

ВЗРЫВЫ И ПОЖАРЫ НА ТАНКЕРАХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

В обзоре крупных аварий и катастроф, произошедших в последние десятилетия с нефтеналивными судами, как особый их вид выделены взрывы и пожары, возникшие при промывке танков. Их источником являются, как правило, заряды статического электричества. На материале расследования взрыва на танкере «Магас» (2000 г.) детально рассмотрены обстоятельства и причины аварийной ситуации такого типа.

In the review of crashes and wrecks of large tankers having occurred during last decades the fires and explosions connected with washing of emptied tanks are distinguished as a particular type of accidents. As a rule, they are provoked by charges of static electricity. Inquiry of explosion in tanker «Magas» (in 2000) allows to display and analyze in details circumstances and sources of this type of wrecks.

Появление скоростных танкеров большего водоизмещения, совершенствование их конструкции и оборудования обеспечили значительное увеличение объемов перевозки нефти и нефтепродуктов одним судном, существенное сокращение затрат времени на погрузо-разгрузочные работы в порту. В меньшей мере удалось снизить потенциальные опасности перевозок. Несмотря на меры безопасности, при эксплуатации танкеров не удается обеспечить гарантированное предупреждение аварий и катастроф, сопровождающие их разливы нефти, человеческие жертвы.

В сравнении с другими типами судов, аварии и катастрофы танкеров сопровождаются гораздо более тяжелыми последствиями, связанными с гибелью самого судна и его экипажа, с экологическими катастрофами от разливов нефти. Основные причины аварий танкеров – последствия штормов, столкновения, взрывы и пожары, посадки на мель, проведение ремонтных работ, неполадки в машинном отделении. Основные опасности для танкеров образуют следующий ряд: взрыв – пожар – разламывание корпуса – потери остойчивости или плавучести (затопление). Вероятность гибели танкера из-за потери остойчивости невели-

ка; из-за потери плавучести он может погибнуть лишь теоретически при определенных условиях затопления машинных отделений. Подавляющее большинство пробоин в корпусе, сопровождаемых разливами груза нефтепродуктов, обусловлены столкновением с другим судном или посадкой на мель (табл.1). Столкновения, в свою очередь, часто сопровождаются взрывами и пожарами, что создает особую опасность для экипажа.

Первым серьезным предупреждением была авария танкера «Горри Каньон» в 1967 г. у берегов Англии: 119 тыс.т нефти растеклись по поверхности моря полуметровым слоем, огнем была охвачена площадь более 1 км². Более 200 км пляжей Британской Ривьеры и 65 км побережья Бретани были отравлены нефтью; ущерб составил 5 млн фунтов стерлингов.

В июле 1979 г. в Карибском море у берегов о.Тобаго столкнулись два супертанкера – либерийский «Эгеан Кэптэн» и греческий «Атлантик Эмпресс». Оба судна были наполнены нефтью, оба загорелись, в море вылилось 287 тыс.т сырой нефти. Ее горящее пятно растеклось вокруг места аварии на десятки квадратных километров, погибли 26 моряков; затем нефтяная пленка распространилась на площади более 120 км².

