

Оглавление

Часть 1. Нефтетанкеры, газо- и химовозы

Список сокращений.....	6
Предисловие	9
Введение.....	10
1. Наливные грузы и их характеристики.....	13
1.1. Виды наливных грузов.....	13
1.2. Свойства нефти и нефтепродуктов.....	15
1.3. Свойства сжиженных газов.....	19
1.4. Свойства жидких химических, технических и пищевых грузов.....	23
2. Архитектурно-конструктивные типы наливных судов.....	28
2.1. Классификация наливных судов.....	28
2.2. Нефтяные танкеры.....	37
2.3. Газовозы.....	43
2.4. Химовозы.....	56
2.5. Смешанные и комбинированные суда.....	61
2.6. Плавающие технические средства морских нефтегазовых промыслов.....	65
3. Технология перевозки наливных грузов морем.....	72
3.1. Транспортная система.....	72
3.2. Транспортировка нефти и нефтехимических продуктов.....	73
3.3. Подготовка комбинированных судов к смене груза.....	80
3.4. Технология перевозки сжиженных газов.....	81
3.5. Технологическое оборудование береговых терминалов.....	91
4. Пропульсивные установки наливных судов.....	97
4.1. Главные энергетические установки нефтетанкеров и химовозов.....	97
4.2. Двигатели наливных судов.....	101
4.3. Пропульсивный КПД гребных винтов.....	115
4.4. Схемы судовых энергетических установок.....	126
4.5. Движительные установки танкеров-газовозов.....	140
5. Теплоэнергетические установки наливных судов.....	142
5.1. Приемники и источники тепловой энергии на судне.....	142
5.2. Конструкция котлов и их элементов.....	146
5.3. Котельные установки с органическим теплоносителем.....	169
5.4. Конденсационные устройства котельной установки.....	172
5.5. Общие принципы автоматического управления паровыми котельными установками дизельных танкеров.....	174
5.6. Совместная работа паровых котлов и система управления ею.....	188
5.7. Системы автоматического управления вспомогательными паровыми котлами на действующих танкерах.....	192
6. Судовые устройства.....	204
6.1. Средства управления и маневрирования судна.....	204
6.2. Якорные устройства.....	214
6.3. Швартовные устройства.....	216
6.4. Грузо- и шлангоподъемные устройства.....	221
6.5. Кормовое и носовое швартовно-грузовые устройства.....	227
6.6. Системы противообледенения.....	228
6.7. Системы успокоения качки.....	231
6.8. Средства спасения людей.....	233

Часть 2. Специальные системы

7. Специальные системы нефтетанкеров и химовозов.....	242
7.1. Грузовые, зачистные и балластные системы.....	242

Оглавление

7.2. Системы подогрева груза.....	274
7.3. Системы и технологии мойки и дегазации грузовых танков	280
7.4. Газоотводные системы.....	296
7.5. Системы инертных газов.....	301
8. Специальные системы газовозов.....	332
8.1. Системы регулирования давления и газоотвода из грузовых танков.....	332
8.2. Установки повторного сжижения газа.....	342
8.3. Грузовые и зачистные системы газовозов.....	357
8.4. Системы утилизации испаряющихся сжиженных газов.....	369
8.5. Системы вентиляции производственных помещений.....	373
9. Противопожарная и противовзрывная защита.....	383
9.1. Сущность горения и классификация противопожарных защит.....	383
9.2. Стационарные системы водяного пожаротушения.....	385
9.3. Система пенного пожаротушения (СППТ).....	401
9.4. Система углекислотного пожаротушения (СУПТ).....	410
9.5. Система порошкового тушения (СПТ)	415
9.6. Системы аэрозольного пожаротушения (САПТ).....	418
9.7. Системы предотвращения и подавления взрывов.....	419
10. Экологические аспекты эксплуатации наливных судов.....	422
10.1. Источники загрязнения морской среды при эксплуатации судов.....	422
10.2. Системы слива балластных и промывочных вод.....	424
10.3. Системы осушения и очистки льяльных вод.....	430
10.4. Контроль за сбросом нефтесодержащих вод с судов.....	445
10.5. Сбор, очистка и обеззараживание бытовых сточных вод.....	453
10.6. Системы удаления твердых и жидких отходов.....	460
10.7. Системы утилизации отмытых нефтепродуктов.....	464
10.8. Охрана атмосферы от загрязнения отработавшими газами энергетических установок.....	467
Список литературы.....	478

