода-строителя, с соблюдением правил, действующих в порту, в котором они производятся.

После докования, после каждой дегазации танки должны быть очищены от воды, масла, грязи, ржавчины.

Очистка танков и грузовой системы от остатков выгруженного остаточного или инертного газа с целью замены их азотом или парами газа должна производиться в том случае, если находящийся в танке остаточный или инертный газ несовместим по своим химическим свойствам со сжиженным газом, подлежащим погрузке, или если он снижает его товарное качество.

Содержание кислорода после инертизации танков должно быть при погрузке нефтяных газов и аммиака – ниже 5% объемных; при погрузке газов, вступающих в химическую реакцию с кислородом (бутадиен), образующих перекиси или ингибированных, – не более 0,2%; при погрузке винилхлорида – не более 0,1%.

Температура точки росы в атмосфере танка должна быть перед погрузкой метана – ниже - 60°C.

Этилена – ниже -50°C.

Нефтяных газов желательно = -40°C.

При температурах ниже -60°C углекислота замерзает, поэтому танки под этилен инертизируют азотом.

Также азотом продуваются танки перед погрузкой аммиака – с аммиаком углекислота образует соли карбонат аммоний.

Методы замещения атмосферы танков:

Метод замещения основан на разности плотностей газа, находящегося в танке и газа, подаваемого в танк. Инертный или замещающий газ, имеющий плотность большую, чем плотность остаточного газа, должен подаваться в нижнюю часть танка, а при меньшей – в верхнюю. Вытесняемые пары должны отводиться соответственно из верхней или нижней части танка.

Метод разбавления атмосферы танка применяется в основном при инертизации азотом. Подача газа с большей скоростью способствует равномерному перемешиванию. Более тяжелый газ должен поступать в танк сверху, легкий – вниз танка.

Применяется также метод многократного вакуумирования танков и системы с последующим заполнением их инертным или замещающим газом. Остаточное давление при вакуумировании танка не должно быть ниже предела, установленного для данной конструкции танков.

Подготовка судна к грузовым операциям.

Чтобы время стоянки в порту было минимальным, необходимо подготовить судно к грузовым операциям до прихода судна в порт.

Поэтому до прихода судна в порт необходимо получить следующую информацию:

- Наименование и количество груза по каждому коносаменту.
- Давление и температуру груза у приемных фланцев.
- Размеры присоединительных фланцев и их тип.

- Наличие и необходимость газоотводной магистрали и максимальную ее производительность.
- Максимальная скорость погрузки (выгрузки).
- Особые требования терминала к судну при проведении грузовых операций.

До прихода в порт должна быть проверена, с записью результатов в судовой журнал, исправность следующих судовых систем и механизмов:

- Системы аварийного закрытия клапанов.
- Системы пожаротушения.
- Системы вентиляции компрессорного и электромоторного отделений.
- Системы обнаружения утечки газа и аварийной сигнализации.
- Трубопроводов грузовой системы с точки зрения отсутствия неплотностей, надежности крепления.
- Механического оборудования грузовой системы.
- Приборов контроля и автоматики.
- Наружного освещения.
- Стационарных и переносных средств связи, применяемых при грузовых операциях.
- Включателей сигнализации предельного уровня заполнения грузовых танков.

При одновременной перевозке двух различных сортов сжиженных газов, грузовые, холодильные, продувочные системы должны быть разобщены. Съёмные участки трубопроводов, соединяющие эти системы, должны быть демонтированы, а фланцы заглушены.

Все приемные фланцы, не используемые для подключения грузовых шлангов должны быть заглушены.

Предохранительные клапаны танков перед началом грузовых операций устанавливаются на давление срабатывания, определяемое правилами действующими в порту. Давление срабатывания не должно превышать величины, указанной в документах завода-строителя.

Проверяется наличие защитной одежды и готовность дыхательных аппаратов. Производится инструктаж экипажа о свойствах груза и мерах предосторожности при работе с ним.

По окончании швартовки:

- судно должно быть надлежащим образом заземлено или должны быть установлены изолирующие фланцы (см. «шланговка» стр.).
- шланговка (отшланговка) выполняется силами и средствами и под ответственность терминала в присутствии представителя судовой администрации.
- С морской стороны судна должны быть спущены с носа и кормы аварийные буксирные канаты.
- Совместно с представителем терминала производятся необходимые проверки и заполняются проверочные листы (check list) подготовки судна к грузовым операциям.

Меры безопасности.

