

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Прогнозирование и количественная оценка аварийных разливов
нефтепродуктов при осуществлении загрузки нефтеналивного
танкера на причале**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Гусевой Дарьи Олеговны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В.З. Угланова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2021 год

ВВЕДЕНИЕ

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, происходящие на объектах добычи и переработки, а также при их транспортировке, наносят большой экологический вред состоянию окружающей среды, приводят к существенному материальному ущербу и последствиям социального характера.

В настоящее время, доставка грузов речным транспортом пользуется большим спросом. Танкеры характеризуются своей универсальностью, надежностью и невысокой ценой. Одной из самых ответственных операций рейса является загрузка танкера, она требует максимального внимания со стороны экипажа и надежности систем и элементов грузового танкера. Поэтому, работы по разработке и актуализации мероприятий по предупреждению и прогнозированию разливов нефтепродуктов на акватории в районе причалов, поддержанию в постоянной готовности сил и средств их ликвидации для обеспечения безопасности населения и территорий, а так же максимально возможного снижения ущерба и потерь в случае их возникновения, *актуальны*.

Целью работы является оценка последствий возможных чрезвычайных ситуаций на нефтеналивном причале НПЗ и разработка рекомендаций по повышению надежности мероприятий по заливке танкера.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать литературные данные по загрузке танкеров нефтепродуктами.
2. Рассмотреть возможные чрезвычайные ситуации при загрузке танкера.
3. Рассчитать последствия чрезвычайной ситуации, связанной с разливом нефтепродукта на территории и акватории.
4. Оценить экономический ущерб.
5. Сформулировать рекомендации по повышению уровня безопасности процесса загрузки танкера.

Раздел 1 Транспортировка нефтепродуктов водным транспортом

Бесперебойная и высокоэффективная работа предприятий практически всех народнохозяйственных отраслей зависит от своевременных и регулярных поставок, поэтому без высокоразвитого транспорта немислимо создание материально-технической базы нефтяной промышленности и ее развитие.

Выбор вида транспорта зависит от месторасположения потребителей, предприятия нефтепереработки, географических данных, степени развития путей доставки и объема перевозимого груза.

В настоящее время распространена перевозка нефтепродуктов по океанам, морям, озерам и рекам в наливных судах.

Перевозка нефтепродуктов водным транспортом занимает ведущее положение за счет своих основных преимуществ и достоинств:

- экономия достигается за счет того, что, при доставке расходуется меньше топлива в расчете на единицу перевозимого груза. Расходы на перевозку нефти снижаются при увеличении размеров танкера.
- возможность перевозки большими партиями на большие расстояния;
- высокая пропускная способность водного пути и возможность передислокации флота с одного речного бассейна на другой;
- возможность поддержания температуры в пути транспортируемых высоковязкой нефти и нефтепродуктов с помощью систем подогрева.

К недостаткам водных перевозок можно отнести:

- сезонность в работе на замерзающих в зимнее время водных путях;
- при стихийных бедствиях высока опасность возникновения загрязнения водной акватории рек, морей и океанов в больших количествах;
- несовпадение географического положения речной сети с основными нефтяными грузопотоками;
- скорость водной транспортировки довольно мала, если сравнивать её с другими видами перевозок.

Раздел 2 Подготовка танкера к безопасной загрузке продуктами нефтепереработки

До начала погрузки нефтепродукта должны быть составлены судовые документы, а именно грузовой план операций, технологическая карта, Нотис, TIME SHEET, судовые акты (о зачистке и замывке трюмов, об осмотре трюмов, о проверке люковых закрытий на герметичность) и лист контроля.

Помощник капитана, ответственный за проведение грузовых операций, составляет грузовой план с учетом данных информации об остойчивости и прочности судна и технологическую карту, отражающую технологию проведения предстоящих грузовых операций. В технологической карте должны быть конкретно указаны все действия по безопасному проведению грузовых операций, а именно последовательность погрузки по танкам, по какой магистрали принимается груз, какие клинкеты должны быть открыты и какие закрыты.