ЧАСТЬ 1

НЕФТЕТАНКЕРЫ, ГАЗО- И ХИМОВОЗЫ



Список сокращений

А – альдегиды	ВТП – выносной точечный причал
АВВ – автоматический воздушный выключатель	ВТТ – выносной точечный терминал
АВК – аварийный выключающий клапан	ВТЭ – водотопливная эмульсия
АВМД – азимутальный водометный движитель	ВФШ – винт фиксированного шага
АВМРД – азимутальный водометно-рулевой движитель	ГА – генераторный агрегат
АГГ – автономный газогенератор	ГВ – гребной винт
АДГ – аварийный дизель-генератор	ГД – главный двигатель
АДК – аэродинамический комплекс	ГК – главный котел
АДРК – азимутальный движительно-рулевой комплекс	ГНКО – грузовое насосно-компрессорное отделение
АКТ – архитектурно-конструктивный тип	ГНО – грузовое насосное отделение
АКЭД – асинхронный короткозамкнутый электродвигатель	ГО – грузовые операции
АПГН – аварийный переносной грузовой насос	ГОА – генератор огнетушащего аэрозоля
АПН – аварийный пожарный насос	ГОС – газоотводная система
АПС – аврийно-предупредительная сигнализация	ГПК – главный паровой котел
АР – активный руль	ГПН – грузовой погружной насос
АРН – автоматический регулятор напряжения	ГРЩ – главный распределительный щит
АРЩ – аварийный распределительный щит	ГТГ – газотурбогенератор
АСУ – автоматическая система управления, активное средство управления	ГТД – газотурбинный двигатель
АТР – Азиатско-Тихоокеанский регион	ГТЗА – главный турбозубчатый агрегат
АЦП – аналого-цифровой преобразователь	ГТУ – газотурбинная установка
АШЛ – автоматическая швартовная лебедка	ГЭД – гребной электрический двигатель
БАМ – Байкало-Амурская магистраль	ГЭС – гидроэнергетическая станция
БАУ – блок автоматического управления	ГЭУ – гребная электрическая установка
ВАР – водометный активный руль	ДАУ – дистанционное автоматизированное управление
ВВРК – выдвижная винторулевая колонка	ДАУ ГО – дистанционное автоматизированное управление грузовыми операциями
ВГ – валогенератор, ветрогенератор	ДБ – диспетчерский блок
ВГУ – валогенераторная установка	Д / В – давление / вакуум
ВД – ветродвижитель	ДВС – двигатель внутреннего сгорания
ВЖВ – вредные жидкие вещества	ДГ – дизель-генератор
ВК – вспомогательный котел	ДП – диаметральной плоскости, динамическое позиционирование
ВКУ – вспомогательная котельная установка	ДРК – движительно-рулевая колонка
ВМД – водометный движитель	ДРУ – дизель-редукторная установка
ВМП – воздушно-механическая пена	ДСМ – дифференциальный сервомеханизм
ВМТ – верхняя мертвая точка	ДЭГУ – дизель-электрическая гребная установка
ВМУ – валомашинная установка	дэ/х – дизель-электроход
ВОД – высокооборотный двигатель	ЕЭК – Европейская энергетическая комиссия
ВПВ – верхний предел воспламенения	ЖГО – журнал грузовых операций
ВПК – выдвижная полноповоротная винтовая колонка	ЖНО – журнал нефтяных операций
ВПК – вспомогательный паровой котел	ЗП – зубчатая передача
ВПС – водопожарная система	И – измеритель
ВПТ – водопожарное тушение	ИМ – исполнительный механизм
ВПУ – водометное подруливающее устройство	ИО – исполнительный орган
ВРШ – винт регулируемого шага	КВТ – кнехт с вращающейся тумбой
	КЗ – короткое замыкание
	КИП – контрольно-измерительные приборы

Список сокращений

КПД – коэффициент полезного действия	ПТС – плавучее транспортное средство
КПУ – кормовое подруливающее устройство	ПТУ – паротурбинная установка
КС – комбинированное судно	ПУ – пульт управления, подруливающее устройство
КСУ – контрольное сигнальное устройство	ПХВ – противохимическая вентиляция
КУ – котельная установка	РБИ – регулирующий блок импульсный
ЛСУ – локальная система управления	РМРС – Российский Морской Регистр судоходства
МАРПОЛ – русская транскрипция выражения "Marine Pollution"	РОГ – рекуперация отработавших газов
МИГ – магистраль инертных газов	РП – редукторная передача
МКО – машинно-котельное отделение	САЗРИУС – система автоматического замера, регистрации и управления сбросом
ММ – моечная машинка	САПТ – система аэрозольного пожаротушения
МО – машинное отделение	САР – система автоматического регулирования
МОД – малооборотный двигатель	САУ – система автоматического управления
МОПОГ – морские перевозки опасных грузов	СВО – система водяного орошения
МП – микропроцессор	СВР – система водяного распыления
МПК – мембранный предохранительный клапан	СГ – сжиженный газ
МПНГ – морские перевозки наливных грузов	СДП – система динамического позиционирования
МПС – микропроцессорная система	СДУ – самоотвозная добывающая установка
МПСГ – морские перевозки сжиженных газов	СИГ – система инертных газов
МПУ – мембранное предохранительное устройство	СКП – система контроля паров
НВСУ – нефтеводная сепарационная установка	СКПС – система контроля параметров парогазовоздушной смеси
НГ – нефтяные газы	СНГ – сжиженный нефтяной газ
НМП – Новороссийское морское пароходство	СОД – среднеоборотный двигатель
НМТ – нижняя мертвая точка	СОИ – система отображения информации
ННО – носовое насосное отделение	СПВ – система подавления взрыва
НПВ – нижний предел воспламенения	СПГ – сжиженный природный газ
НПУ – носовое подруливающее устройство	СПО – система пневмообмыва
ОГ – отработавшие газы	СППТ – система пенного пожаротушения
ОД – обшивка днища	СПС – система пожарной сигнализации
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство	СПТ – система порошкового тушения
ООН – Организация Объединенных Наций	СПЧ – статический преобразователь частоты
ООСВ – очистка и обеззараживание сточных вод	ССПТ – стационарная система пожаротушения
ОПН – основной пожарный насос	СУ – система управления
ОТ – отстойный танк	СУИГ – система утилизации испаряющегося газа
ПБУ – плавучая буровая установка	СУПТ – система углекислотного пожаротушения
ПВЗ – противовзрывная защита	СФВ – система флегматизации взрыва
ПГ – природный газ	СФК – суперфосфорная кислота
ПГЦ – пневмогидравлическая цистерна	СЭС – судовая электростанция
ПДК – предельно допустимая концентрация	СЭУ – судовая энергетическая установка
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство	СЭЭУ – судовая электроэнергетическая установка
ПК – паровой котел, предохранительный клапан	т/х – теплоход
ПКУ – паровая котельная установка	тб/х – турбоход
ПМП – Приморское морское пароходство	ТКС – турбокомпаундная система
ПОД – двигатель с промежуточной частотой вращения (промежуточнооборотный)	ТНА – турбонаддувочный агрегат
ППЗ – противопожарная защита	ТМК – термомасляный котел
ППЧВ – передача постоянной частоты вращения	
ПСАР – подсистема автоматического регулирования	