Главные конструктивные принципы обеспечения безопасности изложены в Кодексах постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (ИМО), в СОЛАС 74, в национальных Правилах.

Уменьшение возможности возникновения опасностей осуществляется за счет деления судна на отсеки, противопожарные зоны, использования огнестойких материалов, коффердамов, использование взрывобезопасного оборудования, надлежащей вентиляции палубных помещений.

Грузосодержащей (газоопасной) зоной называют пространство, которое потенциально может быть заполнено сжиженным газом или его парами в процессе эксплуатации судна. Это пространство, покрывающее верхнюю палубу на высоту 2,4 м, пространство вокруг куполов танков, вокруг разъемных фланцев грузовой системы, фланцев вентиляционных каналов (радиус этих зон – 3м) и т.п.

Помещения, расположенные в грузосодержащей зоне, разделяются на газоопасные и газобезопасные.

Газоопасные, в свою очередь, подразделяются на посещаемые во время грузовых операций и не посещаемые.

Компрессорное отделение – газоопасное, посещаемое – вентиляция должна обеспечивать не менее 30 обменов воздуха в час.

Электромоторное отделение – газобезопасное. Вход в такое помещение через воздушный шлюз, приточная вентиляция обеспечивает в котором избыточное давление. При сбросе этого давления (одновременное открытие двух дверей) срабатывает аварийная сигнализация и остановка механизмов.

Обычно не посещаемые помещения: межбарьерные пространства, коффердамы, туннели и т.п. помещения, в которых возможно скопление паров груза. Они также должны иметь вентиляцию, создающую безопасную атмосферу при их посещении для осмотра.

Приборы контроля атмосферы.

Для контроля атмосферы применяются переносные газоанализаторы различной конструкции. На судне должны быть следующие приборы:

- кислородомер – прибор для контроля содержания кислорода в атмосфере от 0 до 21%.
- эксплозиметр – прибор для определения % содержания паров углеводородов по объему в пределах 0÷100%.
- Эксилозиметр – для определено % содержания паров углеводородов в пределах НПВ.
- Прибор для определения содержания токсичных веществ в атмосфере.

Наиболее простым и удобным прибором для замера очень низких концентраций токсичных газов является детектор «Drager». Он состоит из ручного насоса с фиксированным объемом всасываемого газа и набора запаянных стеклянных трубок, со специальным наполнителем, изменяющим цвет при соприкосновении с тем или иным газом.

Должно быть не менее 2-х приборов каждого типа.

Кроме того обязательно должен быть установлен стационарный прибор – газдетектор, который последовательно отбирает пробы воздушной среды из различных помещений. При достижении концентрации паров газа, равной 30% нижнего предела воспламеняемости газозвушной среды, должна срабатывать звуковая и световая сигнализация. Производительность прибора должна обеспечить отбор проб и их анализ из каждого места через интервал не превышающий 30 минут. Принцип действия прибора основан на анализаторах адсорбирующих свет в инфракрасном диапазоне спектра.

Трубопроводы отбора проб должны иметь запорные клапаны, чтобы в случае опасности можно было прекратить сообщение с загазованным помещением. Используемый в газоанализаторе газ выпускается в атмосферу через топы мачт или через другие вентиляционные каналы.

Конструкции газоанализаторов должны допускать их быстрое испытание и калибровку. Калибровать необходимо не реже чем 1 раз в полгода.

Жилые и служебные помещения.

Должны быть спроектированы таким образом, чтобы исключить возможность проникновения взрывоопасных газов внутрь помещений. Поэтому предусматриваются воздушные шлюзы при входе в надстройку и поддержка небольшого избыточного давления внутри надстройки. В случае аварийной ситуации надстройка герметизируется. Рукоятки вентиляционных заслонок должны быть внутри надстройки располагаться в удобном месте.

Во всех помещениях, где возможно возгорание, установлены извещатели, срабатывающие под воздействием теплового, светового или дымового воздействия. Температура срабатывания 57-74°C, скорость нарастания температуры выше 1°C в минуту. На камбузах, в сушильных помещениях 80÷100°C. При срабатывании датчика или извещателя, на пульте, находящемся на ходовом мостике, указывается местоположение этого датчика и автоматически включается сигнал общесудовой тревоги.

Средства пожаротушения на газовах.

В надстройке – в жилых помещениях, в машинном отделении и т.п. применяются обычные средства: вода, пена, углекислота, пар, огнегасящие жидкости. Наибольшую опасность представляет возгорание сжиженного газа.

Система водотушения.