В TIME SHEET указывается название судна; время его прибытия в порт; фиксируется время выполнения основных и вспомогательных операций по погрузке судна; дата и час вручения капитанского Нотиса о готовности судна к грузовым операциям; ежесуточный учет времени стоянки судна; согласованный план погрузки, в котором указывается начальная, рабочая и конечная скорость погрузки, расчетное время погрузки; контрольный перечень требований по технике безопасности. Эти требования заносятся в лист контроля (чек-лист) по технике безопасности.

При выполнении технологических операций по погрузке танкера персонал обязан использовать средства индивидуальной защиты – спецодежду, спецобувь, защитную каску, защитные очки, средства защиты органов дыхания. При существующей вероятности падения в воду, персонал должен быть в спасательных жилетах или аналогичных средствах плавучести.

Раздел 3 Устройство танкера и технология загрузки танкера

Устройство танкера представляет собой целый комплекс специальных устройств и систем, в которые входят трубопроводы, грузовые насосы, зачистная система, система мойки танков сырой нефтью, газоотводная система. Конструктивные особенности систем и оборудования танкеров представлены на рисунке 1.

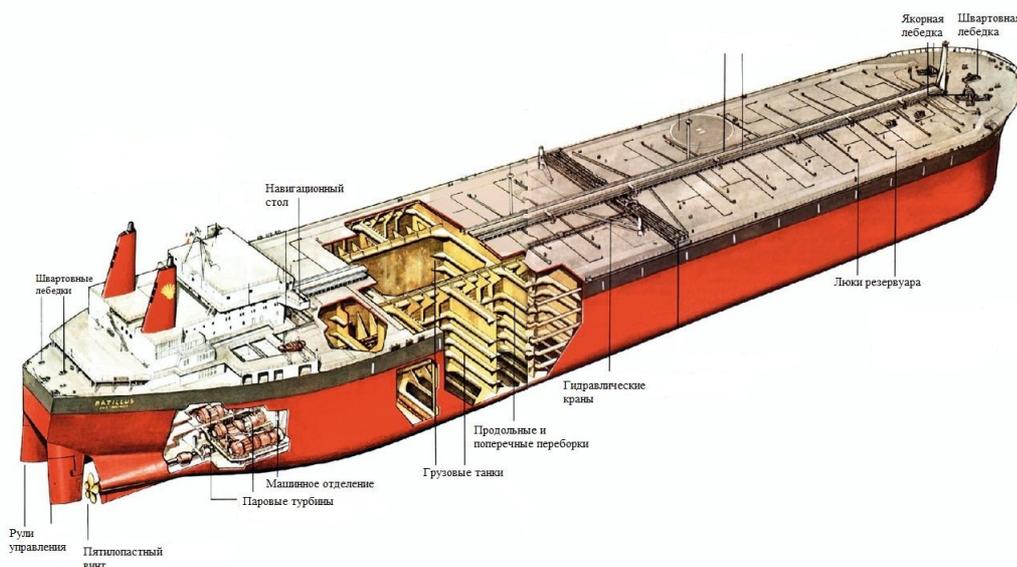


Рисунок 1 – Схема нефтеналивного танкера

Танкеры с большой грузоподъемностью строятся с двойным дном и корпусом по принципу «судно в судне» для предотвращения загрязнения среды при разливе нефти в случае аварии и повреждения корпуса.

Нефтеналивной терминал – это совокупность технических средств, необходимых для загрузки – разгрузки и комплексного обслуживания транспортных судов для перевозки нефтепродуктов. Терминал является перегрузочным комплексом в составе порта, в который входят:

- система грузовых трубопроводов;
- система трубопроводов для приема с судов балластных вод и передачи их на береговые очистные сооружения;
- устройства для соединения береговых и судовых трубопроводов;

- запорная арматура (задвижки, обратные клапаны, вентили);
- контрольно-измерительные приборы;
- система автоматизированного управления технологическим процессом с операторским пунктом;
- устройства телефонной связи с судном и взаимодействующими береговыми объектами;
- устройства для швартовных операций;
- устройства пожаротушения и пожарной сигнализации;
- устройства для снятия статического электричества.

На танкере применяются 3 основные схемы грузовых систем: кольцевая, линейная и с перепускными переборочными клинкетами.