Крупные аварии и катастрофы танкеров

Название судна	Год катастрофы	Место катастрофы	Разлив нефти, тыс.т
Торри Каньон	1967	Острова Силли, Великобритания	119
Эрроу	1970	Восточное побережье Канады	6-12
Вафра	1971	Рядом с мысом Агульяс (ЮАР)	40
Метула	1974	Магелланов пролив	50
Джэкоб Мерск	1975	Порту, Португалия	88
Урквиола	1976	Ла-Корунья, Испания	100
Венойл	1977	Побережье Южной Африки	15-26
Гавайан Пэтриот	1977	Гавайи, 300 миль западнее Гонолулу	95
Амоко Кадис	1978	Побережье Бретани, Франция	223
Бетельгейзе	1979	Залив Бантры, порт, Ирландия	10-40
Индепенденс	1979	Пролив Босфор, Турция	95
Атлантик Эмпресс	1979	40 км от побережья Венесуэлы, Карибское море	287
Глоуб Ассими	1981	У берегов Клайпеды	16
Катина	1982	Порт Роттердам	100
Ассими	1983	Оманский залив, 55 миль от Маската, Оман	53
Кастильо де Беливер	1983	Атлантика, недалеко от залива Салданья (ЮАР)	252
Одиссей	1988	Атлантика, 700 морских миль к востоку от Новой Шотландии (Канада)	132
Эксон Вальдес	1989	У берегов Аляски, США	37
Харк 5	1989	Атлантика, 120 миль к западу от Марокко	80
Хэйвен	1991	Генуя (Италия)	144
АВТ Саммер	1991	Атлантика, 700 миль от Анголы	260
Катина Р	1992	У порта Малуту, Мозамбик	72
Эгейан Си	1992	Ла-Корунья, Испания	74
Браер	1993	Шетландские острова, Великобритания	85
Си Эмпресс	1996	Порт Милфорд, Великобритания	72
Находка	1997	У берегов Японии	6
Эрика	1999	У берегов Франции	12
Престиж	2002	У берегов Испании	5
Вики	2003	У берегов Бельгии	–

В ноябре того же 1979 г. в Босфоре на акватории порта Стамбул столкнулись румынский танкер «Индепенденс» с греческим сухогрузом «Эльвира». Последствия стали катастрофой для флотилии аварийных судов, для акватории и прибрежной территории турецкого порта. Ценой невероятных усилий спасателям удалось предотвратить пожар в Стамбуле. Борьба с пожаром длилась почти месяц, погибли 43 румынских моряка. Крупным ущербом международному судоходству стал длительный перерыв перевозок по Босфору.

Самой крупной катастрофой XX в. стала авария танкера «Амоко Кадис» в 1978 г. у побережья Бретани: около 230 тыс.т вылив-

шейся нефти образовали пятно площадью 3,5 тыс. км² и вызвали гигантское загрязнение морской среды. Причиной аварии было вышедшее из строя рулевое управление. Выброшенный на скалы танкер переломился на две части. Эффективных средств, ограничивающих разлив нефти, в то время не было, и судно уничтожили двумя бомбардировками. Вертолеты ВМС сбросили шестнадцать 170-килограммовых бомб, оставшиеся под водой танки взорвали водолазы. На побережье Франции (360 км) было выброшено около 70 тыс.т нефти.

Материальный ущерб от аварии не всегда напрямую определяется количеством вылившейся нефти. В 1989 г. танкер «Эксон

Вальдер» потерпел крушение у берегов Аляски. В море попало не более 20 % от общего объема груза – около 37 тыс.т нефти, которая была выплеснута на берег и загрязнила 2000 км арктического побережья. Затраты корпорации «Эксон» на сбор нефти, восстановление последствий, отразившихся на уязвимой окружающей среде, и штрафные платежи достигли 1,9 млрд долларов. Сумма намного превысила выплаты после крупнейшей катастрофы с танкерами «Атлантик Эмпресс» и «Эгеан Кэптэн». При катастрофе танкера «Эрика» в 1999 г. у берегов Бретани в море вылилось 12 тыс.т нефти, для очистки побережья правительству Франции пришлось кредитовать около 2 млрд долларов.

Одна из крупных катастроф последнего времени произошла 19 ноября 2002 г.: переломился надвое танкер «Престиж» с грузом 73 тыс.т мазута в 250 км от испанского побережья. Корпус танкера получил пробоину, вероятно, при столкновении с рифом. Из трюмов вылилось 5 тыс.т мазута, который загрязнил десятки километров побережья Испании. Танкер затонул на глубине около 4 тыс.м, и, по оптимистическим оценкам, такая глубина может сгладить экологический ущерб, но, по мнению экспертов, на

морском дне находится «бомба замедленного действия». Со временем мазут просочится и крупная экологическая катастрофа в европейском Средиземноморье станет неизбежной.