Список сокращений

УПТ – утилизационная паровая турбина	ХУ – холодильная установка
ТС – техническое средство	ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь
ТСА – техническое средство автоматизации	ЦНИИМФ – Центральный научно-исследовательский институт морского флота
ТУК – тепловой утилизационный комплекс	ЦПГ – цилиндро-поршневая группа
ТЧ – танкер-челнок	ЦПП – центральный пожарный пост
ТЭ – тепловая энергия	ЦПУ – центральный пост управления
ТЭС – тепловая энергетическая система	ЦПУ ГО – центральный пост управления грузовыми операциями
УВ – углеводород(ы)	ЦЧ – цетановое число
УВК – утилизационный водогрейный котел	ШГУ – швартовно-грузовое устройство
УГТ – утилизационная газовая турбина	ЭВМ – электронная вычислительная машина
ТЗА – турбозубчатый агрегат	ЭОМ – электрический однооборотный механизм
УЗС – устройство звуковой сигнализации	ЭРЩ – электрический распределительный щит
УК – утилизационный котел	ЭУ – энергетическая установка
УКП – установка комбинированной пены	ЭТР – электротепловое реле
УКУ – утилизационная котельная установка	ЭЭС – электроэнергетическая система
УЛ – усиленный ледовый (класс судна)	ЯУ – якорное устройство
УПК – утилизационный паровой котел	ЯШЛ(У) – якорно-швартовная лебедка (устройство)
УПЛ – устройство посадки людей	
УПСГ – установка повторного сжижения газа	IMO – International Marine Organization – Международная Морская организация
УПТ – утилизационная паровая турбина	PTI – power take in: подвод мощности
УТГ – утилизационный турбогенератор	POT – power take off: отбор мощности
УЦ – успокоительная цистерна	RCF – Renk constant frequency: стабилизатор частоты фирмы Ренк
ФКУ – фильтро-вентиляционная установка	
ХВ – химическое вещество	
ХГ – химический груз	
ХОГ – химически опасный груз	

Предисловие

Из-за различных свойств перевозимых грузов транспортные суда разного назначения существенно отличаются технологиями транспортировки грузов. Это, в свою очередь, делает непохожим конструктивное исполнение грузовых и специальных систем сухогрузных и наливных судов, а также вносит существенные различия в режимы их работы. Необходимо отметить постоянное возрастание требований к профессиональной компетентности и квалификации членов экипажей наливных судов. Несмотря на принятую ИМО в 1973 г. конвенцию МАРПОЛ-73 по предотвращению загрязнения моря нефтью и вредными веществами и поправки к ней, принятые в 1978 г., аварии танкеров, сопровождающиеся *разливом* нефти, не прекращаются. Иногда причиной таких аварий и катастроф являются *взрывы* в танках смесей паров жидких грузов с воздухом, сопровождающиеся *механическими разрушениями, пожарами, отравлением атмосферы продуктами сгорания*. Анализ аварийной статистики на морском транспорте свидетельствует, что большинство чрезвычайных происшествий происходит по причине человеческого фактора, прежде всего от уровня подготовленности экипажей судов к выполнению своих профессиональных обязанностей. Обеспечение безопасности морских перевозок наливных грузов настоятельно диктует увеличение расходов на повышение квалификации экипажей судов и специалистов береговых терминалов, в том числе и через издание и переиздание специальной литературы с учетом темпов роста технического прогресса на наливном флоте.

В соответствии с международной конвенцией ПДМНВ-78/95 (Подготовка дипломирования моряков и несения вахты) старший и средний комсостав танкеров, перевозящих нефть, химические грузы и сжиженные газы, должен пройти подготовку по специальной программе для получения соответствующего сертификата. Порядок и программа подготовки кадров для танкеров и газовозов на международном уровне определяются рекомендациями, разработанными Комитетом по безопасности на море ИМО. Эта подготовка включает два этапа:

- предварительный инструктаж на берегу или специально оборудованном учебными средствами судне, во время которого происходит ознакомление с основными принципами обращения с грузом и применением этих принципов при эксплуатации судна;

- дополнительная подготовка на тренажерах и практика на конкретном судне, во время которой приобретаются навыки применения изученных принципов в реальных условиях.

Национальные программы подготовки кадров должны учитывать положения Кодекса ИМО по конструкции и оборудованию судов, перевозящих грузы наливом, и Руководства по безопасности танкеров и газовозов Международной палаты судоходства. Подготовка членов экипажей предусматривается на нескольких уровнях:

- а) для всей команды;
- б) для комсостава и рядовых членов команды, на которых возложены специфические обязанности и ответственность, связанные с грузом и грузовым оборудованием;
- в) для лиц комсостава, которые несут непосредственную ответственность за груз.

Материал для учебного пособия подобран и изложен таким образом, что разделы, освещающие традиционные судовые установки и системы и достаточно подробно описанные в других книгах, в настоящее издание не включены. Исключением явились только те из них, которые на наливных судах имеют существенные отличия, в частности оборудование и автоматика котельных установок, так как котельное оборудование на танкерах и его назначение несколько отличаются от его аналогов на иных судах и плавсредствах. Материал для всех разделов отбирался и обобщался по современным наливным судам как отечественной, так и зарубежной постройки.

Книга предназначена для курсантов и студентов, изъявивших намерение посвятить себя работе на судах наливного флота. Учащиеся иных направлений специализации получают из нее полезные сведения по тем разделам, которые являются общими для всех судов, но освещены с иных позиций или более подробно, чем в других изданиях. Книга ориентирована также на слушателей курсов повышения квалификации и судовых специалистов эксплуатационных профилей – электромехаников и механиков, работающих с топливом на любых плавсредствах, но прежде всего на наливных судах. Содержание и объем материала книги соответствует программам подготовки членов экипажей наливных судов на уровнях "а" и "б" и частично "в".

Автор признателен рецензентам: докторам технических наук Подволоцкому Н. М. и Минаеву А. Н., а также кандидату технических наук Айкашеву Ф. И. за полезные замечания по рукописи книги. Автор не претендует на исчерпывающее изложение освещаемой темы и не исключает возможных отдельных изъянов. Поэтому он с благодарностью примет замечания, советы и предложения, которые следует направлять по адресу: 690059, Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а, кафедра ЭОС.