Состоит: пожарные насосы, магистрали, гидранты и система орошения.

Запуск пожарных насосов должен осуществляется дистанционно с нескольких мест.

Все пожарные стволы должны быть комбинированного типа, т.е. иметь возможность подавать как компактную, так и распыленную струю воды.

Компактная струя может сбить пламя, произвести охлаждение поверхности. Струя в виде широкого конуса – хорошая защита для персонала, производящего тушения пожара.

Распыление воды над горячей поверхностью, охлаждает ее и уменьшает содержание кислорода в области горения.

Однако водой нельзя потушить горящий сжиженный газ, поскольку попадание воды в сжиженный газ вызывает его усиленное кипение, выделения горючих газов.

Система орошения.

Все поверхности газоведа, которые находятся в контакте с взрывоопасными грузами должны находится при температуре, которая исключает самовоспламенение газов. Система орошения должна перекрывать: купола танков, манифольды, лобовую переборку надстройки, помещения компрессоров, палубные помещения, расположенные в газоопасной зоне.

Запуск системы осуществляется из нескольких стратегически важных мест судна, а также при нагреве плавких вставок до 100°C.

Производительность: 10 л/мин на каждый квадратный метр горизонтальной поверхности и 4 л/мин. - на м² вертикальной поверхности.

В компрессорном, электромоторном отделении используется метод объемного тушения, обычно при помощи галона – бромтрифторметана. При разбрызгивании, пары галона разбавляют атмосферу и действуют как химический ингибитор препятствующий горению. Необходимо учитывать, что при попадании галона в зону огня образуются токсичные газы, поэтому после ликвидации пожара необходимо хорошо провентилировать помещение.

Система порошкового тушения.

Система порошкового тушения устанавливается на газоведах как главная система пожаротушения. Состоит из 2-х установок – правый и левый борт. Газ, создающий давление – азот. Мониторы системы должны быть расположены таким образом, чтобы перекрывать весь район грузовой палубы.

Порошки нетоксичны, некоррозийны, нетокопроводны, однако они гигроскопичны и склонны к комкованию. Порошок выбрасывается в виде облака.

Скорость подачи порошка через стационарный монитор от 10 до 40 кг/сек на расстояние 30÷40 м, через ручной ствол не ниже 3,5 кг/сек на

расстояние > 8 м. При работе всех мониторов и переносных стволов система работает 45 сек. Эффективное использование порошка при тушении пожаров в виде струи газа под давлением. Достаточно одной атаки порошком по направлению струи и пожар потушен, однако только в том случае если газ не соприкасается с раскаленным металлом. Порошковое тушение не обладает достаточной эффективностью при тушении горящих сжиженных газов, разлившихся на палубе.

Правила оснащения судна противопожарным оборудованием и инвентарем изложены в СОЛАС 74 и Газовом Кодексе.

Комплект снаряжения пожарного должен включать:

- дыхательный аппарат с объемом воздуха в баллонах не менее 1200 литров;
- комплект защитной одежды пожарного, включая сапоги, перчатки и шлем;
- страховочный конец с металлическим сердечником;
- взрывобезопасный фонарь;
- пожарный топор;
- комплект запасных баллонов к дыхательному аппарату.

Кроме того на судне должно быть необходимое количество защитной одежды, используемой при грузовых операциях — газонепроницаемые костюмы и дыхательные аппараты.

На мостике, в ЦПУ, ПУГО, Канцелярии грузового помощника должны быть предусмотрены штатные места для хранения не менее 2-х дыхательных аппаратов. В ПУГО и Канцелярии также места для газозащитного снаряжения.

В каютах также места для изолирующих воздушных дыхательных аппаратов и фильтрующих противогазов.

Шафы для хранения полных комплектов газозащитного и пожарного снаряжения, предназначенного для аварийной партии, должны находиться в надстройке вблизи от воздушных шлюзов.

На газовозе должен быть специальный воздушный компрессор для подачи воздуха высокого давления и требуемой чистоты для перезарядки баллонов изолирующих дыхательных аппаратов.

Вблизи грузовых манифольдов и выходов из компрессорного отделения должны быть не менее 2-х устройств для промывки глаз и 2-х душей для обмыва одежды, расположенных на обоих бортах. Подключаться должны к системе пресной воды и включаться ножной педалью.

Режим курения.

Курить разрешается только в специально оборудованных курительных судовых помещениях, определенных приказом по судну, или в специально отведенных местах на берегу, согласно правилам порта. Курительное помещение должно иметь отдельную систему вентиляции, с возможностью ее выключения вблизи помещения.