Взрывы и пожары на танкерах чаще всего возникают при проведении погрузо-разгрузочных работ или при мойке танков. В декабре 1969 г. взрывы и пожары произошли на трех супертанкерах – английских «Марпесса» и «Мактра», и норвежском «Конг Хааконг VII» (все дедвейтом более 200 тыс.т). На всех трех танкерах взрывы произошли при мойке танков во время балластного перехода. В результате взрывов «Марпесса» затонула. На «Конг Хааконг VII» взрыв вырвал верхнюю палубу над танками № 3-5 и обшивку правого борта почти до ватерлинии. Ремонт «Мактры» длился более года, и затраты составили около 80 % от первоначальной стоимости судна.

В дальнейшем аналогичные аварии происходили и на других танкерах (табл.2). Проведенные в 1970-х годах многократные исследования показали, что основная причина взрывов – воспламенение смеси углеводородных паров и кислорода воздуха при

Таблица 2

Некоторые аварии и катастрофы танкеров, сопровождающиеся пожарами и взрывами

Название судна	Вид аварии	Год	Последствия
Тамес Мару	Взрыв	1970	Разрушение корпусных конструкций
Голар Патриция	Пожар	1973	– " –
Прима Мерск	Взрыв, пожар	1973	Разрушение корпусных конструкций. Погибли 3 человека
Берге Истра	– " –	1975	Разрушение корпусных конструкций
Сансинема	– " –	1976	– " –
Бритиш Кроун	– " –	1976	Средняя часть и кормовая надстройка полностью выгорели. Погибли 19 человек
Берге Ванга	– " –	1979	Разрушение корпусных конструкций
Бетельгейзе	– " –	1979	Судно разломилось и затонуло. Погибли 50 человек
Ситайгер	– " –	1979	Судно затонуло
Атлас Титан	– " –	1979	Большие конструктивные разрушения
Мария Алехандра	– " –	1980	Судно затонуло. Погибли 19 человек
Мусепе	– " –	1980	Судно затонуло
Голден Делфин	– " –	1982	Разрушение корпусных конструкций
Людвиг Свобода	– " –	1983	– " –
Морис Бишоп	– " –	1986	Выврван участок настила верхней палубы
Магас	– " –	2000	Большие конструктивные разрушения

электростатических разрядах [1, 4]. Были разработаны меры, направленные на предотвращение взрывов, регламентированы параметры конструкции и эксплуатации систем, определяющих электростатическую безопасность танкеров. Требования такого рода включены в международную и отечественную нормативную документацию [1-4].

Однако взрывы на танкерах продолжались. На французском танкере «Бетельгейзе» серия взрывов произошла, когда он находился у терминала под разгрузкой. Судно разломилось и затонуло, погибли 43 члена экипажа и 7 работников порта; вылилось 10 тыс.т нефти; ущерб составил около 100 млн фунтов стерлингов. В 1980 г. в балластном переходе был разрушен взрывом и затонул танкер «Мария Александра» дедвейтом 239,6 тыс.т; погибли 36 человек. В том же 1980 г. при мойке танков взорвался и затонул либерийский танкер «Мусепе» дедвейтом 238,9 тыс.т.

Одним из последних по времени, в октябре 2000 г., был взрыв на танкере «Магас» при мойке танков в балластном переходе [1]. Взрыв вызвал значительное разрушение корпусных конструкций танкера (см. рисунок). Кормовая переборка танка № 8 была разрушена на всю ширину отстойного танка № 10 ЛБ (левого борта): она была оторвана от продольной переборки, находящейся в диаметральной плоскости по всей высоте, гофры разглажены, в сторону танка № 8 переборка прогнулась на 4 м, оторвалась от настилов и верхней палубы, и второго дна.

Продольная переборка между слоп-танками деформировалась со сглаживанием гофр и с парусообразным выпучиванием в сторону слоп-танка № 9 до 1,1 м на высоте 7 м; сварные швы в некоторых местах разошлись. Переборка на 38-м шпангоуте имела разрыв в районе прохода переливной трубы в слоп-танк правого борта (ПБ). Вертикальные ребра жесткости на переборке деформированы по стенкам. Частично разрушены трубопроводы систем подогрева и гидравлики, повреждены и смещены трубопроводы грузовой системы и т.д.