Введение

Конец 90-х годов прошлого и начало текущего столетия характеризуются оживлением мировой экономической конъюнктуры, последовавшим за осенним 1998 г. (рис. В1) кризисом и обусловившим рост объема перевозок наливных грузов. На этот же период приходится списание значительного числа танкеров, построенных в большом количестве в 1970–80-е годы, в том числе и крупнотоннажных классов VLCC и ULCC (классификацию наливных судов см. в разд. 2.1), на долю которых приходится почти половина тоннажа мирового танкерного флота. Вывод из эксплуатации судов этой возрастной группы диктуется как их старением, так и несоответствием возросшим требованиям, прежде всего экологическим. Вследствие этого в ближайшие годы прогнозируется увеличение портфеля заказов на нефтеналивные суда, прежде всего крупнотоннажные. По данным [91], с 1996 по 2000 г. списано около 1,1 тыс. танкеров общим дедвейтом 89 млн т. Суммарный дедвейт ежегодно строящихся для их замены танкеров составляет примерно 18 млн т. Темпы замены танкеров в классах VLCC и ULCC в последнее десятилетие XX века приведены на рис. В2. Техническая оснащенность, энерговооруженность и степень автоматизации новых судов на порядок превышают их предшествующие аналоги. Это объясняется, во-первых, все возрастающими требованиями IMO к безопасности мореплавания и предотвращению загрязнения окружающей среды, а во-вторых, этого требует усиление конкуренции на рынке морских перевозок, побуждающей судовладельцев искать эффективные пути снижения расходов на содержание флота.

Расширение ассортимента грузов, перевозимых наливом, а также освоение морских нефтегазовых промыслов обуславливают пополнение наливного флота судами и плавучими техническими средствами (ПТС) новых классов, подклассов и назначения: танкерами-челноками, транспортно-добывающими судами, стационарными и плавучими разведочными и эксплуатационными буровыми установками, плавучими и подводными нефтехранилищами, оборудованными точечными терминалами (буями): стационарными, плавучими, полупогружными [57].

Новые и значительные перемены наблюдаются и в российском наливном флоте. За годы экономической реформы в России его численность и тоннаж сократились, а обновление замедлилось. В услови-

ях наметившейся угрозы потери флотом рынка транспортных услуг Правительством РФ в начале 1990 годов была принята федеральная программа возрождения торгового флота России [20], рассчитанная первоначально на период с 1993 по 2000 год. К сожалению, объективное экономическое положение страны отодвинуло реализацию этой программы на следующие десятилетия. Программа нацелена, прежде всего, на обеспечение потребностей страны в собственных каботажных и внешнеторговых грузоперевозках. Она предусматривает пополнение транспортного флота 580 судами, в том числе 118 наливными и шестью комбинированными.

Особое место в программе отводится строительству танкеров ледового и усиленного ледового (УЛ) классов для арктических перевозок. В последующие после принятия программы годы с учетом перспектив освоения нефтегазовых месторождений на шельфе северных и дальневосточных морей программа была скорректирована, а к ее реализации подключились акционерные компании, задействованные в топливном бизнесе. Так, известными ОАО "ЛУКОЙЛ" и РАО

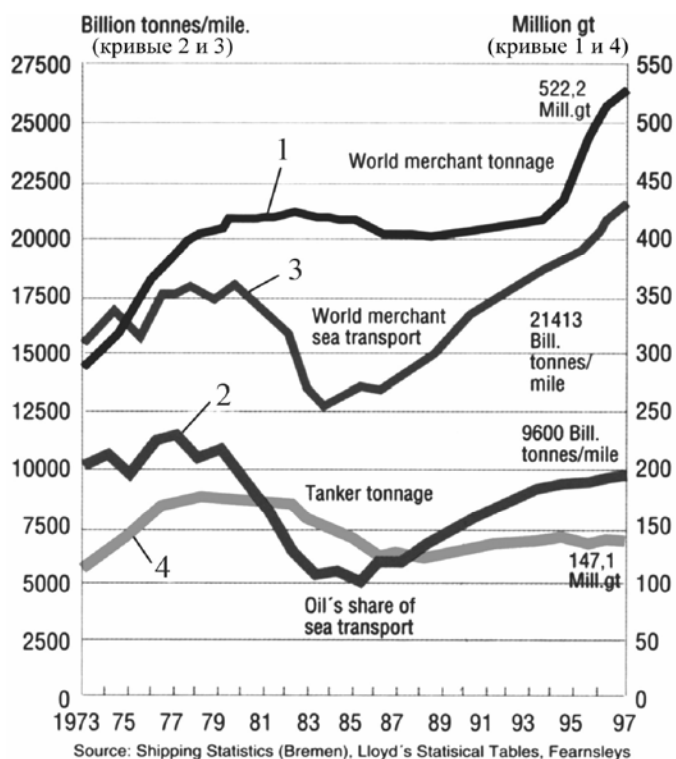


Рис. В1. Динамика общемировых грузоперевозок (1), включая наливные грузы (2), и тоннажа морского транспорта (3), в том числе танкерного флота (4)

"Газпром" были созданы дочерние судоходные компании "ЛУКтранс Шиппинг", "ЛУКОЙл Арктик Танкер" и "Газфлот". В собственных программах фирм-судовладельцев предусмотрено пополнение их флотов танкерами класса УЛ дедвейтом 16000 т (типа т/х "Пермь"), 20000 т (т/х "Астрахань"), 40000 т (т/х река – море "Об-Мак" для круглогодичной навигации по реке Обь), 95000 т (т/х "Печора-танкер"), а также танкерами дедвейтом 105000 т (т/х типа "Приморье", "Москва", "Петропавловск" и др.) и 150000 т (типа т/х "СКФ Алтай" и др.). Проектные танкеры серии "Об-Макс" и "Печора-танкер", разработанные финской фирмой "Кваэрнер Маса Ярде" (КМЯ), носят название танкеров двойного действия (Double Acting Tanker – DAT). В чистой воде они движутся носом вперед, во льдах – кормой вперед, чему способствует новый оригинальный тип электроприводного движительно-рулевого комплекса – "Азипод" [110]. Два танкера типа DAT дедвейтом 106000 т для круглогодичной эксплуатации в Северном и Балтийском бассейнах уже построены японской фирмой SHT для финской судоходной компании "Фортум Шиппинг". Некоторые из указанных серий танкеров спроектированы под эксплуатацию конкретных нефтегазовых промыслов: Приразломного в Печорской губе, Штокмановского в Баренцевом море, Харасавейского и Крузенштерновского на шельфе полуострова Ямал, Сахалинского в Охотском море.