Хранение спичек и зажигалок в каютах запрещено.

Горячие работы, т.е. сварка, сверление, шлифовка и т.п. разрешается проводить только в специально оборудованном помещении в машинном отделении. Горячие работы на грузовой палубе производить категорически запрещено.

Во многих портах проведение таких работ запрещено даже в специальных помещениях.

При работах на грузовой палубе необходимо пользоваться пневматическим оборудованием «безопасного исполнения» и инструментом исключающим искрообразование. Работать необходимо в соответствующей одежде и обуви. Вблизи места работы должны быть изолирующие дыхательные аппараты. При себе иметь фильтрующий противогаз, которым можно пользоваться только на открытых палубах.

Вход в закрытые помещения.

«Закрытые помещения» - это помещения, имеющие неблагоприятную естественную вентиляцию, имеющие ограниченные по размерам отверстия для входа и выхода.

Это – коффердамы, танки, межбашерные пространства и т.п.

В таких помещениях в атмосфере может быть недостаточное содержание кислорода или могут содержаться воспламеняющиеся или токсичные газы.

Только подготовленный персонал допускается ко входу в помещение, для обеспечения наблюдения у входа и для проведения спасательных операций.

Разрешение на вход в закрытое помещение представляет собой спланированную форму перечня контрольных проверок. Разрешение на вход подписывает капитан или другое ответственное лицо и заполняется тем, кто собирается войти в помещение.

Система аварийной остановки – ESD – Emergency shut-down.

Классификационные сообщества требуют, чтобы газовые и жидкостные судовые и береговые трубопроводы могли быть закрыты дистанционно. Такая необходимость может возникнуть в случае обрыва или протечек грузового шланга, стендера, трубопровода, пожара и т.п. Дистанционное закрытие обеспечивается использованием грузовых клапанов с пневматическим приводом. Все клапана должны закрываться одновременно. Все приводы управляются с помощью тройных клапанов. При нормальной работе система обеспечивает возможность ручного открытия, закрытия любого клапана.

При срабатывании системы аварийной остановки, все открытые клапана закрываются, а компрессоры и насосы останавливаются. См. также раздел «система пневмоавтоматики» на стр.N.

Газация танков – Gassing-up – процесс замещения инертной среды газом, подлежащим к погрузке.

Если судно имеет Дек-танк-емкость, установленную на палубе, в которой хранится сжиженный газ для проведения газации, то газация мо-

жет быть проведена в море. Сжиженный газ из Дек-танка направляется в испаритель, где за счет водяного пара (от котла ГМО) превращается в парообразное состояние и направляется в танки. Инертный газ вытесняется через вентиляционную мачту.

Если газация производится у причала и терминал обеспечивает судно сжиженным газом, то также должен быть задействован испаритель, а балластный газ по газоотводной магистрали направляется на факел. Если берег обеспечивает паровой фракцией груза, то испаритель не требуется.

Если берег не обеспечивает газоотводной магистралью и не разрешает сбрасывать балластный газ через мачту, то необходимо производить газацию, соединив танки последовательно и используя последний танк, как бустерный.

Захолаживание танков.

Захолаживание осуществляется за счет работы установки сжижения газа, либо за счет подачи сжиженного газа с берега.

Жидкость направляется по конденсатной линии на верхний распыл – капельки жидкости, падая вниз и испаряясь, производят охлаждение танка по всему объему. В зависимости от типа судна, материала изготовления танка инструкции завода-строителя дают рекомендации по скорости захолаживания и минимальным и максимальным температурам груза и танка перед началом погрузки. Слишком быстрое охлаждение танка может привести к возникновению трещин и разрушению металла.

Обычно скорость захолаживания $4\div5^\circ$ в час, но может достигать и 10° в час. Например, на этиленовозах допускается скорость захолаживания 10° в час, при достижении температуры -80°C можно начинать погрузку.

Погрузка.

Погрузку необходимо начинать с малой интенсивностью, что обеспечит:

- равномерное охлаждение грузовой системы
- предотвращение гидравлических ударов
- правильное поступление груза и отсутствие протечек
- предотвращение образования статического электричества.

Погрузка с отводом пара на берег обеспечивает более высокую скорость погрузки. Если пары на берег не сдаются, то используется установка повторного сжижения газа. Погрузка производится по жидкостной судовой магистрали в нижнюю часть танка. На больших судах скорость погрузки доходит до 500 м^3 в час на клапан. При увеличении давления в танках необходимо уменьшить скорость погрузки.