В кольцевой системе грузовой трубопровод состоит из двух колец (носовое и кормовое), каждое из которых замыкается в насосном отделении. Кольцо разделяется клинкетами в носовой и кормовой части на 2 бортовых полукольца. Полукольцо имеет перемычки по средней поперечной части танков, к которым подсоединяются грузовые и зачистные приемные линии с отсечными клинкетами. На конце приемных линий устанавливаются храпки – раструбы, не достигающие кромкой до днища на 15-25 мм.

Линейная система применяется на танкерах, предназначенных для одновременной перевозки нескольких сортов нефтепродуктов. Танки судна делятся на группы и от каждой группы в насосное отделение прокладывается отдельная магистраль. От магистрального трубопровода в каждый танк группы отходят участки труб с приемными храпками и грузовыми клинкетами.

В перепускной системе с насосами соединяются только грузовые танки, граничащие с насосным отделением. Остальные танки соединяются между собой в продольных и поперечных перегородках клинкетами. Такая система позволяет делить танки на группы под отдельные сорта нефтепродуктов. Перепускная система сокращает длину трубопроводных коммуникация на 20-30 %.

Раздел 4 Возможные опасности при загрузке танкера и их ликвидация

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на нефтеналивном причале при загрузке танкера заключаются в наличии в технологическом блоке горючих жидкостей; большого количества фланцевых и сварных соединений, разветвленной сети трубопроводов с многочисленной запорно-пусковой и регулирующей арматурой; дефектах, допущенных при изготовлении и монтаже оборудования, КИП, ПАЗ; использовании оборудования, трубопроводов, КИП и ПАЗ со сроками эксплуатации, превышающими нормативный срок; возможности воздействия внешних факторов, обуславливающих разгерметизацию оборудования и трубопроводов; образовании разряда статического электричества.

На судах применяются следующие системы пожаротушения:

- Водяные системы пожаротушения (водопожарная, спринклерная, водораспылительная, водяная завеса и система орошения).
- Система паротушения применяется для тушения пожаров в грузовых танках нефтеналивных судов. Принцип тушения - создание атмосферы, не поддерживающей горения.
- Система пенотушения. Этой системой оборудуются грузовые помещения нефтетанкеров, топливные и масляные цистерны, машинно-котельном отделении. В качестве огнегасительного средства используется фторсодержащий пенообразователь типа «легкая вода».
- Система объемного газового тушения. Одна из наиболее эффективных противопожарных систем и применяется в закрытых грузовых помещениях, машинно-котельном отделении, фонарных, малярных.
- Хладоны обладают низкой токсичностью, не вызывают коррозию защищаемого оборудования.

- Система углекислотного тушения. Принцип действия – заполнение помещения углекислым газом, не поддерживающим горения.

Раздел 5 Расчетная часть. Оценка обстановки при возможном разливе нефти и нефтепродуктов на причале

Объект исследования - причал ПАО «Саратовский НПЗ». Имеет 4 участка, расположенных на правом берегу реки Волги в акватории Увекского ковша, предназначенных для погрузки вырабатываемых на предприятии нефтепродуктов в нефтеналивные суда.

Смоделируем чрезвычайную ситуацию на причале ПАО «Саратовский НПЗ» на танкере «Энцелад». Произошел разлив мазута на водной поверхности в случае разгерметизации нефтеналивного шланга (расчеты представлены в таблице 1) и на грунтовой поверхности в случае разгерметизации трубопровода (расчеты представлены в таблице 2). Оценка экологического ущерба представлена в таблице 3.

Таблица 1 – Расчет разлива мазута на водной поверхности и время его ликвидации

Расчет разлива мазута на водной поверхности		
Параметры ЧС	Формула	Значения
Малая полуось эллипса, м ²	$R_1 = c \cdot \Delta w \cdot V \cdot t$	9,26
Большая полуось эллипса, м ²	$R_1 = 1,417 \cdot 0,036 \cdot 10 \cdot 100$	30,48
Площадь загрязнения, м ²	$S = \pi \cdot R_1 \cdot R_2$	886,24

Расчет времени для ликвидации разлива с помощью скиммера		
Скиммер типа Oil Grabber		1,6 ч
Скиммер типа LAMOR MINIMAX-10		2,22 ч

Таблица 2 – Расчет разлива мазута на грунтовой поверхности и количество сорбентов для его ликвидации

Расчет разлива мазута на грунтовой поверхности		
Параметры ЧС	Формула	Значения
Объем вытекшей нефти, м ³		106,35
Масса вытекшей нефти, кг	$m_{\text{нф}} = \rho \cdot V$	102096
Диаметр разлива нефти, м	$d = 25,5 \cdot \sqrt{V}$	52,07
Площадь загрязнения, м ²	$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	2128,35
Расчет количества сорбентов для ликвидации разлива		
Количество сорбентов, кг	$P_{\text{сорб}} = \frac{M - N}{100 - C}$	46,4

Таблица 3 – Оценка экологического ущерба

Определение размера компенсационных выплат за загрязнения водных		5 118 300
--	--	-----------

объектов, млн. руб.		
Определение размера компенсационных выплат за загрязнение земель, млн. руб.		1 288 981,96

Раздел 6 Рекомендации организационно-технических мероприятий по безопасной загрузке танкера

При загрузочной деятельности танкера, прежде всего нужно отдать приоритет технологической безопасности и управлению ей на производстве, что подразумевает ориентацию ресурсов на решение таких вопросов, как безопасный проект, использование наилучших инженерных решений и методов, оценку технологической безопасности, управление изменениями, инспектирование, испытания и поддержание технического состояния оборудования, наличие эффективных средств сигнализации, средств технологического контроля и постоянное повышение квалификации работников.

Подземные трубопроводы должны быть надежно защищены от коррозии и закреплены так, чтобы противодействовать действию выталкивающей силы.

Должна обеспечиваться непроницаемая и прочная вторичная оболочка для всех резервуаров, станций загрузки и трубопроводных линий. Подземные трубопроводы должны иметь двойные стенки. Конструкция оболочки должна

быть непроницаемой: герметизируемые системы должны соответствовать физико – химическим свойствам перегружаемых веществ.

Для обеспечения готовности к потенциальным авариям необходимо иметь следующее исправное оборудование для реагирования на чрезвычайные ситуации:

- устройства контроля перелива;
- системы предотвращения перелива;
- обнаружение газов и воспламеняющихся паров;
- противопожарная защита;
- аварийно – спасательное оборудование;
- бассейны для удержания воды, используемой для тушения пожара.
- стационарные/пассивные системы защиты (сборник для ливневых стоков, брандмауэр, обваловка и т.д.)

Планы действий в аварийных ситуациях разрабатываются операторами нефтяных терминалов (внутренние планы) и органами власти (внешние планы), эти планы должны быть согласованными, испытываться и регулярно обновляться. Планы должны включать в себя описания мероприятий, необходимых для контроля аварий и ограничения их последствий для здоровья людей и окружающей среды.

Периодические испытания систем обеспечения безопасности должны проводить компетентные эксперты. Такая инспекционная деятельность должна проводиться независимо от эксплуатации. Испытания должны документироваться, а их результаты сохраняться в документации на оборудование.

На нефтяном терминале должен устанавливаться непрерывной мониторинг в режиме реального времени, настроенный на различные аварийные уровни.

Следует ввести наблюдение с помощью системы промышленного телевидения. Такая система используется по соображениям безопасности, она

пригодна и для визуального обнаружения накопления и присутствия воспламеняющихся паров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из важных и сложных операций эксплуатации нефтеналивного танкера является его загрузка, во время которой ошибки персонала или неисправность судна может привести к крупномасштабным чрезвычайным ситуациям.

По результатам проанализированного литературного обзора и расчетов сделаны следующие выводы:

- рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации при загрузке танкера (разлив нефтепродуктов на водную поверхность и почву, разлив нефтепродуктов на водную поверхность и почву с накоплением газовой смеси с последующим взрывом и пожаром);
- рассчитаны последствия потенциальной чрезвычайной ситуации, связанные с разливом нефтепродукта на территории нефтеналивного терминала

и акватории. Площадь разлива на водной поверхности составила 886,24 м², на почве 2128,35 м²;

- оценен экологический ущерб, подлежащий компенсации окружающей природной среде от загрязнения водных объектов (5 118 300 руб.) и экологический ущерб, подлежащий компенсации окружающей природной среде от загрязнения почвы (1 288 981,96 руб.);

- сформулированы рекомендации по повышению уровня безопасности процесса загрузки танкера.