Финские фирмы КМЯ, "Немарк Шиппинг" и другие совместно с российскими судоходными компаниями активно участвуют в реализации проекта круглогодичного использования Северного морского пути для доставки кратчайшим путем грузов из Европы в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). В обоснование концепции круглогодичной навигации северным путем в 1995 г. было создано совместное российско-финское ЗАО "Арктик Шиппинг Сервисиз", в состав которого вошли российские ледоколы, два финских танкера типа DAT "Уйкку" и "Лунни" дедвейтом 16000 т и сухогрузные снабженцы класса УЛ. Первая партия газового конденсата с восточного побережья полуострова Ямал в Европу была доставлена танкером "Уйкку" в 1995 г. А в период с ноября 1998 г. по апрель 1999 г. "Уйкку" дважды прошел по Северному морскому пути из Финляндии в порт Певек в наиболее сложный зимний период ледовой обстановки. Результаты плавания "Уйкку" во всех отношениях положительны [110].

Во взаимодействии с ОАО "Газфлот" фирмой КМЯ разработано несколько проектов газозовозов разной грузоподъемности (от 20 до 185 тыс. м³) для транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) с газоконденсатных месторождений шельфа полуострова Ямал в страны Европы и АТР. Заказ на эти проекты был вызван проведенным ОАО Ленморнии проектом технико-экономическим обоснованием концепции морской перевозки СПГ в Европу из районов Крайнего Севера и шельфа арктических морей как альтернативы трубопроводному проекту. Транспортно-технологическая схема морской перевозки СПГ включает в себя завод сжижения и хранения СПГ, специализированные суда-газовозы типа DAT, соответствующие перегрузочные терминалы, ледокольный и портовый флот обеспечения. Показатели варианта морской транспортировки лучше по металлоемкости и потребляемой мощности в 2,7 и 1,8 раза соответственно, а по численности обслуживающего персонала – в 2,9 раза [50].

В дальневосточном секторе страны на Сахалинском шельфе открыто 62 месторождения: 20 нефтяных, 13 газовых, 17 газонефтяных, семь газоконденсатных и пять нефтегазоконденсатных [51]. Летом 1999 г. работы, проводимые по проектам "Сахалин-1" и "Сахалин-2", вступили в стадию промышленной добычи нефти. В материковой бухте Де Кастри построен плавучий точечный терминал производительностью 1 млн т/год с перспективой ее увеличения до 3,5 млн т/год. На очереди реализация проектов "Сахалин-3" – "Сахалин-6". Основной грузопоток с этих морских промыслов планируется в страны Северной Америки и азиатско-тихоокеанского региона.

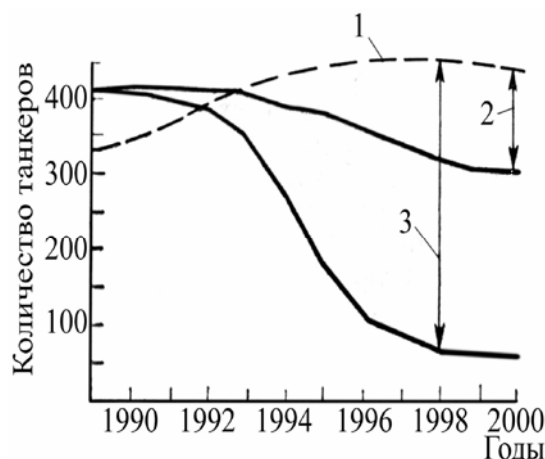


Рис. В.2. Развитие флота танкеров класса VLCC и ULCC по оценкам компании "Шелл": 1 – расчетная потребность; 2 – наиболее вероятный объем заказов на новые суда при условии сдачи на слом 20 % танкеров, имеющих возраст 20-25 лет; 3 – максимальный возможный объем заказов, если 100 % танкеров, эксплуатировавшихся 20 лет, будут сданы на слом

Другой маршрут переброски нефти, газа и химических продуктов – наземный – из сибирских регионов России в страны АТР включает транссибирскую магистраль, БАМ, нефтяной трубопровод (проектный) до порта Восточный и далее морским путем. В рамках этого проекта в порту Восточный запланирована и реализуется постройка крупного перевалочного комплекса под нефтехимические жидкие грузы [51]. Увеличение экспортных грузопотоков нефти и химической продукции через порты Приморья и непосредственно с Сахалинского шельфа в страны АТР и неизбежная активизация в перспективе каботажных перевозок в северо-восточном направлении диктуют развитие танкерного флота ОАО ПМП. В последние годы эта компания пополнилась и продолжает пополняться наливными судами новых серий дедвейтом 5, 7, 28, 45, 105 и 150 тыс. т. Основным партнером ОАО ПМП по строительству новых танкеров являются Южная Корея и Хорватия.

В противоположном, западном, направлении растут грузопотоки нефти и газа через российские балтийские и черноморские нефтепорты. В связи с этим отмечается активное омоложение наливного флота ОАО "Новошип" и "Совкомфлот" и их дочерних компаний. В состав первого к 2000 г. вошли шесть крупнотоннажных нефтяных танкеров типа т/х "Москва" и "Кубань" дедвейтом 106500 тыс. т (построены в Японии), 12 многоцелевых танкеров типа т/х "Трогир" (Хорватия) дедвейтом 40000 тыс. т, четыре химовоза типа т/х "Альтаир" (Хорватия) дедвейтом 17500 т с продлением контракта еще на 10 таких химовозов и ряд других.