При достижении расчетного уровня заполнения танка необходимо закрыть грузовой клапан на танке. Клапан закрывать необходимо постепенно, чтобы избежать гидравлического удара.

Выгрузка.

Перед началом выгрузки производятся замеры температур, давления, уровня груза и отбор проб.

Выгрузка производится грузовыми насосами. Выгрузка может быть с возвратом пара с берега и без возврата. В последнем случае часть жидкости из жидкостной магистрали отбирается и направляется в испаритель, где превращается в пар, который направляется в верхнюю часть танка для поддержания соответствующего давления. Обычно поддерживается давление порядка 100 мбар.

Иногда используется грузовой компрессор – отсасывает пары из одного танка и после сжатия, горячие пары направляет в выгружаемый танк.

Если в береговых емкостях груз хранится при более высоком давлении и более высокой температуре, то последовательно после погружного насоса подключается бустерный насос и через подогреватель сжиженный газ направляется в береговой трубопровод.

Ответственный момент окончание выгрузки – чтобы предотвратить кавитацию, гидравлические удары и добиться минимально-возможного (или необходимого) уровня груза в танке, необходимо внимательно контролировать параметры в танке и насоса, создавать необходимый подпор на всасывании и прикрытием нагнетательного клапана регулировать производительность и напор насоса.

Смена груза.

В зависимости от того, какой груз перевозился и какой груз подлежит замене, имеются определенные правила подготовки танков (см. таблицу N), однако эти правила могут быть изменены по требованию фрахтователя.

- Удаление жидких остатков груза.

На судах напорного или полу-напорного типа в танке создается давление и остатки дренажируются в другой танк, в Дек-танк или за борт.

- На судах перевозящих сжиженный газ при атмосферном давлении производится выпаривание остатков груза.

Процесс происходит следующим образом: компрессором отсасываются пары из танка и после сжатия, минуя конденсатор, направляются в нижнюю часть танка, в район приемных колодцев насосов; по мере выпаривания, давление в танке возрастает и часть газа стравливается через вентиляционную мачту. На некоторых газовозах в районе колодцев уложены змеевики, в которые направляются горячие пары после компрессора, т.е. в них будет конденсироваться газ и затем направляться в другой танк или за борт.

Процесс выпаривания очень длителен, окончание его обычно определяется по резкому возрастанию температуры в районе колодцев.

Затем следует процесс обогрева танков. Обогрев происходит за счет рециркуляции газа в танке при помощи компрессора, либо при помощи бловера через подогреватель газа. Обогрев ведется до температуры равной температуре окружающей среды.

Следующий процесс – вытеснение из танков паров груза инертным газом или азотом, т.е. процесс инертизации. Продувку танка производят до тех пор, пока концентрация паров груза не снизится до $\frac{1}{2}$ нижнего предела взрываемости смеси. НПВС – это максимальная концентрация паров груза в смеси с инертным газом, ниже которой не происходит образование взрывоопасной концентрации при смешивании с воздухом. НПВС можно определить пользуясь диаграммой взрывоопасности. См. рис.

Процесс дегазации – GAS-Frreeing - процесс замещения атмосферы танка воздухом. Температура танка перед началом вентилирования должна быть выше температуры точки росы воздуха. Для вентилиции используются бловеры, компрессоры, СИГ, производящие сухой воздух. На газовозах полунанпорного типа дегазацию можно также производить методом многократного вакуумирования. Во время вентилирования ведется постоянный контроль за составом атмосферы танка – за % содержанием кислорода и % содержанием газа. Входить в танк можно после того, как % содержание кислорода достигнет 21% объема, % содержание углеводородов меньше 1% НПВ, содержание токсичных газов меньше ПДК.

Дегазационные танки необходимо продолжать вентилировать, т.к. большинство паров углеводородов тяжелее воздуха и при неподвижной атмосфере в танках, они будут собираться у днища и в какой-то момент могут образовать взрывоопасную смесь. Многие взрывы случались в танках, которые были освидетельствованы и признаны дегазированными.

Грузовые расчеты.

На большинстве судов сейчас грузовые расчеты производятся на компьютере – имеются соответствующие программы. Однако, необходимо уметь производить вычисления и без компьютера.

Приводим примеры некоторых расчетов.

- 1) газовоз напорного типа грузится пропаном с температурой $+10^{\circ}\text{C}$.
Определить допустимый предел заполнения танков в %.

$$V_{\text{пр}} = 98 \frac{d_{\text{пр}}}{d_{\text{пог}}},$$

где $d_{\text{пр}}$ - плотность пропана, соответствующая давлению и температуре установки предохранительного клапана,
 $d_{\text{пог}}$ – плотность при температуре погрузки.