До взрыва танкер «Магас» находился в Северном море и направлялся в норвежский

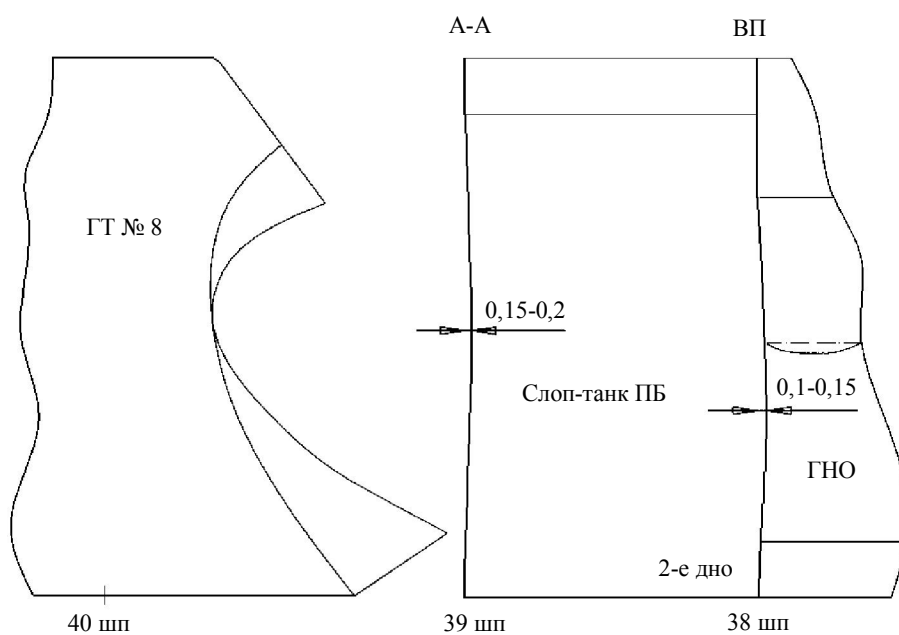
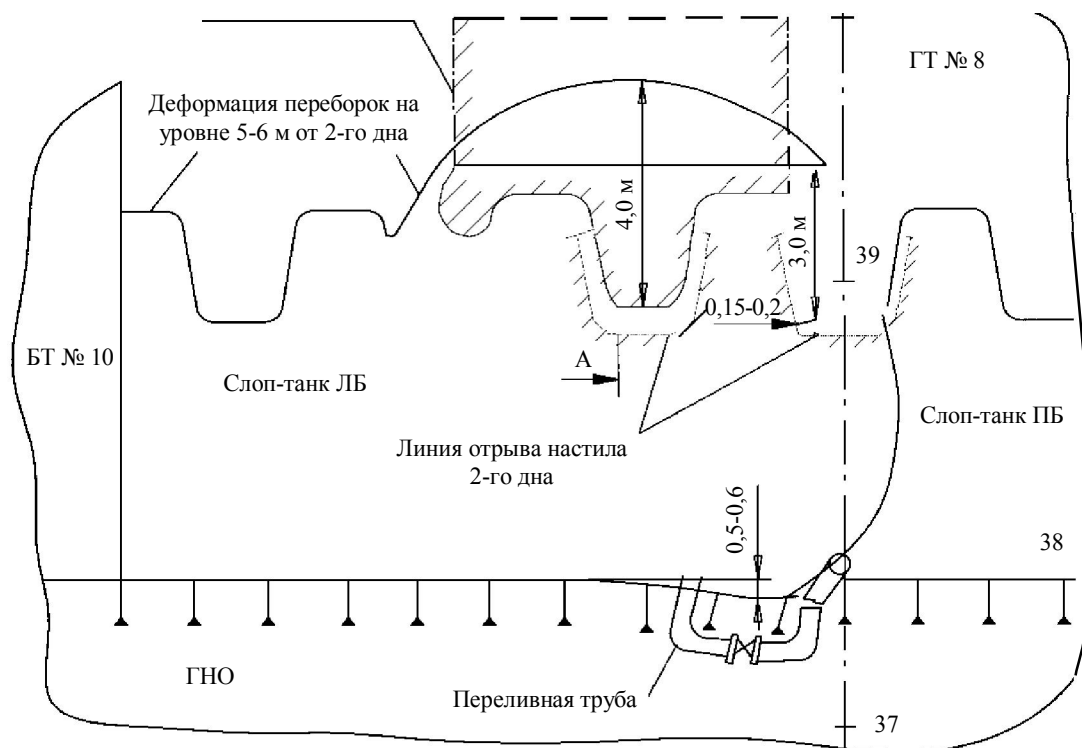
порт Монгстад для приема в грузовые танки № 3 и 4 циркуляционного масла, а в танки № 1, 2, 5-8 – газойля. На танкере проводилась мойка танков № 3 и 4 с помощью четырех моечных машин на двух уровнях – 4 и 8 м. В слоп-танк № 10 ЛБ (левого борта) было принято 112 м³ забортной воды для обеспечения подачи моечных машин в течение часа. В танках № 1, 2, 5-8 велась лишь скатка дек забортной водой из шлангов через открытые лючки на верхней палубе. До приема нового груза танкер выгрузил в порту Гренджмут (Англия) 18,5 тыс.т газойля (летучий и весьма взрывоопасный нефтепродукт с температурой вспышки 40 °С). После выгрузки грузовые танки и слоп-танк № 10 ЛБ были вымыты, 190 м³ промывочной воды с остатками нефтепродуктов сдано в порту Венспилс (Латвия). При таком количестве остатков вполне вероятно, что часть их еще оставалась в танках и в каких-то участках трубопровода.