ОАО "Совкомфлот", в частности, пополнился нефтехимовозами дедвейтом 47400 т типа т/х "Баренцовое море" (Хорватия) и т/х "Арбат" (Южная Корея) по восемь единиц каждый, несколькими нефтевозами дедвейтом 105000 и 150000 т и нефтенавалочниками дедвейтом 72000 т, построенными в Японии и Южной Корее, шестью газовозами из ФРГ типа т/х "Сигулда" грузовместимостью 18575 м³ для транспортировки сжиженных нефтяных газов (СНГ) и аммиака. Танкеры и комбинированные суда составляют 76,7 % от общего тоннажа ОАО «Совкомфлот».

На рынок транспортных услуг под перевозку грузов наливом стремятся выйти новые судоходные компании. Кроме указанных выше следует также выделить СП "Новоклав" и др. Российско-норвежское СП "Новоклав", специализирующееся на перевозках нефти и сыпучих грузов, насчитывает в своем составе 12 нефтенавалочников: шесть норвежских и шесть российских, в том числе и суда типа "Борис Бутума" дедвейтом 132600 т.

Наливное судно в силу специфических свойств перевозимых им грузов является потенциально более опасным транспортным средством по сравнению с сухогрузными судами. Естественно, требования к подготовке экипажей наливных судов должны быть более жесткими, а программы обучения и обеспечивающая их учебно-методическая литература должны учитывать специфику этой группы судов и ПТС. Свойства наливных грузов обуславливают особую технологию грузовых операций и особую конструкцию грузовой системы наливного судна, определяющую в конечном итоге и его архитектурно-конструктивный тип (АКТ). Специфические режимы танкеров влияют на схемные и конструктивные решения их энергетических комплексов и предъявляют особые требования к палубным механизмам, традиционным и специальным судовым устройствам, системам и установкам. Общей и главной отличительной особенностью судов указанной категории является их повышенная опасность, обусловленная *токсичностью, пожаро- и взрывоопасностью* перевозимых ими углеводородных и химических продуктов. Естественно, степень этой опасности является определяющим фактором по сравнению с другими эксплуатационными показателями наливных судов. По степени безопасности для судна и экипажа следует, прежде всего, оценивать любые решения, связанные с проектированием, конструированием и эксплуатацией оборудования нефте-, газо- и химовозов.

Наряду со взрывами, пожарами и отравлениями серьезную угрозу представляют для окружающей среды разливы нефтехимических продуктов. Устранить разливы груза в период проведения грузовых операций призваны повсеместно применяемые на современных танкерах и газовозах системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) грузобалластными операциями, системы дистанционного измерения и контроля параметров груза и атмосферы в танках и газоопасных помещениях, системы контроля технического состояния и диагностики оборудования грузобалластных и других специальных систем. Знание устройства и технических характеристик этих систем, умение грамотно их использовать и обслуживать есть надежная гарантия предотвращения пожаров, взрывов, отравлений и катастроф с экологическими последствиями.

1. Наливные грузы и их характеристики

1.1. Виды наливных грузов

В структуре мировых грузовых перевозок жидкие грузы являются преобладающим видом груза и составляют более половины общего ее грузопотока. Представление о соотношении потоков грузов различных видов в динамике по годам дает табл. 1.1 [86].

Таблица 1.1

Динамика структуры морских перевозок и мирового торгового флота
во второй половине XX века

Год	Общий объем мировой торговли, %	Вид грузов, %			Общий тоннаж мирового торгового флота, %	Типы судов, %		
		Жид- кие	Навалоч- ные	Генераль- ные		Танкеры	Балкеры	Сухо- грузы
1950	100	40	42	18	100	25	3	72
1960	100	50	24	26	100	40	7	53
1970	100	55	22	23	100	43	21	36
1980	100	58-63	28-25	13-12	100	52	30	19
1990	100	58-59	31-31	11-10	100	53	29	18

Основная доля жидких грузов приходится на *нефть, нефтепродукты и горючие газы*. Нефть и газ в экономике государств играют исключительно важную роль как основной вид топлива и сырья для бурно развивающихся энергетических и нефтехимических отраслей промышленности. Однако основные месторождения нефти и газа значительно удалены от районов их переработки и потребления. Несмотря на интенсивное развитие трубопроводного транспорта половина добываемых во всем мире объемов нефти и газа транспортируются наливным флотом. В последние 30–35 лет значительное развитие получили нефтегазовые промыслы на континентальном шельфе, в том числе в России и странах ближнего зарубежья: на Каспии, в Баренцевом, Черном, Карском и Охотском морях. По оценкам отечественных ученых, к началу XXI века доля морских нефтепромыслов достигла 40–50 % всей мировой добычи нефти.

В перевозках *сырой нефти* заняты в основном крупнотоннажные танкеры и супертанкеры дедевей-том более 100 тыс. т, на долю которых в 1980 г. приходилось до 80 % мирового тоннажа танкерного флота. В структуре нефтеперевозок в последние годы происходят изменения в сторону все возрастающей доли транспортировки *продуктов нефтепереработки*. Если в середине 1970-х годов соотношение нефти и ее продуктов составляло 85:15 %, то в 2000 г. – 60:40 % [90, 92].

Некоторое снижение доли перевозок сырой нефти, наблюдающееся в последние десятилетия, объясняется еще и тем, что в мире расширяется использование более экологичного топлива – природного газа (ПГ), а также атомной энергии. Углеводородные горючие газы имеют высокую теплотворную способность. Она выше по сравнению с нефтью и каменным углем соответственно в 1,2 и 1,6 раза, а кроме того, 1 т газа примерно в 1,5 раза дешевле 1 т сырой нефти. Горючие газы составляют одну треть мировых запасов углеводородов. Ожидается, что доля газа как первичного источника энергии поднимется с 18 % в 1975 г. до 25–30 % в 2007 г. В начале 90-х годов объем продаж ПГ составлял 65 млрд м³, а количество крупных газозовов вместимостью более 20000 м³ насчитывало 69 единиц. К 2000 г. объем продаж ПГ возрос до 120 млрд м³, а флот новых газозовов к этому периоду увеличился на 30 единиц вместимостью 135000 м³ каждая. Основные поставщики ПГ – это страны Северной Африки, Аравийского