По термодинамическим таблицам, находим:

$$d_{\text{пр}} = 459,1 \text{ кг/м}^3 \text{ (} t = 45^{\circ}\text{C, } P = 15,5 \text{ бар)}$$

$$d_{\text{пог}} = 516,8 \text{ кг/м}^3 \text{ (} t = +10^{\circ}\text{C, } P = 6,32 \text{ бар)}$$

$$V_{\text{пр}} = 98 \frac{459,1}{516,8} = 87,06\%$$

2) в танк загружается пропан 100 т при температуре -40°C и бутан 200 т при $t = +2^{\circ}\text{C}$. Определить давление в танке и % содержание паров.

- Находим температуру смеси (жидкости):

$$T_c = \frac{m_p \cdot c_p \cdot T_p + m_b \cdot c_b \cdot T_b}{m_p \cdot c_p + m_b \cdot c_b},$$

где m – масса, c – удельная теплоемкость, T – температура,
 $c_p = 2,476 \text{ Дж/г}\cdot\text{K}$; $c_b = 2,366 \text{ Дж/г}\cdot\text{K}$

$$T_{cm} = \frac{100 \cdot 2,476(273 - 40) + 200 \cdot 2,366(273 + 2)}{100 \cdot 2,476 + 200 \cdot 2,366} = 260,57\text{K} = -12,4^{\circ}\text{C}$$

- по таблицам для температуры $-12,4^{\circ}\text{C}$ находим давление насыщенных паров:

$$P_p = 3,15 \text{ б}$$

$$P_b = 0,62 \text{ б}$$

- молекулярная масса пропана C_3H_8 – 44
 бутана C_4H_{10} – 58

- количество молей в смеси:

$$n_p = 100/44 = 2,27; \quad n_b = 200/58 = 3,45;$$

$$n_{cm} = 2,27 + 3,45 = 5,72$$

- молярная доля пропана $F_p = 2,27/5,72 = 0,4$

$$\text{бутана } F_b = 3,45/5,72 = 0,6$$

$$\text{Проверка: } 0,4 + 0,6 = 1$$

- умножением молярной доли на давление насыщенных паров получаем парциальное давление:

$$p_p = 0,4 \cdot 3,15 = 1,26 \text{ б}$$

$$p_b = 0,6 \cdot 0,62 = 0,372 \text{ б}$$

- давление в танке:

$$p = p_p + p_b = 1,26 + 0,372 = 1,632 \text{ б}$$

Давление в манометре:

$$1,632 - 1,013 = 0,62 \text{ б}$$

- состав смеси в газовой фазе:

$$1,26/1,632 = 0,77 - 77\% \text{ пропана}$$

$$0,372/1,632 = 0,23 - 23\% \text{ бутана}$$

3) необходимо провести продувку танков емкостью 20000 м^3 азотом. Предполагается, что кратность обмена будет $= 1,5$. Сколько тонн азота необходимо заказать, если температура в танке $+10^{\circ}\text{C}$?

Воспользуемся уравнением Клайперона-Менделеева

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$P = 1,013 \text{ б}$$

$$V = 20000 \cdot 1,5 = 30000 \text{ м}^3$$

$$T = 273 + 10 = 283 \text{ К}; \mu = 28; R = 8,31 \text{ Дж/К Моль} \cdot \text{К}$$

$$m = \frac{PV \cdot \mu}{R \cdot T} = \frac{1,013 \cdot 30000 \cdot 28 \cdot 10^5}{8,31 \cdot 283 \cdot 10^3} = 36182,72 \text{ кг} \approx 36 \text{ тонн}$$

4) Расчет количества погруженного пропана.

Дано: объем танка $V = 4920,41 \text{ м}^3$

Взлив $h = 13,3 \text{ м}$; дифферент – 0

Температура жидкости $t_{\text{ж}} = -40^\circ\text{C}$ Температура газа -30°C

Давление на манометре $P = 0,16$

Плотность пропана при $t = +15^\circ\text{C}$ $d_{15} = 0,51 \text{ т/м}^3$.