К моменту взрыва мойка велась в неинертизированном грузовом танке № 4 по замкнутому циклу, в соответствии с требованиями Международной конвенции к особым районам (к ним относятся и Северное, и Балтийское моря). Промывочная вода при этом должна отстаиваться, собранные нефтепродукты – сдаваться на берег. В нарушение инструкции мойка танка № 4 велась при открытой горловине люка спуска, через нее воздух беспрепятственно поступал в слоп-танк. На интенсивность поступления воздуха (кислорода) мог дополнительно влиять эффект эжекции – за счет понижения уровня промывочной жидкости и увеличения объема газозвушной смеси при откачке отстоявшейся в слоп-танке воды на мойку танка № 4. Откачка велась грузовым насосом с подачей в 5 раз большей, чем у моечного насоса.

Для мойки танков в обедненной кислородом атмосфере промывочную воду нельзя использовать повторно, чтобы исключить нарастание в ней концентрации отмытых нефтепродуктов. В данном случае все происходило наоборот: мойка велась по замкнутому циклу с повторным использованием промывочной воды, и ко-

личество нефтесмывок в ней при поступлении в слоп-танк должно было составить, по расчету специалистов, около 31 м³. Следовало обеспечить полную герметизацию и инертнизацию слоп-танка. Хотя та-

кое требование не предусмотрено отечественными и международными нормативами [1-4], но оно оговаривалось «Технологической картой мойки танков», утвержденной капитаном.



Разрушения корпусных конструкций при взрыве танкера

Танкер был оснащен системой инертного газа в связи с тем, что шесть из восьми грузовых танков, в том числе и № 4, имеют емкость, превышающую 3000 м³. При мойке танков по замкнутому циклу на «Магасе» была предусмотрена двухкаскадная схема отстоя, которая позволяет значительно снизить содержание отмытых нефтеостатков в повторно поступающей промывочной воде. Одноступенчатый отстой был применен только из-за желания судовладельца уменьшить платеж за количество промывочной жидкости, сдаваемой в береговые хранилища.

Мойка танков должна вестись при полной герметизации и с искусственной вентиляцией, обеспечивающей циркуляцию газовой среды слоп-танка по всему объему и исключая образование «карманов» (застойных аэродинамических зон) с повышенной концентрацией воспламеняющихся паров углеводородов. На «Магасе» искусственная вентиляция не применялась, воздух поступал через открытый люк и в слоп-танке при однонаправленном газоздушном потоке могли образоваться несколько застойных зон. Предполагается, что одна из таких зон у переборки 38-го шпангоута предопределила положение эпицентра взрыва и локализацию основных разрушений (см. рисунок). По «Технологической карте мойки», утвержденной капитаном танкера, мочная вода подогревалась до 35-38 °С. С учетом охлаждения в трубопроводах, на выходе из мочных машинок ее температура составляла не менее 32,5 °С, что способствовало интенсификации испарения отмытых нефтеостатков.

Не исключено, что одной из вероятных причин создания взрывоопасной концентрации паров углеводородов в слоп-танке могли служить остатки ранее перевозимого груза (газойля) в танках или трубопроводах. Такие случаи уже имелись. Например, на датском танкере «Прима Мерск» (1973 г.) нефть скопилась в некоторых участках грузового трубопровода, а затем попала в открытый танк. Взрыв ее паров стал причиной гибели 3 человек.

Наиболее вероятный источник воспламенения углеводородов – заряд статического электричества, который мог генерироваться следующими факторами:

- трением между слоями жидкости и о стенки трубопровода при транспортировке;
- свободным падением промывочной воды (что недопустимо из-за значительной турбулизации поверхностных слоев жидкости в слоп-танке);
- распылением промывочной воды, содержащей значительное количество нефтеостатков, и осаждением ее в слоп-танке.

Все эти опасные явления имели место до взрыва. Перед мойкой в слоп-танк № 10 левого борта было принято 112 м³ забортной воды (по записи в судовом журнале), что обеспечивало уровень воды 5,1 м. Выпускное отверстие подачи промывочной воды в слоп-танк расположено на высоте 7,3 м от настила второго дна. Следовательно, промывочная вода поступала в слоп-танк свободным падением.

По действующим требованиям [2, 3], выпускное отверстие оборудовано расширительной камерой с перфорацией образующей поверхности для дробления направленной струи и снижения скорости подачи промывочной воды. Но требованиями оговаривается [2-4], что подача должна осуществляться под слой жидкости высотой не менее 1 м для ограничения скорости выпуска воды. В рассматриваемом же случае промывочная жидкость, поступающая в слоп-танк, распылялась в газоздушной среде. Дробление струй после расширительной камеры способствовало образованию аэрозоля и возникновению электростатического поля с параметрами, достаточными для искрообразования [1].

Таким образом, при мойке танков имели место два грубейших нарушения: свободное падение и распыление промывочной жидкости. Чтобы их исключить, необходимо было создать слой воды над выпускным отверстием не менее 1 м, для чего принять в слоп-танк не 112 м³, а 202,8 м³ забортной

воды. Тогда ее уровень над двойным дном составил бы 8,3 м. В целом, расследование аварии на танкере «Магас» показало, что, как и во многих других случаях, решающую роль сыграл человеческий фактор. Уровень забортной воды ниже выпускного отверстия, открытая при мойке крышка трапа в слоп-танк и другие нарушения свидетельствуют о том, что личный состав не знал и не выполнял обязательные требования, предусмотренные регламентирующими документами [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Галка В.Л.* Электростатическая искробезопасность танкеров типа «Астрахань» / В.Л.Галка, Т.Ю.Данильченко, К.Б.Щигловский // Судостроение. 2001. № 6.
2. Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов (ISGOTT). 4-е изд. / ЗАО «ЦНИИ МФ». СПб, 1997.
3. Общие и специальные правила перевозки наливных грузов (7М.). 2-е изд. / ЗАО «ЦНИИ МФ». СПб, 1997.
4. *Ситченко Л.С.* Основы проектирования грузовых и обеспечивающих систем танкеров: Учеб. пособие / Л.С.Ситченко, В.Г.Макаров; Ленингр. кораблестроительный ин-т. Л., 1984.