1. Наливные грузы и их характеристики

полуострова, Индонезия. Более половины добываемого в мире газа идет в страны АТР: Японию, Южную Корею, Тайвань, а в последнее время и в Китай. Одна только Япония потребляет около 90 % поступающего в АТР газа. Другая часть мировой добычи ПГ направляется в страны Европы и США. Значительными запасами природного газа располагает также Россия и страны СНГ средне-азиатского региона. В их топливном балансе около 35 % приходится на долю только природных газов. По мере освоения арктического и сахалинского газоносных шельфов к южным маршрутам транспортировки ПГ в страны АТР и Америки должны добавиться северные. Углеводородные газы транспортируются морем в сжиженном состоянии на специальных судах-газовозах. Наибольшие грузопотоки *сжиженных газов* (СГ) приходится на природные и нефтяные газы. Природный газ можно перевозить и на обычных танкерах, но только после переработки метана, составляющего основную часть природного газа, в *метанол*. Рост мировой потребности в метаноле каждые 10 лет составляет 20–25 %. Почти треть от общего грузопотока метанола идет в Японию.

В последние десятилетия в индустриально развитых странах наблюдается бурный рост химических отраслей промышленности. Это обуславливает рост перевозок морем различных жидких *химических грузов* (ХГ) из стран с развитыми химическими отраслями в регионы, где они развиты слабо. Перечень этой группы жидких продуктов довольно обширен и включает растворители, краски, красители, лаки, технические спирты, промышленные клеи, кислоты и другие (всего около 300 видов). Номенклатура и объем химикалий, перевозимых морем, непрерывно растет. В 90-х годах XX века ежегодный рост объема перевозок химических продуктов составлял около 6 %. Структура химических наливных грузов выглядит следующим образом: 37 % приходится на органические вещества, 19 % – на неорганические химикалии, 23 % – на пищевые продукты. В отличие от нефтепродуктов, жидкие химикалии предъявляются к перевозке небольшими консаментными партиями и, как правило, различными грузоотправителями. Эти особенности серьезно влияют на архитектурно-конструктивный тип химовозов (см. разд. 2.4). Традиционно устойчивыми являются грузопотоки жидких *пищевых и технических грузов* растительного и животного происхождения. К этой группе грузов относятся растительные масла, животные жиры, медицинский спирт, спиртные напитки, вина, пиво, фруктовые соки, пресная вода, молочные продукты, патока, латекс и др.

Классификация жидких грузов и знание их свойств способствуют пониманию конструктивных особенностей разных классов наливных судов, осмыслению степени ответственности и правил поведения, которым должны следовать все члены экипажей судов в процессе их эксплуатации. Правила морских перевозок опасных грузов (МОПОГ) делят все опасные грузы на девять классов *в зависимости от степени и характера их опасности*.

Класс 1. Взрывчатые вещества и предметы, ими снаряженные, способные при соответствующем воздействии на них дать взрыв. К этому классу относятся детонаторы, боеприпасы, взрывчатка и взрывчатые вещества промышленного назначения.

Класс 2. Газы, перевозимые под давлением в специальных сосудах, рассчитанных на это давление. Различают газы сжатые, сжиженные или растворенные под давлением.

Класс 3. Легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей или жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии (краски, лаки), за исключением веществ, которые по своим свойствам отнесены к другим классам. Вещества с температурой вспышки более 334 К (61 °С) в закрытых сосудах и 338 К (65 °С) и более в открытых сосудах к этому классу не относятся.

Класс 4. Вещества, которые способны во время перевозки возгораться в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений, а также в результате нагревания от внешних источников тепла; сюда же относятся вещества, которые могут легко воспламеняться и гореть. Взрывчатые вещества в этот класс не включаются.

Класс 5. Вещества, легко выделяющие кислород, что способствует горению и увеличению интенсивности пожара.

Класс 6. Ядовитые вещества, которые в результате неосторожного обращения с ними в процессе перевозки и грузовых операций могут явиться причиной отравления или заражения людей и животных.

Класс 7. Радиоактивные вещества с удельной радиоактивностью 002 МККи/г, а также любые изотопы, содержащие эти вещества.

Класс 8. Едкие и коррозионные вещества, которые могут вызвать повреждения кожи, слизистой оболочки глаз и дыхательных путей. Эти вещества могут вызвать коррозию металлических сосудов и явиться причиной пожара при взаимодействии с некоторыми материалами. Пары, пыль и газы многих

1.2. Свойства нефти и нефтепродуктов

веществ этого класса обладают ядовитыми свойствами и могут вызвать отравление при попадании внутрь организма.

Класс 9. Вещества, не включенные ни в один из предыдущих классов, но которые имеют другие опасные свойства, обусловленные применением к ним правил МОПОГ.

По этой классификации нефть и нефтепродукты относятся к третьему и шестому классам, сжиженный газ – второму, третьему и шестому классам, химические вещества – третьему, пятому, шестому и восьмому классам. Помимо этого, в соответствии с конвенцией МАРПОЛ-73/78 все наливные грузы *по степени экологического воздействия* на природу разделены на три группы:

- нефть и нефтепродукты (НП);
- вредные жидкие вещества, которые, будучи сброшены в море, способны создать опасность для здоровья людей, причинить ущерб живым ресурсам, морской фауне и флоре, ухудшить условия отдыха или помешать другому правомерному использованию моря (более подробно см. разд. 1.4);
- другие жидкие вещества.

Химические вещества в основном попадают во вторую группу этой классификации, а растительного и животного происхождения – в третью группу.

1.2. Свойства нефти и нефтепродуктов

Физические свойства сырой нефти и ее продуктов характеризуются следующими параметрами, оказывающими непосредственное влияние на организацию транспортного процесса: плотность, вязкость, теплоемкость, теплопроводность, способность к электризации, испаряемость и упругость паров.