- По калибровочным таблицам по взливу находим объем жидкости
 $V_{\text{ж}} = 4697,73 \text{ м}^3$

- Тогда объем занимаемым газом

$$V_{\text{г}} = V_{\text{т}} - V_{\text{ж}} = 4920,41 - 4697,73 = 222,68 \text{ м}^3$$

- По таблице температурного сжатия (расширения) танка находим коэффициент сжатия

$$K_{\text{ж}} = 0,99816872$$

$$K_{\text{г}} = 0,99846179$$

- Производим корректировку объемов занимаемых жидкостью и газом

$$V'_{\text{ж}} = 4697,73 \cdot 0,99816872 = 4689,127 \text{ м}^3$$

$$V'_{\text{г}} = 222,68 \cdot 0,99846179 = 222,337 \text{ м}^3$$

- По таблице № 54 ASTM-IP находим коэффициент изменения объема при переходе с $t = -40^\circ\text{C}$ на $t = +15^\circ\text{C}$ в зависимости от $d_{15} = 0,51$

$$K_{15} = 1,139$$

- Определяем объем жидкой части груза, который он занимал бы при $t = +15^\circ\text{C}$.

$$V_{\text{ж}}^{15} = V_{\text{ж}} \cdot K_{15} = 4689,127 \cdot 1,139 = 5340,9156 \text{ м}^3$$

- Тогда, масса жидкости

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}}^{15} \cdot d_{15} = 5340,9156 \cdot 0,51 = 2723,867 \text{ т}$$

- определим плотность газовой части груза

$$d_{\text{г}} = \frac{T_{15} \cdot P_{\text{Т}} \cdot \mu}{T_{\text{Т}} \cdot P_{\text{АТ}} \cdot 23,645}$$

μ - молекулярный вес пропана 44,1

23,645 – мольный объем $\text{м}^3/\text{к моль}$

$$288 \cdot (1,013 + 0,1) \cdot 44,1$$

$$d_{\text{г}} = \text{-----} = 2,43 \text{ кг/м}^3$$

$$243 * 1,013 * 23,645$$

- масса газа

$$m_r = 222,337 * 2,43 = 540,28 \text{ т}$$

- масса груза «в вакууме»

$$m = m_k + m_r = 2724,41 \text{ т}$$

- вес груза «в воздухе» определяем при помощи коэффициента из таблицы №56 ASTM-IP или по формуле:

$$m_B = m - \frac{m * 0,0011}{d} = 2724,41 - \frac{2724,41 * 0,0011}{0,51} = 2718,53 \text{ т}$$

5) определить время погрузки и захолаживания танка. Объем танка $v=10000 \text{ м}^3$; грузится 5000 т бутана температура в танке $t_1=+15^\circ\text{C}$. Температура груза на манефольде $t_m=+5^\circ\text{C}$. Температура перевозки $t_k=\pm 0^\circ\text{C}$. Давление в танке по манометру $P_r=0,1 \text{ б}$. Температура заборной воды $t_{з.в.}=+20^\circ\text{C}$. Газоотводной магистрали нет. Производительность грузового компрессора $v_k=1445 \text{ м}^3/\text{час}$. Температура всасывания $t_{вс}=+10^\circ\text{C}$. В работе будут 2 компрессора.

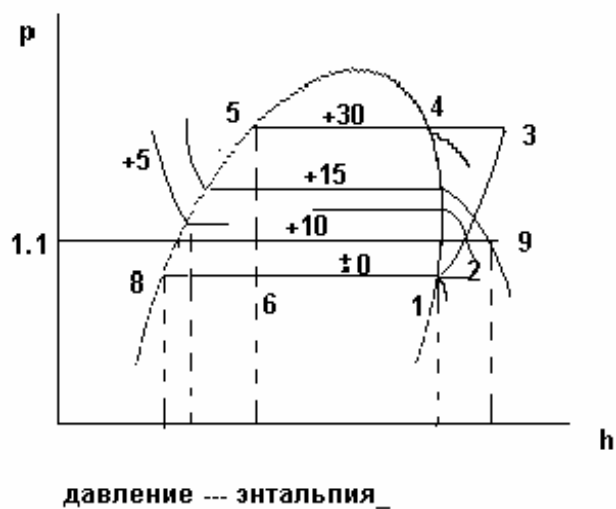
Для расчетов пользуемся термодинамическими таблицами и диаграммой Молье для бутана.

На диаграмме Молье строим одноступенчатый цикл, предполагая, что температура конденсации будет $t_k=+30^\circ\text{C}$. Температура испарения $t_i=\pm 0^\circ\text{C}$.

- Плотность паров, всасываемых компрессором будет $d_2=2,89 \text{ кг/м}^3$

- Тогда массовая производительность компрессора будет
 $Q_m = v_k \cdot d_2 = 1445 \cdot 2,89 = 4173 \text{ кг/час}$
- Количество тепла, которое необходимо отвести от груза
 $Q_{гр} = m (h_7 - h_8) = 5 \cdot 10^6 (290,6 - 278,9) = 58,5 \cdot 10^6 \text{ кДж}$
- Количество тепла, которое необходимо отвести в процессе охлаждения атмосферы танка
 $Q_{газ} = v \cdot d_9 \cdot (h_9 - h_8) = 10000 \cdot 2,84 (688 - 278,9) = 11618440 = 11,62 \cdot 10^6 \text{ кДж}$
- Необходимо также учитывать количество теплоты, которую нужно удалить в процессе охлаждения из материала танка, из материала изоляции. Упрощенно это количество теплоты определяется
 $Q_T = m_T \cdot c_T \cdot (t_1 - t_2)$, где
 m_T – масса конструкции, c_T – удельная теплоемкость материала, $(t_1 - t_2)$ – разность температур поверхности материала до и после захлаживания.
- Количество теплоты поступающей из внешней среды $Q_{вн}$ можно определить в зависимости от температуры забортной воды по специальным диаграммам для данного танка.
- Холодопроизводительность компрессора будет $Q = Q_m \cdot (h_1 - h_6) = 4173 \cdot (664,02 - 347,76) = 1,32 \cdot 10^6 \text{ кДж/час}$, так как в работе будут 2 компрессора, то $Q_k = 2,64 \cdot 10^6 \text{ кДж/кг}$.
- Примем $Q_T = 20 \cdot 10^6 \text{ кДж}$
- и $Q_{вн} = 0,03 \cdot 10^6 \text{ кДж/час}$
- Тогда время необходимое на погрузку и захлаживание танка будет:

$$T = \frac{Q_{гр} + Q_{газ} + Q_T}{Q_k - Q_{вн}} = \frac{58,5 \cdot 10^6 + 11,62 \cdot 10^6 + 20 \cdot 10^6}{2,64 \cdot 10^6 - 0,03 \cdot 10^6} = 34,5 \text{ часа}$$



СВОЙСТВА СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

№ №	Наименование	Формула	Темпера- тура ки- пения при атмосфер- ном дав- лении в °С	Критическая температура	Критическое давление в	Плотность жидкости	Относитель- ная плот- ность пара	Молекулярн ый вес
1	Метан	CH ₄	--161.5	--82.5	44.7	0.427	0.554	16.04
2	Этан	C ₂ H ₆	--88.6	+32.3	49	0.59	1.048	30.07
3	Пропан	C ₃ H ₈	--42.7	+96.8	42.6	0.583	1.55	44.09
4	Н-бутан	C ₄ H ₁₀	--0.5	+153	38.1	0.605	2.09	58.12
5	Изобутан	C ₄ H ₁₀	--11.7	+135	38.2	0.595	2.07	58.12
6	Этилен	C ₂ H ₄	--104	+9.9	50.5	0.57	0.975	28
7	Пропилен	C ₃ H ₆	--47.7	+92.3	45.6	0.613	1.48	32
8	Бутилен	C ₄ H ₈	--6.5	+147	40	0.625	1.94	56.1
9	Бутадиен	C ₄ H ₆	--5	+162	43.2	0.653	1.88	54.1
10	Изопрен	C ₅ H ₈	+34	+211	38.5	0.67	2.3	68
11	Винилхлорид	C ₂ H ₃ Cl	--13.8	+158	52.9	0.965	2.15	62.5
12	Этилен оксид	C ₂ H ₄ O	+10.7	+196	74.4	0.896	1.52	44
13	Пропилен ок- сид	C ₃ H ₆ O	+34.2	+209	47.7	0.83	2	58
14	Аммиак	NH ₃	--33.4	+132.	113	0.683	0.597	17
15	Хлор	Cl ₂	--34	+144	77.1	1.56	2.49	70
16	Азот	N ₂	--196	--147	3.28	0.808	0.967	28.2
№ №			Температу ра самовоспл аменения	Предел взрываемости %				
				нижний	верхний			
1			595 ⁰ С	5.3	14			
2			406	3	12.5			
3			468	2.1	9.5			
4			365	1.5	9			
5			500	1.5	9			
6			453	3	34			
7			453	2	11.1			
8			440	1.6	10			
9			418	1.1	12.5			
10			220	1.5	9.7			
11		C ₂ H ₃ Cl	472	4	33			