Плотностью называется масса вещества (в данном случае – нефти), заключенная в единице объема. Она зависит от температуры нефтепродукта. Плотность нефти и ее производных по стандарту определяется при температуре 293 К (20 °С), а при других ее значениях находится с учетом поправок [37]. Плотность нефтегруза влияет на грузоподъемность судна при заданной грузовместимости. С изменением температуры в грузовых отсеках одна и та же масса груза занимает разный объем. Поэтому при приеме груза грузовые отсеки недоливают, если в период рейса ожидается повышение температуры груза, в том числе и с учетом его подогрева. Во избежание вытеснения груза из танков через газодыхательные клапаны в течение всего рейса производится контроль уровня и температуры груза в грузовых отсеках. Плотность нефтепродукта влияет на все остальные его свойства, поэтому ее можно рассматривать как универсальную характеристику этого вида груза.

Значения плотности наиболее распространенных нефтегрузов находятся в следующих пределах (в г/см³):

- бензины – 0,70-0,76;
- керосины – 0,77-0,82;
- дизельные топлива – 0,83-0,87;
- смазочные масла и моторные топлива – 0,89-0,93;
- мазуты – 0,92-0,99;
- сырая нефть (в зависимости от состава) – 0,8-0,9 (иногда более).

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление взаимному перемещению частиц под действием приложенной к ним силы. Вязкость нефтепродукта влияет на гидравлическое сопротивление трубопроводов. От этого параметра зависит работа насосных установок, а также стекание остатков нефтепродукта с деталей набора грузовых танков к приемникам-хвостам грузовой магистрали, влияющее на объем остатка груза в конце выгрузки. Вязкость оказывает существенное влияние на скорость перемещения жидких грузов при грузовых операциях и длительность последних. Вязкость нефтепродукта зависит от его температуры. С понижением температуры вязкость нефтепродуктов увеличивается, и они теряют подвижность. Загустение нефтепродукта происходит не в одной точке, а постепенно во всей массе груза. С целью ускорения выгрузки нефтепродуктов грузовые отсеки нефтеналивных судов оборудуются системами подогрева.

Теплоемкость характеризует количество теплоты, которое необходимо затратить на нагревание единицы массы на 1 К (1 °С). Этот параметр определяет количество энергии, необходимой для разогрева нефтепродукта в грузовом отсеке судна до заданной температуры.

1. Наливные грузы и их характеристики

Теплопроводность нефтепродукта определяет скорость распространения теплоты от нагретых слоев груза к холодным и время разогрева жидкости в грузовом отсеке до заданной температуры. Преждевременный разогрев нежелателен по причине лишних затрат энергии на поддержание температуры груза на заданном уровне, а поздний – из-за простоя судна в ожидании, пока температура груза не поднимется до требуемого значения. Теплоемкость и теплопроводность жидкого груза определяют в конечном счете мощность и другие характеристики системы обогрева наливного судна.

Испаряемость, или летучесть, – способность жидкого нефтепродукта обращаться в парообразное состояние. Она оказывает существенное влияние на потери нефтепродукта во время его транспортировки, режим работы насосных установок, условия пожаро- и взрывобезопасности судна, а также биологически безопасные условия труда экипажа. Интенсивность испарения нефтепродукта определяется *упругостью насыщенных паров*. По степени летучести нефть и нефтепродукты делятся на:

- нелетучие нефтепродукты, температура вспышки которых составляет 333 К (60 °С) или более;
- летучие нефтепродукты, имеющие температуру вспышки менее 333 К (60 °С).

Совокупность ряда свойств характеризует *пожаро(огне)опасность* нефтепродукта. Последняя определяется температурами вспышки, воспламенения и самовоспламенения.

Температурой вспышки называется то ее значение, при котором смесь нефтепродукта с воздухом вспыхивает при поднесении к ней пламени. По этому параметру различают четыре разряда нефтепродуктов (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Классификация нефти и нефтепродуктов по степени пожароопасности

Разряд	Температура вспышки, К (°С)	Нефтепродукты
I	Ниже 301 (28)	Бензин, сырая нефть
II	От 301 (28) до 318 (45)	Керосин, некоторые сорта дизельного топлива и др.
III	От 318 (45) до 393 (120)	Некоторые сорта дизельного топлива, моторное топливо, флотский мазут и др.
IV	Свыше 393 (120)	Мазуты, битума, гудрон, масла и др.

Температура воспламенения – это то ее значение, при котором нефтепродукт, вспыхнув, продолжает устойчиво гореть. Значение этой температуры несколько выше температуры вспышки. При воспламенении горит не сама нефть, а газы, постепенно выделяющиеся из нее, в смеси с воздухом. Количество этих газов зависит от летучести (упругости) нефтепродукта и выражается в единицах давления.

Если нефтяных газов слишком мало или слишком много, то смесь гореть не может. Ограничительные пределы в % от объема изменяются в зависимости от компонентов, содержащихся в нефтяном газе.

Доля газовых смесей, образующихся над нефтепродуктами при обычных условиях эксплуатации танкера, составляет от 1 до 10 % от содержания воздуха (по объему). При нагревании жидкого нефтепродукта испаряемость летучих компонентов возрастает и концентрация газов в воздухе увеличивается. Температура жидкости, при которой данная концентрация достигает нижнего предела воспламенения (при наличии открытого огня), и называется температурой вспышки.

Температура самовоспламенения характеризует способность нефтепродуктов к самовозгоранию в присутствии атмосферного кислорода, но без воздействия открытого огня. При атмосферном давлении она составляет для дизельного топлива 573–603 К (300–330 °С), для керосина 563–700 К (290–430 °С), для бензина 783–803 К (510–530 °С).

Взрывоопасность – способность смеси паров нефтепродуктов с воздухом взрываться при возникновении открытого огня (разд. 9.1). Взрывоопасные концентрации насыщенных паров нефтепродуктов с воздухом при температуре 293 К (20 °С) приведены в табл. 1.3.

При общем давлении, близком к атмосферному, взрывоопасные концентрации возникают у бензинов при температурах 228–269 К (–45 ÷ –4 °С), у керосинов тракторных – при 298–203 К

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru