

**РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА**

**Н. М. ПОДВОЛОЦКИЙ**

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТАНКЕРОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ**



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2004**

В монографии рассмотрен 20-летний опыт эксплуатации 12 танкеров ледового плавания типа «Самотлор» ОАО «Приморское морское пароходство» (ПМП) и 2 танкеров этого же типа, принадлежавших в прошлом Латвийскому морскому пароходству. За анализируемый период танкеры работали практически во всех водных бассейнах мира. Обобщение опыта выполнено для энергетической установки, корпуса и грузового комплекса в их взаимосвязи. Выявлены слабые узлы конструкции и их влияние на эксплуатационные показатели. Прослежена взаимосвязь выявленных недостатков с заказом и постройкой танкеров типа «Самотлор», разработаны основные требования к проектированию и постройке танкеров ледового класса нового поколения.

Рассмотрены также материалы служб ОАО «ПМП» по продлению срока эксплуатации судов анализируемого типа до 30 лет. Отражены процедуры заказа и постройки танкеров на отечественной и зарубежной базах. Сформулированы задачи, стоящие перед судовладельцем в новых экономических условиях, направленные на совершенствование процессов заказа, постройки и эксплуатации танкеров ледового класса.

Первые шесть глав посвящены результатам технической эксплуатации танкеров за первые 10 лет работы. В главе 7 рассмотрен опыт эксплуатации за следующие 10 лет и переоборудования танкеров с целью продления срока их службы до 30 лет. Опыт заказа и постройки изложен в главах 8 и 9, а требования к постройке новых танкеров сформулированы в главе 10.

Основной целью написания монографии является формирование нового, более эффективного подхода судовладельца к вопросам заказа, постройки и эксплуатации танкерного флота.

Материалы монографии представляют интерес для судовладельцев при заказе, постройке и эксплуатации танкеров, а также при подготовке специалистов для танкерных компаний.

Ил. 31, табл. 7, список лит. 29 назв.

Рецензенты:

Д.т.н., проф. Барабанов Н. В., д.т.н., проф. Луценко В. Т., Дальневосточный государственный технический университет, директор Технического департамента ОАО «Приморское морское пароходство» Гергелюк Б. Н.

*Посвящается светлой памяти  
Гонтарева Виктора Юрьевича*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> . . . . .	7
<b>Список принятых сокращений</b> . . . . .	13
<b>1. Анализ конструкции корпуса и судовых устройств</b> . . . . .	14
1.1. Общие сведения о судне. . . . .	14
1.2. Корпус судна . . . . .	17
1.3. Грузовые танки. . . . .	23
1.4. Балластные танки . . . . .	29
1.5. Судовые устройства, палубные механизмы . . . . .	32
<b>2. Особенности эксплуатации танкера</b> . . . . .	40
2.1. Использование грузоподъемности . . . . .	40
2.2. Учет количества груза. . . . .	44
2.3. Обитаемость . . . . .	48
2.4. Меры борьбы с накоплениями неоткачиваемых отложений в балластных танках . . . . .	55
<b>3. Особенности эксплуатации главной энергетической установки</b> .	63
3.1. Главный двигатель . . . . .	63
3.2. Вспомогательные котлы . . . . .	69
3.3. Утилизационные котлы . . . . .	81
3.4. Электроэнергетическая установка . . . . .	83
<b>4. Обобщение опыта эксплуатации систем грузового комплекса</b> .	91
4.1. Грузовая система . . . . .	91
4.2. Балластная система. . . . .	100
4.3. Система мойки танков . . . . .	103
4.4. Системы: подогрева груза и чистого балласта, паротушения. . .	105
4.5. Система газоотвода и орошения грузовой палубы. . . . .	110
4.6. Насосные отделения. Шланговое помещение. . . . .	111
<b>5. Обобщение опыта эксплуатации средств автоматизации</b> . .	115
5.1. Характеристика класса автоматизации. . . . .	115
5.2. Дистанционное автоматизированное управление (ДАУ) главным двигателем . . . . .	116
5.3. Опыт эксплуатации системы управления грузовым комплексом и палубными механизмами . . . . .	121
5.4. Сравнение объема технического обслуживания танкера типа «Самотлор» с неавтоматизированным судном . . . . .	136
5.5. Общая оценка эффективности средств автоматизации . . . . .	143
<b>6. Специфика эксплуатации танкера</b> . . . . .	150
6.1. Общие сведения об эксплуатации танкеров. . . . .	150

6.2. Обледенение . . . . .	153
6.3. Специфика эксплуатации танкеров в Дальневосточном бассейне. .	161
6.4. Перевозка патоки . . . . .	166
6.5. Особенности технического обслуживания . . . . .	168
6.6. Текучесть кадров . . . . .	175
<b>7. Опыт эксплуатации танкеров . . . . .</b>	<b>182</b>
7.1. Анализ надежности корпусов арктических танкеров типа «Самотлор» . . . . .	182
7.2. Состояние корпуса, энергетической установки и грузового комплекса во втором десятилетии . . . . .	192
7.3. Модернизация танкеров типа «Самотлор» с целью продления срока эксплуатации. . . . .	195
7.4. Посадка на мель танкера «Надым» . . . . .	199
<b>8. Особенности централизованного заказа судов на отечественной базе . . . . .</b>	<b>204</b>
8.1. Характеристика централизованной формы заказа и постройки судов на отечественной базе . . . . .	205
8.2. Возможные пути развития централизованной формы заказа и постройки судов на отечественной базе. . . . .	211
8.3. Предложения по совершенствованию централизованной формы заказа и постройки судов на отечественной базе . . . . .	217
8.4. Наблюдение. Приемка. . . . .	222
<b>9. Особенности централизованного заказа судов на зарубежной базе. .</b>	<b>228</b>
9.1. Краткая характеристика деятельности В/О «Судоимпорт» при заказе нового пополнения флота за рубежом . . . . .	228
9.2. Вопросы финансирования постройки судов на заграничной базе. .	236
9.3. Методика заказа и постройки судов на заграничной базе. . . . .	239
9.4. Заказ судна специализированной группой судовладельца. . . . .	246
9.5. Задачи судовладельца в новых экономических условиях . . . . .	250
<b>10. Требования к постройке и конструкции арктических танкеров . . . . .</b>	<b>252</b>
10.1. Общие требования к проекту танкера . . . . .	252
10.2. Общие требования к корпусу танкера . . . . .	255
10.3. Основные требования к судовой энергетической установке. . .	256
10.4. Общие требования к системам грузового комплекса . . . . .	257
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>264</b>
<b>Список литературы . . . . .</b>	<b>271</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение топливом северо-восточного и северо-западного секторов Арктики, а также портов Петропавловск-Камчатский и Магадан осуществляется в настоящее время в основном танкерами типа «Самотлор» финской постройки, дедвейтом 17200 т. Причем, на восточном направлении в ОАО «Приморское морское пароходство» работают 12 танкеров этого типа, на западном, в бывшем Латвийском морском пароходстве, — два.

По отзывам служб эксплуатации ОАО «Приморское морское пароходство» и экипажей, танкеры типа «Самотлор» на данный момент являются наиболее доходными судами по сравнению с другими типами танкеров.

Срок эксплуатации танкеров типа «Самотлор» заканчивается в ближайшем будущем, после чего они подлежат замене.

В связи со спецификой эксплуатации танкеров в Дальневосточном регионе стоит задача сохранения имеющихся положительных технических решений и использования их для конструкций будущих судов, в том числе для танкеров, которые должны обеспечивать эффективную транспортировку жидкого груза в данном регионе.

Специфические условия эксплуатации обусловили применение своеобразной конструкции танкера, которой ранее не существовало. Естественно, что танкеры типа «Самотлор» не могли удовлетворять всем требованиям плавания в заданном регионе и имеют ряд недостатков, выявленных в эксплуатации, которые необходимо учесть при реализации новых проектов.

Такой подход диктуется тем, что положительные технические решения теряются вместе с отслужившими свой срок судами, а их недостатки повторяются в конструкциях новых судов. Поэтому необходим банк технических решений для создания более совершенных специализированных танкеров. Актуальность такого подхода подтверждается тем, что в настоящее время непрерывно растет стоимость новых судов, что увеличивает сроки их окупаемости. Поэтому для повышения эффективности эксплуатации современных судов нужна обратная связь, позволяющая активно влиять на составляющие строительной и, соответственно, эксплуатационной стоимостей танкера. При решении названной проблемы необходимо учитывать, что эффективность судна закладывается при проектировании, обеспечивается при постройке и поддерживается в эксплуатации.

Необходимо также установить влияние всех составляющих судно элементов на эффективность транспортировки груза во времени. Сейчас эта задача решается в основном в статике. Такое решение предполагает учет затрат на первоначальную стоимость при проектировании и постройке. Именно строительная стоимость служила главным критерием при существовавшем централизованном заказе судна, как за границей, так и на отечественных судостроительных заводах.

Учет эксплуатационных факторов при проектировании реализовывался на основе обобщенных требований для судов, одновременно пригодных для всех морских бассейнов: Балтийского, Черноморского, Арктики и Дальнего Востока.

Новые проекты судов должны базироваться на комплексной оценке и учете строительной стоимости и специфики будущего района эксплуатации, а также динамики расширенного учета затрат в процессе всего эксплуатационного периода.

Обычно конструкцию судна и его удовлетворение условиям эксплуатации раздельно анализируют специалисты по корпусу, грузовому комплексу, энергетике. Такой анализ необходимо реализовывать в целом для всего судна. С одной стороны, это объясняется желанием проследить взаимосвязь всех элементов, составляющих судно, и их влияние на эффективность транспортировки груза. С другой — показать, как незначительные просчеты резко влияют на снижение показателей эффективности, в то время как анализ составляющих судно элементов в индивидуальном плане не позволяет раскрыть объективную картину.

Необходим также опыт представления танкера как составляющей единой системы, выполняющей транспортную задачу.

В постановке вопроса, изложенного во введении, в отечественной литературе относительно мало сведений, в особенности в части комплексного подхода к оценке эффективности судна в целом. Поэтому такая постановка вопроса в условиях непрерывно растущих эксплуатационных судовых расходов и, соответственно, увеличения сроков окупаемости актуальна.

В настоящее время пополнение морского флота России происходит в основном за счет заказа и постройки судов за рубежом. Эта практика сложилась в силу создавшихся экономических условий. Так, кредиты для судостроения выгоднее зарубежные. Отечественная судостроительная база слаба, и на ее основе трудно создать конкурентноспособные суда, отсутствует также судовое оборудование, которое по основным показателям было бы лучше и дешевле зарубежного.

До начала перестройки много судов также заказывалось и строилось за рубежом. В тот период задача заказа решалась централизованно. Роль пароходств сводилась к деловому участию в рассмотрении технического проекта, частичному выполнению функций наблюдения за постройкой с последующим участием в приемке и эксплуатации судна.

Другими словами, изначально у судна было два хозяина. Первый — заказывал и строил, а второй — принимал и эксплуатировал. Термин «строил» здесь употреблен в смысле юридической ответственности за этот этап создания судна.

Сейчас же судовладельцы России в части приобретения судов изменили свой статус. Они стали единоличным хозяином судна и выступают в роли заказчика, наблюдающего за постройкой, приемщика и эксплуатационника.

Создалась кризисная ситуация, когда прежняя форма заказа и постройки судов прекратила свое существование, а новая еще не сформировалась. От судовладельца она требует принципиально нового подхода и новых знаний, которые ранее ему были не нужны. Потребовалось решать непрерывную во времени проблему пополнения своих компаний судами, эффективными в эксплуатации.

Судовладельцы в новых условиях столкнулись с проблемой: заказывать или приобретать суда, которые в эксплуатации приносили бы наибольшую прибыль. Для этого необходимо решать множество задач, к числу которых можно отнести:

- юридические и финансовые вопросы заказа или приобретения судна;
- разработки современных технико-экономических обоснований и технико-эксплуатационных требований на данный момент и на перспективу;
- участие в процессах экспертизы проекта и наблюдения за постройкой судна.

Реализация на практике любого из вопросов, связанных с приобретением судна, его постройкой и эксплуатацией, требует высоких профессиональных знаний.

Относительно процесса создания судна необходимо отметить следующее. Общеизвестно, что именно на этом этапе закладываются технические решения, которые сделают будущее судно эффективным и конкурентоспособным. Однако именно в этой части судовладелец подготовлен хуже, чем по эксплуатации. Ранее от участия в процессе создания судна он был отстранен. Поэтому учет собственного опыта эксплуатации технических средств был затруднен. В его накоплении и систематизации судовладелец был мало заинтересован.



Существовавшая ранее форма заказа и постройки имела недостатки. Например, можно отметить определенный диктат со стороны строителя. Судно, сдаваемое верфью экипажу, как на зарубежных, так и на наших судостроительных заводах, могло содержать до нескольких сотен замечаний (например, до 700). Однако такое судно надлежало принимать во всех случаях.

Если оно было построено за границей, то, например, по срокам сдачи. В этом случае поступала команда о приеме со стороны вышестоящей организации.

На наших судостроительных заводах существовала практика занесения в акт приемки лишь нескольких наиболее существенных замечаний, остальные должны были формулироваться в пожелательной форме. Объяснялось это тем, что судно строилось по проектной документации, уже подписанной заказчиком, а в ряде случаев также тем, что все спроектировано и построено по действующим правилам и нормам.

В технической литературе по проектированию слабо отражался, а при постройке недостаточно учитывался опыт эксплуатации построенных судов.

Многие из стоящих вопросов не нашли удовлетворительного решения и в научном плане. Например, вопросы работы корпус — винт — двигатель недостаточно отрабатываются при проектировании. В 1970 — 80-е годы в Дальневосточном морском пароходстве примерно у 50% всех судов (более 100 единиц) гидродинамически тяжелые винты были модернизированы в период ремонта, облегчены путем обрезания [1].

Сложны в реализации вопросы минимизации расхода топлива, достигаемые применением современных вычислительных комплексов и недостаточной обеспеченностью специализированной измерительной аппаратурой. Такие примеры бесконечны.

Отсутствует методика, с помощью которой можно было бы выполнять убедительное экономическое обоснование.

При непосредственном ознакомлении с проблемой выяснилось, что науки о заказе судна не существует. Лишь сейчас создается ее база в виде критических статей в периодических журналах, материалах конференций и совещаний. Проблема требует решения, но она пока не достигла обобщения даже на уровне монографии.

Поэтому сейчас остро стоит задача осмысления данного этапа развития в вопросах заказа и постройки эффективных судов нового поколения.

Здесь может быть задействована вся техническая информация, формирующая обратную связь для повышения качества постройки судов. Но в первую очередь должны отрабатываться вопросы заказа и постройки конкурентоспособных на мировом фрахтовом рынке новых судов.

Важными для судовладельца являются вопросы обобщения опыта эксплуатации собственного флота. Их результаты являются основой создания новых судов, а также последующего их совершенствования (отработки). Эти же результаты обобщения опыта эксплуатации служат для прогнозирования развития флота.

В настоящей монографии представлен опыт эксплуатации танкеров типа «Самотлор» за более чем 20-летний период эксплуатации в ОАО «ПМП» и бывшем Латвийском морском пароходстве.

Основной текст монографии, исключая главу 7, посвящен обобщению опыта эксплуатации за первые 10 лет работы танкеров типа «Самотлор» при плавании практически во всех водных бассейнах мира, включая Арктику и Антарктику. При обобщении опыта рассматривались во взаимосвязи корпус судна, энергетическая установка и грузовой комплекс.

Приведенные в тексте расчеты выполнены для построенного дедевейта танкера, равного 17200 т.

Опыт эксплуатации за следующие 10 лет кратко изложен в главе 7. В ней же приведены работы по модернизации танкеров типа «Самотлор» с целью продления срока их службы выше нормативного.

Такое, условно говоря, биографическое представление опыта эксплуатации танкера позволяет хронологически проследить «болезни» судна по основным периодам его жизненного цикла.

К сожалению, из-за нестабильной экономической обстановки в стране не удалось на конкретных цифрах показать рост эксплуатационных расходов судна по мере его старения. Предположительно, при неизменных ценах за 20-летний период эксплуатационные расходы по танкерам типа «Самотлор» должны были возрасти примерно в 3 раза за счет увеличения объема технического обслуживания, ремонта, удовлетворения непрерывно возрастающим международным требованиям к эксплуатации танкеров.

Приведенные в заключительных главах общие материалы по заказу и постройке флота служат неполным зафиксированным опытом. Его положительные стороны должны учитываться, а отрицательные — послужат предостережением, чтобы не повториться.

Предложения по совершенствованию заказа постройки и эксплуатации, приведенные в главах 8 и 9, не могут рассматриваться как избавление от существующего кризисного состояния в данной области. Но лишь в направлении учета и использования положительных факторов для решения конкретных вопросов, а также как предыдущий опыт, от которого необходимо начинать дальнейшее развитие.

В главе 10 приведены некоторые требования к постройке новых танкеров, учитывающие опыт эксплуатации танкеров-продуктовозов типа «Самотлор».

Основанием для написания монографии явилась работа автора в Институте проблем транспорта РАН, который, наряду с прочими, разрабатывает также и проблему повышения надежности транспортных средств.

Исходными материалами для написания работы послужили: результаты стажировки автора на танкере «Уренгой» в должности 2-го механика; рекламационная переписка Приморского морского пароходства с фирмой-строителем по серии танкеров типа «Самотлор»; материалы ЦНИИМФ по обследованию и испытанию головного танкера «Самотлор» в гарантийный период; результаты обследования танкеров этой серии в период ремонта и эксплуатации; материалы техотдела ОАО «ПМП» по переоборудованию танкеров типа «Самотлор» с целью продления срока службы.

Автор благодарит Технический департамент ОАО «ПМП» за любезно предоставленные материалы для написания монографии, а также ее предварительное обсуждение.

## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АПС	— автоматическая предупредительная сигнализация;
АСУ	— автоматизированная система управления;
ББС	— баржебуксирный состав;
БМЗ	— Брянский машиностроительный завод;
ГВЛ	— грузовая ватерлиния;
ГД	— главный двигатель;
ГКЗ	— главный конструктор заказа;
ГП	— гарантийный период;
ГРЩ	— главный распределительный щит;
ГТН	— газотурбонагнетатель;
ДАУ	— дистанционное автоматизированное управление;
ДГ	— дизель-генератор;
ДП	— диаметральной плоскости;
ЗИП	— запасные части, инструменты и приспособления;
КБ	— конструкторское бюро;
КИП	— контрольно-измерительные приборы;
КО	— котельное отделение;
МКО	— машинно-котельное отделение;
ММФ	— Министерство морского флота;
МО	— машинное отделение;
МСП	— Министерство судостроительной промышленности;
НО	— насосное отделение;
ОТЭТ	— общие технико-эксплуатационные требования;
ПКС	— предконтрактная спецификация;
ПУГО	— пост управления грузовыми операциями;
РТП	— рабочий технический проект;
СЗЧ	— сменные и запасные части;
СПГ	— система подогрева груза;
СРЗ	— судоремонтный завод;
СЭУ	— судовая энергетическая установка;
СЭЭУ	— судовая электрическая энергетическая установка;
ТЗ	— техническое задание;
ТО	— техническое обслуживание;
ТП	— технический проект;
ТЭО	— технико-экономическое обоснование;
ТЭП	— технико-экономические показатели;
ТЭТ	— технико-экономические требования;
ЦКБ	— центральное конструкторское бюро;
ЦПУ	— центральный пост управления;
ЭУ	— энергетическая установка.

# 1. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА И СУДОВЫХ УСТРОЙСТВ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ

Танкеры типа «Самотлор» были построены на судостроительном заводе «Раума-Телакка» акционерного общества «Раума-Репола» (Финляндия) в 1975 — 1978 гг. Суда построены на класс Регистра КМ★УЛ1А2 нефтеналивное 28°C, а также в соответствии с требованиями конвенций МАРПОЛ-73 и СОЛАС.

### Основные характеристики:

длина наибольшая . . . . .	160 м;
длина между перпендикулярами . . . . .	148 м;
ширина . . . . .	23 м;
высота борта . . . . .	12,9 м;
осадка . . . . .	9,2 м;
дедвейт по летней ГВЛ . . . . .	17125 т;
скорость хода (при осадке 8,5 м) . . . . .	16,25 узла;
коэффициент общей полноты . . . . .	0,762;
количество тонн груза на 1 см осадки . . . . .	29 т;
поправка на пресную воду . . . . .	0,207 м;
дальность плавания (расчетная) . . . . .	15000 миль;
автономность (расчетная) . . . . .	40 сут;
экипаж (с постройки) . . . . .	30 чел.

### Судно порожнем имеет следующие характеристики:

осадка:	
средняя . . . . .	3,18 м;
носом . . . . .	0,29 м;
кормой . . . . .	5,97 м;
водоизмещение . . . . .	7443 т.

### Суммарная вместимость цистерн:

грузовых . . . . .	17940 м <sup>3</sup> ;
балластных . . . . .	5850 м <sup>3</sup> ;
пресной воды . . . . .	371 м <sup>3</sup> ;
тяжелого топлива . . . . .	2273 м <sup>3</sup> ;
дизельного топлива . . . . .	364 м <sup>3</sup> ;
смазочного масла . . . . .	108 м <sup>3</sup> ;
прочих . . . . .	626 м <sup>3</sup> .

Серия танкеров типа «Самотлор» состоит из 14 судов, из них 2 судна находятся на балансе бывшего Латвийского морского пароходства, а остальные — в ОАО «Приморское морское пароходство». Списочный состав танкеров с указанием года постройки приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Списочный состав танкеров типа «Самотлор»

№ п/п	Наименование танкера	Год постройки	Владелец
1	Самотлор	1975	ОАО «ПМП»
2	Уренгой	1975	ОАО «ПМП»
3	Березово	1975	ОАО «ПМП»
4	Надым	1976	ОАО «ПМП»
5	Усинск	1976	ОАО «ПМП»
6	Нижевартовск	1976	ОАО «ПМП»
7	Горноправдинск	1976	ОАО «ПМП»
8	Самбург	1976	Бывшее ЛМП
9	БАМ	1977	ОАО «ПМП»
10	Енисейск	1977	ОАО «ПМП»
11	Вилуйск	1977	ОАО «ПМП»
12	Каменск-Уральский	1977	ОАО «ПМП»
13	Ленинск-Кузнецкий	1977	Бывшее ЛМП
14	Иgrim	1978	ОАО «ПМП»

Машинное и главное насосное отделения расположены в корме (рис. 1.1). Корпус стальной, сварной. Система набора бортов и оконечностей — поперечная, главной палубы и днища — продольная. Шпангоуты в оконечностях установлены по нормали к ДП. Корпус судна двумя продольными и десятью поперечными переборками разделен на 18 грузовых танков (6 троек), сухогрузный трюм, главное насосное отделение, форпик, носовые диптанки, а также девять танков чистого балласта, который расположен в двойных бортах и двойном дне, простирающемся от носового коффердама до переборки ахтерпика.

Гребной винт диаметром 5,6 м изготовлен из нержавеющей стали с четырьмя съемными лопастями.

В качестве главной энергетической установки на судне установлен двухтактный крейцкопфный реверсивный двигатель типа 6ДКРН 74/160-3 Брянского машиностроительного завода номинальной мощностью 8500 кВт, частотой вращения 124 мин<sup>-1</sup>.

Характеристики основного установленного оборудования будут представлены по мере их рассмотрения в соответствующих разделах.

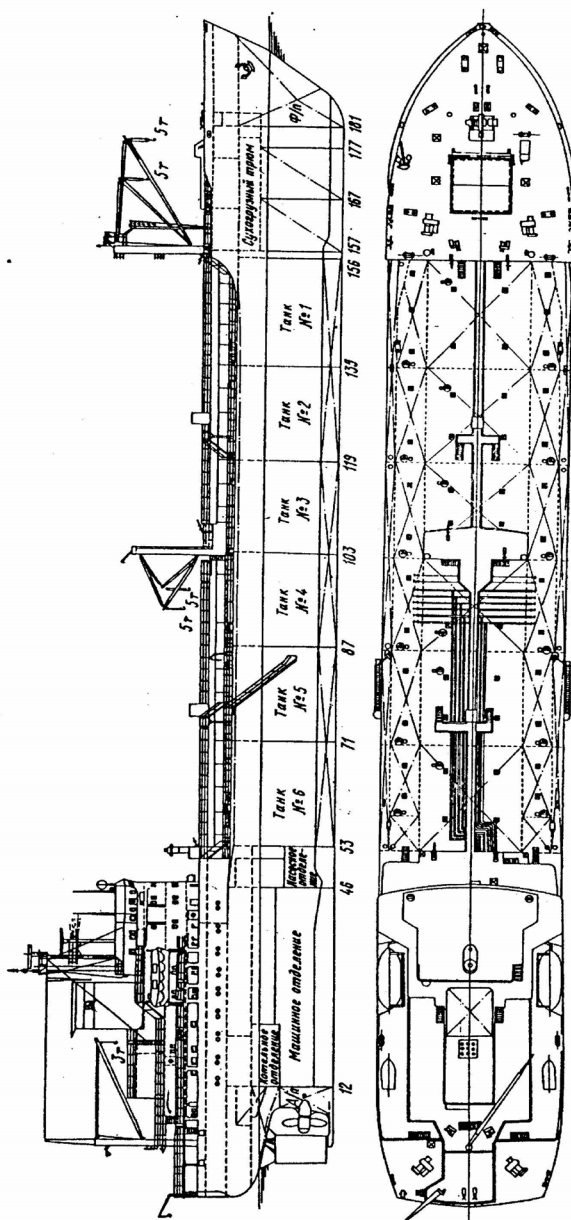


Рис. 1.1. Общий вид танкера «Самогор»

Суда оборудованы двумя моторными спасательными шлюпками вместимостью 46 (максимально 54) человек каждая, изготовленных из негорючего пластика, закрытого типа и способных преодолевать разлитую по поверхности моря горящую нефть в течение ограниченного времени.

Танкеры типа «Самотлор» предназначены для обеспечения перевозок нефтепродуктов в условиях северо-восточного и северо-западного секторов Арктики, а также портов с замерзающей акваторией — Магадан и Петропавловск-Камчатский. Эпизодически эти танкеры используются для обеспечения топливом рыболовных экспедиций в открытом море.

Обеспечение указанных выше районов топливом обусловило специфичность конструкции танкеров типа «Самотлор».

## 1.2. КОРПУС СУДНА

Корпус судна сварной, стальной, соответствует классу УЛ Регистра, оконечности и борта имеют поперечную систему набора, грузовая палуба и днище — продольную. Особенностью конструкции является ориентация шпангоутов в оконечностях судна по нормали к диаметральной плоскости, наличие на баке сухогрузного трюма вместимостью 950 м<sup>3</sup>, носовых топливных диптанков вместимостью 2278 м<sup>3</sup> (при 98% заполнения), двойных бортов и двойного дна, скуловых килей. Масса сухого корпуса вместе с механизмами МКО 7340 т.

В процессе эксплуатации выяснились некоторые отрицательные качества конструкции корпуса.

Наиболее слабым элементом конструкции является носовая оконечность. К ее основным повреждениям при работе во льдах относится образование вмятин, бухтин, гофрировок в районе переменной ватерлинии, скуловых обводов. Состояние носовой оконечности таково, что она практически постоянно требует ремонта.

Кормовая оконечность также имеет аналогичные повреждения, но значительно меньших масштабов. Это объясняется тем, что судно гораздо реже движется задним ходом и, естественно, использует при этом меньшую мощность и скорость, чем при движении вперед. Работает судно в этом режиме, как правило, в канале битого льда. Задний ход необходим в основном для последующего разгона судна и преодоления ледового поля передним ходом.



На повреждении оконечностей судна в значительной степени сказалось то обстоятельство, что в первые годы эксплуатации суда использовались без ледакольной проводки, хотя они предназначены для работы во льдах только за ледаколом. В дальнейшем такая практика была запрещена.

Отмечается также деформация ледовой наделки в кормовой части судна при работе в сложных условиях. При значительной деформации производят ее замену.

Таким образом, ледовая нагрузка имеет место в основном при движении передним ходом, что должно быть учтено при проектировании. Целесообразно для рассматриваемого класса танкеров для носовой оконечности рекомендовать класс УЛА по Правилам Российского морского регистра судоходства. А для кормовой — следует предусмотреть усиление конструкции по отношению к существующей.

Далее необходимо отметить, что были случаи деформации форштевня совместно с прилегающими листами обшивки и элементами набора, вызванные ударами о кормовую оконечность ледакола при буксировке на усах, что также должно быть учтено при проектировании.

В эксплуатации имели место повреждения наружной обшивки и пробоины надводной части корпуса танкера при выполнении швартовых операций в условиях открытых рейдов Арктики при распаушке судов. Оправданием этого обстоятельства в значительной степени является стремительная качка судна, о параметрах которой будет сообщено в разделе 2.3 «Обитаемость».

В процессе эксплуатации наблюдалось расхождение сварных швов в некоторых элементах конструкции корпуса. Но после ремонтов в Японии с глубокой разделкой и сваркой швов их повторного расхождения не наблюдалось, что говорит о низком качестве выполнения сварочных работ на некоторых участках элементов конструкции корпуса при постройке.

Имели место единичные случаи появления трещин в переборках танков. Принятая форма обводов носовой оконечности, соответствующая судну ледового плавания, способствует зарыванию носом в волну, и полубак принимает значительное количество воды. В результате палубное оборудование в носовой части постоянно находится в неблагоприятных условиях от воздействия волновых нагрузок. Вследствие этого оборудование, расположенное на баке, подвергается усиленному коррозионному износу и быстро выходит из строя.

Вода, принятая на бак, далее стекает на грузовую палубу. В результате в зимнее время это приводит к обмерзанию значительной части судна, описанному в разделе 6.2 «Обледенение».

По мнению специалистов ОАО «Приморское морское пароходство», носовая оконечность судов СА-15 имеет обводы, которые обеспечивают лучшую всхожесть на волну и меньшее брызгообразование.

Поэтому рекомендуется для танкеров ледового плавания при проектировании использовать опыт эксплуатации судов СА-15. Это многоцелевые сухогрузные суда активного ледового плавания, имеющие водоизмещение 30760 т при осадке 10,5 м. Головное судно «Норильск» построено в 1982 г. в Финляндии на верфи фирмы «Вяртсиля», город Турку. Предназначено для обслуживания тех же районов плавания, что и танкеры типа «Самотлор». Для танкеров, работающих в тяжелых климатических условиях Дальневосточного региона, необходимо отрабатывать конструкцию расположения основных механизмов бака в закрытом помещении.

Опыт эксплуатации показывает, что танкеры типа «Самотлор» успешно могут преодолевать однолетний лед толщиной до 0,5 м. Для преодоления таких ледовых полей не требуется дополнительных подкреплений корпуса. При преодолении преград, имеющих более высокие прочностные характеристики, требуется проводка с помощью ледокола методом лидирования или «на усах».

Основные повреждения корпуса танкера имеют место при самостоятельном преодолении ледовых преград большей мощности, что было отмечено выше, а также при ходе за ледоколом от льдин, отбрасываемых его винтами. Эти же льдины, проходя под днищем танкера, попадают в зону работы винтов и повреждают элементы винторулевой группы. Повреждения носовой оконечности возникают также при ударе о края ледового канала и при резких изменениях курса ледокола или танкера и от вторичных ударов, возникающих как реакция судна на преграду (первичный удар). Считается, что повреждения от вторичных ударов получаются более тяжелыми, чем от первичных.

За анализируемый период эксплуатации суда совершили около 1000 рейсов с заходом во льды. Винты за этот период повреждений не имели, их можно считать высоконадежными. К недостаткам конструкции следует отнести коррозию ступицы, изготовленной из углеродистой стали. На задней кромке съемных лопастей гребных винтов, ближе к ступице, наблюдались кавитационные разрушения. Ремонт в этом случае сводился к удалению (выведению) поврежденных мест турбинками с последующей зашлифовкой.

Винторулевая группа может иметь повреждения от движения задним ходом в ледовом поле большой мощности.

В целом, ледопроходимость танкеров достаточна для выполнения основной задачи — круглогодичного снабжения портов Петропавловск-Камчатский и Магадан и пунктов Восточного сектора Арктики в течение летней арктической навигации.

Эпоксидное покрытие внутренней поверхности грузовых танков сохранилось хорошо, отслоения краски не наблюдается. Но на переборках и днище имеются коррозионные разрушения размерами  $0,1 \times 0,1 \text{ м}^2$  и больше и глубиной до 10 мм. Их наличие объясняется местными разрушениями эпоксидного покрытия при установке лесов для ремонта или покраски, плохой очисткой под покраску, местными повреждениями при ремонте и т. д. Сопоставляя эту местную коррозию с общей коррозией неокрашенных подволоков балластных танков, можно прогнозировать местное уменьшение толщины днищ танков до величины, при которой потребуется замена днищевых листов. Во избежание этой дорогостоящей работы, необходимо на всех танкерах в период ремонта своевременно заделать места коррозии в днищах танков путем зачистки поврежденных мест и покрытия эпоксидной краской или другими возможными способами.

Наблюдался значительный коррозионный износ элементов подпалубного набора грузовых танков до 20 % за первые 7 — 10 лет эксплуатации.

Наблюдается сильная коррозия сварных швов корпуса танкера, расположенных ниже ватерлинии в носовой части судна по бортам, скуле и днищу. При каждом доковании, проводимом через год-два, объем работ по разделке и подварке швов составляет 1200 — 1300 м. Считается, что при движении во льдах сварочные швы, выступающие за ровную поверхность обшивки, очищаются от краски и окислов. Затем при переходе в более теплые воды Приморья и южных морей швы подвержены усиленной коррозии.

При замене набора корпуса и листов обшивки защитное покрытие не восстанавливается никакими заводами ни у нас, ни за границей, что является в дальнейшем причиной распространения коррозии.

Следует предполагать, что оголенный металл сварочного шва и корпуса судна имеет разные электродные потенциалы, вследствие чего в морской воде имеет место электролитическая коррозия и последующее разрушение шва. Усиленная коррозия сварочных швов, не имеющих покрытия (оно разрушено), например, в первых бортовых балластных танках, не наблюдается. Отсюда следует, что если сделать сварочные швы не выступающими за плоскость обшивки, то есть заровнять их путем дополнительной механической обработки, а затем осуществить покраску,

то можно добиться уменьшения коррозии. Такая технология применялась при ремонте в Японии. Однако объем разрушения сварочных швов практически не уменьшается. Отсюда следует вывод об устойчивости электролитической коррозии, имеющей место при разных металлах корпуса судна и сварочного шва. И это обстоятельство необходимо учитывать как при ремонтах, так и при постройке судна.

Ограничение разрушения швов в носовой части судна говорит об интенсификации электролитической коррозии за счет более высоких скоростей обтекания носовых обводов забортной водой при движении судна. Сопротивление движению оказывает именно миделевое сечение корпуса.

Из опыта эксплуатации известно, что наибольшему коррозионному разрушению подвержены стенки емкостей и оборудования, расположенные в районе переменного действия уровня балласта при качке. Эти условия, несомненно, интенсифицируют коррозионные процессы. Наш случай относится к приведенному выше примеру с той лишь разницей, что переменное действие уровня забортной воды имеет место снаружи емкостей. Сомнений относительно интенсификации процесса коррозии станет меньше, если обратиться к разделу «Обитаемость», где приведены параметры качки, достигающие 0,6 — 0,7 g.

Отметим также, что носовая часть судна испытывает всегда сильную качку. Особенно наглядно это видно при ходе в балласте, когда осадка носом меньше, чем кормой, за счет кормового расположения МКО. Кроме того, носовая часть воспринимает всю носовую волновую ударную нагрузку.

Коррозионные разрушения сварочных швов в носовой части наблюдались и на других типах танкеров. Следовательно, при постройке судна этот вопрос нельзя оставлять без внимания.

Наблюдается усиленная, по отношению к другим поверхностям надстройки, коррозия горизонтальной крыши спортзала и палуб, расположенных в корму от дымовой трубы судна. Предположительно, это кислотная коррозия, возникающая от взаимодействия сернистых соединений, содержащихся в дымовых газах, с влагой или водой на поверхностях, подверженных коррозии. Последние должны иметь антикоррозионное покрытие или другие виды защиты.

Сухогрузный трюм вместимостью 950 м<sup>3</sup> расположен на баке. Имеет металлическую крышку с гидроприводом. Случаи использования сухогрузного трюма крайне редки. Так, за первые 8 лет эксплуатации серии судов «Самотлор» сухогрузный трюм был использован только один

раз для перевозки 100 т груза. Его применение затруднено тем, что танкеры к сухогрузным причалам не швартуются по условиям безопасности. Но если такая перешвартовка и возможна, например, с нефтебазы на сухогрузный причал, то при наличии небольших партий груза на борту она нецелесообразна по экономическим соображениям. Прием груза на борт танкера с плавсредств и разгрузка на плавсредства затруднены, так как они располагаются в носовом подзоре и грузовые стрелы не могут обеспечить нормальную подачу груза.

Носовые топливные диптанки, используемые для перевозки груза, имеют ряд недостатков. В них затруднен доступ на бортовые стрингеры для осмотра корпусных конструкций после ледового плавания, что требует установки трапов. Танки сильно загромождены внутренним усиленным набором, что затрудняет условия зачистки и мойки при подготовке под перевозку очередного груза.

Носовые топливные диптанки не оборудованы дистанционной системой замера уровня жидкости. При наливке контроль принятого количества груза с помощью футштока затруднен, так как после его подъема из танка остается след вязкого мазута на стенках замерной трубы. В результате показания футштока при повторном замере искажаются. Для увеличения надежности контроля количества принятого груза, вскрывают, как правило, горловины носовых топливных диптанков, выходящих в сухогрузный трюм. Из-за недостаточного контроля количества принимаемого груза, связанного с большими затратами времени на переход из ПУГО на бак, происходят переливы, сопровождающиеся попаданием мазута в сухогрузный трюм. Поэтому его деревянная обшивка пришла в негодность и затем была удалена на всех танкерах серии. Сухогрузный трюм пропитан мазутом, имеет устойчивый запах нефтепродуктов и вряд ли, даже по этой причине, может быть использован по прямому назначению.

Естественно, что такая планировка грузового и топливного объемов судна, приведшая к использованию недостаточно оборудованных носовых топливных диптанков для перевозки груза, является следствием неверно принятого проектного решения по суммарной вместимости грузовых танкеров.

Необходимо также упомянуть, что носовые топливные диптанки не имеют двойного дна, по аналогии с грузовыми емкостями, и создают угрозу разлива нефтепродуктов при повреждении днища.

Разгрузка носовых топливных диптанков неудобна. Вначале весь принятый груз подается топливоперекачивающим (бункерным) винтовым

насосом (фирма «Борнеманн»), имеющим спецификационные подачу 38 м<sup>3</sup>/ч и напор 40 м вод. ст., в один из грузовых танков, а потом на берег грузовым насосом. Топливоперекачивающие насосы по своим параметрам не удовлетворяют требованиям по выполнению грузовых операций. Кроме того, на всех судах они сильно изношены, не обеспечивают спецификационных параметров и требуют замены. Грузовые операции над нефтепродуктами, перевозимыми в носовых топливных диптанках, сопровождаются двойной перекачкой и занимают много времени. Выполняются они в нарушение всех требований.

Вопрос применения скуловых килей для улучшения параметров качки рассмотрен в разделе 2.3 «Обитаемость».

Недостатком конструкции является также тот факт, что масса корпуса, имеющего двойные борта и двойное дно, больше обычного. Однако при этой конструкции сохранен традиционный днищевой и бортовой набор, что нельзя признать рациональным. Прочность корпуса судна при наличии двойного дна и двойных бортов, естественно, выше обычного. Для новой конструкции корпуса необходимо стремиться к уменьшению массы за счет совершенствования методики расчета прочности корпуса, применения современных антикоррозионных покрытий или коррозионностойких материалов. Решение этого вопроса является актуальной задачей.

### **1.3. ГРУЗОВЫЕ ТАНКИ**

Грузовое пространство танкера двумя продольными и пятью поперечными переборками разделено на 18 отсеков (6 троек).

Конструкция грузовой части сложна. Она содержит большое количество емкостей, не оправданное условиями эксплуатации.

В соответствии с современными требованиями необходимо подготовить объект (системы грузового комплекса) к автоматизации. Для этого необходимо повысить его надежность и упростить конструкцию. Слабым узлом в этом комплексе являются поворотные затворы. Повышая их надежность, нужно одновременно стремиться к уменьшению количества запорных органов с целью создания более простых систем управления. Для этого необходимо стремиться к рациональной планировке грузовых емкостей на танкере, уменьшать их количество.

Рассмотрим условия, положенные в основу разбивки танкера на грузовые цистерны, на основных направлениях перевозок нефте-

продуктов танкерами типа «Самотлор» из портов Владивосток и Находка на порты Магадан и Петропавловск-Камчатский.

Номенклатура перевозимого груза содержит 19 наименований, это бензин: АИ-93, А-76 и А-72; солярка марок: ДЛ, ДЗ и ДА; топливо марок: ТС-1, ПТ и МТ; мазут: Ф-5, М-40 и М100; масло: Т-46, МС-20, МВА, М8В1, М10В 2, МВГ2К и МТ16П.

Грузоотправителем является нефтеперегонный завод. Он реализует заявку потребителя по мере переработки первичного сырья. Затем в работу вступает транспортное звено — железная дорога и танкерный флот. Хотя он и является замыкающим звеном в цепи реализации заявки потребителя, но не определяет партионность груза. Это зависит от производительности нефтеперегонного завода, возможностей и пропускной способности железной дороги.

Можно предположить, что на партионность груза, перевозимого морем, влияют возможности нефтебазы, в частности, достаточное количество береговых емкостей. Нефтебаза порта Владивосток в этом плане значительно уступает возможностям нефтебазы порта Находка. Статистика партионности показывает, что в среднем из порта Владивосток танкерами типа «Самотлор» в Петропавловск-Камчатский и Магадан увозят пять сортов груза, а из порта Находка — четыре сорта. Однако этот вопрос нельзя рассматривать без условий подвоза нефтепродуктов по железной дороге. Но в первом приближении можно говорить, что погрузка танкеров в порту Владивосток чаще реализуется с колес, то есть без накопления груза.

Гистограмма произвольной выборки количества сортов перевозимого за рейс груза на всех направлениях перевозок представлена на рис. 1.3-1 — 1.3-4. Она показывает, что наибольшее количество сортов одновременно перевозимого груза равно четырем, затем пяти. Далее, примерно с одинаковой вероятностью, идут перевозки груза одного, трех и шести сортов. Наименьшее количество сортов одновременно перевозимого груза равно двум.

Один случай перевозки семи сортов груза (во всех тройках танков и в отстойных емкостях моечной воды) из рассмотрения можно исключить.

Гистограмма произвольной выборки партионности перевозимого груза представлена на рис 1.3-5. Анализ данных гистограммы показывает, что она кратна емкостям:

- отстойных танков моечной воды;
- носовых топливных диптанков;

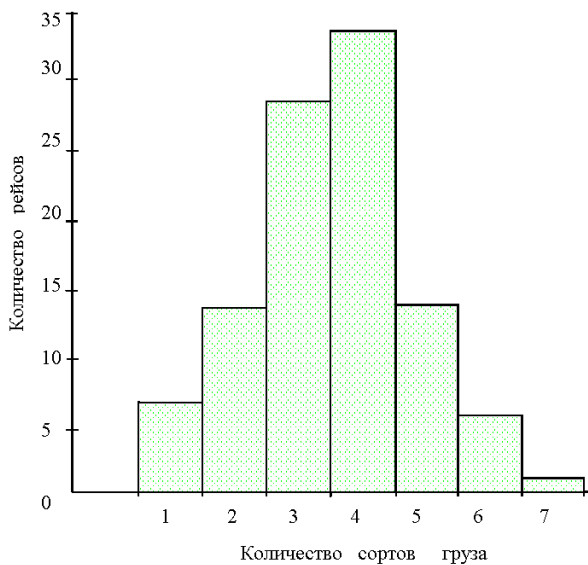


Рис. 1.3-1. Количество одновременно перевозимых сортов нефтепродуктов на танкерах типа «Самотлор» (каботажные рейсы)

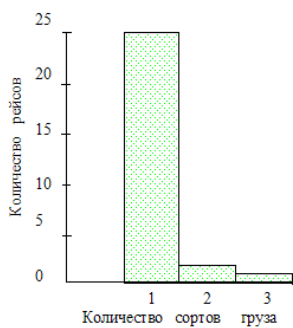


Рис. 1.3-2. Количество одновременно перевозимых сортов нефтепродуктов за рейс на танкерах типа «Самотлор» (заграничные рейсы)

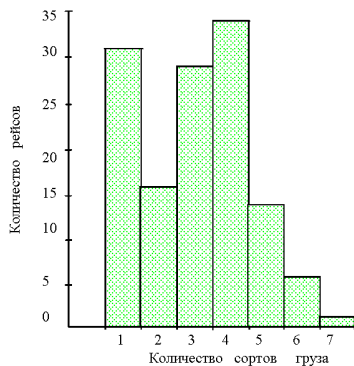


Рис. 1.3-3. Количество одновременно перевозимых сортов нефтепродуктов на танкерах типа «Самотлор» (каботажные и заграничные рейсы)



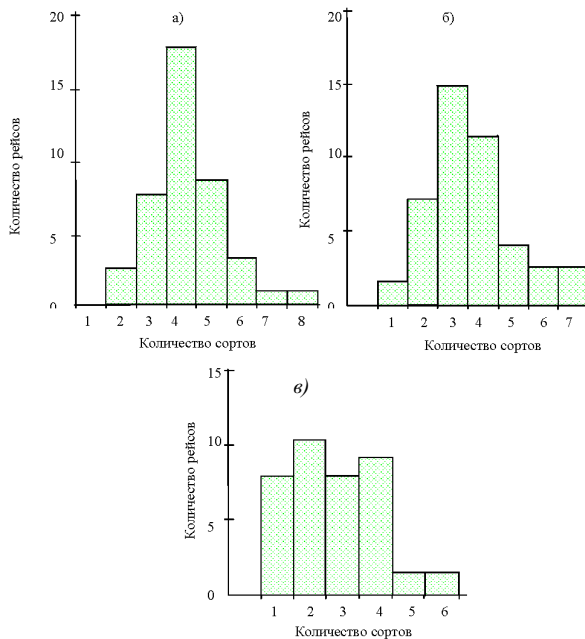


Рис. 1.3-4. Количество одновременно перевозимых сортов груза:  
а) – на Магадан; б) – на Петропавловск-Камчатский; в) – на Север

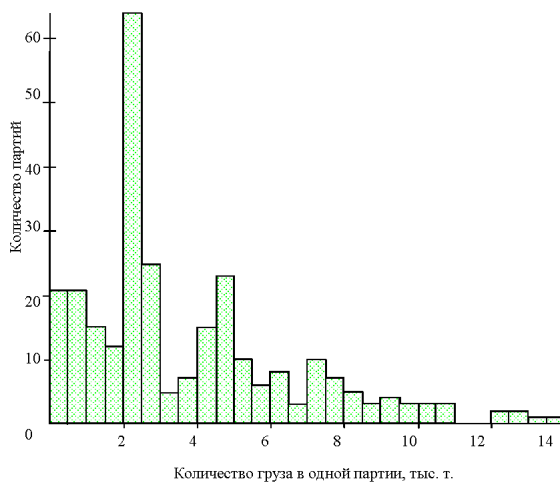


Рис.1.3-5. Гистограмма партионности груза

одной, двух и трех троек грузовых танков;  
сочетаниям перечисленных вариантов.

Согласно рис. 1.3-1 и 1.3-3 также следует, что чаще всего груз перевозят тройками. Нередка загрузка, когда в каждой тройке танков перевозятся разные сорта груза, поэтому ей соответствует максимум случаев. Затем по частоте следует расположение груза в двух тройках и трех. Мелкие партии относятся к расположению односортного груза в отстойных танках моечной воды, в виде исключения, а также в носовых топливных димпанках.

Таким образом, выполняемые перевозки реализуют возможности танкера, выбранные из условия поступления груза на нефтебазу с последующей его перевозкой без накопления (с колес). Это отражает сложившийся годами опыт работы парохозяйства с нефтебазой.

С другой стороны, в портах Владивосток и Находка осуществляется погрузка танкеров типа «Самотлор» одним, а иногда и двумя сортами груза при перевозках на Вьетнам. В составе мирового флота находятся танкеры-продуктовоы с грузовой системой на три-четыре сорта нефтепродуктов, осуществляющие перевозки в соответствии с проектными возможностями судна.

Поэтому можно идти по пути выставления требований нефтебазе о партионности груза. Грузополучатель от каждого танкера не требует и не может требовать большего числа сортов одновременно перевозимого груза, так как перевозки осуществляются непрерывно в течение года. Для парохозяйства это имеет большое преимущество:

появится возможность более четко планировать рейсы и специализировать перевозки на определенных видах груза, с тем чтобы исключить излишнюю мойку танков, снизить на нее затраты и улучшить экологическую обстановку;

упрощаются грузовые планы, процесс погрузки и разгрузки, и этим уменьшается количество переливов, снизит загрузку обслуживающего персонала;

конструкция систем грузового комплекса танкера может быть существенно упрощена, а отсюда меньше затрат на постройку, ремонт и обслуживание. Это соответствует современной тенденции дальнейшего сокращения экипажей судов;

будут созданы условия для спокойной и продуманной работы со значительно большей отдачей, чем существующая система спешной погрузки с колес любого (и всего) на данный момент прибывшего груза. Такая работа не характерна для развитого общества.

Исходя из вышеизложенного, целесообразно проектировать грузовую систему на три сорта груза, как это в основном принято в международной практике. Идеальным же случаем для решения всех выше отмеченных проблем является специализация танкеров по перевозке груза одного сорта.

В качестве первого варианта упрощения существующей грузовой системы можно рассмотреть ее модернизацию за счет увеличения вместимости бортовых танков. В пределах одной тройки суммарную вместимость бортовых танков целесообразно принять равной вместимости одного центрального танка. Это упростит процесс погрузки, так как часто вначале производится погрузка бортовых танков, а потом центральных. Недостатком этого варианта планировки грузовой части является наличие двух продольных переборок, что без необходимости усложняет грузовой объем.

На судне с двойными бортами и двойным дном достаточно одной продольной переборки, проходящей по диаметральной плоскости. Это не изменит условий остойчивости. Прочностные характеристики могут быть перераспределены между имеющимися элементами корпуса. Отечественное судостроение располагает опытом проектирования такой конструкции. Преимуществом варианта с одной продольной переборкой является сокращение числа грузовых емкостей и за счет этого упрощение грузовой системы.

Обычно танкеры-продуктовозы проектируются в предположении, что они перевозят груз одного сорта, оборудуются тремя-четырьмя грузовыми насосами и соответственно грузовой объем делится на три-четыре равные, чаще симметричные группы танков. Такой подход обосновывается условием одновременной разгрузки танкера всеми насосами и соответственно одновременного завершения разгрузки всех групп и сокращения таким образом стоянки под грузовыми операциями. Рассматриваемая конструкция грузовой системы одновременно предполагает использование для перевозки груза трех-четырех сортов в зависимости от условий эксплуатации.

Но если разгрузка осуществляется не одновременно из всех групп емкостей, а последовательно, что характерно для условий разгрузки в Петропавловске-Камчатском, Магадане и восточном секторе Арктики, то от традиционной конструкции можно отказаться и назначить группы цистерн с неравными объемами. Это не повлияет на общее время разгрузки. Исходя из этих условий, можно предложить неравную разбивку грузового объема на группы танков. В пользу такого подхода

можно привести довод о том, что грузовые насосы в системе взаимозаменяемы и при необходимости два из них или все могут работать на один трубопровод. Таким образом, полное время разгрузки от такого подхода может измениться, но незначительно.

Преимущество конструкции с одной продольной переборкой по сравнению с исходной состоит в сокращении числа емкостей и соответственно упрощении конструкции систем грузового комплекса. К ним в данном случае относятся: грузовая система, мойки танков, газоотвода, подогрева груза.

Естественно, что можно предположить и другие варианты разбивки грузового пространства танкера, отвечающие условиям эксплуатации.

Дополнительным условием является то, что грузовая система должна предусматривать дублирующие запорные органы в пределах одной группы танков при перевозке числа сортов, превышающего количество грузовых насосов.

Далее можно предложить следующий вариант упрощения планировки грузового пространства танкера. Вместо центральной продольной переборки поставить одну отбойную. Количество емкостей и арматуры сократится в два раза, что будет отвечать существенному упрощению конструкции корпуса танкера и грузовой системы, упростит автоматизацию, снизит затраты на эксплуатацию. Одновременно упростится конструкция системы мойки танков и подогрева груза.

Дальнейший путь совершенствования планировки грузового объема танкера состоит в полном заполнении танков (без недолива на расширение нефтепродукта в пути из-за повышения температуры). Однако в данном случае этот вариант неприемлем из-за большого числа одновременно перевозимых сортов груза.

## **1.4. БАЛЛАСТНЫЕ ТАНКИ**

Балластное пространство танкера разделено двумя продольными и двумя поперечными переборками на 9 танков. Три из них (центральные) расположены в двойном дне и три пары в межбортовом пространстве. Суммарная вместимость постоянных балластных танков составляет 32,5% вместимости грузовых танков. Вся внутренняя поверхность цистерн покрыта в три слоя хлоркаучуковой краской, стойкой к морской воде.

К недостаткам конструкции балластных цистерн необходимо отнести следующие.

1. Вместимость постоянных балластных танков не обеспечивает нормальных условий эксплуатации из-за повышенной вибрации судовых конструкций и стремительной качки танкера. Можно предполагать, что если бы отмеченные параметры были в норме, то имеющихся на судне емкостей постоянных балластных цистерн было бы достаточно. Для настоящих же условий танкеров типа «Самотлор» необходимо суммарную вместимость балластных танков увеличивать до 10000 м<sup>3</sup>. Только при такой величине балласта качка становится менее стремительной, а вибрация удовлетворительной. Это подтверждается морской практикой. Для обеспечения необходимых мореходных качеств танкера в штормовую погоду даже при состоянии моря 3 — 4 балла принимают дополнительный балласт во второй центральный (грузовой) танк. А при волнении моря свыше 4 баллов — и в четвертый центральный (грузовой) танк. Тогда суммарное количество балласта составляет около 10000 т, а дифферент на корму 1,5 — 2,0 м.

2. Большое количество балластных цистерн усложняет без необходимости балластную систему. Междудонные (центральные) балластные цистерны имеют вход только через бортовые танки, и он осуществляется через люки-лазы обычной конструкции размером 500 × 600 мм. То есть возможна только последовательная их вентиляция: сначала бортовых балластных танков для возможности их посещения, а затем центральных. Таким образом, возможно только последовательное вскрытие бортовых и центральных цистерн для осмотра, чистки и выполнения ремонтных работ, что в значительной степени увеличивает время на выполнение указанных мероприятий. Необходимо отметить, что размеры люков-лазов 500 × 600 мм недостаточны для посещения балластных танков в теплой спецодежде при работе в северных широтах. Размеры лазов необходимо увеличить.

Для танкера типа «Самотлор» балластное пространство в целях упрощения конструкции достаточно разделить одной продольной переборкой, проходящей вдоль диаметральной плоскости в междудонном пространстве, и одной поперечной, делящей пополам длину танковой части. Таким образом, получим всего четыре балластных цистерны без междудонных.

Вход в каждую бортовую цистерну осуществляется через носовой и кормовой палубные лазы размером 500 × 600 мм. Бортовые танки очень узкие (ширина 1,3 м). Внутренняя структура ячеистая, образована бортовым рамным набором. Сообщение между смежными шпациями,

разделенными рамными связями, осуществляется через лазы, а перемещение — по горизонтальным связям.

Металлический скоб-трап в бортовые балластные цистерны состоит из коротких вертикальных участков примерно по 2 м между площадками, образованными горизонтальным рамным набором. Лазы в нем размерами 500 × 600 мм пробиты не по одной вертикальной оси, а на каждой горизонтальной площадке смещены друг относительно друга. Поэтому подъем человеком, стоящим на грузовой палубе, любых предметов с днища судна или промежуточных площадок с помощью линия невозможен. Тем более, через такое множество люков-лазов при необходимости нельзя будет поднять из танка пострадавшего человека.

Такая конструкция, предполагающая смещение трапа, обеспечивает безопасность при спуске в цистерну и подъеме из нее. Но требуется еще одна вертикальная шахта, пробитая в наборе, причем, непосредственно под палубным люком-лазом. Она должна обеспечить подъем из танка и спуск на лине инструмента, переносного освещения, подъем из танка при необходимости пострадавшего человека, а также естественную вентиляцию и естественное освещение. Скоб-трап для самостоятельного и безопасного подъема и спуска людей необходимо пробить рядом с основным.

3. На всех танкерах отмечается коррозия балластных цистерн. Значительная коррозия наблюдается на внутренних поверхностях первых бортовых танков. Это объясняется следующим. При плавании во льдах носовые обводы корпуса особенно подвержены ударам встречного льда при движении судна. На рассматриваемых танкерах первые бортовые танки подвержены сильному воздействию встречного льда именно из-за наличия обводов. Внутренняя покраска межбортового пространства от ударов льдинами дает трещины и отслаивается, металл корпуса оголяется и поврежденные места подвергаются усиленной коррозии. Встречаются места с неотслоившейся, но потрескавшейся от ударов льдинами краской. Тем не менее, через эти трещины наблюдается развитая местная коррозия.

Имеет место значительное коррозионное разрушение переборок и обшивки некоторых носовых балластных танков, имеющее вид борозд разной длины и формы.

Защитное покрытие вертикальных поверхностей и набора в прямобортных танках, а также на днище, где отсутствует воздействие льдин на обшивку, сохранилось. Общая коррозия бортов наблюдается в скуловой части. Куски ржавчины скапливаются в этом районе между бортом

и продольными связями в месте перехода к ровному днищу. В некоторых из продольных связей в скуловой части на протяжении всей их длины нет вырезов. За ними скапливается отслоившаяся ржавчина. Причем, больше ее сосредоточено по углам шпаций.

Естественно, что отсутствие вырезов в связях способствует увеличению в танках массы неоткачиваемых отложений и потере провозоспособности судна.

Коррозия в двойном дне, не вызванная ударами льдин, в виде пятен разных размеров чаще встречается на углах элементов набора корпуса судна и местах, видимо, плохо подготовленных к нанесению покрытия.

Подволок междудонных танков на танкере «Уренгой» (и, видимо, на других танкерах тоже) не покрыт антикоррозионной краской «Колтуриент», поэтому подвержен сильной равномерной коррозии. Куски ржавчины отслаиваются и падают на днище, перемешиваются с илистыми отложениями и собираются в размытые кучки в местах, где отсутствует или очень незначительна скорость перетекания через набор. Известно, что превращение металла в ржавчину сопровождается увеличением его объема в 6 — 10 раз.

Защитное покрытие на днище сохранилось хорошо. Коррозия наблюдается на выступающих острых кромках элементов набора, а также на бортах в районе переменной ватерлинии. При плавании в тяжелых зимних условиях льдины ударяют о борт и делают в нем вмятины, вследствие чего покрытие дает трещины и затем отслаивается, а борт сильно корродирует (цветет). Особенно сильно покрыты ржавчиной первые бортовые танки, которые выдерживают основную ледовую нагрузку при движении судна.

Поскольку антикоррозионное покрытие на судоремонтных заводах Дальневосточного региона при ремонте танкеров не восстанавливается, то его сохранение является важной задачей экипажа. С этой целью рациональнее применять покрытие, которое было бы более ударостойким, то есть приближалось к свойствам обычных красок.

## **1.5. СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА, ПАЛУБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ**

**1.5.1. Якорное устройство.** Установленное на судне якорное устройство имеет следующие основные параметры.

Номинальное усилие на звездочке якорного устройства составляет 16,5 т, мощность приводного, водонепроницаемой конструкции, трех-

скоростного электродвигателя 41,5 кВт при частоте вращения 705 мин<sup>-1</sup>. Паспортная средняя скорость выбирания одного якоря 11 м/мин. Длина якорных канатов 577,5 м, калибр цепи 56 мм, материал — сталь третьей категории прочности, число смычек — 21. Масса станového якоря — 5,25 т; количество якорей — 3 (один запасной), выступающих за наружную обшивку корпуса судна. Шток короче, чем у якорей отечественной конструкции аналогичных параметров. Имеется устройство дистанционной отдачи якоря из рулевой рубки и указатель длины вытравленной цепи. Устройство отдачи жвакогалса расположено на баке рядом с брашпилем.

Якорное устройство с постройки имеет большое количество эксплуатационных недостатков, к числу которых относятся следующие.

Обводы корпуса и расположение клюзовых труб таковы, что якорь не втягивается свободно в клюз при любом положении лап. А при их обращении в сторону корпуса шток не входит свободно в клюз, и заводка якоря оказывается невозможной. Чтобы ее осуществить, применяется травление цепи якоря до воды и ниже, а затем повторная заводка. При этом применяется разворот звеньев цепи ломиком. Для удачной установки требуется до нескольких приспусков с последующим подъемом, на что затрачивается до 1,5 — 2,0 ч боцманом и двумя матросами. При таком подъеме якоря обшивка по левому и правому бортам в районе касания лапами корпуса имеет местные вмятины со стрелкой прогиба 50 — 75 мм, площадью 0,5 — 0,7 м<sup>2</sup>.

При осадке в грузу, равной 9,2 м, нижняя кромка якоря находится от уровня воды на высоте всего 2 м. При незначительной качке якоря постоянно находятся в воде, создают буруны при движении судна и способствуют разбрызгиванию воды, которая ветром сносится на полубак и грузовую палубу. В зимнее время при движении в торосистых льдах лапы якоря испытывают удары о лед и корпус. В результате чего на наружной обшивке образовались местные вмятины со стрелкой прогиба 50 мм площадью около 0,5 — 0,7 м<sup>2</sup>.

На звездочках брашпиля в местах захвата и касания звеньев имеется выработка на зубьях глубиной 6 — 10 мм, длиной 80 — 90 мм и шириной 15 — 30 мм.

При выбирании канатов наблюдается перекручивание звеньев при проходе через цепной стопор. Все звенья скользят по горизонтальным ребрам стопора, в то время как через одно — звенья должны проходить желоб стопора в вертикальном положении, но они в него не попадают. В результате наблюдается выработка горизонтальных ребер стопора до



2 — 6 мм, звеньев цепи до 1 — 3 мм. Из-за неправильного расположения звеньев не обеспечивается надежное стопорение цепи.

В целом необходимо отметить неудачное конструктивное расположение стопора ролика и звездочки.

При выборе якоря электродвигатель брашпиля работает с перегрузками до 60%.

Указанные выше недостатки приведены на основании испытаний якорного устройства на танкере «Березово» в декабре 1976 г. (третье судно в серии) с целью предъявления претензий заводу-строителю «Раума-Репола». Однако они не были приняты к устранению и по мере эксплуатации накапливались.

Так, низкое расположение якорей над водой усугублялось тем, что при полной загрузке судна и носовых топливных танков осадка носом увеличивалась на 0,6 — 0,8 м. А при сильном обледенении судна, когда на бак и носовую часть грузовой палубы намерзает до 800 — 1200 т льда, осадка носом увеличивается на 1,5 м. Таким образом, якорь оказывается при движении судна в районе воздействия ледового поля, тем более торосистого, что характерно для порта Магадан и условий Арктики. Такие обстоятельства могут явиться причиной потери якоря или повреждения обшивки корпуса судна.

Наблюдается большое трение цепей:

в клюзе из-за его неоптимального наклона;

в цепном стопоре из-за перекручивания цепи в палубных роликах.

В результате, в эксплуатации наблюдается усиленное истирание клюзов, звеньев и горизонтальных направляющих стопора. Это вызывает необходимость производить более частые ремонты и наплавку изношенных деталей.

Кроме этого, при перекручивании якорных цепей крепление их винтовыми стопорами делается невозможным.

Наблюдается ослабление практически всех контрфорсов, их свободное перемещение относительно поперечной оси звена с последующей потерей, удлинение выше действующих норм и преждевременный выход из строя канатов. В качестве полумеры применяется разворот цепей, концы ее меняются местами. Изношенный опускается в цепной ящик, а неизношенный — крепится к якорю. За каждый ремонт судна исправляется до 200 дефектных звеньев, что увеличивает эксплуатационные затраты.

Приморское морское пароходство рекомендует применять литые смычки из стали категории прочности II вместо установленной категории III.

Из-за перегрузки электродвигателя брашпиля при подъеме якоря происходит его частое самоотключение, так как срабатывает защита. Поэтому при встречном ветре без подработки главного двигателя выборка якорей не обеспечивается. Вследствие чего возникла необходимость замены электродвигателя. На судах силами Находкинского судоремонтного завода фирменный электродвигатель брашпиля заменен на отечественный марки МАП-721 мощностью 63 кВт.

С момента постройки наблюдалось проскальзывание звеньев якорной цепи в звездочках брашпиля из-за несоответствия их размеров, что потребовало дополнительных ремонтных работ в процессе эксплуатации.

Требуется также перенести якорный клюз, идущий в канатный ящик, до положения беспрепятственного движения цепи.

Учитывая частые якорные стоянки в тяжелых условиях Дальневосточного бассейна и северо-восточного сектора Арктики, рекомендуется добавить по две смычки к якорным цепям для увеличения держащей силы, так как в эксплуатации якоря часто ползут. За прошедший период эксплуатации к якорным цепям танкеров Приморского морского пароходства добавлено по одной смычке.

Для обеспечения надежной и безопасной стоянки при распаузке в портах Арктики и рейдах северных рек, по мнению эксплуатационников, необходимо предусмотреть установку кормового якоря.

В эксплуатации наблюдались случаи самопроизвольной отдачи якоря на подходе к месту стоянки, не имевшие аварийных последствий, например, дважды на танкере «Березово», что объясняется неисправностью тормозной системы.

Из-за недостаточной длины откидного гака жвакогалса наблюдались случаи самопроизвольной отдачи коренного конца якорной цепи под действием собственной массы. Это потребовало изменения конструкции жвакогалса.

К числу недостатков также относится то, что короткий клюз, изготовленный под якорь с укороченным штоком, не позволяет при необходимости без большой переделки применить отечественный аналог. Шток якоря в этом случае будет выступать над палубой.

В эксплуатации наблюдались случаи сгорания электродвигателей брашпиля из-за попадания в них масла, например, на танкерах «Нижевартовск» и «Усинск». Это происходило из-за того, что забортная вода попадала через резиновое уплотнение в масло, а оно попадало в электродвигатель. Резиновое уплотнение под воздействием неблагоприятных внешних условий сворачивается и своих функций не выполняет. Требуется изменить конструкцию уплотнения вала.

Имели место также трещины в корпусе приводного электродвигателя с последующим попаданием в него воды и выводом брашпиля из действия.

Система дистанционной отдачи якоря с мостика находится в нерабочем состоянии на всех судах из-за разрыва шлангов воздуха высокого давления. А в последующем их замена не производилась.

Счетчик длины вытравленной якорной цепи также не работает практически с момента постройки на всех судах из-за ненадежного крепления магнитов — датчиков вращения на брашпиль.

Учитывая тяжелые условия эксплуатации танкеров в Дальневосточном бассейне (см. раздел 6.2 «Обледенение»), целесообразно вместо брашпильей устанавливать якорные шпиль по типу судов «Амгуэма». Все электрооборудование необходимо размещать под палубой бака. Можно также применять покрытие палубы бака, а швартовку осуществлять через лацпорты. Однако в закрытых помещениях такого типа наблюдается падение сопротивления электрооборудования, что необходимо учитывать. Якоря для судов ледового плавания необходимо располагать в нишах.

Брашпиль имеет около 40 точек для штуцерной смазки. Ниппеля находятся в тяжелых условиях эксплуатации, их забрызгивает и заливает забортной водой, зимой они обмерзают, ржавеют. Поэтому для обеспечения нормальной смазки требуются большие трудозатраты. Лучше смазку брашпиля делать колпачковой (типа тауфера). При ожидании отдачи якоря всегда можно найти время для поджатия масленок и таким образом обеспечить смазку.

Следовательно, эксплуатация якорного устройства, имеющего такое большое число недостатков, основная часть которых относится на счет неудовлетворительной проектной проработки, связана с большими трудозатратами экипажа по текущему обслуживанию и большими расходами на ремонт. Низкая надежность и недостатки конструкции не позволяют использовать автоматизацию в такой мере, как это требуется для современных судов.

Естественно также, что с такими эксплуатационными показателями якорное устройство не отвечает классу автоматизации А2.

К аналогичному выводу можно прийти, рассматривая эксплуатационные качества других палубных механизмов судна и устройств, например, швартовного, грузового, рулевого.

**1.5.2. Швартовное устройство.** В его состав входят четыре автоматические швартовные лебедки, электроприводные, трех-

скоростные, номинальной мощностью 38 кВт, с тяговым усилием от 2 до 8 т, и другое необходимое оборудование. Швартовное устройство обеспечивает самостоятельную буксировку, проводку за ледаколом на усах, швартовку к причалу любым бортом, лагом и кормой, швартовку к другому судну с обоих бортов.

К основным недостаткам швартовного устройства, выявленным в процессе эксплуатации, относятся следующие.

Отсутствует специальное устройство для буксировки за ледаколом на усах. Этот наиболее распространенный случай движения в торосистом льду оказался не обеспечен технически с момента постройки. Отсутствует также устройство быстрой отдачи буксира в режиме хода на усах.

Количество автоматических швартовых лебедок, расположенных в носовой и кормовой частях судна, недостаточно для безопасного и удобного выполнения швартовых операций.

При существующем с момента постройки расположении автоматических швартовых лебедок на баке можно пользоваться только тросом, сходящим с носовой части барабана лебедок. Трос со средней и кормовой частей барабана трется о кожушки электродвигателей носовых грузовых лебедок, что может привести к его повреждению. В последующем для устранения этого недостатка выполнено смещение автоматических швартовых и грузовых лебедок. Швартовые концы защемляются между редуктором и барабаном автоматической швартовой лебедки, что потребовало установки отбойных козырьков.

При значительных натяжениях, возникающих в процессе эксплуатации, наблюдается стравливание тросов с турачек швартовых лебедок за счет их малых диаметров и приливов недостаточного размера.

Часты швартовки кормой (порты Владивосток, Магадан, Петропавловск-Камчатский), когда необходимо заводить до восьми концов. В этих условиях отмечается недостаточное количество и малая высота швартовых кнехтов в корме. При сильном боковом ветре (7 — 8 баллов) на одном кнехте приходится крепить до трех швартовых концов. В результате количество накладываемых шлагов мало, вследствие чего швартовые концы не держат, наблюдается их периодическое потравливание. Это требует постоянного наблюдения за швартовыми концами и небезопасно. Для устранения выявленного недостатка в эксплуатации стали применять крепление одного конца на двух швартовых тумбах («одесский метод»). Надежность крепления при использовании этого метода не возрастает, но уменьшается периодическое потравливание концов.

При погрузке в порту Находка через стендеры требуется точная постановка относительно причала и периодическая перетяжка под другой стендер при смене сорта груза. Это связано с одновременным потравливанием концов на баке (корме) и выбором на корме (баке). Перетяжка судна требует периодического привлечения практически всей швартовной команды по 5 — 6 человек на корме и баке, что в условиях ограниченного времени стоянки трудно обеспечить. Крайне необходимо совершенствование процесса перетяжки за счет применения автоматических швартовых лебедок.

На грузовой палубе отсутствуют устройства для крепления концов малых плавсредств, что затрудняет их швартовку.

При буксировке танкера ледаколом деформируются и повреждаются кнехты и буксирные клюзы. Эти же явления, но выраженные в меньшей степени, имеют место и при выполнении швартовых операций.

**1.5.3. Грузовое устройство.** В носовой и средней частях судна установлено по две грузовые стрелы, грузоподъемностью до 5 т для обслуживания сухогрузного трюма и грузовой раздаточной колонки соответственно. В кормовой части установлена одна стрела грузоподъемностью 2 т для подъема снабжения, запчастей и трапа. Носовые стрелы обслуживают две грузовые лебедки, в средней части судна и на корме — по одной. Лебедки электроприводные, трехскоростные, мощностью 22, 15 и 5 кВт.

Грузовое устройство, расположенное на баке, не используется в связи с нецелесообразностью эксплуатации сухогрузного трюма по прямому назначению.

Вооружение стрел для обслуживания грузовой колонки трудоемко, требует обслуживания до четырех человек. Но этих людей оказывается достаточно для того, чтобы выполнить шланговку вручную, и смысл применения такого грузового устройства пропадет. Далее, одна грузовая лебедка не может одновременно обслуживать оба борта, как это иногда требуется в эксплуатации, например, при распаулке.

Спуск кормовых плавсредств при помощи грузовой стрелы затруднен из-за ее малого вылета и необходимости привлечения двух сигнальщиков для управления спуском (на палубе юта и шлюпочной). Объясняется это тем, что основного (ютового) не видно от поста управления лебедкой.

Велики трудозатраты на уход за лебедками, такелажем и грузовыми колоннами (обивка и покраска). Валы лебедок и подшипники корродируют, так как они изготовлены открытыми и не отвечающими требованиям морского исполнения.

Грузовые колонны, установленные в носовой и средней частях судна, ухудшают обзор при управлении судном, имеют массу, равную 41,5 т. За 20 рейсов, совершаемых в год на линиях Владивосток, Находка — Магадан, Петропавловск-Камчатский, танкер типа «Самотлор» мог бы дополнительно перевезти 800 т груза.

Применение грузовых стрел в качестве грузового устройства на момент постройки судна уже являлось морально устаревшим техническим решением. На танкерах, построенных для своих нужд, в мировой практике в тот период уже применяли грузовые краны.

**1.5.4. Рулевое устройство.** Основными эксплуатационными недостатками рулевого устройства с момента постройки являлись следующие.

При снижении скорости хода до 3 узлов танкер перестает слушаться руля. Это сильно затрудняет проходы судном каналов, узкостей, рек, маневры в порту, на рейдах и послужило причиной навалов на причалы, а также судов друг на друга при швартовке.

Предположительно, от сильной вибрации в стенках алюминиевых бачков подпиточного масляного насоса появляются трещины и наблюдаются протечки масла.

При плавании во льдах имеет место скручивание баллера, деформация и разрывы обшивки пера руля из-за недостаточной прочности.

Наблюдается перегревание насосов рулевой машины в тропиках вследствие недостаточной вентиляции румпельного отделения.

Все перечисленные выше недостатки не устранены и имеют место по настоящее время.

## 2. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРА

### 2.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Величина отношения суммарной емкости грузовых танков для судов типа «Самотлор» к дедвейту составляет лишь  $\sum V_{\text{ГТ}}/DW = 1,04$ . Танкера-продуктовоза — аналога подобной конструкции — мировая практика танкеростроения не знает. Для продуктовозов, подобных по основным параметрам танкеру «Самотлор», отношение суммарной вместимости грузовых танков к дедвейту составляет 1,4.

Во избежание мертвого фрахта, то есть посадки по грузовую марку при перевозке легких сортов нефтепродуктов на коротком плече при проектировании танкеров, определению удельной погрузочной кубатуры уделяется большое внимание.

Так, по данным В. М. Векслера, минимальная вместимость грузовых танков определяется по следующей формуле [5]:

$$\sum V_{\text{ГТ}}^{\text{min}} = \frac{kP_{\text{Гр}}}{\gamma_{\text{Гр}} \cdot 0,985 \cdot 0,97}, \text{ м}^3,$$

где  $P_{\text{Гр}}$  — полезная грузоподъемность;

$\gamma_{\text{Гр}}$  — удельный вес наиболее легкого из перевозимых грузов;

0,985 — коэффициент, учитывающий уменьшение вместимости танков за счет объема, занимаемого наружной обшивкой, переборками, набором, системами, устройствами и другими конструкциями;

0,97 — коэффициент недолива, учитывающий температурное расширение груза;

$k$  — коэффициент, предусматривающий избыток кубатуры танков на случай укороченной дальности плавания судна, когда за счет сокращения принимаемого количества топлива можно было бы увеличить количество принимаемого груза.

По данным С. И. Логачева [18], объем грузовых емкостей для танкеров дедвейтом до 25000 т определяется из условия перевозки бензина  $\gamma = 0,70 \text{ т/м}^3$ . При этом запасы воды, топлива, масла, снабжения и провизии рассчитываются на минимальную по протяженности линию эксплуатации.

В работе Н. Н. Родионова [23], обобщающей опыт мирового танкеростроения, предлагается даже для крупнотоннажных танкеров выбирать грузоместимость из условия загрузки судна по летнюю грузовую марку нефтью с удельным погрузочным объемом  $1,24 \text{ м}^3/\text{т}$ . Такому условию соответствует  $\gamma = 0,80 \text{ т/м}^3$  при заполнении танков на

99%. При этом грузоподъемность определяется, исходя из запасов топлива, воды и снабжения на 12 дней плавания при эксплуатационной скорости.

В нашем же случае полное использование грузоподъемности при 98% заполнения грузовых емкостей на основных направлениях перевозок возможно лишь при  $\gamma = 0,94 \text{ т/м}^3$  для перевозимых нефтепродуктов.

Приведенные данные по определению суммарной вместимости грузовых танков хорошо согласуются со статистическими материалами  $\sum V_{\text{ГТ}}/DW$  по результатам построенных танкеров, о которых упоминалось выше.

Из опыта эксплуатации отечественного танкерного флота известно, что танкер типа «Казбек» с отношением  $\sum V_{\text{ГТ}}/DW = 1,17$  имел неудовлетворительные экономические показатели при работе на линиях короткой протяженности за счет мертвого фрахта.

Рассмотрим проектную провозоспособность танкера типа «Самотлор».

Анализ рейсов, выполняемых судами этого типа, показал следующее. Основное направление их использования — перевозки нефтепродуктов из портов Владивостока и Находки на Петропавловск-Камчатский и Магадан. Они составляют 70% общего объема перевозок. Следовательно, эффективность использования этих танкеров в первую очередь необходимо рассматривать на этих направлениях.

Дедвейт танкера 17200 т. Запасы воды, топлива, масла, хозяйственные по данным отчетной судовой документации на рассматриваемые рейсы составляют 700 т из расчета 10 суток ходового времени (максимальное расстояние 2900 миль), 2,5 суток стоянки в порту разгрузки. Грузоподъемность танкера при этих запасах составляет 16500 т. По отчетной судовой документации среднее количество груза, перевозимое за рейс этими танкерами, составляет 16000 т. Отклонения среднего значения в меньшую сторону составляют 3600 т, а в большую — 900 т. Средняя рейсовая провозная способность определена с учетом перевозки 1100 т мазута в носовых топливных диптанках (8-й и 9-й левого и правого борта) и 300 т — в отстойных танках моечной воды.

Средняя фактическая продолжительность рейса по отчетной судовой документации составляет 16 суток. Эксплуатационный период танкеров принимаем 320 суток. Тогда количество рейсов, совершаемых в год, равно 20.

Средняя годовая провозоспособность одного танкера типа «Самотлор» на Петропавловск-Камчатском и Магаданском направлении равна 320000 т и определяется по зависимости



$$D = P_{\text{гр}}^{\Phi} n,$$

где  $P_{\text{гр}}^{\Phi}$  — фактическое количество груза, перевозимого за рейс;  
 $n$  — количество рейсов в год.

Средняя месячная провозоспособность из полученных данных равна 26700 т.

Из приведенных выше данных вытекает, что количество ежереисно неперевозимого груза из-за дефицита вместимости грузовых танков составляет 500 т (разница между грузоподъемностью танкера и фактической провозоспособностью).

Определим годовой объем фактически неперевозимого груза из-за неполного использования грузоподъемности 12 танкерами ПМП по формуле

$$D_{ai} = zn\Delta P = 12 \cdot 20 \cdot 500 = 120000,$$

где  $z$  — число танкеров;  
 $n$  — количество рейсов в год;  
 $\Delta P$  — количество ежереисно неперевозимого груза (т) из-за дефицита вместимости грузовых танков.

При сравнении с годовой провозоспособностью видим, что эти потери эквивалентны выводу из эксплуатации одного танкера типа «Самотлор» на 4,5 месяца.

Положив полный срок службы танкера равным 20 лет, получим, что это эквивалентно выводу из эксплуатации одного танкера на 90 месяцев, или 7,5 лет.

С другой стороны, если бы потерь грузоподъемности не было, то есть танкер был бы спроектирован так, что его грузоподъемность использовалась бы полностью, то это по отношению к существующему положению эквивалентно вводу в эксплуатацию одного танкера типа «Самотлор» на 7,5 лет.

Фактическое количество груза, перевозимое за рейс, 16000 т определено, как указано выше, с учетом перевозки груза: в отстойных танках мочной воды 300 т и в носовых топливных диптанках 1100 т. По эксплуатационным и техническим причинам груз в этих емкостях перевозится не всегда. Поэтому полное количество фактически неперевозимого груза в этом случае нужно просуммировать. Оно равно 1900 т (500 т + 300 т + 1100 т).

Проведя аналогичные расчеты, получим следующие результаты.

Годовой объем неперевозимого груза из-за неполного использования грузоподъемности 12 танкерами составляет 456000 т. Это эквивалентно

исключению по годовой провозоспособности из состава действующего флота ПМП 1,4 единиц танкеров типа «Самотлор».

На двух танкерах этого типа, находящихся в составе Латвийского морского пароходства, отстойные танки моечной воды и носовые топливные диптанки для перевоза груза не используются вообще.

Использование этих емкостей для перевозки груза проблематично, так как отстойные танки моечной воды и носовые диптанки не приспособлены для этих целей. Они не имеют нужных систем замера уровня груза, трубопроводов приема и выдачи, удовлетворяющих выполнению грузовых операций, не оборудованы соответствующими насосными средствами и не модернизированы в процессе эксплуатации.

При полной загрузке прием нефтепродуктов в носовые топливные диптанки вызывает дифферент танкера на нос, равный 0,6 — 0,8 м. Естественно, это ведет к снижению эксплуатационной скорости и ухудшению экономических показателей танкера. Поэтому выигрыш от перевозки дополнительного количества груза уменьшается. Однако затруднительно оценить этот вариант без дополнительных испытаний по определению снижения эксплуатационной скорости за счет дифферента на нос.

При оценке этого варианта необходимо также учесть дополнительное обмерзание танкера в зимний период, так как такая загрузка ведет к большому зарыванию танкера в волну носом и усиленному брызгообразованию, а следовательно, и к большому обмерзанию на переходе зимой.

При дифференте на нос и ходе во льдах необходимо учитывать дополнительное погружение ледового пояса и меньшую защищенность носовой оконечности судна от торосов.

Определим значение суммарной кубатуры грузовых танков для контрактного дедвейта 14500 т. Величина отношения  $\sum V_{\text{ГТ}}/DW = 1,24$ , то есть меньше требуемой, равной 1,4 для танкеров-продуктовозов такого дедвейта. Значение суммарной кубатуры грузовых танков, при которой будет полностью использоваться полезная грузоподъемность танкера, на 40% должно превышать величину дедвейта и равно 20300 т. Таким образом, недостающая кубатура для контрактного дедвейта составляет 2360 м<sup>3</sup>.

Тем не менее, фирма-изготовитель предложила без дополнительной оплаты увеличение контрактного дедвейта с 14500 до 17200 т. Предположительно, это могло произойти из-за того, что фирма-изготовитель имела прототип, от которого невыгодно было отступать, и

требовалось, кроме того, улучшить некоторые параметры судна, например, качку. Уменьшить в этом случае метацентрическую высоту оказалось возможным только путем увеличения загрузки.

Но пути изменения контракта неисповедимы. Как отступление рассмотрим еще один случай.

В начале 1970-х Япония монопольно осуществляла вывозку леса по Амуру на баржах водоизмещением 5000 т методом толкания, широко известных как баржебуксирные составы (ББС). Чтобы исключить создавшееся положение, нами были заказаны в Японии аналогичные ББС. В процессе проработки проекта японская сторона предложила увеличить их водоизмещение до 10000 т без дополнительной оплаты. Наша сторона согласилась. В результате получились ББС, которые по условиям осадки не были пригодны для плавания по Амуру. Японская сторона сохранила на некоторое время прежнюю районную монополию на вывоз леса. Мотивы таких поступков не лежат на поверхности явлений.

## **2.2. УЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ГРУЗА**

Для осадок носом и кормой менее 4 м отсутствуют марки углублений. При полностью разгруженном судне его носовая часть поднимается до уровня, при котором прочесть осадку уже невозможно. Для определения количества груза, «бывшего» на судне, по значениям осадок прибегают к приему балласта в один из центральных грузовых танков до ухода под воду марок углублений. Такой способ был применен, например, на танкере «Уренгой» при сдаче патоки в порту Гуль (Великобритания).

Отметим также, что на практике для определения величины осадки судна используют замеры от грузовой палубы до уровня моря.

Косвенный способ определения количества груза, за счет приема балласта в грузовой танк, естественно, вносит дополнительные погрешности, которыми не упускает воспользоваться приемщик груза, преследуя выгоду для фирмы, оборачивающуюся личной. Кроме того, при этом способе имеют место большие потери стояночного времени у причала. Так, на танкере «Уренгой» время приема груза во второй центральный танк составило 3 часа.

Прием балласта в постоянные балластные танки для увеличения осадки носом не практикуется. Это объясняется тем, что система замера уровня в них пневмеркаторная и имеет большую погрешность замера, чем

поплавковая система, используемая для грузовых танков. Погрешность первой исчисляется долями метра, а второй  $\pm 1$  см. Использование установленной пневмеркаторной системы для учета количества принятого на борт чистого балласта допустимо, так как такой учет не требует высокой точности. Балласт в постоянные балластные танки всегда принимают полностью, и это служит косвенной мерой учета его количества. Для эксплуатации достаточной точностью учета балласта на судне являются тысячи тонн, а в ряде случаев — сотни тонн. Естественно, что такой подход неприемлем для учета количества перевезенного груза.

С точки зрения точности учета количества груза и балласта системы замера уровней выбраны верно. Однако здесь иногда проявляется несовместимость использования систем и невозможность совмещения грузовых и балластных операций.

Из сказанного выше следуют два вывода.

1. Необходимо предусматривать марки осадок судна носом и кормой от состояния «порожнем» до «максимальной загрузки». Потребность определения водоизмещения судна периодически возникает в условиях эксплуатации, как для уточнения количества слитого груза, так и для уточнения судовых запасов: неучтенных, воды, топлива, масла, провизии, снабжения и прочих, а также водоизмещения судна порожнем.

2. Необходимо наличие равноточных систем замера, как груза, так и балласта, с тем чтобы не было ограничений на совмещение грузовых и балластных операций. Точность учета количества балласта в данном случае должна быть эквивалентна точности учета сдаваемого (принимаемого) груза. Если это условие не соблюдается, то, несмотря на наличие балластной системы, на совмещение грузовых и балластных операций может быть наложено ограничение из-за невозможности определения точного количества груза и балласта на борту судна.

По завершении погрузки в иностранных портах по действующей методике практикуется определение количества принятого на судно груза по осадкам носом, кормой и на миделе. Полученные результаты затем сверяют с грузовой шкалой судна. Для танкеров типа «Самотлор» расхождение этих двух показаний растет с увеличением осадки и достигает 500 т для судна в полном грузу.

Находясь в эксплуатационном рейсе Находка — Бангкок (Тайланд) — Филикстоу и Хал (Великобритания) на танкере «Уренгой», автор был свидетелем ниже описываемых событий.

После погрузки паточки, вследствие расхождения показаний в определении дедвейта судна по осадкам, а затем по грузовой шкале, на

отмеченные выше 500 т, грузоотправитель отказался закрывать грузовые документы. И судно вынуждено было в таком состоянии выйти в рейс. А при сдаче груза с открытыми документами грузополучателю легче доказывать недостачу. При окончательном оформлении документов на сдачу патоки в порту Хал грузоотправителем было предложено уменьшить количество сданного груза на 1,4%, на что грузоперевозчик в лице второго штурмана согласился. Эти переговоры носили характер само собой разумеющихся дел.

Негласная цифра систематически условно несдаваемого груза может колебаться в пределах 1,0 — 1,4%, она практически существует всегда и является подарком грузополучателю. Указанная выше цифра появилась в результате наших государственных норм, как потери груза в пути, и может быть оформлена документально. Причем, все грузополучатели о ней хорошо проинформированы.

Не все грузоперевозчики соглашаются с такой постановкой вопроса, потому что по замерам в танках этот груз есть. Но также не все из них выдерживают возникшую при этом дискуссию о перемере груза в береговых емкостях, ввиду ухудшения отношений грузоперевозчика с грузоотправителем, задержкой своего судна у причала и ожидающих своей очереди на разгрузку и т. д. Сказывается также психологический настрой — «наше — не мое». С другой стороны, ратовать за правду, например, за перемер принятого груза в береговых емкостях, — бессмысленно. Начальные уровни в них судовому экипажу не сообщаются, а куда шел прием и был ли дополнительный расход из тех или иных емкостей в период разгрузки танкера, неизвестно.

Иногда по завершении слива грузополучатель невинно заявляет, что не хватает столько-то тонн груза. Цифра недостачи, естественно круглая, лежит в пределах нормированных потерь груза в пути. И хотя по судовым замерам этой недостачи не числится, с ней тоже соглашаются.

Со временем эта практика стала системной. С одной стороны, она объясняется возможностью списать этот условно недостающий груз, а с другой — перевозчик не несет потерь, так как стоимость фрахта, которую он получает, значительно меньше, чем стоимость груза. Но интересы грузоотправителя здесь в явном виде не фигурируют.

При исследовании эксплуатационных качеств отечественных танкеров встречались случаи, когда грузовой помощник имел на борту лишний груз сверх оговоренного до 300 т на танкере типа «София». Тем не менее, без сакраментальных потерь нефть сдавать не удавалось.

Существует еще способ уменьшения количества сданного груза. Он состоит в следующем. По окончании грузовых операций представитель получателя бросает в осушенный танк футшток, чтобы убедиться в качественной зачистке. В действительности так это и есть. Но футшток всегда будет иметь отметку о наличии груза, потому что на днище танка всегда есть неоткачиваемые остатки. Тем не менее, по результатам нескольких бросаний определяется среднее количество сантиметров, которое показывает футшток, и предлагается умножить полученные показания на суммарную площадь грузовых танков и это количество нефтепродукта в отчетные документы не включать. Спор по этому вопросу выиграть тоже трудно.

В процессе эксплуатации очень редко учитывается нефтепродукт, оставшийся в береговом трубопроводе после разгрузки танкеров.

Погрешности в определении количества груза на борту вносит также неверная информация фирмы-строителя об основных характеристиках судна. Так, по данным Приморского морского пароходства дедвейт танкеров типа «Самотлор» меньше проектного на 250 — 300 т.

Известно также, что строительные размеры серийных судов имеют допуски, исчисляемые долями метра. Тем не менее, калибровочные таблицы вместимостей грузовых танков выпускаются на всю серию танкеров по прототипу головного судна. А на нем калибровочные таблицы определяются по чертежам. Такой подход естественно вносит погрешности в оценку количества принимаемого и сдаваемого в эксплуатационных условиях груза.

Точность существующих систем замера уровня груза в условиях эксплуатации систематически не изучалась. Как отмечалось выше, пневмеркаторные системы при отсутствии постоянной подрегулировки в условиях эксплуатации имеют погрешность замера, исчисляемую долями метра. Поплавковые, по паспортным данным, дают точность  $\pm 1$  см. Еще более высокую паспортную точность имеют системы локационного типа. Но известно, что последние дают большую погрешность измерения при качке, в процессе передачи груза на другие суда в открытом море и на рейде.

Естественно, что неточности в определении количества сдаваемого груза снижают экономические показатели рейса танкеров, приносят большой ущерб грузоотправителю.

По оценке ЦНИИМФ, средняя погрешность существующих систем замера уровня груза на отечественных танкерах составляет  $\pm 2,7\%$ . Естественно, что при сдаче груза она действует со знаком минус.

Поскольку Российская Федерация ранее (бывший СССР) экспортировала до 100 млн. т нефти и нефтепродуктов в год, то потери должны составлять соответственно 2,7 млн. т в год. Примерно такое количество нефти и нефтепродуктов получали от грузоотправителя в качестве подарка страны — импортеры жидкого груза.

Сообщенные сведения, как качественная оценка явления, имеют место, но они не являются систематизированными. Этого можно достичь, выполнив целенаправленные исследования.

Решение вопросов точности учета груза при перевозках танкерами представляет большую и неотложную проблему, которая ждет своих исследователей.

## **2.3. ОБИТАЕМОСТЬ**

**2.3.1. Вибрация.** Корпус судна и его основные механизмы были построены с превышением норм вибрации. Это подтверждается результатами обследования и комплексных испытаний головного судна после первого года эксплуатации, а также рекламационными актами.

Так, при приемке судна и в его гарантийный период отмечалась усиленная вибрация следующих элементов конструкции корпуса и МКО.

На танкере «Надым» в период приемки на ходовых испытаниях от вибрации высыпались практически все балясины трапа, ведущего в кабину впередсмотрящего, установленную на салинге носовых колонок. Балясины были вварены снова, а стойки трапа были взяты на металлические тросовые растяжки. После этого вибрация не прекратилась, но трап сохранил целостность конструкции. На этом основании вопрос определялся фирмой-строителем закрытым.

Подвержены сильной вибрации на всех судах серии кабины впередсмотрящего до такой степени, что в них невозможно находиться, а также носовая сигнальная и кормовая мачты. На головном танкере серии был обрыв фок-мачты в гарантийный период.

Имела место сильная местная вибрация надстройки на палубе юта, обрывы леерных ограждений по всему судну и кронштейнов крепления трубопроводов на грузовой палубе, обрывы крышек и сеток головок воздушных труб, а также разрушение трубок системы гидравлического управления поворотными затворами грузовой системы. При ходе в грузу повышенная вибрация кормовой части судна привела к появлению

трещин в грузовых и бункерных трубопроводах кормовой приемки и выдачи, а также в конструкции площадок для их обслуживания.

На танкере «Уренгой» в каюте капитана невозможно было писать из-за вибрации ни в гарантийный период, ни после него.

При обследовании танкера «Самотлор» в гарантийный период отмечалось, что хотя местная вибрация надстройки и не регламентируется Правилами Регистра, тем не менее, она превышает допустимую величину, согласно действующим санитарным нормам, в 10 раз.

В гарантийный период наблюдались отказы из-за повышенной вибрации основных механизмов МКО. К ним относились:

- многочисленные обрывы крепежа щитов картера главного двигателя, а также трещины в фундаментной раме;

- обрывы крепления газовыпускного тракта главного и вспомогательных двигателей;

- разрушение газовой заслонки утилизационного котла и сервомотора управления ее открытием и закрытием;

- обрывы кронштейнов крепления трубопроводов МКО.

Отмеченные недостатки подробно отражены в перечне замечаний по результатам комплексных испытаний головного танкера с целью распространения их на серию.

Однако все суда были построены без учета этих замечаний, так как каких-либо конструктивных изменений, направленных на снижение уровня вибрации по судну в целом, не было.

Последствия, к которым привел такой подход, можно проиллюстрировать на примере состояния ЭУ судна. Естественно, что следует учитывать дополнительные факторы, отрицательно сказывающиеся на техническом состоянии: штормовые условия и работа во льдах.

Спустя непродолжительное время после гарантийного ремонта по главному двигателю, на всех судах серии возникли следующие дефекты:

- трещины в носовой части фундаментной рамы по картерным стойкам над и под рамовыми подшипниками;

- систематическое ослабление фундаментных болтов, вплоть до обрывов, самоотдачи и выпадения;

- ослабление анкерных связей, иногда сопровождаемое обрывом (танкер «Березово»);

- обрывы болтов, крепящих картерные щиты, и т. д.

По газовыпускному тракту главного двигателя можно отметить следующие дефекты:



трещины в гофрах температурных компенсаторов вплоть до случаев их полного разрыва;

ослабление крепления вплоть до обрыва болтов фланцевых соединений с выбросом через них выпускных газов;

трещины в кронштейнах креплений.

Утилизационный котел из-за вибрационных разрушений его основных деталей постоянно находится в нерабочем состоянии.

В МКО наблюдаются обрывы кронштейнов крепления трубопроводов, запасных деталей главного двигателя.

Более подробно указанные недостатки описаны в разделе, касающемся обобщения опыта эксплуатации судовой энергетической установки.

Но даже предварительный перечень недостатков позволяет сделать заключение, что последствия вибрации существенно снижают ТЭП судна, так как требуют значительных затрат на ремонт и простоев судна на его реализацию. Очевидно, что для уменьшения влияния вибрации на элементы ЭУ, необходимо уменьшать частоту вращения главного двигателя. Спустя 12 лет после ввода серии танкеров в эксплуатацию, средняя частота вращения главного двигателя составляет  $110 \text{ мин}^{-1}$ , ей соответствует эффективная мощность около 6000 кВт. Это в совокупности с другими причинами привело к снижению эксплуатационной скорости хода судна примерно на 2 узла.

В то же время снижение частоты вращения ГД ведет к отклонению его работы от оптимального КПД и соответственно к увеличению расхода топлива.

Но работа ГД на сниженной частоте вращения, вместе с тем, уменьшила остроту утяжеления винта и корпуса с возрастом судна. Не потребовалась обрезка винта.

Возможно, что произведенное снижение частоты вращения и мощности ГД (около 25%) для уменьшения влияния последствий от вибрации в данном случае соответствует требуемому запасу мощности ГД на утяжеление винта и корпуса в течение полного периода эксплуатации судна.

Для борьбы с последствиями от вибрации требуются дополнительные затраты на проведение научно-исследовательских работ. К ним относятся, например, исследования С. А. Худякова (Дальневосточный государственный технический университет), предусматривающие разработку рекомендаций по подкреплению повреждаемых конструкций и снижению уровня вибрации танкеров типа «Самотлор». Затем

требуются дополнительные затраты на реализацию рекомендаций на судах.

Сильная вибрация, наблюдаемая на судах рассматриваемой серии, естественно, отрицательно сказывается на состоянии здоровья экипажа.

Вредность подтверждается тем, что предположительно из-за вибрации на танкерах типа «Самотлор» не живут тараканы. А кошки выбрасываются на ходу за борт, так как у них парализует лапы.

Согласно переписке с парокhodством, отказом фирмы-строителя от решения проблем по вибрации послужило отсутствие указания на нее в рекламационных актах с судов, построенных вслед за головным танкером.

**2.3.2. Качка.** Судно имеет неудовлетворительные параметры качки. Особенно это относится к условиям балластного перехода. Так, при волнении моря свыше 4 — 5 баллов по шкале Бофорта и наличии балласта только в двойном дне и двойных бортах (около 6000 т) качка становится резкой и порывистой.

Рекомендуемый предел ускорения для бортовой качки, который не оказывает влияния на работоспособность и самочувствие людей, составляет  $0,1g$ ,  $m/c^2$ . Ускорение при качке определяется по формуле [21]

$$A = \frac{4\pi^2 B \sin \alpha}{T^2}, m/c^2,$$

где  $B$  — ширина судна, м;  
 $\alpha$  — угол наклона судна, град;  
 $T$  — период качки, с.

Еще в гарантийный период судна были зарегистрированы следующие параметры качки.

При балласте в 9000 т, регулярном волнении моря 6 — 7 баллов по шкале Бофорта,  $10 — 15^\circ$  курса судна к направлению бега волны углы крена достигали  $36^\circ$ , а период качки составлял 9 — 12 с.

Полученные расчетные значения ускорений составили 0,47 и 0,67g, что значительно превышает допустимую норму.

При балласте 6000 т, регулярном волнении моря 6 — 7 баллов, углы крена достигали  $45 — 50^\circ$ , а период качки 10 — 11 с. Расчетные значения ускорений составили 0,55 и 0,71g, что также значительно превышает допустимую норму.

Отмеченные параметры качки не позволяют использовать танкеры типа «Самотлор» для передачи топлива в открытом море рыболовным экспедициям. Один из танкеров серии возвратился из такого рейса, так и

не передав груз. Передача топлива на рыболовные суда осуществляется путем швартовки к танкеру лагом. Однако из-за стремительной качки танкера суда сильно бьются бортами, как при швартовке, так и при передаче топлива. Это может привести к аварийному повреждению корпуса судна и небезопасно в пожарном отношении.

Хотя по контрактным документам танкеры типа «Самотлор» предназначались и для передачи топлива рыболовным экспедициям, ни одно судно для этих целей не было использовано за первое десятилетие их эксплуатации в ОАО «Приморское морское пароходство».

В гарантийный период в рекламационных актах отмечалось, что стремительная качка приводит к следующему:

- полному прекращению ремонтных работ в МКО;
- крайне затруднительному перемещению экипажа по трапам, расположенным перпендикулярно к диаметральной плоскости судна;
- отрыву от палубы креплений по-штормовому у стульев и кресел;
- срыву со штатных мест ванн в санблоках;
- невозможности полноценного отдыха членов экипажа в койках.

В последующем, во время штормов, наблюдались обрывы крепления запасных деталей главного двигателя в МКО.

Таким образом, порывистая качка танкеров рассматриваемого типа при сравнительно частых штормах в основных районах плавания резко ухудшает условия жизни команды и эксплуатации механизмов, создает угрозу безопасности судна в целом.

Для борьбы с качкой на разных этапах предлагалось реализовать три способа:

- разработать систему успокоителей качки;
- установить скуловые кили;
- изменить схему балластировки танкера.

Первый способ для построенного танкера оказался неприемлемым и остался на уровне предложения.

Второй способ — установка скуловых килей — был реализован на всех судах. Он снижает, по данным результатов обследования головного судна, амплитуду качки на 25 — 30%. Положим снижение амплитуды на 30% для параметров, приведенных выше. Получим ускорения соответственно равными 0,33 и 0,47g; 0,38 и 0,50g.

То есть во всех случаях значения ускорений не достигли допустимых. Таким образом, этот путь не является радикальным. Кроме того, из опыта эксплуатации танкеров в Северо-восточном секторе Арктики и Охотском море известно, что установленные кили во льдах деформируются и

обрываются частично или полностью. Частично оборванные и деформированные кили препятствуют затем движению судна на свободной воде за счет дополнительного сопротивления. Иногда оборванный и загнутый конец кили на ходу раскачивается и стучит по корпусу судна. Следовательно, для танкеров ледового класса этот способ улучшения показателей качки нельзя признать удовлетворительным. С одной стороны, он не позволяет достичь допускаемых ускорений качки, а с другой — гарантирован только до работы танкера во льдах.

К третьему способу борьбы за улучшение параметров качки относится изменение схемы балластировки танкера. В этом случае необходимо увеличивать количество принимаемого на борт танкера балласта против значений, рекомендованных фирмой-строителем. Так, для танкера «Самотлор» при приеме 11500 т балласта (полные танки чистого балласта, остальное — в грузовых) достигаются удовлетворительные параметры качки, согласно результатам испытаний в гарантийный период. При шторме 6 — 8 баллов и выше количество принимаемого на борт балласта по данным судовой отчетной документации составляет 14500 т, то есть практически равно полному грузу.

Общеизвестно, что танкеры имеют скорость хода в балласте выше на 1 — 2 узла, чем в грузу. Однако если количество принимаемого на борт балласта увеличивается, то скорость хода в балласте уменьшается за счет увеличения сопротивления движению. И, если количество балласта на борту приближается к количеству перевозимого груза, то отмеченный выигрыш в скорости теряется. Таким образом, танкер типа «Самотлор» по отношению к правильно спроектированному танкеру, имеющему нормальные параметры качки, будет уступать в скорости хода, чем будут ухудшены его ТЭП.

Полагая, что в танки чистого балласта может быть принято 5700 т, а остальные 5800 — 8800 т должны быть приняты в грузовые танки. Это связано с излишней работой винтовых грузовых насосов при следующих операциях:

- приеме балласта;
- перебалластировке в период мойки танков на переходе до порта погрузки;
- сливе балласта.

Увеличение времени работы насосов ведет к их дополнительному износу и, соответственно, затратам на эксплуатацию и ремонт, а также к дополнительной загрузке обслуживающего персонала.

Из-за коротких обратных переходов и частой штормовой погоды в рейсах на Петропавловск-Камчатский и Магадан, а также при перевозке односортных нефтепродуктов мойка грузовых танков может не производиться. В этом случае судно становится с грязным балластом под погрузку и вынуждено его сдавать в береговые емкости. На такую операцию может затрачиваться до полусуток лишнего стояночного времени у причала. Это существенно снижает ТЭП танкера и уменьшает пропускную способность причала. Примерно аналогичный отрицательный результат получим и при постановке под погрузку танкера с излишним количеством чистого балласта в грузовых танках, по отношению к танкеру с нормальными условиями балластировки.

На рис. 2.3.2 представлена гистограмма принимаемого за рейс балласта для танкера «Игрим». Ее анализ показывает следующее. Примерно 10% рейсов проходят с балластом около 6000 т, размещаемым в двойном дне и двойных бортах, то есть в танках чистого балласта. Это относится к плаванию в основном в южных широтах. Остальные, около 90% рейсов, требуют на переходе большей величины балласта. При умеренной погоде и волнении моря до

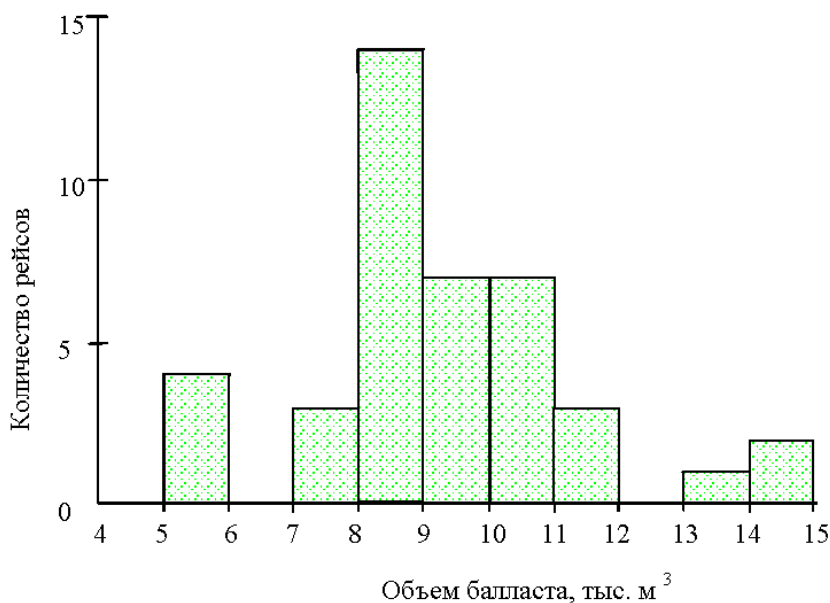


Рис. 2.3.2. Гистограмма принимаемого балласта за рейс на танкере «Игрим»

3 — 4 баллов обходятся балластом примерно в 9000 т, располагаемым в одной тройке грузовых танков, двойном дне и двойных бортах. Количество таких рейсов около 50%. При волнении моря до 7 — 8 баллов примерно в 30% рейсов принимают балласт в количестве 10000 — 12000 т. Оставшиеся примерно 10% рейсов при более тяжелых погодных условиях выполнены с балластом, близким к полному грузу танкера.

**2.3.3. Шум.** Согласно рекламационным актам, существующие уровни шума на судне во всем диапазоне частот и по всем помещениям превышают санитарные нормы на 10 — 30 децибел.

Источниками повышенного уровня шума являются:

главный двигатель в диапазоне высоких и средних частот;

гребной вал в диапазоне низких и средних частот;

сильная местная вибрация отдельных узлов конструкции судна (кормовая оконечность, тент под крыльями ходового мостика).

В некоторых случаях можно отметить недостаточную звукоизоляцию от шахты МКО, что справедливо для ЦПУ энергетической установки, капитанской палубы, радиорубки.

В заключение следует сказать, что никаких технических мероприятий, направленных на снижение уровня шума по судну, не было реализовано ни в гарантийный период, ни после него.

## **2.4. МЕРЫ БОРЬБЫ С НАКОПЛЕНИЯМИ НЕОТКАЧИВАЕМЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В БАЛЛАСТНЫХ ТАНКАХ**

Балластное пространство танкера (двойное дно и двойные борта) разделено двумя продольными переборками и двумя поперечными на 9 танков (3 емкости в двойном дне и 3 пары бортовых).

Главным недостатком балластных емкостей, сконструированных подобным образом, является отложение и накопление ила и других механических примесей в процессе эксплуатации на днище танкера и в горизонтальных связях набора.

Отложения ила в значительной степени способствует отсутствие средств для зачистки балласта. В среднем величина остатка воды в танках после остановки балластных насосов составляет несколько сот тонн. По замерам у кормовой переборки остаток составляет следующие величины:

в первых балластных танках около 25 — 30 см (клин начинается от 5 — 6-й шпации);

во вторых балластных танках — около 30 см (клин начинается от 7 — 8-й шпации;

в третьих балластных танках — 45 см (клин начинается от 7-й шпации).

На танкере «Березово» в отдельные периоды величина неоткачиваемого балласта достигала 1000 т, остаток в танках по замерам у кормовой переборки составлял 70 см.

Указанные отложения совместно с неоткачиваемым балластом вынуждают снижать дедвейт танкера, а следовательно, и количество перевозимого за рейс груза.

Очистка загрязненных балластных танков вручную затруднена из-за сильного загромождения межбортового и междудонного пространства набором корпуса судна. Таким образом, облегчив зачистку и мойку грузовых танков от нефтепродуктов за счет переноса набора из них в двойное дно и двойные борта, мы столкнулись с новой проблемой. Рассмотрим пути ее решения.

Обследование характера отложений в балластных емкостях танкера «Уренгой» после 10 лет эксплуатации без уборки днищ показало следующее. Отложения практически отсутствуют в шпациях, примыкающих к приемнику на площади днища цистерны. Далее при перемещении в нос и к бортам величина отложений непрерывно возрастает. Максимального значения она достигает в шпациях, примыкающих к носовым и бортовым переборкам отсека, удаленным от приемника. Здесь вода промыла глубокие борозды в отложениях по направлению к протокам в наборе, подобно оврагам на ровной полевой местности.

Характерно то, что уровень отложений в шпациях, примыкающих к носовой и бортовым переборкам, выше верхней кромки протоков в связях. Днище в них не просматривается. Оно начинает появляться лишь в следующих шпациях только в канавках, промытых водой в массе отложений в направлении к вырезанным в наборе отверстиям. По мере движения к приемнику системы от шпации к шпации растет суммарный поток воды, проходящей через протоки, и русло канавок увеличивается. В средней части площадь отмываемого потоком балласта днища постепенно увеличивается, и ближе к приемнику оно становится практически отмывтым.

Важно отметить, что практически нет отверстий днищевого набора для протока балласта забитых отложениями полностью. Таким образом, неоткачиваемый остаток балласта имеет место не из-за того, что протоки

забиваются илом и механическими отложениями, а из-за раннего срыва балластного насоса. Но затем отложения и остаток балласта работают вместе, и их причинно-следственные связи переплетаются. Создается видимость, что протоки забиваются и мешают откачке балласта.

Фактически происходит следующее. Принятый на судно чистый балласт содержит ил и механические примеси, которые тяжелее воды, и на переходе они отстаиваются (оседают на днище). Поскольку полная откачка балласта перед погрузкой не производится из-за срыва балластного насоса, то это приводит к систематическому постепенному накоплению отложений на днище. Поэтому полное систематическое осушение балластных емкостей позволит значительно уменьшить массу отложений, так как в течение одного рейса они не успевают слежаться. Уменьшению объема отложений способствует также повторная зачистка с предварительным заполнением балластных танков примерно по уровень расположения протоков. Эта операция особенно эффективна в рейсе при качке.

По прошествии длительного времени при полностью осушенных танках танкера «Уренгой» структура илистых отложений на момент обследования была серого цвета, полусухая, слежавшаяся, но легкоразрушаемая. По-видимому, на структуру отложений оказывает влияние давление воды при заполненных балластных цистернах и динамическое воздействие вертикальной составляющей качки, уплотняющей отложения. Поэтому полное их удаление простым заполнением танка с последующей откачкой воды невозможно. Тем не менее, возможен размыв струей воды с последующим его удалением путем откачки насосом.

На продольных связях набора в танках величина слоя ила достигает около 2 см.

Изложенное выше позволяет рекомендовать следующие меры борьбы с отложениями ила и механических примесей на днище двойного дна.

1. Полная откачка воды из балластных емкостей с последующей зачисткой перед каждой погрузкой.
2. Применение периодической повторной зачистки с предварительным заполнением танков по уровень затопления днищевых протоков.
3. Периодический ручной смыв отложений струей воды.
4. Изменение направления потока зачищаемого балласта, например, переход с кормового приемника на носовой, установленный в месте наиболее вероятного скопления отложений. Для большего эффекта метод должен использоваться в сочетании с изменением крена и дифферента [3].



5. Сочетание способов, указанных в пунктах 2 и 4.
6. Увеличение размеров протоков, примыкающих к днищу.
7. Применение только продольно-поперечного набора для двойного дна. Поперечными должны быть только рамные связи.
8. Установка фильтров тонкой очистки на приемном трубопроводе балласта.

Рассмотрим подробнее возможные методы борьбы с накоплением отложений на днище в междудонном пространстве.

1. *Полная откачка воды из балластных емкостей с последующей зачисткой перед каждой погрузкой* предполагает наличие балластного насоса и зачистных средств с регулируемой подачей.

Отметим некоторые особенности процесса зачистки емкостей, располагаемых в двойном дне:

срыв подачи балластного насоса в данном случае происходит из-за попадания воздуха в приемный трубопровод, являющегося быстро-текущим процессом. Поэтому к регулированию подачи предъявляются высокие требования по времени быстрогодействия регулятора;

затруднение контроля качества зачистки по обычно используемому на практике параметру — уровню жидкости в емкости. При окончании зачистки шпация, в которой установлен приемник, практически сухая. Уровень жидкости в ней в этот период определяется высотой установки приемника над днищем. Однако контроль уровня у кормовой переборки может привести к заблуждению. Показания системы замера уровня об отсутствии жидкости у кормовой переборки в данный момент требуют остановки зачистных средств. Однако через некоторое время система замера уровня снова показывает наличие жидкости, скапливающейся за счет медленного и постепенного перетекания через днищевой набор при естественном дифференте на корму;

малая производительность зачистки, обуславливаемая периодическим прохватом воздуха в приемный трубопровод и малыми скоростями перетекания балласта через сложный днищевой набор. Уменьшению скоростей перетекания способствуют также отложения ила и механических примесей на днище. В свою очередь малые производительности зачистки ведут к увеличению времени осушения емкостей, снижают эффективность работы насосных средств.

Исходя из этих особенностей процесса зачистки, целесообразно для регулирования подачи центробежного балластного насоса использовать электронные регуляторы.

Для окончательной зачистки балласта из двойного дна необходимо использовать эжекторы, имеющие хорошую всасывающую способность. В качестве рабочей жидкости для эжектора можно использовать воду, подаваемую балластным либо пожарным насосом (рис. 2.4).

Хорошая всасывающая способность также может быть обеспечена за счет применения вакуумной зачистки. В этом случае часть объема двойного дна используется как вакуумная емкость, в которой обеспечивается создание разрежения путем откачки из нее балластным насосом жидкости. А в эту вакуумную емкость осуществляется зачистка смежных емкостей путем перепуска через приемники.

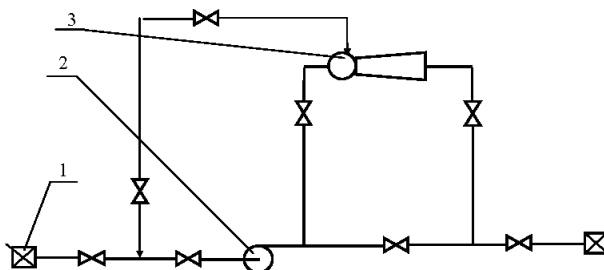


Рис. 2.4. Принципиальная схема подключения эжектора к балластной магистрали в насосном отделении. 1 – кингстон; 2 – балластный насос; 3 – эжектор

## 2. Применение периодической повторной зачистки с предварительным заполнением танков по уровень затопления днищевых протоков.

Ее рекомендуется проводить на переходе с грузом, вскоре после отхода судна, с тем чтобы не допустить высыхания отложений на днище и изменения их физических свойств. Прием балласта необходимо производить самотеком, чтобы не затрачивать энергию на работу балластных насосов. Хорошие результаты могут быть получены от зачистки при бортовой или килевой качке судна. Такую повторную зачистку, одно- либо многократную, необходимо проводить после каждой выгрузки балласта.

## 3. Периодический ручной смыв отложений струей воды.

В процессе эксплуатации трудно планировать использование этого метода из-за отсутствия у экипажа достаточного времени для его реализации.

Однако метод должен предусматриваться на период подготовки балластных танков к ремонту и докованию судна. Подачу воды необходимо осуществлять от моечной системы либо пожарной в балластные танки по стационарному трубопроводу. К нему быстро-разъемными соединениями подключается гибкий шланг, с помощью которого осуществляется промывка днища. Для обеспечения такой работы все балластное пространство должно иметь достаточную высоту и вырезы в днищевом наборе, создающие условия для свободного перемещения человека со шлангом и переносным освещением. Расположение вырезов в наборе должно обеспечивать также отсутствие застойных зон при вентиляции. Для нормальной работы человека в междудонном пространстве необходимо предусмотреть эффективную естественную и принудительную вентиляцию всего балластного пространства с контролем в нем состояния атмосферы. Такая мера продиктована тем, что забортная вода содержит, кроме ила и механических примесей, органику, которая в балластных танках гниет и создает удушающую атмосферу.

#### *4. Изменение направления потока зачищаемого балласта.*

Характер распределения отложений в балластных танках показывает, что они скапливаются у носовой и бортовых переборок отсека, в районе небольших суммарных количеств жидкости, протекающих через набор, и практически отсутствуют там, где поток увеличен, то есть ближе к приемнику системы. Отсюда вывод, что при смене места расположения приемника в танке можно существенно уменьшить величину отложений на днище за счет их размыва и последующей зачистки. С этой целью необходимо делать приемники, распределенными по ширине танка. Конструкция их может быть реализована в виде «рыбьего хвоста», располагаемого в каждой рамной шпации по ширине судна и подсоединяемого к приемному трубопроводу в танке, идущему поперек судна. Такие приемники в практике мирового танкеростроения были экспериментально реализованы, но не получили распространения. По-видимому, это объясняется тем, что через такие приемники возможно поступление воздуха при крене либо из-за конструктивной сложности. Отечественная практика опытом эксплуатации таких приемников не располагает.

Для изменения направления потока зачищаемого балласта необходима установка приемников у носовой и кормовой переборок в каждом балластном танке. Путем попеременного их подключения к насосу можно избежать скопления больших масс отложений на днище.

Для эффективного использования носовых приемников нужно, чтобы судно было либо на ровном киле, либо имело дифферент на нос. В нормальных условиях эксплуатации танкер такого дифферента не имеет. Состояние, близкое к ровному килю, может быть обеспечено только в грузу. Следовательно, эффект от применения таких приемников будет ограничен. Поэтому стремиться к использованию носовых приемников для зачистки в ущерб нормальным условиям эксплуатации не следует. Не меньший эффект от работы носовых приемников может быть получен не при зачистке, а при заполнении балластных цистерн. Так, при подаче балласта в цистерны насосом через носовые приемники будет происходить интенсивный размыв отложений и перемещение их к кормовым приемникам.

Для эффективной одновременной работы носовых и кормовых приемников минимальное их число на одну балластную емкость составляет четыре. В плане балластной цистерны располагать приемники следует по возможности ближе к носовой и кормовой переборкам (по аналогии с расположением обычных приемников). Расстояние от места их установки до бортов или продольных переборок должно составлять 25% ширины цистерны.

При одновременной подаче воды в носовые приемники грузового танка и откачке через кормовые возможно не только параллельное перемещение воды, но и по диагонали танка; если, например, открыть подачу воды в левый носовой приемник, а откачку и зачистку производить через правый и наоборот.

Во избежание скопления отложений у носовой переборки целесообразно прием балласта производить только через носовые приемники балластных цистерн.

*5. Повторная зачистка с предварительным заполнением танка по уровень затопления днищевых протоков в сочетании с изменением направления потока зачищаемого балласта.*

Сочетание этих двух методов уменьшения отложений позволяет получить дополнительный эффект за счет организации интенсивного перемещения воды в танке соответственно размыву отложений и их удалению последующей откачкой.

Реализация этих мероприятий требует усовершенствования существующей конструкции балластной системы танкеров типа «Самотлор». Она должна обладать следующими свойствами:

количество балластных танков должно быть минимальным;

каждый приемный трубопровод должен иметь не менее двух разнесенных по ширине танка приемников, как у носовой, так и у кормовой переборки;

приемники должны иметь симметричное расположение, как в плане танка, так и относительно точки подключения основного трубопровода к приемному, расположенному по ширине танка. Эта мера необходима для обеспечения равной всасывающей способности приемников;

все приемники, и носовые, и кормовые, должны работать на опорожнение емкостей и зачистку;

обеспечивать одновременную подачу балласта самотеком или насосом к носовым приемникам и его зачистку, а также подачу балластным насосом к носовым приемникам и откачку через кормовые приемники. При реализации этого пункта насосы должны быть взаимозаменяемы;

вся управляющая арматура балластной системы должна быть расположена в насосном отделении для удобства управления, контроля за состоянием и упрощением ремонта.

#### **6. Увеличение размеров протоков.**

При отсутствии днищевых отложений суммарная площадь протоков должна быть тем больше, чем ближе днищевые связи расположены к приемнику. А при балластировке загрязненной водой наибольшие отложения ила и механических примесей наблюдаются в шпациях, наиболее удаленных от приемников, из-за малого протока воды через днищевые связи. В них же наблюдается полное или частичное забивание протоков. Исходя из этих предпосылок, для балластных емкостей суммарная площадь протоков во всех связях, и примыкающих к приемнику систем, и самых удаленных, должна быть одинаковой. Определяется она из условий обеспечения подтекания жидкости к приемнику по наибольшей суммарной площади протоков, что характерно для связей, примыкающих к приемнику системы.

Наибольшая суммарная площадь протоков может быть определена путем моделирования процесса зачистки на ЭВМ. Полученные результаты должны быть согласованы с расчетом прочности корпуса танкера.

#### **7. Применение только продольно-поперечного набора корпуса танкера для двойного дна.**

Такой подход объясняется тем, что основное препятствие движению отложений к приемнику системы при естественном дифференте на корму создают поперечные связи. Поэтому их количество должно быть сведено к

минимуму. Такому условию удовлетворяет конструкция, в которой используются только рамные поперечные связи. Но и их количество необходимо уменьшить при одновременном удовлетворении условиям прочности корпуса танкера.

#### *8. Установка фильтров тонкой очистки на приемном трубопроводе балластной системы.*

Положительное решение этого вопроса должно решить проблему отложения загрязнений в балластных танках. Но фильтров-аналогов, имеющих такую пропускную способность, как это требуется для балластной системы, нет. Неизвестны фильтрующие материалы, которые обеспечат нужную степень очистки при большой производительности. Неизвестно также, как применение фильтров скажется на параметрах балластного насоса. То есть решение вопроса о применении фильтров для балластной системы возможно лишь после проведения исследований.

### **3. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛАВНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

#### **3.1. ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

В качестве главного двигателя установлен дизель марки 6ДКРН 74/160-3, изготовленный Брянским машиностроительным заводом по лицензии фирмы «Бурмейстер и Вайн», работающий на тяжелых сортах топлива вязкостью до 1500 с. R1 при 100 F.

#### **Основные характеристики двигателя:**

число цилиндров. . . . .	6
диаметр цилиндра. . . . .	740 мм
ход поршня. . . . .	1600 мм
длительная эксплуатационная мощность при частоте вращения 120 мин <sup>-1</sup> . . . . .	7790 кВт
максимальная длительная мощность при частоте вращения 124 мин <sup>-1</sup> . . . . .	8530 кВт
среднее эффективное давление. . . . .	~ 9,6 бар
среднее индикаторное давление. . . . .	~ 10,6 бар
удельный расход топлива при мощности $N_e = 7950$ кВт . . . . .	
и теплоте сгорания 40840 кДж/кг. . . . .	208 г/кВт·ч
удельный расход масла:	
циркуляционного . . . . .	0,61 — 1,02 г/кВт·ч
на смазку цилиндров. . . . .	0,40 — 0,82 г/кВт·ч

механический КПД при максимальной мощности . . . . .	0,91
масса двигателя:	
в сухом состоянии. . . . .	398 т
в эксплуатационном состоянии. . . . .	408 т
регулятор скорости . . . . .	Вудвард-PG 12

ГД имеет резонансную зону работы при частоте вращения 65 — 75 мин<sup>-1</sup>. При каждом пуске, как ручном, так и с помощью системы ДАУ, главный двигатель проходит через критическую зону, что вызывает значительное превышение касательных напряжений от крутильных колебаний.

По исследованиям С. А. Худякова, из 60 двигателей марки 6ДКРН 74/160, установленных на судах морского флота, лишь в МКО танкеров типа «Самотлор» отмечается повышенная вибрация, сопровождающаяся отрицательными последствиями. Такое обстоятельство следует считать недостаточной конструктивной проработкой фирмой — строителем комплекса «корпус — винт — гребной вал — главный двигатель».

Особенностями этого комплекса на танкерах типа «Самотлор» по сравнению с другими судами, на которых установлены двигатели Брянского машиностроительного завода третьей модификации, являются большая масса винта и короткий гребной вал. Из опыта эксплуатации сухогрузных судов типа «Капитан Кушнаренко», «Зоя Космодемьянская», «50 лет СССР» и др. с двигателями марки ДКРН 74/160-3 удовлетворительные характеристики по вибрации получены при более длинном валопроводе. И, если на каждые 735 кВт мощности главного двигателя приходится до 1 т массы гребного винта, на танкерах типа «Самотлор» этот показатель примерно в 3 раза выше (масса винта равна 32 т).

Основной причиной возникновения повышенных напряжений в осто́ве главного двигателя является эластический момент 6-го порядка при резонансе крутильных колебаний одноузловой формы. Его максимальная амплитуда превышает момент в 3,74 раза при номинальной мощности. Резонансная зона крутильных колебаний валопровода 6-го порядка расположена в диапазоне частот вращения 61 — 75 мин<sup>-1</sup>. При этом наблюдается повышенная вибрация осто́ва, вызывающая смещение (подвижку) носовой части фундаментной рамы относительно судового фундамента. Суммарные напряжения от статических и динамических нагрузок составляют величину, превышающую допускаемые значения для сварных соединений, имеющих повышенную концентрацию напряжений.

Большие динамические нагрузки на остов двигателя привели к его сильной вибрации. Она послужила причиной появления ряда дефектов, к которым относятся:

- массовый обрыв крепления картерных лючков (особенно в первые годы эксплуатации);

- трещины в фундаментной раме главного двигателя;

- ослабление крепления фундаментных рам к корпусу судна;

- подвижка блоков;

- ослабление крепления анкерных связей;

- обрыв крепления газотурбонагнетателей, газовыпускного тракта главного двигателя, утилизационного котла, запасных деталей главного двигателя, крепления трубопроводов в МКО, гидрофоров.

На всех танкерах типа «Самотлор» после постройки наблюдались массовые обрывы болтов крепления картерных щитов. Вахтенный моторист при сдаче вахты собирал крепеж с ведром. При обрыве крепления головка болта отлетала на значительное расстояние, что было небезопасно для обслуживающего персонала.

Для крепления щитов в два ряда по вертикали используется 18 болтов. Причем, обрыв болтов нижних щитов картера наблюдался в большей степени, чем верхних, и носил настолько массовый характер, что порой заменить крепеж было нечем. По этой причине иногда двигатели работали без надлежащего закрытия картерными щитами, что приводило к нарушению правил противопожарной безопасности, ухудшению условий обитания и трудностям содержания двигателя в чистом виде. Изготовление же потребного количества новых болтов силами экипажа экономически нецелесообразно.

Мерами борьбы с этими явлениями явились: снижение частоты вращения главного двигателя до  $105 - 107 \text{ мин}^{-1}$  и совершенствование конструкции крепежа.

Двигатель марки 6ДКРН 74/160-3 является напряженной машиной с увеличенными по отношению к базовой модели давлением сгорания на 20% и мощностью на 40%. При этом конструкция остова двигателя оставлена без изменений. Вследствие этого увеличились напряжения на станину и картерные щиты, которые по замыслу должны были работать в составе остова. Однако крепящие болты были непризонными и асимметрично контактировали в отверстиях картерных щитов. Места касания были концентраторами напряжений, что при знакопеременных нагрузках приводило к их быстрому разрушению. Переход к головке болта являлся слабым сечением, и по нему происходил разрыв. После



увеличения радиуса перехода до 4 мм количество обрывов резко сократилось, так как напряжения стали концентрироваться уже не в одном сечении, а по длине болта, равном толщине картерного щита. На некоторых судах положительный эффект был получен при использовании конусного перехода от тела болта к головке и установке шайбы (проставки) высотой 10 — 12 мм под головку болта. Были установлены также призонные болты.

В настоящее время проблема обрыва крепления картерных щитов полностью не решена. Обрывы имеют место, но в меньшем масштабе. Это объясняется снижением номинальной мощности двигателя до 70 — 80%, в основном из-за вибрации, обрастания корпуса судна, износа двигателя и принятых мер по совершенствованию крепления.

Массовый обрыв крепления картерных щитов значительно увеличил трудоемкость обслуживания главного двигателя, так как приходилось изготавливать болты силами экипажа, а извлекать из станины оборванные болты вручную, методом высверливания. В ряде случаев массовый обрыв крепления сопровождался нарушением правил противопожарной безопасности.

Очевидно также то, что на двигателях БМЗ с целью уменьшения затрат на техническое обслуживание целесообразно применять вместо картерных щитов дверцы, как это делается на двигателях фирмы «Зульцер».

Через 4 — 6 лет эксплуатации в носовом торце фундаментных рам двигателей образовались трещины, как по сварным швам, так и по металлу, на всех танкерах типа «Самотлор» ОАО «ПМП», а также в картерных стойках на части танкеров.

Встречаются трещины в фундаментных лапах, на ребрах жесткости и боковых упорах, например, на танкере «Уренгой» на цилиндрах № 1 (с обоих бортов) и № 5.

Наблюдались случаи выбивания белого металла вкладышей первых рамовых подшипников из-за ослабления крепления.

Устранение трещин в фундаментных рамах и на остовах главного двигателя танкеров заваркой не дало положительных результатов. Примерно через 2 — 3 месяца работы трещины раскрываются вновь. Для придания фундаментной раме дополнительной жесткости против каждого подшипника ставили также дополнительные упоры с бортов.

К причинам, сопутствующим появлению трещин, следует отнести: ослабление резьбовых соединений (фланцев) конструкций остова двигателя и крепления его к фундаменту;

смещение лап фундаментной рамы относительно фундамента (подвижка на клиньях), чему способствует также попадание масла на контактные поверхности. Так, на танкере «Уренгой» подвижка блоков на 6-ом цилиндре достигает 0,25 мм, а общая подвижка 0,1— 0,25 мм при допустимой 0,1 мм;

неудовлетворительная настройка блоков быстрого прохода ДАУ зоны резонанса крутильных колебаний на двигателях некоторых судов.

При оценке состояния фундаментных рам главного двигателя на судах типа «Самотлор» необходимо также учитывать то обстоятельство, что, согласно последним исследованиям, подбор толщины фундамента под дизели по Правилам Регистра производился без учета их динамической неуравновешенности.

На танкерах наблюдались случаи ослабления, вплоть до самопроизвольной отдачи и выпадения фундаментных болтов. Из 144 установленных единиц крепления при осмотрах слабины имели до 10 — 15% гаск. На танкере «Березово» был случай ослабления 19 болтов, 11 из которых выпали. Наибольшее количество ослаблений фундаментных болтов приходится на цилиндры с 1-го по 3-й.

За такой же период между освидетельствованиями на двигателях БМЗ танкеров типа «Дрогобыч» и «Алтай» крепление фундаментных рам оставалось надежным и практически не требовало подтяжки.

Имел место обрыв анкерных связей на танкере «Самотлор» и других судах, по-видимому, из-за перегрузки, вызванной ослаблением затяжки остальных связей в процессе эксплуатации, а также колебаниями связей при ослаблении затяжки в сочетании с ослаблением боковых креплений анкерных связей. Как правило, ослабевает либо ломается среднее крепление. Следует отметить, что указанных поломок не наблюдалось на двигателях БМЗ, установленных на других типах судов.

Одной из мер борьбы с ослаблением крепежа на главном двигателе явилось увеличение усиления затяжки анкерных связей и соединения секций остова на усилие до 200 кг, фундаментных болтов — на усилие до 700 кг, а также сокращение сроков между осмотрами крепежа и затяжками до 1000 ч.

Главный двигатель имеет многочисленные, практически неустраняемые, подтеки масла через неплотности, объясняемые его повышенной вибрацией и недостаточной конструктивной проработкой, выражающейся в большом количестве сквозных резьбовых соединений, через которые просачивается масло. Это отличает двигатели БМЗ от двигателей других фирм. Наиболее часто наблюдаются неплотности в районах:

картерных лючков (несмотря на большое количество креплений);

установки штуцеров смазки цилиндров;  
соединения трубок лубрикаторов;  
крепления ресивера к блоку главного двигателя;  
соединения блоков со станиной.

Подтеки масла ведут к повышению трудоемкости обслуживания.

За анализируемый период эксплуатации наиболее частому износу и замене подвергались следующие детали главного двигателя и его систем:

плунжерная пара топливного насоса высокого давления;  
головка поршня;  
распылитель форсунок;  
линзовый компенсатор от патрубка выхлопного клапана;  
ролик толкателя и шпindel выхлопного клапана;  
фильтрующие вставки топливного фильтра;  
винты и обоймы насосов циркуляционного масла типа ЭМН-355/4,5.

На танкере «Надым» был обрыв болтов, крепящих газотурбонагнетатель, имеющий массу 4,2 т, из-за усиления вибрации вследствие ее перераспределения. Это произошло после крепления ГД распорными балками. Жесткость и вибрация соответственно перераспределились, слабым элементом в системе оказалось крепление ГТН.

На танкерах отмечены многочисленные случаи появления трещин и даже полного разрыва сильфонных компенсаторов газовыпускного тракта ГД на участке от газотурбонагнетателя до глушителя. Сильфоны изготовлены из трехслойной нержавеющей стали и в ЗИПе их нет. При появлении трещин газы проникают в МКО и ухудшают условия обитаемости. Для устранения этого недостатка применяется обматывание и обшивка асбестом, а также разрезание сильфонов и их ремонт с последующей сваркой.

При полном обрыве сильфона и крепления трубопровод газовыпускного тракта провисает вниз, энергетическая установка выводится из действия для устранения последствий аварии и предотвращения возможности пожара.

На танкере «Нижневартовск» был случай полного разрыва газовыпускного трубопровода по компенсатору перед глушителем. Нижний компенсатор, установленный за газотурбонагнетателем, был снят в гармошку, в результате чего выпускной газопровод разошелся на значительную величину.

На танкере «Надым» из-за разрыва компенсатора за газотурбонагнетателем произошло возгорание шахты в районе утилизационного котла.

Кроме ухудшения обитаемости и пожароопасности попадание выпускных газов в МКО ведет к загрязнению сажей переборок и

механизмов. Это, в свою очередь, требует внеочередной мойки и досрочной покраски МКО, что неоправданно увеличивает затраты на техническое обслуживание и расходные материалы.

Резонаторами колебаний и усиленной вибрации в шахте МКО являются глушитель шума главного двигателя и утилизационный котел, имеющие массу 8,0 и 5,3 т соответственно. Это ведет к обрыву крепления самого глушителя, например, на танкере «Надым», а также к сильной вибрации мачты, поскольку глушитель шума расположен на уровне навигационного мостика.

Утилизационный котел расположен на уровне палубы кают комсостава. Горизонтальная составляющая вибрации утилизационного котла передается в данном районе через судовые конструкции на смежные помещения и каюту капитана. Уровень вибрации здесь очень высок.

**Выводы.** Можно утверждать, что в комплексе «корпус — винт — главный двигатель», от которого зависит возникновение вибрации, главный двигатель является слабым звеном, поскольку на его долю приходится основная масса поломок и ненадежных узлов.

Вибрационные разрушения фундаментных рам главного двигателя, крепежа, газовыпускного тракта и других узлов привели к большим затратам на ремонт, сильно осложнили эксплуатацию СЭУ, послужили причиной ряда аварийных ситуаций, понизили экономические показатели судна, так как пришлось уменьшить частоту вращения ГД тем самым снизить скорость и оборачиваемость, уменьшить эксплуатационный период. Поскольку причина указанных недостатков не устранена, то они по мере износа судов должны прогрессировать. В конечном итоге, последствия вибрации должны привести к сокращению срока эксплуатации танкеров типа «Самотлор».

Поскольку главной причиной значительного снижения экономических показателей танкеров является вибрация, то на стадии проектирования ей должно быть уделено больше внимания. И если она выявляется в процессе сдаточных испытаний, то необходимо на этот случай предусматривать санкции еще в период заключения контракта.

### 3.2. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОТЛЫ

На каждом танкере установлено по два вертикальных цилиндрических газотрубных котла производительностью по 7,5 т/ч при давлении насыщенного пара 1,0 МПа.

На первых шести танкерах серии установлены котлы фирмы «Вяртсиля» (Финляндия), на остальных восьми — котлы фирмы «Уусикаупunki» А/О «Раума-Репола» (Финляндия).

Применение газотрубных котлов в данном случае удовлетворяет условиям эксплуатации, обеспечивает сравнительно большие колебания расходов пара на мойку танков и подогрев груза. Подъем давления пара происходит за 6 часов. Пережог трубок, как это имеет место при работе водотрубных котлов, на данном судне практически исключен.

Котлы фирмы «Вяртсиля» в эксплуатации достаточно надежны, в то время как котлы фирмы «Уусикаупunki» имеют недостаточную эксплуатационную надежность. Поэтому целесообразнее их рассматривать раздельно.

Котлы фирмы «Вяртсиля» имеют наружный диаметр 2950 мм, высоту 6065 мм, толщину стенки корпуса 16 мм. Топочные газы движутся по вертикально расположенным дымогарным трубкам (наружный диаметр 38 мм, толщина стенки 3,2 мм) и связным (наружный диаметр 38 мм, толщина стенки 6,3 мм), закрепленным в своде металлической топки и верхней трубной доске вальцовкой с последующей сваркой. Топка по окружности экранирована короткими водогрейными трубками диаметром 76,1 мм, с толщиной стенки 7,1 мм. Цилиндрическая вставка для обеспечения ввода факела форсунки в топку и чугунная крышка топки имеют футеровку из огнеупорного кирпича. Для лучшей циркуляции воды предусмотрены 4 опускные трубы, находящиеся вне корпуса котла, в обвод топки (наружный диаметр 114,3 мм, толщина стенки 6,3 мм). Поверхность нагрева котла  $175 \text{ м}^2$ , объем котла  $17,4 \text{ м}^3$ , температура питательной воды  $60^\circ\text{C}$  (333 К), объем воды до нижнего уровня  $14,7 \text{ м}^3$ .

В состав топочного устройства входят: форсунка с вращающимся распылителем (частота вращения  $5600 \text{ мин}^{-1}$ ) с максимальным расходом топлива  $540 \text{ кг/ч}$ , вентиляторы первичного воздуха для обеспечения распыла топлива (мощность привода 6,6 кВт, частота вращения  $2950 \text{ мин}^{-1}$ ) и вторичного воздуха для обеспечения горения (частота вращения  $2950 \text{ мин}^{-1}$ ).

Топливных систем две: основная, работающая на мазуте, и розжига, работающая на дизельном топливе. В состав основной системы входят: цистерны, трубопроводы, клапаны, фильтры, два насоса подачи  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором 60 м вод. ст., частотой вращения  $700 \text{ мин}^{-1}$ , два паровых топливных подогревателя с автоматическим поддержанием заданной температуры  $75 - 80^\circ\text{C}$ . Давление топлива, поступающего на форсунку, 1,8 бар. В

состав системы розжига входят цистерны, трубопроводы, клапаны, фильтры, два топливных насоса.

Система питания открытого типа. В ее состав входят: цистерны, трубопроводы, клапаны, теплый ящик с фильтрами, три питательных насоса подачей  $9 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором 130 м вод. ст. (один из них резервный), насос перекачки питательной воды подачей  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором 32 м вод. ст., два паровых подогревателя питательной воды, поверхность подогрева  $4 \text{ м}^2$ , фильтры фирмы «Вяртсиля»/Полар (Финляндия) электромагнитной обработки питательной воды. Регулирование количества питательной воды, поступающей в котел, осуществляется с помощью дроссельного клапана при постоянно работающем насосе.

Ввод котла в действие осуществляется по обычной схеме с помощью системы автоматики «Тироматик» с регулятором соотношения «топливо — воздух» фирмы «Peabody Roberg» (Швеция): вентиляция, розжиг на дизельном топливе, переключение на тяжелое топливо, отключение системы розжига, поддержание рабочего режима.

Котел имеет защиту по следующим параметрам:

предельному давлению пара;

сниженному уровню воды (регулятор «Мобрей»);

горению топлива (контроль наличия факела с помощью фотоэлемента PP90);

давлению первичного воздуха, идущего на распыл топлива (с помощью прессостата, отрегулированного на давление 300 мм рт. ст.);

давлению вторичного воздуха, обеспечивающего полное сгорание топлива (с помощью прессостата, отрегулированного на давление 50 мм рт. ст.).

Предусмотрена также сигнализация по следующим параметрам:

превышению верхнего уровня воды (перепитка котла);

сниженному уровню воды;

минимальному давлению пара;

давлению топлива;

температуре подогрева топлива (максимальная температура  $75 - 80^\circ\text{C}$ ).

Предусмотрена блокировка на период ремонта топочного устройства: если оно открыто, то вспомогательный котел не запустить.

На случай неисправности котельной автоматики предусмотрено ручное управление горением.

Для контроля за работой котла в ЦПУ ГД выведены: сигнализация о включении котла в работу, питательного и резервного питательного

насосов, настройка регулятора уровня воды в котле, работы на тяжелом и дизельном топливе.

Слабым узлом этого типа котлов является форсуночное устройство. Ниже приведен пример его состояния на танкере «Уренгой» за три месяца работы (апрель — июнь 1985 г.), как представляющий крайний случай неудовлетворения требования эксплуатации из-за вибрации вала распылителя и отсутствия запасных частей.

Форсунку розжига необходимо чистить по несколько раз в день. Она стоит в зоне горения топлива, что приводит к ее быстрому закоксовыванию и последующему обгоранию. При очередном включении форсунка розжига не срабатывает из-за плохого распыла топлива либо его непоступления. Для улучшения работы форсунки увеличили диаметр отверстий в распылителе для подачи топлива, вследствие этого количество чисток уменьшилось до одного раза за 3 — 4 дня.

Закоксовывание приводит также к закорачиванию электродов розжига через керамические поверхности у их основания, поэтому электроды необходимо периодически чистить. При несостоявшемся розжиге котла эта операция является первоочередной.

Наблюдалось разрушение подшипников № 6207, не имеющих отечественного аналога, на валах форсуночного устройства, вращающих стакан, распыливающий топливо. Это происходит из-за плохой балансировки валов и высокой скорости их вращения, равной  $5600 \text{ мин}^{-1}$ . На танкере «Уренгой» за рассматриваемый период вышло из строя три подшипника (вывалились шарики). После разборки форсуночного устройства для ремонта на котле правого борта выяснилось, что гнездо подшипника со стороны крепления распыливающего стакана имеет большую выработку (около 1 мм на сторону).

При сильной вибрации может отвернуться распыливающий стакан форсунки и упасть в топку. Такой случай ранее был на танкере «Уренгой», несмотря на крепление стакана на валу левой резьбой, а направление его вращения производится в правую сторону. В этом случае топливо не распыливается, а идет в топку струей, в результате сгорает не полностью и накапливается на дне топки. Это может привести к взрыву, пожару и последующему обгоранию фронта котла, включая расплавление алюминиевой крылатки первичного воздуха, обгоранию проводки и средств автоматики на котле. Защита этот случай не предусматривает, и остановки процесса горения в топке не происходит.

Стакан для распыла топлива имеет длину 226 мм, наибольший диаметр 92 мм, изготавливается из бронзы и крепится на вал

консольно. Расстояние от подшипника до среза расплывающего стакана равно 340 мм. При сборке сначала устанавливается вал, а затем на него навинчивается стакан. Вал в сборе не балансируется, хотя частота его вращения  $5600 \text{ мин}^{-1}$ . Следовательно, динамическая неуравновешенность, соответственно и вибрация, заложены в самой конструкции вала.

В запасе не было приводных фирменных ремней на форсуночное устройство марки А33 или А35, а также не было возможности приобретать их за границей, поскольку танкеры типа «Самотлор» эксплуатировались в основном в каботажном плавании, поэтому использовались ремни А39, размером больше. Это потребовало установки проставки под приводной электродвигатель, вследствие чего на привод нельзя надеть защитный кожух, что ведет к нарушению техники безопасности. За три месяца работы порвано три комплекта ремней по три штуки.

Необходимо беречь ремни от попадания на них подтекающего из форсуночного устройства топлива. Особенно осторожным нужно быть при установке ремней после ремонта, когда на трубопроводах после их соединения остается топливо. Такой ремень при работе быстро вытягивается, в то время как другие длину не изменяют, его начинает бить, и через 2 — 3 дня он разрывается.

От вибрации судна и топочного устройства срезало болты, крепящие электродвигатель форсунки. А также лопнула трубка подачи топлива внутри вращающегося вала форсуночного устройства. Из-за отсутствия запасной ее заварили обычной сваркой и вновь установили на место.

Вибрации форсуночного устройства способствует также его консольная конструкция длиной 0,7 м.

На вспомогательном котле правого борта танкера «Уренгой» лопнула чугунная крышка форсуночного устройства в верхней ее части. Это произошло в месте осыпавшейся защитной огнеупорной футеровки металла из-за резкого перепада температур по отношению к той части крышки, которая не подвержена воздействию прямого пламени.

Трещина расколола утолщенный обвод крышки и прошла через отверстие для болта, крепящего футеровку, почти до центрального отверстия для ввода форсунки. В отверстии для болта трещина разветвилась. Ремонт выполнен сваркой с предварительной разделкой трещины и сверлением по концам.

В ЗИПе судна не было крылаток первичного воздуха. Одна из действующих изготовлена силами экипажа. Нет специальных ключей для частого ремонта форсуночного устройства.



На основании изложенного можно утверждать, что рассмотренная конструкция форсуночного устройства, установленная на котлах танкеров типа «Самотлор», нерациональна и ненадежна.

На остальных пяти судах с котлами фирмы «Вяртсиля» отмеченные недостатки форсуночных устройств имели место с различной степенью тяжести.

Необходимо также отметить частое разрушение кирпичной обмуровки в топке вокруг факела форсунки. Восстановление обмуровки судоремонтные базы ОАО «Приморское морское пароходство» не делали, ее приходилось выполнять силами экипажа.

По отмеченным выше причинам один котел практически постоянно находился в ремонте, а производительности второго оказывалось недостаточно для обеспечения мойки танков и работы моечного насоса, особенно в зимнее время. Постоянное обеспечение работы паром на таких режимах зависит от вахтенного механика: насколько быстро он сумеет разжечь второй котел при периодически возникающих неисправностях.

Вспомогательные котлы фирмы «Усикаупунки» марки UNEX CH 7500 также оказались ненадежными и не удовлетворяли условиям эксплуатации. На установленных котлах в гарантийный период и после него наблюдались следующие типовые недостатки:

- пропаривание сварных швов днища котла;

- утонение сварных швов корпуса котла вследствие коррозии и появление в них трещин;

- появление трещин в месте сварки фурмы в цилиндрический корпус котла;

- появление трещин и свищей в районах сварки патрубков под арматуру и смотровой глазок;

- кислородная коррозия внутренних поверхностей нагрева котла;

- взрыв котла на танкере «Каменск-Уральский»;

- ослабление от вибрации фундаментных болтов;

- разобшение котлов по пару только одним стопорным клапаном;

- ограниченное количество и малые размеры лючков для чистки и контроля состояния внутренних поверхностей нагрева котла;

- неудобство ремонта некоторых частей котла;

- недостаточная паропроизводительность котлов для режимов мойки и подогрева груза, вызванная их частыми ремонтами и ограничениями давления пара из-за плохого состояния корпуса.

Утонение сварных швов корпуса котла и появление в них трещин, расположенных вдоль шва, происходит по следующим причинам:

применение некачественных материалов; нарушение технологии сварочных работ;

высокая механическая напряженность конструкции котла;

кислородная коррозия внутренних поверхностей нагрева;

образование закалочных метастабильных структур.

Относительно влияния последней на состояние сварных швов необходимо отметить следующее: при постройке судна в системе питания котла был установлен деаэратор. Однако в процессе эксплуатации он не использовался, а впоследствии был демонтирован. Естественно, что его нормальная эксплуатация в значительной степени способствовала бы уменьшению кислородной коррозии.

Цилиндрический корпус котла изготовлен из марганцевой стали RAEX 38P (по сертификату RAEX 384 P), содержание углерода 0,16, марганца 1,36, кремния 0,36, серы 0,02 и фосфора 0,018%. По данным химического анализа, выполненного лабораторией Находкинского СРЗ, эта сталь по составу близка к стали марки 20Г2. При сварке использованы электроды марки ОК 48.30. По химическому составу материал шва близок к стали Ст. 10Г2.

Марганцевые стали при сварке обладают склонностью к образованию закалочных структур в зоне термического влияния, имеющих разные химические свойства. При эксплуатации в щелочной среде котловой воды это ведет к образованию гальванических пар, способствующих интенсификации коррозии. Для этого имеются основные условия: щелочная среда, повышенное содержание углерода и марганца, наличие застойных зон под топкой котла, значительное колебание температур в моменты включения котла в работу, повышение температуры стенок топки, повышенное содержания кислорода в питательной воде за счет применения системы открытого питания и наличие участков питательного трубопровода, изготовленных из меди.

Вибрация котла, превышающая допустимые нормы, также влияет на скорость коррозии внутренних поверхностей. Однако количественная сторона этого вопроса пока не изучена.

Следует также отметить повышенные механические нагрузки, которые испытывает данная конструкция котла. Так, при изменении температуры от нижнего предела рабочего давления пара до номинального суммарное удлинение дымогарных трубок и огневой камеры несколько превышает удлинение цилиндрического корпуса котла.

В результате, при периодических включениях котла возникают дополнительные циклические механические нагрузки на конструкцию

из-за отсутствия элементов, выполняющих функции компенсаторов. Часть этой нагрузки передается на пластины под топкой и конструкцию фурмы. Это способствует появлению коррозии и последующему пропариванию сварных швов доньшка котла и фурмы.

Не исключено влияние температурных перекосов, за счет наличия под топкой застойных зон и образования в них паровых мешков.

Интенсивный коррозионный износ сварных швов наблюдается на всех судах серии, где установлены котлы марки UNEX CH 7500.

Он послужил причиной взрыва вспомогательного котла № 2 (правого борта) на танкере «Каменск-Уральский».

Во время взрыва судно находилось в Беринговом море, совершая переход из порта Владивосток в порт Певек с грузом светлых нефтепродуктов. Энергетическая установка работала в режиме полного хода. В действии находился утилизационный котел, в котором поддерживалось давление около 9 бар. Котел № 2 использовался в качестве паросборника утилизационного котла. Котел № 1 был отключен от общей паровой магистрали. Форсуночные устройства обоих котлов не работали, и топливо на них было перекрыто. Автоматика, защита и сигнализация котлов находились в исправности. Взрыв произошел в 20 час 08 мин. Вновь заступающая вахта и сдающая находились в ЦПУ ГД. Благодаря закрытию дверей поста управления снаружи, взрывная волна прикрыла их еще плотнее. В результате, люди, находящиеся в ЦПУ ГД, не пострадали ни от взрывной волны, ни от распространившегося по МКО пара. В 20 час 11 мин из-за срабатывания критической сигнализации смазки дейдвуда главный двигатель был остановлен, ход был дан в 23 час 43 мин после выполнения мероприятий по вводу двигателя в работу.

При осмотре аварийного котла установлено, что взрывом разорвало цилиндрический корпус по вертикальному шву, нижнему и верхнему — горизонтальному и по зоне термического напряжения рядом со швом. Поврежденный лист развернуло и отбросило к обшивке корпуса судна правого борта.

Осмотром установлено, что сварные швы пористые, с большим числом коррозионных разъеданий точечного характера (питтинг). Толщина вертикального сварного шва в верхней части корпуса котла составляет 12 мм (при построечной толщине 16 мм) и уменьшается к середине до 1 мм. Наиболее прочная верхняя часть шва сохранилась на длине около 400 мм. С водяной стороны она имеет пористую структуру и вымоины вида щелевой коррозии, имеющих длину от 10 до 90 мм, раскрытие от 0,6 до 2,0 мм и глубину 4 — 8 мм.

Горизонтальный шов по всему периметру со стороны водяной поверхности имеет множество пористых коррозионных разъеданий точечного характера и вымоины щелевой коррозии, наибольшая из них имеет длину 80 мм и раскрытие до 1 мм. Состояние сварных швов говорит о наличии скрытых дефектов сварки при изготовлении котлов, что и явилось причиной взрыва.

Низкую надежность котлов танкера «Каменск-Уральский» можно подтвердить протечками воды через сварные швы сферических днищ котла № 2 на этом судне, отмеченными еще в гарантийный период. При этом фирма — изготовитель котла А/О «Раума-Репола» признала, что «...сварка корпуса котла пористая и частично неосуществленная». Это следует понимать как непровары шва. Этому недостатку способствовали малый угол разделки шва, согласно чертежу на котел, составляющий 30°, а также невозможность подварки шва с внутренней стороны.

В результате взрыва пар проник в жилые помещения экипажа, вследствие чего четыре человека получили ожоги. В наиболее тяжелом случае поражение от ожога достигало 55% поверхности тела.

При взрыве сильно повреждены: котел № 1 (левого борта); оборудование котельного отделения (насосы, подогреватели, трубопроводы и т. п.); электровентильеры (вдувные и вытяжные) и их воздухопроводы; трапы, решетки, плиты, кабельные трассы; приборы, панели; электрооборудование; система автоматики котла. Поврежден также набор корпуса судна по правому борту котельного отделения. Поврежденный при взрыве конец листа корпуса котла отбросило на рамный шпангоут. Возможно, это предотвратило пробоину корпуса судна. Иначе последствия аварии были бы тяжелее.

Ориентировочная сумма убытков по восстановлению котельного отделения составила, по оценке японской судоремонтной фирмы (порт Хакодате), около 500000 руб (в старом исчислении). В эту сумму не входят потери от вынужденного простоя танкера на выяснение причин аварии в течение одного месяца, ликвидацию ее последствий и установку новых котлов в порту Нантаали (Финляндия) на фирме-строителе, что заняло пять месяцев.

Основной причиной взрыва финская сторона считает низкое качество водоподготовки и водообработки, приведшее к повреждению сварных швов. Фирмой были выдвинуты предложения по конструктивному изменению системы питания котлов и ужесточению водного режима до уровня главных котлов высоких параметров.

В то же время фирмой-строителем на всех судах установлены системы открытого питания, которые не обеспечивают выполнения требований фирмы-строителя котлов марки UNEX CH 7500.

Низкое качество материала корпуса котла и выполненной сварки, применение открытой системы питания и другие перечисленные выше причины являются виной фирмы — изготовителя котла и строителя судна. Тем не менее, они не понесли никакой ответственности и убытков. И по вновь заключенному контракту с фирмой «Раума-Репола» на танкере «Каменск-Уральский» в 1981 г. была выполнена замена разрушенного взрывом котла на огнетрубный усовершенствованной конструкции марки UNEX CHB 7500 с трубками большего диаметра. Топочное устройство модернизировано. Установлен один котельный вентилятор, он обеспечивает распыл и горение топлива. Форсунка розжига не выступает в огневую часть топки, вследствие этого ее обгорание исключено и надежность соответственно выше.

Конструкция котла имеет плоское днище и крепление огневой камеры к днищу посредством коротких связей. Эти меры по отношению к прежней конструкции исключили застойные зоны под огневой камерой и обилие сварных швов в днище котла. В конструкции предусмотрены также компенсаторы для снижения циклических механических нагрузок. Видимо, изменены также материал корпуса и технология сварки. Применена условно закрытая система питания котла. Оставлен теплый ящик (элемент открытой системы).

В результате принятых мер котлы марки UNEX CHB 7500 имеют удовлетворительную эксплуатационную надежность.

Вскоре после взрыва на танкере «Каменск-Уральский» ОАО «Приморское морское пароходство» совместно с Регистром была предпринята попытка документального оформления решения о непригодности к эксплуатации вспомогательных котлов марки UNEX CH 7500 и их замене за счет фирмы-строителя. После проведения переговоров финская сторона признала себя виновной. Но затем вынесла этот вопрос на уровень своего правительства, и он был решен президентом Урхо Калевя Кекконеном политическим путем в пользу Финляндии.

Для недопущения возможных трагических последствий, которые не исключаются при эксплуатации этих котлов, ОАО «Приморское морское пароходство» в ряде случаев принимало решение снижать рабочее давление в котлах с 10 до 8 бар. А в некоторых, например, на танкере «БАМ», оно поддерживалось равным 3 бар. В целях профилактики

принято также решение применять систематический ультразвуковой, а при необходимости гамма-графический контроль сварных швов корпуса котла. Этот контроль достаточно трудоемок, так как требует расшивки жестяного каркаса корпуса, снятия изоляции и зачистки швов на ширине  $\pm 50$  мм. С помощью гамма-графирования удалось своевременно обнаружить скрытые дефекты сварных швов на котлах танкера «Виллойск». Обращается особое внимание на ремонт сварных швов котлов. Так, при ремонте на заводе в Японии сварные швы и околошовная зона вырубаются или протрагиваются и перевариваются, в ряде случаев с последующим термическим отжигом. Однако коррозия швов и околошовной зоны продолжает наблюдаться, несмотря на улучшение качества сварки и принятые меры по ужесточению водного режима.

Разработанный комплекс мер не является радикальным, поэтому ОАО «Приморское морское пароходство» приняло решение о замене котлов марки UNEX CH 7500 на отечественные марки КВВА-6,3/16. Такая замена была выполнена на танкере «Горноправдинск». При раздельном испытании установленных котлов произошел не сопровождавшийся разрушениями металлической конструкции взрыв в неработающем котле, причины которого не выяснены. При совместном испытании котлов обнаружился нагрев района соединения газоходов котлов до вишнево-красного цвета, что исключало их совместную работу. После испытаний принято решение эксплуатировать котлы только раздельно. Это наложило ограничение на режим мойки танков и подогрев груза. При очередном ремонте планировалось изготовить индивидуальные газоходы на каждый котел.

Для замены изношенных котлов на остальных судах закуплено два вспомогательных котла марки UNEX CHB 7500, как имеющих положительный опыт эксплуатации. Стоимость закупки составила 350000 руб. (в старом исчислении).

Отметим также общие недостатки, присущие котельным установкам, построенным обеими фирмами: «Вяртсиля» и «Уусикаупunki».

На всех судах серии наблюдается усиленная местная коррозия внутренних поверхностей нагрева котла, дымогарных трубок, лючков для чистки котла с водяной стороны и сварных швов. Для устранения этих недостатков периодически требуется заводской ремонт. Усиленная коррозия внутренних поверхностей нагрева объясняется, наряду с другими факторами, повышенным содержанием кислорода в питательной воде при использовании открытой системы питания.

На всех судах серии наблюдается местная коррозия дымогарных трубок и крышек лючков для чистки котла с водяной стороны. По истечении 10 лет эксплуатации заводской ремонт трубок является распространенным явлением.

При постройке система питания котлов была непрерывного регулирования при постоянно работающем питательном насосе и периодически действующем питательном клапане. Постепенно на судах этой серии она переделана на релейную. При сниженном уровне воды в котле система включает питательный насос на полную подачу и отключает его по достижении верхнего уровня. Такая конструкция более экономична, так как питательный насос работает непостоянно, а периодически, кроме того, регулирующий клапан системы питания изнашивается меньше.

Котлы разобщаются по пару только одним стопорным клапаном. При ремонте трудно обеспечить плотность закрытия пара и исключить его пропуск в неработающий котел, что не удовлетворяет условиям безопасности в период ремонта. Требуется установка еще по одному секующему клапану на каждый котел.

Периодически требуется подтягивание фундаментных болтов котла, которые ослабевают из-за вибрации. Выполнению этой работы препятствует изоляция котла и ее обшивка, которая полностью закрывает фундамент до горизонтальной палубы. Чтобы найти фундаментные болты и подтянуть их, общую изоляцию котла вместе с кожухом приходится ломать. Восстановить ее в судовых условиях сложно. Целесообразно в районе фундаментных болтов делать съемную изоляцию, с тем чтобы уменьшить объем работ при их подтягивании.

Лючки для чистки котла имеют малые размеры. Кроме того, на уровне нижних лючков приварены угольники для крепления плит настила котельного отделения. Все это затрудняет выборку шлама из днищевой части водяного пространства.

Для установки новых клапанов на котле взамен изношенных требуется изготавливать переходы на трубопроводы, потому что нет как отечественных, так и японских аналогов.

Котельная автоматика «Тироматик» и регулятор соотношения «топливо — воздух» «Тироматик» шведской фирмы «Peabody Roberg» обладают хорошей эксплуатационной надежностью. Электронные блоки системы автоматизации имеют небольшое число отказов.

**Выводы.** Описанное выше состояние котельных установок на танкерах типа «Самотлор» за первые 10 лет эксплуатации привело к

большим затратам на ремонт и сопутствующие работы, сильно увеличивало объем работ по техническому обслуживанию, выполняемому экипажем. Сюда же следует отнести расходы по восстановлению котельной установки на танкере «Каменск-Уральский», включая одномесячный простой судна по выяснению последствий аварии после взрыва и пятимесячную стоянку на замену котлов в порту Нантаали (Финляндия).

В создавшейся ситуации виновна фирма-строитель. Однако она не понесла никаких убытков. Естественно, что санкции необходимы, и на такие случаи их нужно предусматривать.

Необходимо также исключить решение экономических вопросов политическим путем.

### **3.3. УТИЛИЗАЦИОННЫЕ КОТЛЫ**

Утилизационный котел марки UNEX G300 фирмы «Вяртсиля», установленный на судно, секционного типа с принудительной циркуляцией, имеет паропроизводительность 3 т/ч (при мощности главного двигателя 7790 кВт), рабочее давление 10 бар, пар насыщенный, водосодержание 0,5 м<sup>3</sup>, поверхность нагрева 275 м<sup>2</sup>. Паросборником утилизационного котла является барабан одного из вспомогательных котлов. Регулирование паропроизводительности осуществляется посредством обводных заслонок (Ду 1100) с позиционером (тип CHV NS 1100, фирмы «Плайгер», Германия).

Из-за превышающей норму вибрации утилизационного котла и газовыпускного тракта главного двигателя на большинстве судов утилизационные котлы не работают. В отдельные периоды эксплуатации на танкерах не работали 90% котлов. Это происходит по причине низкой надежности газовых заслонок, пневмопозиционера, циркуляционного насоса и газовыпускного тракта ГД.

При вибрации заслонки разбивает о гнездо, в них появляются трещины, а от высоких температур происходит коробление. При вибрации и таком диаметре они испытывают большие динамические нагрузки. Поэтому характерным недостатком для заслонок являются: смятие шпонок, с помощью которых заслонки крепятся на валу; изгиб осей, их диаметр равен 65 мм и, по-видимому, недостаточен. Условия смазки подшипников осей из-за высоких температур неудовлетворительные.



При промежуточном положении газовых заслонок возникает колебательный контур. В сочетании с вибрацией имеют место дополнительные нагрузки на пневмопозиционер, и его разбивает в соединениях. От высоких температур в районе утилизационного котла резиновые уплотнения позиционера быстро высыхают и приходят в нерабочее состояние.

Наблюдается также течь в секциях. При водотечности одной трубки устранить ее можно, заглушив только всю секцию, состоящую из 12 трубок. Часты случаи выхода из действия циркуляционных насосов от заклинивания.

Из-за сильной вибрации газовыпускного тракта в районе утилизационного котла возникали неплотности во фланцевых соединениях корпуса утилизационного котла и газовой заслонки, через которые наблюдались утечки выпускных газов. В условиях эксплуатации устранение этого недостатка крайне трудоемко, так как необходима установка лесов, использование переносных талей.

Около утилизационного котла не предусмотрены рабочие площадки, что затрудняет его чистку и профилактику.

Силами экипажей судов ведутся поиски путей снижения уровня вибрации элементов утилизационного котла. Так, на танкере «Игрим» было предложено приспособление, уменьшающее вибрацию заслонок за счет стягивания с помощью тросика с талрепом осей газовых заслонок (рис. 3.3). Эта мера, по-видимому, смещает резонансные зоны частот газовыпускного тракта и заслонок и тем самым уменьшает вибрацию и, соответственно, разрушение.

Другим обстоятельством, из-за которого утилизационные котлы находятся в нерабочем состоянии, является их неудовлетворительная ремонтно-пригодность. Для выемки секций необходимо строить леса и усиленную площадку, расшивать изоляцию, что увеличивает стоимость ремонта за счет сопутствующих работ. Кроме того, в этом районе нельзя использовать штатные судовые либо береговые подъемные механизмы, а только переносные тали, что также ограничивает возможности ремонта. В результате, базовый ремонтный завод утилизационные котлы в ремонт не брал. Этому способствует также отсутствие запасных оребренных секций. По указанным причинам утилизационные котлы не имели заводского ремонта по замене секций.

Таким образом, из-за вибрации, превышающей нормы, что является недостатком проекта судна, утилизационные котлы в основном (примерно на 80% всех судов с момента постройки) находились в нерабочем состоянии, что существенно снизило экономичность энергетических установок танкеров типа «Самотлор».

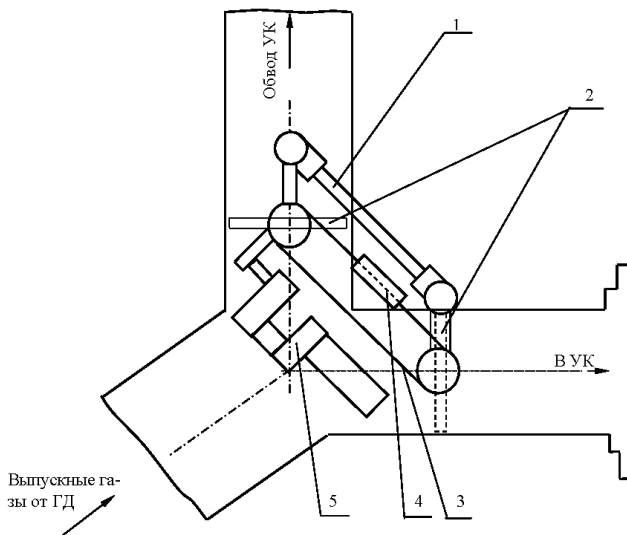


Рис. 3.3. Схема приспособления для снижения уровня вибрации газообводных заслонок утилизационного котла:

1 – привод газообводной заслонки; 2 – газообводная заслонка; 3 – стягивающий тросик; 4 – талреп; 5 – пневмопозиционер управления заслонками

### 3.4. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

Судовая электроэнергетическая установка (СЭЭУ) состоит из трех основных и одного аварийного дизель-генератора (ДГ). Основные генераторы тока синхронные, с самовозбуждением и блоком начального возбуждения типа HSSTL 11/454 B16 фирмы «Вяртсиля» (Финляндия) имеют мощность 625 кВт, частоту вращения  $750 \text{ мин}^{-1}$ , напряжение 400 В, номинальный ток 902 А, частоту 50 Гц.

В качестве приводных двигателей используются четырехтактные шестицилиндровые дизели с турбонаддувом марки 524TS фирмы «Вяртсиля», имеющие мощность 750 элс (550 кВт), частотой вращения  $750 \text{ мин}^{-1}$ , диаметр цилиндра 240 мм, ход поршня 310 мм, рабочий объем цилиндра 14 л, давление наддува 1,8 бар, температура выпускных газов не более  $480^\circ\text{C}$  (753 К).

Запуск дизелей производится одним из трех способов: вручную с местного поста управления, дистанционно с главного распределительного щита (ГРЩ) в ЦПУ ГД и автоматически при исчезновении напряжения на шинах ГРЩ.

Предусмотрен автоматический останов двигателя при падении давления масла в системе смазки.

Как показал опыт работы, первичные двигатели генераторов надежны, ремонтпригодны и удобны в эксплуатации.

Однако отмечается частое повреждение (смятие) при сборках и разборках уплотняющих конусов топливных трубок от топливного насоса до форсунок, изготовленных из алюминиевого сплава. В результате соединения начинают течь. Требуемую плотность трудно также обеспечить, если форсуночные штуцеры имеют размеры конусов, отличающихся от таковых на топливных трубках, что иногда имеет место.

При течи соединений топливо поступает в двигатель не полностью, поэтому он разрегулируется, не выбирает мощности. По указанным причинам топливные трубки приходится часто заменять.

Не имеют отечественных аналогов для замены фирменные манометры дизель-генераторов и термометры выпускных газов часового типа, а также манжеты уплотнения валов насосов топливopодкачивающего и охлаждения пресной воды.

Для повышения надежности необходима установка на системе охлаждения забортной воды дизель-генераторов параллельно действующих фильтров, с целью возможности очистки их от загрязнений в ходу. Такие ситуации, близкие к аварийным, возникают при плавании в устьях рек (Бангкок), каналах (Суэцкий), загрязненных акваториях портов (Аден) и др.

Качество масла, идущего на смазку главного двигателя ниже, чем на приводные двигатели генераторов, а очистка его производится сепаратором масла главного двигателя. Это требует дополнительной мойки сепаратора и трубопроводов системы, так как при возможном смешивании масел, качество масла, идущего на ДГ, может ухудшиться. Эти обстоятельства требуют установки индивидуального сепаратора для очистки масла, идущего на приводной двигатель генератора.

В процессе длительной эксплуатации первичных двигателей генераторов тока выявлены следующие недостатки в обслуживании:

1. Несвоевременная проверка обжатия крепежа подвижных и неподвижных деталей двигателя.

2. Отсутствие проверки предварительного натяга крышек рамовых подшипников.

3. Несвоевременная замена масла в двигателях.

4. Отсутствие регулярного контроля качества находящегося в двигателе масла с помощью судовой экспресс-лаборатории или тепло-технических лабораторий в базовом порту, а также других российских портах.

5. Несвоевременная замена фильтров тонкой очистки масла.

6. Невыполнение регулярной промывки масляной системы и маслоохладителей двигателя.

7. Слабый контроль состояния сальниковых уплотнений валов, навешенных топливopодкачивающего и охлаждающего насосов, несвоевременная замена сальниковых манжет.

8. Недостаточный контроль уровня масла в работающем двигателе.

9. Бесконтрольность за состоянием продувочного ресивера.

10. Недостаточный контроль состояния резиновых амортизаторов подрамника двигателя и несвоевременная их замена.

11. Недостаточный контроль положения коленчатого вала, осуществляемый путем замера раскепов.

12. Несвоевременная проверка регулировки двигателя с помощью пиметра, максиметра.

13. Недостаточный контроль эксплуатационной мощности.

14. Нерегулярная проверка автоматических устройств аварийной остановки двигателя.

Перечисленные недостатки в обслуживании первичных двигателей говорят о большой нагрузке машинной команды, несмотря на класс автоматизации А2, а также сильной зависимости надежности объектов управления от качества обслуживания.

Распределение электроэнергии на судне выполнено по радиальной фидерно-групповой схеме. Потребители 1-й категории получают питание с шин аварийного распределительного щита, потребители 2-й категории — непосредственно с шин ГРЩ, неотвечественные потребители 3-й категории питаются с распределительных щитов.

Включение генераторов на параллельную работу производится по методу точной синхронизации с помощью устройства автоматической синхронизации или вручную, с помощью ламп синхронизации, включенных на потухание.

На ходу работает один ДГ, второй — находится в горячем резерве, который автоматически через один час прокачивается маслом в течение

пяти минут и проворачивается вручную на сжатом воздухе 1 — 2 раза в сутки третьим механиком.

Электростанция обеспечивает на стоянке грузовые операции. Одновременно могут работать с номинальной загрузкой не более четырех грузовых насосов при трех действующих генераторах и шести грузовых насосах при работе на свободный отлив или небольшое противодавление. При двух неисправных дизель-генераторах грузовые операции проводить нельзя. Работа одного грузового насоса, имеющего номинальную потребляемую мощность 195 кВт, возможна только при включении двух дизель-генераторов. Одного — недостаточно из-за недопустимых провалов напряжения при пуске и, соответственно, автоматического отключения работающего генератора.

Режимы работы электростанции представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

**Режимы работы электростанции**

Режим работы	Нагрузка генераторов, кВт	Количество работающих дизель-генераторов	Загрузка дизеля по отношению к номинальной мощности, %
Ходовой	350 — 450	1	65 — 90
Маневры	230 — 450	2	23 — 45
Стоянка с грузовыми операциями	180 — 500	2	18 — 50
То же при работе одним грузовым насосом	260 — 350	2	25 — 35
Мойка танков в ходовом режиме	430 — 540	2	40 — 54
Стоянка без грузовых операций	200 — 250	1	34 — 46

Типовым случаем в условиях Дальневосточного бассейна и Северо-восточного сектора Арктики является разгрузка одним грузовым насосом при нагрузке электростанции 260 — 350 кВт. Она обеспечивается одним генератором при загрузке первичного двигателя на 50 — 70%. Однако на практике всегда используется два генератора. Загрузка двигателей на 25 — 35% ведет к перерасходу дизельного топлива на 8 — 10% от номинального из-за значительного отклонения в работе. Это объясняется тем, что схема ГРЩ предусматривает блокировку, исключающую пуск грузового насоса при одном работающем генераторе.

Учитывая специфику эксплуатации подобных танкеров, необходимо для повышения экономических показателей электростанции предусматривать возможность пуска и работы одного грузового насоса от одного генератора.

Относительно опыта эксплуатации электростанций необходимо отметить следующее. При переходе танкера из северных широт в южные наблюдается перегруз первичного двигателя по температуре

выпускных газов. Это имеет место из-за повышения температуры окружающего воздуха и забортной воды.

Необходимо учитывать, что на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  увеличения температуры наружного воздуха на входе в двигатель происходит увеличение температуры выпускных газов примерно на  $30^{\circ}\text{C}$ .

Предположим, температура наружного воздуха увеличилась на  $10^{\circ}\text{C}$ . При этом температура в МКО возрастает примерно на  $20^{\circ}\text{C}$ . Тогда увеличение температуры выпускных газов может составить около  $60^{\circ}\text{C}$ .

При дальнейшем переходе на юг в первую очередь поднимается до своего предельного значения температура масла, а затем и охлаждающей воды на двигателе.

Отмеченные обстоятельства вынуждают снижать нагрузку на работающий ДГ и запускать второй.

Таким образом, в районах плавания, приближающихся по условиям работы к тропическим, ходовой режим обеспечивается двумя работающими генераторами вместо одного, как указано в табл. 3.4. Третий ДГ часто находится на профилактике, поэтому судно остается без резерва энергообеспечения.

Заложенные в проекте запасы охлаждающей поверхности масляного и водяного холодильников, как показывает практика, недостаточны из-за их сильного обрастания в теплых водах и возможности чистки в судовых условиях только со стороны забортной воды. В первом приближении можно рекомендовать упомянутые выше запасы, равные 1,5 для водяного холодильника и 2,0 — для масляного по отношению к расчетным значениям.

Вторым фактором, из-за которого приходится переходить на работу двух генераторов, является постепенное эксплуатационное снижение мощности первичных двигателей, достигающее примерно 30%. Во всяком случае, такого снижения можно ожидать к концу первых 10 лет эксплуатации. Оно происходит из-за износа цилиндро-поршневой группы и несвоевременной замены топливной аппаратуры (топливных насосов высокого давления и форсунок).

Ремонт топливной аппаратуры, выполняемый в судовых условиях, по известным причинам не приводит к восстановлению мощности двигателя до номинального значения.

Мощность двигателя снижается также из-за разрегулировки. Большое значение имеет работа регулятора частоты вращения двигателя. При больших зазорах в соединениях регулятора и топливной рейки наблюдается излишняя работа по регулированию. Кроме того, при

больших зазорах в соединениях регулятор запаздывает с отработкой нагрузки. В отдельных случаях это может привести к обесточиванию.

Факторами, снижающими мощность первичного двигателя, являются также давление и температура наддувочного воздуха. Они зависят от эффективности работы фильтра газотурбонагнетателя и воздухоохладителя.

Полная периодическая чистка фильтра в судовых условиях возможна. Воздухоохладитель же в судовых условиях можно почистить только с водяной стороны, поэтому его охлаждающая способность полностью не восстанавливается.

Для поддержания нужной температуры воздуха на входе в двигатель в условиях, приближающихся к тропическим условиям, запас поверхности воздухоохладителя следует принимать равным 2,0 по отношению к расчетному.

Расчет всех холодильников первичного двигателя следует производить по наиболее тяжелым тропическим условиям работы.

Таким образом, эксплуатационное снижение мощности первичного двигателя является закономерным процессом. Для его восстановления необходимо увеличивать запас мощности первичного двигателя по отношению к мощности генератора. Для данного судна это увеличение, заложенное в проекте, составляет 50 кВт. Отношение упомянутых мощностей равно 1,1, а коэффициент запаса мощности составляет, соответственно, 1,1. Как показывает практика этого запаса мощности недостаточно. Его значение для данного типа танкеров должно составлять около 1,3.

Функции поддержания приводов генераторов в горячем резерве, их пуска, остановки, изменения режима сигнализации и защиты выполняются системой ДАУ дизель-генераторов, которая является частью общей АСУ ЭЭУ типа Stromberg (Финляндия). Эта система предусматривает три способа управления: ручной, дистанционный автоматизированный и автоматический. Ручное управление применяется при неисправности САУ. Переход с ручного управления на автоматическое осуществляется с помощью переключателя на щите управления генераторами.

Структурной основой для построения САУ ЭЭУ являются функциональные электронные блоки, в состав которых входят субблоки-карты, выполняющие определенную совокупность логических операций и реализующие программы управления.

САУ ЭЭУ имеет следующие программы управления:

первоначального запуска ДГ с включением на обесточенные шины;  
периодической прокачки масляной системы;  
дистанционного автоматизированного запуска ДГ и его включения на параллельную работу;  
автоматического запуска резервного ДГ при обесточивании судовой электростанции;  
контроля параметров сигнализации и защиты ДГ;  
вывода из работы и остановки ДГ;  
неотключаемой сигнализации судовой ЭЭУ.

Пуск ДГ в работу осуществляется следующим образом. Избирательный выключатель предварительной смазки устанавливается в положение «Автомат». Производится пуск ДГ нажатием кнопки на панели управления генераторами, расположенной на ГРЩ, при положении избирательного выключателя режима работы в положении «Вручную» или «Автомат». После нажатия кнопки система управления реализует предварительную смазку. Если она не удалась, то сигнализация о неисправности и дальнейшая реализация программы пуска прекращается. По достижении требуемого давления масла выполняется дальнейшая программа запуска дизеля, состоящая из трех попыток продолжительностью: 4 и 8 с — с интервалом времени 10 с. Спустя 5 с после последнего и неудавшегося запуска включается сигнализация об окончании программы. Если запуск состоялся, то предварительная смазка и последующие попытки пуска прекращаются. Уравнивание (перераспределение) мощности между введенными в действие генераторами и установка частоты производится вручную нажимными кнопками на панели управления «Частота повышается», «Частота понижается».

При обесточивании судна пуск в работу генератора, находящегося в горячем резерве, осуществляется автоматически через 5 — 7 с. После чего сразу же включаются резервные насосы, обслуживающие ГД, так что давление в системах не успевает понизиться, защита по падению давления масла не срабатывает, и ГД не останавливается.

Таким образом, ввод в действие дизель-генераторов, распределение нагрузки между ними и отключение осуществляются вахтенным. Автоматически осуществляется лишь пуск ДГ, находящегося в горячем резерве при обесточивании судна.

К недостаткам САУ ЭЭУ типа «Stromberg» относятся следующие.

Отсутствует устройство равного автоматического распределения активной нагрузки между параллельно работающими дизель-



генераторами. Его использование на автоматизированных судах считается общепринятым и обосновывается тем, что при сокращенной вахте на ходу и на стоянке некому следить за качеством распределения нагрузки. Известно также, что минимальный удельный расход топлива при одинаковой мощности генераторов наблюдается при постоянном равенстве загрузки последних. Надежность параллельной работы при этом повышается.

При пуске ДГ с помощью ДАУ из ЦПУ ГД, например, на танкере «Уренгой», наблюдались гидравлические удары из-за попадания воды в цилиндры двигателя, что приводило к повреждению деталей цилиндропоршневой группы. Вода в двигатели попадала при смене форсунок. Чтобы это явление исключить требуется соблюдать следующие меры предосторожности:

- при смене форсунок необходимо отсекать систему охлаждения ремонтируемого ДГ путем закрытия клапанов;

- после замены форсунок следует вскрыть крышку на торце продувочного (надувочного) ресивера и проверить наличие в нем воды;

- в случае подрыва защитного стакана форсунки при ее выемке после установки стакана на место опрессовать цилиндрованную крышку давлением воды 4 бара;

- после опрессовки необходимо тщательно проверить наличие воды в цилиндрах, ресивере и воздухоохладителе путем вскрытия лючков на ресивере, отдачи пробок на воздухоохладителе и ресивере.

К недостаткам можно отнести также скопление конденсата в воздушно-пусковой магистрали дизелей при длительном бездействии. Конденсат может попасть в цилиндр двигателя и привести к срыву запуска или гидравлическому удару. Такие случаи имели место в практике эксплуатации танкеров типа «Самотлор». Во избежание указанных последствий рекомендуется применять автоматическую продувку воздушно-пусковой магистрали путем открытия на несколько секунд электромагнитного клапана, что должно быть заведено в программу пуска двигателя.

В целом АСУ ЭЭУ типа «Stromberg» достаточно удобна и надежна в эксплуатации.

Аварийный ДГ типа ДГФА 100/1500 Р (Россия) установлен в кормовой надстройке. Мощность привода 150 элс (110 кВт), частота вращения 1500 мин<sup>-1</sup>, мощность генератора 100 кВт, напряжение 400 В, частота 50 Гц, масса агрегата 3 т. Аварийный ДГ вводится в действие автоматически от аккумуляторной батареи после того, как запуск

резервного ДГ не состоялся, и автоматически отключается при появлении напряжения на шинах основного ДГ.

Аварийный ДГ обеспечивает питание противопожарных средств, радиостанции, гироскопа, ДАУ ГД, освещения.

Поскольку аккумуляторная батарея быстро разряжается из-за больших пусковых токов, достигающих 500 А, то для повышения надежности ввода в действие аварийного ДГ силами экипажа установлен баллон со сжатым воздухом, обеспечивающий ручной запуск с местного пульта управления.

## **4. ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

### **4.1. ГРУЗОВАЯ СИСТЕМА**

Общий вид грузовой системы танкера представлен на рис. 4.1-1.

Грузовая система линейного типа обслуживает шесть индивидуальных групп (троек) танков, что позволяет принимать или выдавать шесть сортов груза одновременно, используя палубную раздаточную колонку, и предусмотрены две линии трубопровода, идущие на корму для приема и выдачи двух сортов груза одновременно (рис. 4.1-2). Система обеспечивает также прием балласта в грузовые танки и его слив насосами. Предусмотрена откачка жидкости из любого танка двумя грузовыми насосами, для этого приемные магистрали в насосном отделении соединены коротким трубопроводом с заглушкой (глухим фланцем). Полная взаимозаменяемость одного грузового насоса другим может быть выполнена по магистрали приема балласта.

Трубопроводы грузовой системы изготовлены из стали в танках с наружным покрытием краской на эпоксидной основе.

Крепление трубопроводов выполнено с помощью скоб из прутковой стали, соединения системы — фланцевые, для кормового раздаточного трубопровода — сварные.

Компенсаторы на приемном трубопроводе в танках выполнены в виде зигзагообразных изгибов труб под прямыми углами в горизонтальной плоскости, на палубе — сальникового типа, на кормовых раздаточных трубопроводах — лирообразные. Применение таких компенсаторов в танках (рис. 4.1-2), вызвано требованием повышения их надежности, так как ремонт или замена компенсаторов в танках



Рис. 4.1-1. Общий вид грузовой палубы

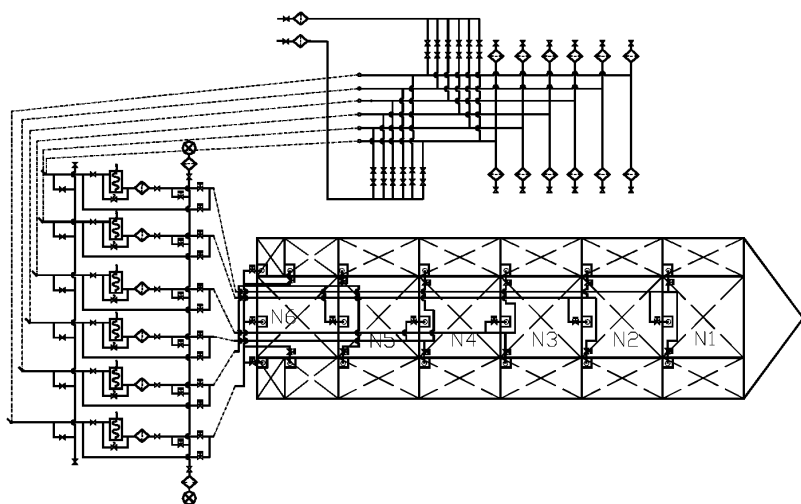


Рис. 4.1-2. Принципиальная схема грузовой системы

требует дегазации, а следовательно, и вывода танкера из эксплуатации на длительное время.

Особенностью конструкции зигзагообразных компенсаторов является то, что оси входа из него идут вдоль диаметральной плоскости и смещены по ширине судна на 2 — 5 м, образуя два прямых угла.

Аналогичный зигзаг имеет и приемный из бортовой цистерны трубопровод. Смещение трубопровода по длине судна составляет около 3 м.

Недостатки, присущие лирообразным компенсаторам для данной конструкции, проявляются в значительно меньшей степени. Кроме того, она проста в изготовлении и обладает высокой надежностью.

Каждый приемный трубопровод из рассматриваемого центрального танка после входа в смежный по ходу жидкости опускается к днищу примерно на 0,5 м. Это не приводит к застою воды в коленях и последующему размораживанию зимой, как если бы изгиб трубопровода был выполнен наоборот, то есть возвышался. Такая конструкция принята, по-видимому, из соображений удобства трассировки трубопроводов в связи с их большим количеством в танках.

Диаметры трубопроводов в танках и палубных составляют  $250 \times 8,8$  мм, отроки в бортовые и центральные танки —  $200 \times 7$  мм, для приема и откачки балласта в насосном отделении —  $300 \times 9$  мм.

Приемники грузовой системы — сварные конусные (типа перевернутой воронки), внутренний диаметр основания конуса 450 мм, высота конусной части 150 мм, нижний срез расположен над днищем на высоте 40 мм. Площадь приемной щели приемника равна  $0,057 \text{ м}^2$ , а в плане —  $0,159 \text{ м}^2$ . Отношение их к площади сечения приемного трубопровода равно соответственно 1,8 и 5,0. Приемники центральных и бортовых танков расположены в колодцах глубиной 0,55 м, а площади их, соответственно, составляют  $0,5 \times 1,2$  м и  $0,7 \times 1,6$  м. Кубатура колодца в бортовом танке  $0,33 \text{ м}^3$ , а в центральном —  $0,62 \text{ м}^3$ . Высота расположения оси приемных трубопроводов от днища колодца для центральных танков составляет 1,4 м, для бортовых — 1,0 м.

Приемные поворотные затворы грузовой системы типа «Баттерфляй» расположены не в своих танках, а в смежных по ходу разгружаемой среды. Это позволяет при неисправности приемного поворотного затвора (поломка привода, заедание, обрыв штоковывода и т. д.) осушить танк, в котором расположен аварийный затвор, исправить его и осуществить разгрузку. Такая конструкция существенно повышает надежность грузовой системы, что подтверждается положительным опытом

эксплуатации. Случаи невозможности открытия приемных затворов были на танкере «Уренгой» и других судах этой серии.

При приемке груза отмеченное преимущество грузовой системы становится недостатком. При неисправном приемном затворе заполняемого танка нет возможности его отремонтировать, так как смежный танк заполнен. Однако последний случай встречается на практике реже и, следовательно, он в значительно меньшей степени ограничивает работу грузовой системы, поэтому для танкеров-продуктовозов ее следует рекомендовать к дальнейшему применению.

Грузовые насосы винтовые, негерметичные самовсасывающие, электроприводные, двухскоростные, изготовлены фирмой «Борнеман» (Германия), см. рис. 4.1-3, установлены на высоте 1,5 м над вторым дном насосного отделения.

Регулирование частоты вращения осуществляется переключением пар полюсов. Подача  $170 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напор 100 м вод. ст., частота вращения 750 и  $1450 \text{ мин}^{-1}$ , потребляемая мощность 93 и 185 кВт, соответственно, на сниженной и номинальной частотах вращения. Высота всасывания 5,5 м вод. ст.

Все грузовые танки покрашены краской Colturient H. S. на эпоксидной основе светло-зеленого цвета, толщина слоя покрытия 200 мкм. Центральные грузовые танки набора не имеют, он находится в бортовых и междудонных. Кроме того, днище центральных и бортовых танков имеет наклон к диаметральной плоскости, составляющий 6%, так

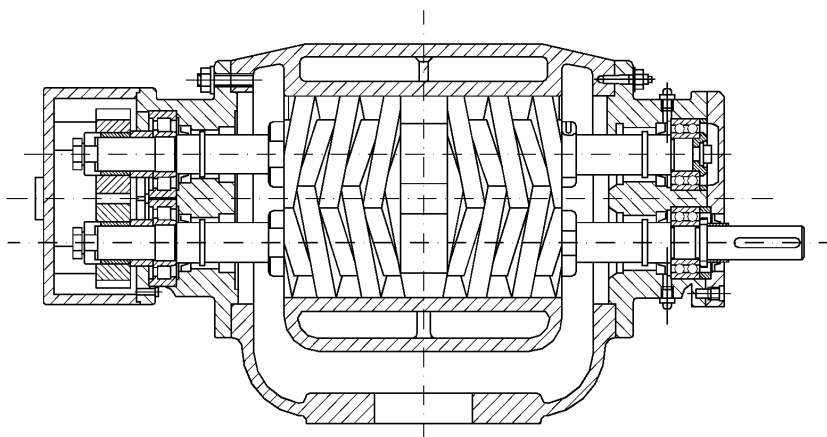


Рис. 4.1-3. Винтовой грузовой насос

что минимальная высота расположения второго дна над днищем танкера равна 1,6 м.

Отмеченное сочетание конструктивных особенностей емкостей, приемников систем и грузовых насосов позволяет осушить практически любой груз из танков и приемных колодцев (на сниженной подаче, которой соответствует вторая скорость) до уровня, равного высоте расположения приемника над днищем. Это соответствует остатку груза в колодцах, равному примерно трем-четырем ведрам.

Приемные палубные фильтры имеют стальной сварной корпус коробчатой формы, который оборудован спускной пробкой, установленной в днище. Крышка крепится 16 шпильками. Элемент фильтра латунный, пластинчатой формы, размерами  $0,48 \times 0,55$  м, толщиной 10 мм, количество отверстий в элементе 1172 диаметром 10 мм, расположены они в шахматном порядке. Суммарная площадь отверстий составляет  $0,092 \text{ м}^2$ , что в 1,88 раза больше площади сечения подводящего трубопровода. Боковые поля элемента для крепления в корпусе фильтра составляют 23 мм.

В зимнее время из-за наличия шуги в принимаемом грузе на некоторых танкерах снимают сетки приемных фильтров, с тем, чтобы обеспечить непрерывный налив. На танкерах, оборудованных винтовыми насосами, приемные сетки фильтра снимать нельзя из-за высокой чувствительности насосов к загрязнениям и к заклиниванию.

Крышки приемных палубных фильтров крепятся большим количеством болтов, что увеличивает трудоемкость эксплуатации, поэтому на переходе их все не ставят, а только половину.

Приемный фильтр грузовой системы в насосном отделении стальной сварной коробчатой формы оборудован спускной пробкой. Крышка круглая, крепится четырьмя откидными барашками. Элемент фильтра типа «перфорированное ведро» изготовлен из нержавеющей стали. Поток жидкости входит в элемент сверху и направляется через отверстия диаметром 8 мм на вход к насосу, так что вся грязь собирается на дне элемента фильтра. Благодаря легкости вскрытия и удачному конструктивному исполнению фильтра время его чистки невелико, что удобно в эксплуатации. Количество отверстий в элементе 2860, их суммарная площадь составляет  $1440 \text{ см}^2$ , что в 2,9 раза больше площади сечения подводящего трубопровода. Отношение полной площади элемента к суммарной площади отверстий в нем равно 2,47.

Скорость движения жидкости в отверстиях элемента при номинальной подаче грузового насоса равна 0,68 м/с, что не

удовлетворяет требованиям фирмы-изготовителя. Согласно инструкции по обслуживанию грузовых насосов (фирма «Борнеман») скорость движения жидкости через элементы фильтра должна быть не более 0,05 м/с или сопротивление элемента протеканию — не более 0,1 кгс/см<sup>2</sup>. С позиций удовлетворения требованиям фирмы конструктивные размеры корпуса фильтра и его элемента должны быть существенно увеличены.

Рассмотрим некоторые недостатки грузовой системы танкеров типа «Самотлор».

Грузовая система усложнена без необходимости. Она имеет шесть троек танков и шесть самостоятельных грузовых магистралей с насосами.

Так, на палубе каждого танка находятся: горловина, несколько моечных лючков, трубопровод индивидуальной системы газоотвода, колонка системы замера уровня груза с отводом от нее показаний в ПУГО, привод открытия приемных затворов из танков с трубопроводом системы гидравлики, ограждение трассы трубопроводов систем подогрева груза и балласта, паротушения. На грузовой палубе находятся также воздушные трубы балластных танков, топливный трубопровод, стойки грузовых стрел, обеспечивающих шланговку, а также шесть грузовых магистралей. Это сильно загромождает кормовую грузовую палубу и район раздаточной колонки.

Из-за наличия перечисленного на грузовой палубе оборудования она оказывается сильно загроможденной. Это, в свою очередь, приводит к дополнительному обмерзанию в зимний период из-за наличия больших поверхностей, на которых задерживаются капли морской воды, и значительному увеличению трудоемкости по обивке льда, а также последующему увеличению работ по ремонту леерного ограждения, восстановлению защитных кожухов, палубных трубопроводов, изоляции системы подогрева, удалению ржавчины и покраске.

Следует также отметить, что увеличение количества установленного на судне оборудования: трубопроводы, насосы, клапаны и т. д. — ведет к пропорциональному увеличению затрат на техническое обслуживание.

Учитывая современные тенденции к непрерывному снижению численности экипажа за счет повышения уровня автоматизации и отставанию возможностей береговых баз по техническому обслуживанию судов, следует стремиться к дальнейшему уменьшению затрат на эксплуатацию.

Число установленных грузовых насосов следует считать завышенным. Это объясняется с одной стороны тем, что по имеющемуся опыту

эксплуатации больше четырех сортов груза танкеры рассматриваемых типов, как правило, не перевозят. А если такая перевозка и случается, то она приходится на сорта топлива, которые допускают его частичное смешение без нарушения качества с другими сортами.

Поэтому на танкерах рассматриваемого типа следует ограничиться установкой четырех грузовых насосов, но увеличенной подачи примерно до  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Это будет удовлетворять существующим нормам слива груза в части обслуживаемых портов при работе одним насосом.

В целях упрощения технического обслуживания количество грузовых танков также необходимо сократить. При использовании одной продольной переборки вместо двух установленных при четырех сортах груза количество танков может быть уменьшено до восьми. Для перевозки мелких партий груза кормовую группу танков, например, можно разделить пополам или в любом другом соотношении одной дополнительной поперечной переборкой. Тогда число грузовых танков увеличится до 10.

Уменьшение количества грузовых насосов и грузовых танков позволит существенно сократить затраты на техническое обслуживание, упростить погрузку и разгрузку, борьбу с обледенением и его последствиями.

В портах Петропавловск-Камчатский, Магадан и на Севере при разгрузке работают один-два насоса. Таким образом, теоретическая степень использования суммарной подачи грузовых насосов составляет от 15 до 35%. Однако в иностранных портах при разгрузке нефтепродуктов танкеры иногда не укладываются в существующие нормы времени разгрузки. Это объясняется возможностью одновременного использования только четырех грузовых насосов из-за ограничений по нагрузке судовой электростанции (см. 3.4). Таким образом, действительная суммарная подача грузовых насосов составляет  $1400 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а не  $2100 \text{ м}^3/\text{ч}$ , как следует из паспортных данных. Для подобного класса танкеров значение суммарной подачи, равное  $1400 \text{ м}^3/\text{ч}$ , недостаточно.

Следует также учитывать, что при работе одного-двух насосов при разгрузке фактическая подача меньше теоретической и лежит в пределах от 250 до  $400 - 500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Это имеет место из-за износа насосов, невозможности работы без переходных режимов со сниженной подачей и других причин. В результате, фактическая степень использования подачи одного насоса лежит в пределах примерно 55 — 70%. Другими словами, насос использует установленную (номинальную) подачу на 55 — 70%.



Грузовая система танкера предусматривает парную параллельную работу насосов. Ее реализация на практике опасна тем, что через предохранительные клапаны возможно перетекание груза обратно в танк с последующим его переполнением и разливом. Такие случаи имели место на некоторых танкерах серии в иностранных портах.

Коррозионный износ грузового трубопровода происходит в виде свищей, которые появились на новых трубопроводах примерно через три года эксплуатации, первоначально в насосном отделении, в местах резких поворотов и сварных соединениях. Свищи, как правило, появляются в нижней части трубопровода. Они устраняются постановкой накладок на сварке. Общий коррозионный износ имеет место в нижней части трубопровода с внутренней его стороны в виде канавки шириной до 30 мм. В ряде случаев этот износ достиг критического состояния и устранен постановкой дублировок в нижней части трубопровода. Метод разворота трубопровода вокруг своей оси не применялся, так как при переворачивании из-за перекосов не совпадает крепление фланцев, их нужно менять.

Практика показывает, что интенсивный коррозионный износ трубопровода начинается после 8—10 лет эксплуатации. Результаты замера остаточных толщин трубопроводов показали, что их утонение в танках и насосных отделениях происходит интенсивнее, чем на палубе. За 10 лет эксплуатации утонение трубопровода в танках и насосном отделении произошло в среднем на 4 мм, а палубного — на 2,5 мм. Данные относятся к местам наибольшего износа трубопровода: повороты, разделение и места слияния потоков.

В приемных колодцах в зимнее время может замрзнуть вода, поэтому приемные колодцы после мойки танков и слива балласта надлежит осушать. Выборка остатков воды из них производится вручную. На осушении колодцев занято два человека (один набирает воду, второй — поднимает на палубу). Трудозатраты по полной выборке воды из всех грузовых танков достигают до двух человекоднев. Тем не менее, отмеченный недостаток не может служить поводом для отказа от приемных колодцев. В целом их применение положительно, так как обеспечивает значительное уменьшение остатка груза, поэтому дальнейшие усилия следует направить на уменьшение количества вручную удаляемой воды или механизации ее слива.

Грузовая система не имеет невозвратных клапанов на нагнетании винтовых насосов, что является недостатком. Нефтебазы располагаются выше уровня моря, их береговая отметка в условиях Дальневосточного

бассейна может достигать 40 м. Это позволяет осуществить загрузку танкеров и бункеровщиков свободным наливом с берега. При отсутствии невозвратных клапанов в береговом трубопроводе после пуска грузовых насосов и их возможной остановки под действием напора в береговой магистрали груз через обводной трубопровод приема балласта или через насос может поступить обратно в танк, из которого осуществляется прием. Отсутствие невозвратных клапанов на нефтебазе подтверждается случаем переполнения через горловину одного из танков и разлива дизельного топлива в количестве 50 т в порту Петропавловск-Камчатский. Это произошло на танкере «Комсомолец Украины» (типа «Казбек») после вынужденной остановки процесса разгрузки. Поршневые грузовые насосы в данном случае обратное перетекание груза на судно предотвращают, но оно случайно произошло через открытый клинкет на трубопроводе загрузки, который забыли закрыть.

К недостатку поворотных затворов типа «Баттерфляй» фирмы «Neles Oy» (Финляндия) относится срезание штифтов из нержавеющей стали, соединяющих поворотную заслонку с приводным валом.

Наблюдается коррозия корпусов затворов грузовой системы, особенно опасная в расточке для уплотнительной резины под дисковую заслонку. В результате резинового уплотнения «закусывает» при закрытии затвора, что приводит к разрыву резины, и клапан не обеспечивает требуемой плотности. Поэтому на некоторых танкерах по этой причине были случаи смещения груза. Износ резинового уплотнения происходит также из-за попадания под диск посторонних предметов.

С точки зрения повышения надежности, целесообразно применять поворотные затворы, обеспечивающие плотность закрытия за счет резинового уплотнения, охватывающего корпус затвора с внутренней стороны и с торцов в месте соединения с трубопроводом. Внутренняя поверхность резины служит уплотнением для дискового затвора. Ее боковые поверхности служат прокладками для фланцевого соединения. Такое уплотнение служит максимум до 10 лет, в то время как резиновое в виде прокладки, заложенной в уплотнительную канавку, служит гораздо меньше. Кроме того, рассматриваемые затворы имеют квадратный хвостовик для передачи усилия от гидродвигателя, что более надежно, чем использование шпоночных соединений (как это принято на танкерах типа «Самотлор»). Следует также отметить, что их ремонт более трудоемок.

Грузовые винтовые негерметичные насосы (рис. 4.1-3) за рассматриваемый период имеют положительный опыт эксплуатации. Их основной

неисправностью является заклинивание и задиры винтов из-за несоблюдения технологии сборки после заводского ремонта. Такие случаи были на танкерах «Надым», «Уренгой» и др.

Перекачка грузов, загрязненных механическими примесями, ведет к износу винтов, на некоторых судах они заменены запасными. Износ винтов и увеличение зазора между винтами и корпусом ведет к достаточно быстрому (год-два) и иногда существенному (до 50 — 60%) снижению подачи насосов, что требует их систематического ремонта. Последнее обстоятельство является главным недостатком винтовых насосов.

Встречается также ографичивание корпусов насосов, требующее замены, например, на танкере «Самбург». Процесс ографичивания интенсифицируется при систематической перекачке легких сортов груза.

Часто имеют место случаи износа посадочных мест предохранительных перепускных клапанов.

Внутренняя перегородка приемных фильтров грузовой системы в насосном отделении, разделяющая полости подвода и нагнетания жидкости, за 10 лет эксплуатации сильно разрушена коррозией и требует замены. Толщина этой перегородки недостаточна. Необходимо изготавливать такую перегородку толщиной, равной толщине стенки корпуса фильтра, то есть около 15 мм.

## **4.2. БАЛЛАСТНАЯ СИСТЕМА**

Балластная система линейного типа предназначена для приема заборной воды и ее откачки из девяти танков (три тройки) чистого балласта, имеющих кубатуру 5850 м<sup>3</sup> и расположенных в двойных бортах и двойном дне танкера (рис. 4.2).

В каждый танк проложен индивидуальный трубопровод диаметром 300 × 9 мм на фланцевых соединениях, с приемниками типа «перевернутая воронка», нижний срез которых расположен на высоте 50 мм от днища. Трубопровод и фланцы стальные оцинкованные.

Система имеет общий всасывающий трубопровод, на котором нельзя отсечь группы танков, поэтому невозможно совмещать разгрузку балласта и его зачистку. Система обеспечивает лишь последовательную выгрузку, а затем зачистку балласта из всех танков либо по тройкам.

Систему обслуживают два электроприводных односкоростных центробежных насоса, имеющих подачу 450 м<sup>3</sup>/ч, напор 20 м вод. ст.,

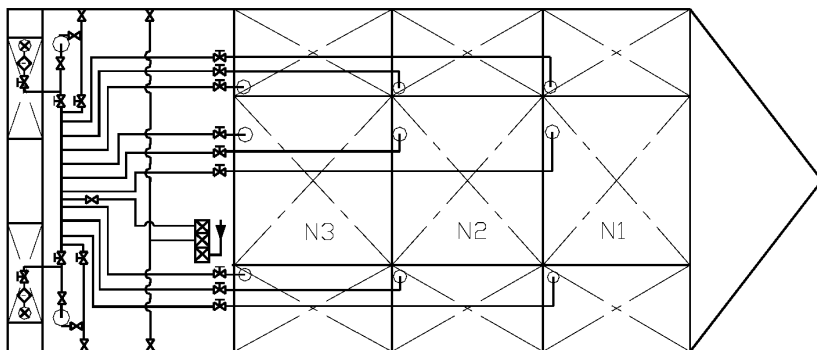


Рис. 4.2. Принципиальная схема балластной системы

мощность привода 41 кВт, частоту вращения  $1450 \text{ мин}^{-1}$ . Электродвигатель балластного насоса расположен в машинном отделении, привод осуществляется посредством вала, проходящего через переборочный сальник. Для обеспечения заливки трубопровода и зачистки танков балластные насосы выполнены самовсасывающими. Это осуществляется за счет применения индивидуального водокольцевого насоса с ременным приводом от балластного насоса и имеющего общий с ним фундамент на головной части судов рассматриваемого типа. На остальных танкерах серии для этих целей используется небольшой компрессор. Как водокольцевой насос, так и компрессор удаляют воздух непосредственно из проточной части балластного насоса. Из опыта эксплуатации известно, что использованные конструктивные устройства не обеспечивают полной зачистки балластных танков. Это объясняется, по-видимому, недостаточностью производительности средств удаления прохватаваемого воздуха, вследствие чего наступает срыв работы насоса до окончания процесса зачистки.

На танкере «Уренгой» и остальных судах этой серии не работают водокольцевые насосы, обеспечивающие самовсасывание, из-за отсутствия приводных ремней, а также отсутствия инструкции по обслуживанию водокольцевой приставки.

Для междудонных балластных танков, имеющих набор, препятствующий перетеканию жидкости, необходимость применения высоконадежных и высокопроизводительных зачистных средств очевидна. Поскольку центробежный насос не может осушить балластные танки полностью, то это приводит к появлению неоткачиваемого остатка

балласта и далее к постепенному накоплению ила на днище, его утрамбовыванию на переходе в балласте за счет перемещения воды в емкостях при качке и постепенному забиванию протоков в нижней части набора. Вследствие этого, в процессе эксплуатации объем неоткачиваемого балласта постепенно возрастает, что снижает грузоподъемность танкера.

Чтобы это явление исключить, необходимо при каждом сливе балласта производить по возможности полную выборку остатков жидкости. Необходимо также стремиться к тому, чтобы не принимать грязную забортную воду в танки чистого балласта, а принимать ее в грузовые. Порты с высокой степенью загрязнения забортной воды известны из морской практики.

Для обеспечения более полной зачистки балласта можно использовать регулирование подачи следующими способами:

- дросселированием потока на нагнетании насоса путем прикрытия штатного клапана системы с ручным приводом;

- применением подсоса из вручную открываемого кингстона;

- перепуском с помощью установленного при ремонте на некоторых судах клапана с ручным приводом на перепускном трубопроводе с нагнетательной стороны балластного насоса во всасывающую.

Необходимым условием реализации указанных способов зачистки балласта и любых других является создание максимально возможного дифферента на корму, которое обеспечивает перетекание через днищевой набор к приемнику системы и в значительной степени уменьшает неоткачиваемый остаток.

Перечисленные способы позволяют осуществить грубое регулирование, так как манипуляция клапанами осуществляется вслепую. Начало процесса регулирования неизвестно, вследствие этого увеличивается время зачистки, требуется нахождение донкермана в насосном отделении для контроля процесса по шуму работы насосов или по вакуумметру, а управление насосами находится в ПУГО. По защите работы насоса от срыва следует отдать предпочтение регулированию перепуском и применением подсоса. В последнем случае возможно поступление воды в балластные танки при остановленном насосе. Дроссельный способ чувствительнее остальных к прохвату воздуха. Вопросы экономичности в связи с кратковременностью режимов зачистки можно упустить.

На некоторых судах, например на танкере «Уренгой», зачистка балласта осуществляется поршневым моечным насосом, который

соединен с балластной системой в НО коротким трубопроводом с клапаном. Оборудование выполнено в период ремонта. Этот метод зачистки является очень эффективным.

Качество зачистки танков балластным насосом с использованием приставки, обеспечивающей удаление воздуха из приемного трубопровода, малоизвестно. Тем не менее, ее ремонт и ввод в действие следует рассматривать как одну из мер, уменьшающих неоткачиваемый остаток жидкости.

Для выполнения зачистных работ целесообразно предусмотреть двух-, трехскоростной электропривод балластного насоса, который путем переключения на пониженные скорости обеспечил бы зачистку легкоуправляемым и экономичным способом. Можно предложить также установку эжекторов, работающих на забортной воде, позволяющих осуществить эффективную зачистку (рис. 2.4).

Приемные затворы системы типа «Батерфляй», дистанционно управляемые с помощью системы гидравлики, расположены в насосном отделении. Гнезда затворов изготовлены из глобулярного чугуна, шпиндель и заслонка — из кислотоупорной стали.

Расположение приемных затворов балластной системы в насосном отделении улучшает их условия эксплуатации за счет положительных температур, облегчаются профилактические осмотры и ремонты по сравнению со случаем их расположения непосредственно в балластных танках.

### **4.3. СИСТЕМА МОЙКИ ТАНКОВ**

Предусмотрена мойка танков по замкнутому циклу с двухкаскадным отстоем моечной воды и последующим сливом ее за борт через сепаратор «Турбуло» с автоматическим контролем нефтесодержания. Отсепарированный нефтепродукт сливается в сборные танки грязного топлива. В состав систем мойки танков (рис. 4.3), входят:

поршневой моечный насос фирмы «Thom Lamont» (Великобритания), подача 100 м<sup>3</sup>/ч, напор 140 м вод. ст.;

подогреватель фирмы «Huber», обеспечивающий нагрев 100 м<sup>3</sup>/ч забортной воды до температуры в пределах 10°C (283 K) — 75°C (348 K) в автоматическом режиме;

сепаратор моечной воды типа «Турбуло» фирмы «Howaldswerke Deutsche Werft» (Германия), обеспечивающий производительность

200 м<sup>3</sup>/ч в автоматическом режиме слива отсепарированной от нефтепродукта воды;

система «Сальвиго» (Швеция), обеспечивающая автоматический контроль загрязнения нефтепродуктами сливаемой за борт моечной и балластной воды;

отстойные танки № 13 ЛБ и ПБ вместимостью до 193 м<sup>3</sup> с сигнализацией верхнего уровня и перелива;

танки для сбора, отстоявшегося и отсепарированного нефтепродукта размером 2 × 83 м<sup>3</sup>;

трубопровод системы стальной оцинкованный, соединения фланцевые, компенсаторы сальниковые.

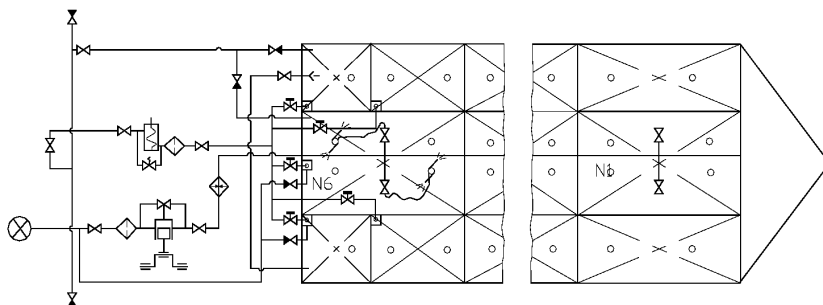


Рис. 4.3. Принципиальная схема системы мойки

К недостаткам систем мойки относятся следующие.

За десятилетний период эксплуатации моечного насоса наблюдается оврагичивание чугунного корпуса гидравлической части. Одна из крышек гидравлического цилиндра моечного насоса, например, на танкере «Уренгой», имеет сквозной свищ, устраненный накладкой.

Из-за износа моечный насос не дает спецификационной подачи и не обеспечивает работу запланированных четырех моечных машинок, что увеличивает время процесса. Подачу поршневого моечного насоса необходимо увеличить до 150 м<sup>3</sup>/ч. Напор насоса достаточный, однако пульсирующая струя снижает качество мойки.

На этом же танкере подогреватель моечной воды через 9 лет эксплуатации вышел из строя, вследствие сильного коррозионного износа корпуса и дефектов трубок. На них в местах гибели появились волосяные трещины, вследствие чего за 9 лет эксплуатации около 50% всех трубок были заглушены. Фирменный подогреватель был заменен на отечественный, марки ПЗВ21, обеспечивающий подогрев 100 м<sup>3</sup>/ч

заборной воды до температуры от 5°C (278 К) до 80°C (353 К), поверхность нагрева 21 м<sup>2</sup> и расход пара 13,2 т/ч. Регулятор температуры воды «Плайгер» оставлен.

Недостаточна производительность сепаратора «Турбуло». А степень очистки сливаемой за борт моечной воды не удовлетворяет требованиям Конвенции МАРПОЛ 73/78. Вследствие этого применение системы «Сальвико», непрерывно контролирующей концентрацию сливаемой за борт загрязненной воды, не имеет смысла.

Один вспомогательный котел генерирует недостаточное количество пара для работы моечного насоса, подогревателя воды и двух моечных машинок. Второй вспомогательный котел часто ремонтируют из-за выхода из строя по разным причинам. Такой режим часто не обеспечивает мойку на коротких переходах в условиях Дальневосточного бассейна.

Диаметр палубного трубопровода системы мойки 150 мм завышен примерно на 50 мм.

Моечные танки на коротких переходах используются для перевозки груза, что является грубым нарушением положения Конвенции МАРПОЛ 73/78. Кроме того, моечные танки не имеют калибровочных таблиц, поэтому количество перевозимого в них груза оценивается приближенно.

#### 4.4. СИСТЕМЫ: ПОДОГРЕВА ГРУЗА И ЧИСТОГО БАЛЛАСТА, ПАРОТУШЕНИЯ

Системы подогрева груза и чистого балласта (только для бортовых балластных танков) змеевикowego типа, рис. 4.4. Подача пара осу-

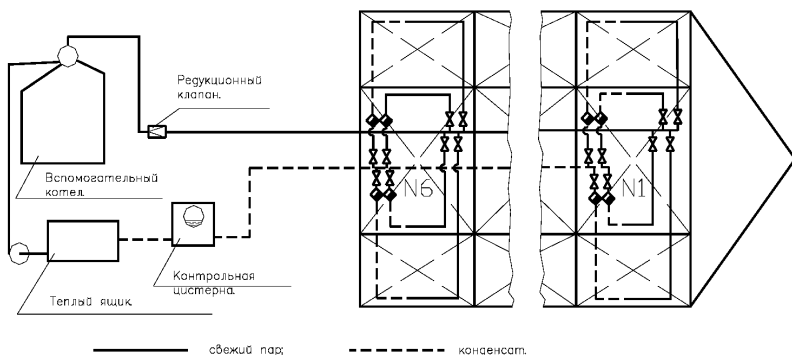


Рис. 4.4. Принципиальная схема системы подогрева груза



существляется из общего проходящего под переходным мостиком паропровода и четырех клапанных коробок. Разводка трубопроводов в бортовые грузовые и балластные танки выполнена над грузовой палубой, что ее загромождает, а также усиливает коррозию, способствует разрушению трубопроводов и их изоляции при обивке льда. Для защиты от волновых нагрузок палубный трубопровод системы подогрева закрыт кожухами.

Проектная характеристика системы подогрева груза для центральных танков составляет  $0,008 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , для бортовых —  $0,016 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , значительно ниже чем для обычных танкеров, не имеющих двойного дна и двойных бортов. Это объясняется тем, что воздух, находящийся в балластных емкостях, выполняет функции изолятора и существенно уменьшает теплопотери.

Материал трубопроводов: углеродистая сталь на грузовой палубе и алюминиевая бронза в танках, диаметр — 32 мм.

Соединения на палубе стальные фланцевые, в танках — латунные резьбовые — из разных металлов, без прокладок. Применение разных металлов создает электролитическую пару и ведет к усиленной коррозии стали. Трубопровод подвода греющего пара в танки делает четыре витка вокруг приемника грузовой системы в колодце. Эта мера позволяет значительно повысить надежность системы в зимнее время, так как на переходе в неосушенных колодцах может замерзнуть вода, в результате чего погрузка будет невозможной. Если колодцы были осушены, то вода в них может попасть из трубопроводов через неплотности или через арматуру, а также в процессе отпотевания танков.

В каждом грузовом танке установлены чугунные нагревательные элементы с оребрением. Как показал опыт эксплуатации, чугунные нагревательные элементы являются слабым звеном системы. При размораживании они разрушатся в первую очередь, кроме того, их разрушение происходит также вследствие общей вибрации судна. Поэтому на всех судах серии они постепенно заменяются латунными проставками с характеристиками, соответствующими параметрам установленной системы подогрева.

Весь палубный паровой трубопровод имел после постройки изоляцию, обшитую сверху оцинкованной жестию. Под действием волновых нагрузок, коррозии и обмерзания обшивка изоляции начала разрушаться на первом же году эксплуатации. Спустя 5 лет все остатки изоляции палубного трубопровода были сняты, а трубопровод покрашен. В этот же период была снята частично разрушенная изоляция парового

трубопровода, расположенного в герметичном металлическом кожухе слева от переходного мостика. Это объясняется тем, что изоляция всегда содержит влагу, что способствует ускоренному коррозионному износу трубопровода. В настоящее время она не восстановлена ни на одном участке палубного трубопровода. Такое состояние, по-видимому, сохранится до конца эксплуатации судна, поэтому эффективность применения изоляции палубного парового трубопровода требует дополнительного обоснования.

Чтобы уменьшить теплопотери, износ трубопровода от коррозии и загромождение пространства под переходным мостиком и грузовой палубой, необходимо изменить конструкцию трубопровода подогрева груза и чистого балласта. Для этого клапанные коробки следует делать на каждую тройку танков и устанавливать их на грузовой палубе. Пар к ним необходимо направить через трубопровод с секущим клапаном от общего паропровода под переходным мостиком. Трубопроводы подогрева груза должны без поворотов сразу входить в центральный танк. Ответвления для подогрева груза в бортовые танки должны проходить не в подпалубном пространстве, а над горизонтальными шельфами поперечных переборок центральных танков для обеспечения ремонта трубопроводов в эксплуатации без затрат на сооружение лесов. Клапанные коробки свежего пара должны иметь подвод сжатого воздуха и краники продувания. Аналогично, через палубную клапанную коробку и один подъемный трубопровод с клапаном, должен возвращаться отработанный пар из любой тройки танков.

Пар для подогрева чистого балласта необходимо подавать индивидуально в каждый бортовой танк через носовую переборку насосного отделения, где для этого имеются все условия. Здесь всегда положительная температура, вентиляция, поэтому трубопроводы не будут подвержены коррозии, из них легко удалить конденсат во избежание размораживания, проще обслуживание. Такая конструкция, кроме того, уменьшит загромождение палубы и пространства под переходным мостиком, сократит длину трубопровода и снизит затраты на изоляцию.

По аналогии с предложенной конструкцией системы подогрева чистого балласта необходимо выполнить подогрев груза в шестой тройке танков, то есть завести ее через носовую переборку насосного отделения.

Проверка плотности системы подогрева перед перевозкой пищевых грузов производится сжатым воздухом давлением 8 бар. Танки должны

быть предварительно вымыты и дегазированы. Протечки воздуха внутри танков проверяются на слух и по наличию течи (просачивания) влаги и воды из мест сварки и резьбовых соединений системы подогрева.

Последние осматриваются особенно тщательно и при наличии на них следов влаги подтягиваются. Проверка плотности системы подогрева паром не производится, так как при подаче пара система нагревается и расширяется. Имеющиеся зазоры в местах штуцерных соединений трубопроводов и мелкие трещины в местах сварки при повышении температуры сужаются и могут не пропускать пара. Кроме того, нагрев трубопровода приводит к испарению влаги в районе дефектов, поэтому контроль малых пропусков системы невозможен.

Удаление конденсата из системы подогрева груза более эффективно производить продувкой паром, чем сжатым воздухом. При продувке сжатым воздухом конденсат частично отжимается к стенкам трубок и поэтому не удаляется полностью. А после продувки он заполняет наиболее сниженные места трубопровода, что способствует размораживанию в зимний период. При продувке паром, температура которого составляет около 150°C (423 K), скопившийся в трубках конденсат частично выдувается, а частично испаряется и таким образом удаляется. Продувание продолжается до тех пор, пока из системы не пойдет сухой пар. После окончания продувки закрывают клапан свежего пара и стравливают пар из системы в атмосферу. После продувки в трубопроводе системы подогрева скапливается количество воды, которое образуется из сконденсировавшегося после продувки пара. Ее недостаточно для такого заполнения трубок системы подогрева, которое привело бы к последующему размораживанию. Для надежности применяется удаление оставшегося пара в системе продувкой сжатым воздухом.

При эксплуатации танкеров в Дальневосточном бассейне размораживание СПГ возможно в осенний период, в октябре и ноябре, при плюсовой температуре наружного воздуха. Это происходит за счет приемки груза (бензин, керосин, топливо ТС-1) с отрицательной температурой, поступившего по железной дороге из холодных районов страны. Такое топливо не успевает нагреться и может при погрузке достигать температуры 10°C. Его налив на судно приводит к размораживанию СПГ, если в ней находится конденсат. Груз, принятый на современный танкер, имеющий двойное дно и двойные борта, изолирован от окружающей среды, и длительное время сохраняет отрицательную температуру.

Рассмотрим эксплуатационные качества системы паротушения.

Пар в грузовые танки идет от общего трубопровода. На палубе установлено четыре распределительные коробки системы тушения пожара: коффердама, сухого трюма, танков тяжелого топлива и станции пожаротушения.

Установлены также три отдельные коробки для тушения пожара в грузовых танках; 1-й и 2-й групп; 3-й и 4-й; 5-й и 6-й соответственно.

Еще одна коробка стоит в МКО. От нее пар подается к глушителям дизель-генераторов, ГД, к утилизационному котлу, искрогасителям ВК и в помещение аварийного дизель-генератора.

Материал трубопровода — углеродистая сталь, диаметр 32 мм.

Трубопровод системы паротушения центральных грузовых танков ответвляется от палубной магистрали и далее, перед входом в танк, разделяется на два отростка. Один идет к кольцевому трубопроводу, расположенному в подпалубном пространстве, другой, с секущим клапаном, — вниз к приемникам грузовой системы. В зимнее время при перевозке легких сортов груза и замораживании воды в колодце приемника его требуется отогреть. В этом случае пар поступает и в подпалубное пространство, в чем нет необходимости, поэтому эффективность такого разогрева приемников резко снижается. Для ее повышения секущий клапан надо ставить на подачу пара в кольцевой трубопровод или устанавливать клапаны на оба отростка.

Трубопровод паротушения в бортовые танки проложен так же, как и в центральные. До ввода в танк он проходит над палубой. Поэтому под воздействием неблагоприятных условий эксплуатации он подвержен усиленной коррозии и загромождает палубу. Чтобы защитить палубный трубопровод от волновых нагрузок и повреждений при обивке льда, его размещают в кожухе. Целесообразно отросток системы паротушения, идущий в бортовой танк, сразу ввести в центральный грузовой танк и осуществить его трассировку в подпалубном пространстве. Такая конструкция применена на танкерах типа «Интернационал» и имеет положительный опыт эксплуатации.

Систему паротушения целесообразно выполнить индивидуально на каждую тройку (группу) танков. Для этого клапанную колонку необходимо перенести с переходного мостика на грузовую палубу. От общей магистрали паротушения на переходном мостике должен идти трубопровод с секущим клапаном к колонке, а от нее в танки. Трассировка трубопроводов должна предусматривать также возможность разогрева приемников грузовой системы при перевозке легких сортов груза, когда систему подогрева использовать нельзя.

Предлагаемая конструкция сократит длину трубопроводов, уменьшит их коррозию и загромождение палубы.

#### 4.5. СИСТЕМА ГАЗООТВОДА И ОРОШЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ПАЛУБЫ

Система газоотвода выполнена индивидуально на каждый грузовой танк (рис. 4.5). Газ при погрузке под действием избыточного давления поступает из тронка горловин танков и по короткому вертикальному трубопроводу через автоматический выпускной клапан подается в атмосферу на большую высоту. Трубопровод системы стальной, оцинкованный, диаметром 150 мм. Каждое газовыпускное устройство снабжено дыхательным клапаном с сеткой Дэви, работающим при создании разрежения в танке при разгрузке и изменении температуры груза на переходе. Давление открытия газовыпускного клапана 1200, а закрытия — 400 мм вод. ст. Вакуум, при котором открывается дыхательный клапан, составляет 350 мм вод. ст. Высота расположения газовыпускного устройства над грузовой палубой равна 3,4 м.

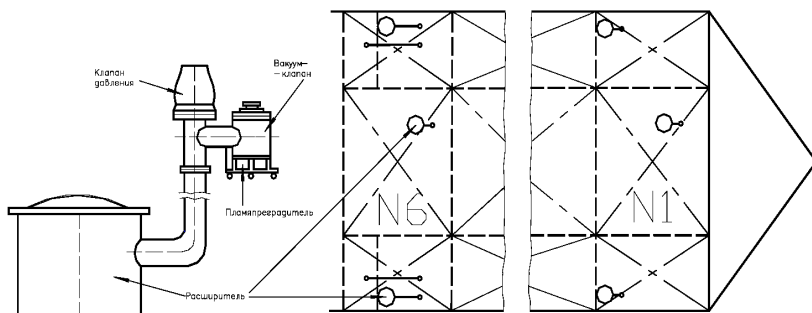


Рис. 4.5. Принципиальная схема системы газоотвода

Газовыпускное устройство изготовлено заводом арматуры «Хорсенс» (Дания).

Система газоотвода работает удовлетворительно, особых затруднений в нормальных условиях эксплуатации она не вызывает. Однако при перевозках зимой в Дальневосточном бассейне газовыпускное устройство обмерзает и своих функций не выполняет. Поэтому до начала разгрузки требуется удаление льда путем обивки и

применения горячей воды, что связано с потерей эксплуатационного времени в порту и дополнительными материальными затратами.

Для условий эксплуатации индивидуальных систем газоотвода в Дальневосточном бассейне требуется разработка таких газовыпускных устройств, которые могли бы выполнить свои функции в условиях зимнего плавания.

Следует отметить также, что, несмотря на обмерзание, газоотводное устройство полностью своих функций, как правило, не прекращает. Любое движение судна на ходу и на стоянке вызывает перемещение жидкости в танках и, соответственно, движение воздуха через газоотвод.

Орошение грузовой палубы осуществляется от проходящего под переходным мостиком пожарного трубопровода. От него на каждую группу (тройку) танков идет отросток с клапаном до грузовой палубы с разветвлением на оба борта. На расстоянии около 0,25 ширины судна отростки идут вверх от палубы на высоту примерно 1,3 м и заканчиваются распылителем.

Трубопровод стальной, оцинкованный, диаметр 32 мм.

Такая конструкция загромождает палубу, повреждается при обмерзании в зимнее время и заливании палубы водой в штормовых условиях.

Целесообразно систему орошения не опускать на грузовую палубу, а распылители установить на пожарном трубопроводе под переходным мостиком на коротких отростках. Это позволит сократить длину трубопровода, освободить палубу, уменьшить затраты на установку и обслуживание системы орошения.

#### **4.6. НАСОСНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ. ШЛАНГОВОЕ ПОМЕЩЕНИЕ**

Кормовое насосное отделение расположено между машинно-котельным отделением и грузовыми танками и одновременно служит коффердамом.

На части танкеров один вход в насосное отделение расположен по правому борту на уровне переходного мостика рядом с ПУГО. Второй — по левому борту на уровне грузовой палубы. Входы удобны. Однако в Дальневосточном морском бассейне в зимнее время дуют постоянные северо-западные ветры и при эксплуатации на основных линиях перевозок на Магадан и Петропавловск-Камчатский вход в насосное отделение с грузовой палубы по левому борту в ходовом режиме заливает

водой на обратном пути. При ходе в балласте надводный борт выше, волны бьют в корму судна и заливание не происходит. Исходя из этих условий эксплуатации, вход в насосное отделение с грузовой палубы целесообразно делать с правого борта.

На остальных танкерах серии расположены два входа в насосное отделение с грузовой палубы, поэтому отмеченный выше недостаток отпадает.

Основная часть объема насосного отделения занята топливными цистернами. По левому борту расположены емкости дизельного топлива основного запаса вместимостью —  $128 \text{ м}^3$ , расходные  $2 \times 22 \text{ м}^3$  и отстойная  $27 \text{ м}^3$ . По левому борту находится также цистерна пресной воды системы пенотушения емкостью  $50 \text{ м}^3$ . По правому борту расположены цистерны тяжелого топлива: расходные вместимостью  $2 \times 45 \text{ м}^3$ , отстойная —  $80 \text{ м}^3$ .

Поскольку тяжелое топливо в расходных цистернах непрерывно подогревается, то это способствует поддержанию плюсовой температуры в насосном отделении. Для обогрева последнего установлены также паровые грелки в районе грузовых насосов на бортах и переборках. Обогрев насосного отделения в сочетании с тепловыделением переборки машинно-котельного отделения и цистерн тяжелого топлива позволяет поддерживать плюсовую температуру в зимнее время. В пространстве между топливными цистернами в средней части насосного отделения на первой платформе установлены сепаратор балластной и моечной воды «Турбуло» и подогреватель моечной воды.

Вентиляция насосного отделения осуществляется вдувным и вытяжным вентиляторами, подача  $1 \times 17000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , мощность привода 3 кВт.

Второе дно насосного отделения под грузовыми насосами на длине около 2 м выполнено с понижением на 0,6 м, что образует льяла (рис. 4.6). Удаление воды из них более полное, чем с ровного днища. Это, в свою очередь, приводит к меньшей влажности в насосном отделении и меньшей коррозии переборок и оборудования. Осушительный насос паровой поршневой прямодействующий типа ПДВ/25/4-С, подача  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напор 40 м вод. ст., соответствует назначению, производительность достаточная.

Установленное в насосном отделении оборудование: грузовые, балластные и моечный насосы — ремонтпригодны. Для подъема тяжелых деталей из насосного отделения предусмотрена шахта размерами  $1,04 \times 1,04 \text{ м}$ , выходящая на палубу перед переходным

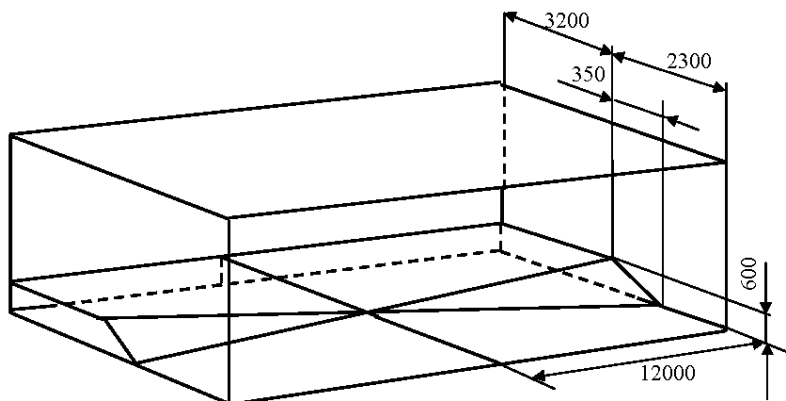


Рис. 4.6. Схема льял насосного отделения

мостиком и имеющая герметичное люковое закрытие. Рядом с шахтой предусмотрена установка съемной кран-балки.

Недостатком этой конструкции является то, что шахта проходит через помещение станции пенотушения. В нем предусмотрена установка люка на четырех задрайках для герметизации насосного отделения. На некоторых танкерах, например, танкере «Самбург», этот люк заварен, и пользоваться им можно только в период заводского ремонта.

Носовое насосное отделение расположено между форпиком и танками тяжелого топлива, за которым следует коффердам, отделяющий грузовой объем.

В носовом насосном отделении установлены: аварийный пожарный электроприводной центробежный насос (подача  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напор 82 м вод. ст., мощность привода 25,7 кВт, частота вращения  $2900 \text{ мин}^{-1}$ ), электроприводной винтовой насос для перекачки тяжелого топлива и электроприводной винтовой балластно-осушительный насос, имеющие одинаковые параметры, подачу  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напор 40 м вод. ст., мощность привода 13,7 кВт, частоту вращения  $1450 \text{ мин}^{-1}$ . Насосы для перекачки тяжелого топлива и балластно-осушительный насос соединены на всасывании и являются взаимозаменяемыми.

Недостатками оборудования носового насосного отделения являются следующие.



Балластно-осушительный насос может откачивать воду из льял только за борт, что противоречит действующим правилам Конвенции МАРПОЛ 73/78 по предотвращению загрязнения моря нефтепродуктами.

После постройки носовое насосное отделение имело естественную вентиляцию с выводом на палубу бака двух дефлекторных головок на колонках высотой около 1,5 м. В штормовую погоду наблюдалось заливание насосного отделения через дефлекторные головки, и их приходилось закрывать: в зимнее время они обмерзают и своих функций не выполняют. Для устранения этого недостатка дефлекторные головки в период ремонта перенесены на опорные колонки крышек сухогрузного трюма высотой 3,5 м. Подвод воздуха в них осуществляется от штатного вентиляционного канала по вновь проложенному палубному.

Поскольку носовое насосное отделение является редко посещаемым помещением, то для предотвращения его затопления силами экипажей на танкерах этой серии сделана сигнализация по затоплению с выводом в ЦПУ главного двигателя.

Установленный в носовом насосном отделении аварийный пожарный насос не соответствует назначению, так как при возникновении пожара в надстройке и обесточивании судна возможен выход из действия кабеля, питающего приводной электродвигатель от аварийного распределительного щита. В этом случае аварийный пожарный насос не в состоянии также обеспечить водой систему пенотушения. Пуск насоса предусмотрен при входе в носовое насосное отделение, а открытие всех клапанов на пожарной системе ручное внизу, что не удовлетворяет требованиям аварийной ситуации.

Для устранения отмеченных недостатков необходимо установить для аварийного пожарного насоса индивидуальный дизельный привод с открытием необходимых клапанов на системе и запуском с мостика и запасного поста управления.

Шланговое помещение расположено в средней части грузовой палубы, имеет две двери по левому и правому бортам.

По левому борту на шланговом помещении установлена принудительная вытяжная вентиляция, а по правому — естественная. В установке принудительной вентиляции шлангового помещения нет необходимости, она достаточна при открытых дверях шлангового помещения.

## **5. ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

### **5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА АВТОМАТИЗАЦИИ**

Суда типа «Самотлор» оборудованы средствами автоматизации по классу А2, который не был полным с постройки из-за отсутствия системы дистанционного замера уровней в топливных цистернах.

Используемые на судне средства автоматизации изготовлены фирмами Финляндии, Швеции, Норвегии, Германии, США.

Разнотипность средств автоматизации затруднила ее обслуживание. При ограниченности валютного финансирования в период первых 10 лет эксплуатации имевшийся после постройки ЗИП был быстро израсходован. Но в условиях Дальневосточного бассейна заходы танкеров типа «Самотлор» в страны — изготовители средств автоматизации были ограничены. В результате, их основная часть примерно через 5 лет эксплуатации была уже неработоспособной. Последующее их восстановление было связано, как правило, с большими затратами финансовых средств пароходства и высокой квалификацией обслуживающего персонала. К сожалению, ощущался недостаток того и другого за весь период эксплуатации судов.

Для решения проблемы на начальном этапе проводились научно-исследовательские работы по замене импортной элементной базы средств автоматизации на отечественные аналоги.

В связи с создавшимся положением на судах типа «Самотлор» в хронически неисправном состоянии практически с постройки находятся следующие средства автоматизации:

- регулятор вязкости тяжелого топлива;

- регулятор управления газовой заслонкой утилизационного котла «...что способствовало отказу от использования утилизационных котлов на судах этой серии»;

- система дистанционного гидравлического управления приемными поворотными затворами грузовой системы (что привело к переходу на ручной привод управления затворами);

- система дистанционной отдачи якоря и дистанционного измерения длины вытравленной якорной цепи; «считается, что эта система очень дорогая для монтирования и, соответственно, для восстановления».

В кавычках приведены фрагменты правки текста при рецензировании настоящей монографии техническим отделом ОАО «ПМП».

Класс автоматизации подтверждается Регистром в установленные сроки. Но проверка класса в основном сводится к проверке работы аварийно-предупредительной сигнализации и ДАУ в неэксплуатационных, то есть благоприятных для проверки условиях.

Фактически класс автоматизации А2 следует считать утерянным, так как Правила Регистра оперируют только полным набором реализованных позиций автоматизации без оговорок и примечаний. Однако этот вопрос отдается на откуп судовладельцу.

## 5.2. ДИСТАНЦИОННОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ (ДАУ) ГЛАВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

На танкерах типа «Самотлор» установлена система ДАУ фирмы «Вяртсиля Юнгер» FANM-1-7, предусматривающая дистанционное автоматическое управление с ходового мостика и из ЦПУ машинного отделения. Управление с мостика осуществляется одной рукояткой, совмещенной с рукояткой машинного телеграфа. Дистанционная связь между рубкой и машинным отделением, логическая часть системы и исполнительные механизмы управления топливоподачи реализованы электрическими средствами. Привод штатных органов управления пуском и реверсом двигателя осуществляется пневматическими механизмами. Дистанционные посты управления в рубке связаны между собой механически посредством валиковой и цепной передач.

ДАУ выполняет следующие функции.

1. Управление подачей топлива по двум программам (см. табл. 5.2).
2. Смешанный пуск (при пуске осуществляется одновременная подача воздуха и топлива).

Таблица 5.2

Программы	Управление подачей топлива			
	Диапазон частоты вращения двигателя, мин <sup>-1</sup>			
	35 — 62	62 — 100	100 — 124	124 — 135
В море:				
ступенчатая	5 с	7,5 мин	2 ч	
непрерывная	5 с	7,5 мин	6,5 мин	
В порту:				
маневренный режим	5 с	30 с	блокировано	
аварийное управление			19 с	11 с

3. Трехкратное автоматическое повторение пуска. При третьей попытке подается увеличенное количество топлива, соответствующее топливоподаче при пуске по максимальной программе.

4. Ограничение продолжительности пуска в соответствии с установкой реле времени.

5. Сигнализация о перегрузке двигателя.

6. Сигнализация о работе в зоне критической частоты вращения.

7. Плавное изменение частоты вращения двигателя.

8. Точная установка и поддержание заданного режима работы двигателя. Регулятор частоты вращения имеет настройку, обеспечивающую нулевую статическую неравномерность.

9. Блокировка минимальной подачи топлива, обеспечивающей поддержание устойчивой минимальной частоты вращения двигателя.

10. Автоматическая регистрация поданных команд.

Эксплуатация СЭУ на ходу должна обеспечиваться одним человеком, а на стоянке — безвахтенное обслуживание. Установлена сигнализация неисправностей во всех каютах механиков, на ходовом мостике, в кают-компании и столовой.

Система дистанционного автоматического управления (ДАУ) является следящей системой с программным управлением частотой вращения, с логическим управлением пуском, остановкой и реверсом главного двигателя (ГД) по величине и знаку сигнала ошибки, а также по его состоянию (рис. 5.2). Угловое перемещение  $\beta_1$  телеграфа мостика **1** преобразуется сельсином-датчиком **2** в электрический сигнал задания, из которого вычитается сигнал исполнения  $\beta_2$  сельсина-приемника, жестко связанного с валом электрического сервомеханизма **4**. Образующийся в элементе сравнения сигнал ошибки, равный разности угловых положений телеграфа и вала сервомеханизма, управляет частотой и направлением вращения сервомеханизма. Угловое положение вала сервомеханизма преобразуется в давление воздуха пневмозадатчика **5**, которое изменяет задание регулятору **6** частоты вращения двигателя типа «Вудворд». Регулятор изменяет подачу топливных насосов **7** пропорционально разности заданной и фактической частоты вращения двигателя. Весь диапазон вращения двигателя **12** разбивается на несколько участков, в пределах которых скорость изменения частоты вращения различная. Заданное с мостика направление вращения передается в логическую часть **8** системы ДАУ концевыми выключателями телеграфа **1**, сравнивается с частотой вращения двигателя и состоянием его концевых выключателей **11**. Порядок

изменения направления вращения, пуска и остановки зависит от состояния концевых выключателей и частоты вращения; определяется правилами технической эксплуатации двигателя; реализуется электропневматическими преобразователями **9** и пневматическими сервомеханизмами **10**.

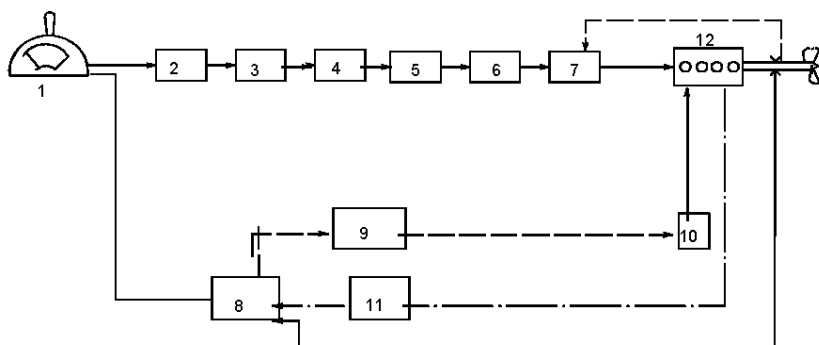


Рис 5.2. Структурная схема системы ДАУ

Изменение частоты вращения ГД осуществляется с помощью регулятора «Вудворд PG-12», выходной вал которого связан с рейкой топливных насосов. Установка частоты вращения на регуляторе осуществляется посредством пневматического клапана тонкой регулировки.

ДАУ позволяет реализовать следующие виды управления: морское, портовое и аварийное.

Морское управление реализуется нажатием кнопки на пульте управления СЭУ на ходовом мостике. При этом происходит повышение частоты вращения ГД от 96 до 124 мин<sup>-1</sup> непрерывно (нормальным способом) либо ступенчато.

Портовое управление реализуется аналогично морскому. Оно предусматривает быстрое повышение частоты вращения ГД от 40 до 96 мин<sup>-1</sup>, после чего дальнейшее повышение частоты вращения блокируется. Портовое управление включается автоматически при выполнении реверса во избежание возможной перегрузки двигателя.

Аварийное управление может быть включено с ходового мостика и из ЦПУ ГД. Реализация аварийного управления имеет особенности.

1. Реверсирование ГД выполняется с подачей контрвоздуха для торможения частоты вращения.

2. Пуск двигателя осуществляется при большей подаче воздуха и топлива, чем при других видах управления.

3. Повышение частоты вращения от 100 до 124 мин<sup>-1</sup> происходит за 11 с за счет реализации аварийной программы управления.

Аварийное управление реализуется в экстренных случаях, так как двигатель на этом режиме работы имеет механические и тепловые перегрузки.

Имеется также защита ГД, предусматривающая его автоматическую остановку по следующим параметрам:

максимальной частоте вращения;

малым давлениям охлаждающей воды, смазочного масла турбокомпрессора, распределительного вала и ГД, охлаждающего масла поршней и охлаждающего топлива форсунок;

высокой температуре выпускных газов, предусматривающей автоматическое снижение частоты вращения ГД до 35 мин<sup>-1</sup>.

Экстренная остановка двигателя осуществляется с помощью кнопки на пульте.

При управлении из ЦПУ защита двигателя путем остановки и уменьшения частоты вращения системой ДАУ не осуществляется. Подается лишь световая и звуковая сигнализация без выдержки по времени при включении хотя бы одного из датчиков защиты. При аварийной ситуации для судна действие защиты остановкой и уменьшением частоты вращения ГД может быть отключено кнопками аварийной остановки до истечения установленного времени.

Предусмотрен также блок контроля частоты вращения ГД, который совместно с ДАУ обеспечивает контроль:

частоты вращения ГД;

суммарного числа оборотов ГД;

направления вращения ГД;

положения поршней;

последовательности чередования рабочих ходов.

Система ДАУ обеспечивает диапазон частоты вращения от 0 до 150 мин<sup>-1</sup>.

Опыт эксплуатации системы ДАУ ГД показал следующее.

После постройки система имела повышенный расход воздуха при пуске. При одном нормальном пуске ГД с помощью ДАУ давление пускового воздуха снижалось максимально на 6 бар. В условиях

маневров и самостоятельного преодоления ледовых полей, после двух следующих друг за другом пусков ГД давление воздуха снижалось до критического значения. При этом в цилиндры двигателя, находящегося в разогретом состоянии, поступало относительно большое количество воздуха, что вело к термическим перегрузкам и появлению трещин в ЦПГ.

При ручном пуске ГД падение давления воздуха в пусковых баллонах достигает лишь двух бар. Поэтому количество пусков ГД, обеспечиваемое при ручном управлении, больше, чем при дистанционном. Если при работе на ДАУ после двух следующих друг за другом пусков на мостик следовал доклад об отсутствии пускового воздуха в баллонах, то при ручном управлении резко повышалась надежность работы ГД на маневрах. Это снимало ответственность за качество маневров как с капитана, так и со старшего механика. Для капитанов это создавало предпосылки отказа от управления судном с помощью ДАУ.

Отмеченные выше недостатки вскоре после ввода в эксплуатацию танкеров типа «Самотлор» послужили причиной отказа от использования ДАУ. В середине 1980-х годов существовал приказ начальника пароходства об управлении ГД из ЦПУ и отключении ДАУ в ледовой обстановке и на маневрах.

Использование ДАУ лишь на ходовом режиме не может служить обоснованием для ее применения, так как основное назначение ДАУ — обеспечить именно маневренные режимы, а не ходовой.

Поиск путей к совершенствованию ДАУ, находящихся в эксплуатации, привел к модернизации клапана управления пуском ГД. В результате этого при одном пуске двигателя с помощью ДАУ давление воздуха в баллонах понижается так же, как и при ручном, поэтому один из основных недостатков отпал. Тем не менее, перестраховка капитанов в сочетании с приведенными ниже эксплуатационными недостатками ДАУ привели к тому, что она примерно на 50 — 60% судов типа «Самотлор» на маневрах не использовалась.

Система автоматизации имеет большое число параметров давления воздуха: 1,5; 2,0; 3,0; 4,5; 7,0; 15 бар. Велико количество уплотнений и мембран. При износе резиновых колец на системе автоматически отмечалась самопроизвольная остановка главного двигателя. Были также отказы клапанов пуска и реверса. Установлено большое количество блокировочных устройств и видов защит на ГД. По утверждению эксплуатационников, двигатель останавливается при любом изменении температуры, что требует затрат времени на

выяснение и устранение причин неисправностей. Все вспомогательные механизмы, обслуживающие ГД, дублируются, но при неисправности работающего оборудования и переходе на резерв ГД либо сбрасывает обороты, либо останавливается.

Отмечается неудовлетворительная воздухоподготовка, плохо отделяется влага и масло. На всей системе наблюдалось большое количество подтеков масла.

Наблюдались выходы из строя тахометров из-за слабого соединения с коленчатым валом ГД.

Существенным недостатком является износ фирменной элементной базы автоматики.

С момента постройки не работало устройство FASIT, автоматически фиксирующее на бумажной ленте отклонение от нормы параметров работы энергетической установки.

### **5.3. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМ КОМПЛЕКСОМ И ПАЛУБНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ**

**5.3.1. Пост управления грузовыми операциями.** Пост управления грузовыми операциями (ПУГО) фирмы «Плайгер» (Германия) расположен в помещении кормовой надстройки судна на уровне переходного мостика с хорошим обзором грузовой палубы и района раздаточной колонки. Имеет выход только в надстройку. Выход на палубу переходного мостика заварен.

В ПУГО по правому борту установлены наклонная и вертикальная панели. На наклонной расположены развернутые вдоль диаметральной плоскости цветные мнемосхемы грузовой и балластной систем, что соответствует их планировке на судне и удобно в эксплуатации. На мнемосхемах, в местах, где должны быть установлены запорные органы систем, смонтированы рукоятки, управляющие их открытием и закрытием. Положение рукоятки вдоль потока соответствует открытию клапана, которое сигнализируется лампой зеленого цвета, а закрытие — оранжевого. На панель выведены: электропитание пульта, включение вентилятора насосного отделения, проверка сигнальных ламп, пуск, остановка и задание режимов работы грузовых и балластных систем, гидравлического управления клапанами грузовой и балластной систем, манометр давления масла. Установлены также кнопки одновременной аварийной остановки всех грузовых насосов и вентиляции насосного отделения.



На вертикальной панели справа установлены указатели уровня жидкости в грузовых танках, содержащие электронные блоки управления системой замера уровня, цифровую индикацию, переключатели и кнопки управления работой системы.

Слева на вертикальной панели установлены указатели уровня жидкости в балластных цистернах, форпике и отстойных танках моечной воды. Указатели манометрического типа работают от пневматорной системы замера уровня. В целом, ПУГО удобен в эксплуатации. Можно отметить недостаточность обзора палубы левого борта. В ПУГО нет трансляции, поэтому не слышны объявления по судну.

По левому борту от входа в ПУГО расположены стол, телефон, дистанционные указатели осадки носом и кормой с клапанами проверки работы системы, доска поправок к значениям осадки при наличии дифферента, пульт управления системы «Сальвиго» по определению степени загрязнения сливаемой за борт льяльной и моечной воды и балластной из грузовых танков. Слева в нише ПУГО установлено оборудование системы по предупреждению аварийной загазованности балластных танков, коффердама и насосного отделения парами перевозимого нефтепродукта; фирма-изготовитель «Moss Rosenberg».

На носовой переборке ПУГО установлен кренометр. Связь с машинно-котельным отделением, мостиком и кормовой раздаточной колонкой осуществляется с помощью телефона. В ПУГО нет связи с насосным отделением, что является недостатком. Переговорная труба из насосного отделения выведена на грузовую палубу к лобовой переборке кормовой надстройки и, естественно, не используется.

Свисток из насосного отделения не слышен в ПУГО, где находится вахтенный матрос или донкерман. Поэтому переговорную трубу необходимо вывести на уровень переходного мостика, к входу в ПУГО.

**5.3.2. Система гидравлического управления поворотными затворами.** Открытие и закрытие запорных органов грузовой и балластной систем осуществляется с помощью системы гидравлического управления фирмы «Плайгер» (Германия). Насосный агрегат установки смонтирован в станции пенотушения (под ПУГО), в его состав входят:

два электроприводных шестеренчатых насоса, каждый имеет подачу 6 л/мин., напор 100 бар и мощность привода 2,2 кВт;

ручной гидравлический насос (марки TP25 15 см<sup>3</sup>/мин) для аварийного открытия и закрытия поворотных затворов;

два гидроаккумулятора вместимостью по 10 л, резиновые мешки которых заполнены азотом;

цистерна масла вместимостью 100 л;  
щит управления;  
два прессостата.

К щиту управления в ПУГО масло подводится по стальным цельнотянутым трубкам диаметром 16 мм, толщиной стенки 2 мм. Распределение масла системы гидравлики на щите управления в ПУГО и подачи его к гидродвигателям открытия и закрытия затворов осуществляется по стальным цельнотянутым трубкам диаметром 8 мм, толщиной стенки 1,5 мм, соединения резьбовые типа «Ермето».

Трассировка трубок системы гидравлического управления затворами выполнена пучком, что в эксплуатации сильно затрудняет поиск неисправных трубок и их последующий ремонт.

Гидравлические двигатели для открытия и закрытия приемных затворов грузовой системы фирмы «Плайгер» (Германия) установлены на грузовой палубе. От них к клапану типа «Баттерфляй» в танки идет штоковый вывод. На ось гидравлического двигателя снаружи установлен маховик небольшого диаметра для ручного аварийного открытия или закрытия затворов за 21,5 оборота. Для обеспечения работы каждый гидродвигатель имел по три трубки подвода и отвода рабочего масла. Моряки называли его «паук». Конструкция защищена от волновых нагрузок металлическим кожухом цилиндрической формы (для гидравлического двигателя съёмным), что загромождает палубу и требует дополнительного ухода.

К недостаткам конструкции необходимо также отнести изготовление трубок системы из углеродистой стали 35. По истечении 3 — 4 лет после ввода судна в эксплуатацию участились случаи полной утечки (потери) масла через палубный трубопровод системы гидравлического управления. Они происходили в основном из-за коррозионного износа, изломов судна на волнении, от повышенной вибрации и повреждений при обивке льда.

Эти обстоятельства в сочетании с большими затратами на восстановительный ремонт системы, слабой базой технического обслуживания ПМП, не обеспечивающей ремонт системы гидравлики, вынудили перейти на ручной привод закрытия и открытия приемных затворов грузовой системы. На этот переход повлиял также психологический фактор наличия ручного привода затворов: человеку свойственно идти по пути наименьшего сопротивления. Для реализации перехода на ручное управление следует снять герметичную крышку, защищающую гидродвигатель от воздействия волновых нагрузок и

обмерзания. Длительная эксплуатация привода в таком состоянии не предусмотрена. В результате, при неработающем гидродвигателе его уплотнения начали пропускать воду в рабочие полости и далее в танки при заливании палубы в шторм. Сальников обычной конструкции, которые можно подтянуть, гидродвигатель не имел. Уплотнение его при проходе через палубу обеспечивается за счет соответствующих резиновых прокладок, но их длительная эксплуатация без рабочего масла, как это имеет место при ручном управлении клапанами, не обеспечивает требуемую плотность. Для устранения утечки необходимо содержание гидродвигателей в рабочем состоянии и наличие соответствующих ЗИП. В то же время эксплуатационники не видят смысла в ремонте гидродвигателей, которые не используются по прямому назначению, а играют роль плохого палубного сальника штоковыводов ручного управления приемными клапанами грузовой системы. В связи с поступлением воды в зимнее время и ее замерзанием в рабочих полостях гидродвигателей происходит их поломка при ручном открытии и закрытии клапанов.

В течение 5 — 10 лет эксплуатации гидродвигатели большей частью были неисправны и не пригодны к дальнейшей работе по прямому назначению.

Кроме того, гидродвигатели сложны конструктивно и не подходят для условий эксплуатации в Дальневосточном бассейне, где зимой постоянные штормы, грузовую палубу периодически заливает водой и она обмерзает. Восстанавливать такую конструкцию на танкерах, постоянно эксплуатирующихся на линиях Приморье — Магадан, Петропавловск-Камчатский, нецелесообразно.

В создавшейся ситуации экономичнее было не ставить трубки системы гидравлического управления затворами из углеродистой стали и такой сложный гидродвигатель. Система управления затворами была в нормальном рабочем состоянии около 3 — 4 лет из запланированных 20 — 25 что, естественно, не оправдало затрат. Или нужно было планировать к установке коррозионностойкий материал для трубок системы гидравлики, как это требуется по нормам, и более простые и надежные гидродвигатели, опыт эксплуатации которых уже имеется.

Здесь необходимо констатировать необъективную оценку работоспособности системы управления затворами в грузовых танках, вследствие недостаточных знаний условий эксплуатации при заказе и постройке танкеров рассматриваемого типа.

Трубопровод системы гидравлического управления затворами в насосном отделении находится в рабочем состоянии. За счет более

благоприятных условий в насосном отделении он не имел сильного коррозионного износа, хотя выполнен из стали того же сорта, что и на палубе. Гидравлические двигатели в насосном отделении выполнены в виде гидроцилиндров и находятся в рабочем состоянии.

На некоторых танкерах («Уренгой» и др.) не работают гидроаккумуляторы, видимо, из-за повреждений резиновых баллонов. Это ведет к частым запускам и остановкам масляного насоса системы гидравлики, что способствует ускоренному его износу.

На танкере «Самбург», работавшем в основном на перевозках топлива из порта Вентспилс на порты Западной Европы, по истечении 8 лет эксплуатации система гидравлического управления затворами находилась в рабочем состоянии. Палубный трубопровод системы гидравлики имел значительные коррозионные износы и планировался к замене.

Отсюда следует, что при отсутствии условий, приводящих к обмерзанию судна, срок службы системы гидравлики увеличивается (примерно на 50%).

По опыту эксплуатации танкера «Самбург» наличие ручного аварийного привода открытия и закрытия затворов грузовой системы накладывает некоторый психологический аспект на использование системы гидравлики. Хотя гидравлика исправна, при погрузке приемные затворы для надежности закрывают вручную. За 8 лет эксплуатации шпильки верхнего шарнира штоковыводов ручного (аварийного) открытия и закрытия поворотных затворов изнашивались и заменены.

Отмечено забивание отверстий в дроссельных шайбах гидроприводов, поэтому они увеличены с 0,8 мм до 1,8 мм, что в свою очередь уменьшило время открытия и закрытия затворов. Требуемое время манипуляций для данного типа гидродвигателей регулируется изменением диаметра дроссельных шайб.

В эксплуатации большое значение имеет знание фактического времени открытия и закрытия гидравлических затворов на грузовой системе. При современных высоких производительностях погрузки танкера оно необходимо для своевременного закрытия запорных органов системы во избежание переполнения танка сверх расчетного уровня или перелива.

В технической документации указывается одно время открытия и закрытия по результатам стендовых испытаний. Затворы, установленные на грузовую систему, имеют время открытия и закрытия, отличающееся

от приведенного в технической документации. Оно зависит от длины гидравлических линий управления, состояния арматуры, величины рабочего давления масла, температуры масла в системе гидравлики, температуры окружающей среды, времени работы системы и т. д. (рис. 5.3.2)

8/8	32/37	67/44	29/25	28/25	27/22	51/28
	10/9	40/27	31/24	32/24	33/27	52/28
5/5	45/42	63/36	24/25	29/27	30/25	51/32

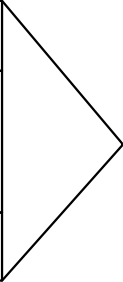


Рис. 5.3.2. План расположения грузовых танков и время (секунды) открытия (числитель) и закрытия (знаменатель) поворотных затворов грузовой системы танкера «Самбург»

Указанное время получено при давлении рабочего масла в системе гидравлики, равном 80 — 90 бар, и температуре окружающей среды 15°C. Естественно, при понижении температуры окружающей среды следует ожидать увеличения времени срабатывания затворов, так как повышается вязкость масла и наоборот. Необходимо также учитывать степень прогрева масла по участкам системы гидравлики.

Из приведенных данных видно, что время на закрытие и открытие затворов разное. Анализируя время для танков с первой по четвертую тройки, находим, что оно увеличивается при перемещении от кормовых танков к носовым. Это соответствует физике процессов, так как с увеличением длины линий управления позже поступает сигнал. Время открытия и закрытия затворов для пятой и шестой троек танков в целом выше, чем для рассмотренных первой и четвертой троек. Это говорит о более тяжелых условиях их тарировки.

Полученная экспериментальным путем информация является ценной для донкермана. Она оформляется в виде таблиц, вывешивается в ПУГО и служит более оперативному управлению при приемке груза, когда при больших производительностях погрузки необходимо до секунд учитывать время открытия либо закрытия затворов во избежание перелива груза.

Не менее важны также результаты времени тарировки секущих затворов на прием и выдачу груза.

**5.3.3. Системы замера уровня груза и балласта.** Система дистанционного замера уровня груза в танках поплавкового типа ТМ-3-2 фирмы «Юнгер Инструмент» (Швеция) имеет пределы измерения от 0 до 36 м, точность отсчета показаний в ПУГО  $\pm 1$  см. При разработке системы соблюдены нормы шведских стандартов по взрывобезопасности электрического оборудования, устанавливаемого на танкеры.

Измерительный датчик представляет собой поплавок, перемещающийся вместе с изменением уровня жидкости с помощью приводного вала и тросика по двум направляющим (вертикально натянутым в танке струнам). Результаты замера дистанционно по электрокабелю передаются в блок индикации и воспроизводятся электронным цифровым табло. Измерительный датчик снабжается также указателем уровня механического типа, расположенным на палубе.

Основные данные системы:

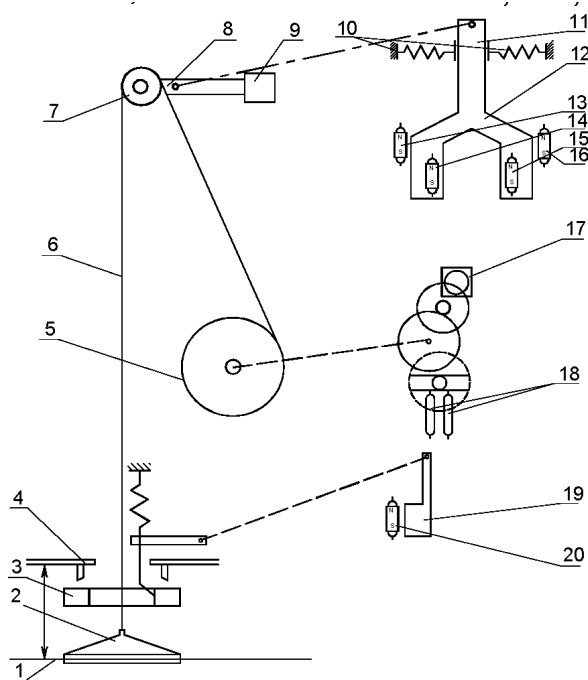
напряжение питания . . . . .	220 В + 10% — 15%
частота тока . . . . .	50 — 60 Гц $\pm 5\%$
потребляемая мощность одним измерителем . . . . .	30 Вт
Температурный диапазон работы:	
блока датчика . . . . .	— 40 — 70°C
блока индикации. . . . .	0 — 55°C

Характерной особенностью системы является то, что поплавок имеет плотность больше плотности груза и тонет в нем.

При сливе, сопровождающемся уменьшением уровня груза в танке, новое значение массы поплавка непрерывно сравнивается с массой противовеса (рис. 5.3.3). В результате рычаг противовеса поворачивается и перемещает экран, освобождающий контакт включения электродвигателя на опускание поплавка. При многократном повторении этой операции поплавок непрерывно опускает и вращает барабан, снабженный магнитом. Он при каждом обороте валика посылает импульсы через герметичные контакты (герконы) или лепестковые элементы. Один оборот валика соответствует 2 см смотанного с барабана тросика. Импульсы далее передаются в блок индикации, где после детектирования направления они поступают в дифференциальный счетчик, выдающий длину смотанного тросика в сантиметрах.

По достижении днища поплавков останавливается за счет установки рычага управления в положение, при котором замыкается сигнализация о разгрузке танка.

В обесточенном состоянии электродвигатель тросового барабана не имеет собственного тормозного момента, если не считать трения в редукторе. Чтобы гарантировать надежную блокировку поплавка при



1 — уровень жидкости; 2 — главный поплавок; 3 — верхний поплавок;  
4 — нулевая точка незаполненного объема танка; 5 — барабан тросика; 6 — тросик;  
7 — блок тросика; 8 — рычаг противовеса; 9 — противовес; 10 — пружина;  
11 — рычаг управления; 12 — экран; 13 — контакт верхнего предела;  
14 — контакт опускания; 15 — контакт подъема; 16 — контакт порожнего танка;  
17 — двигатель с храповым тормозом; 18 — контакты подачи импульсов; 19 — экран;  
20 — контакт верхнего предельного уровня

неработающем двигателе, в конструкцию между двигателем и барабаном введен тормоз с храповиком. При подъеме поплавок он работает как жесткий вал, то есть полностью передает крутящий момент двигателя на барабан тросика. При опускании поплавок тормоз ограничивает скорость величиной, определяемой снижением уровня груза относительно переборки танка. При обесточенном двигателе тормоз блокирует поплавок.

В эксплуатационных условиях система замера уровня груза обеспечивает паспортную точность. Электроника системы имеет высокую надежность и претензий не имеет.

Однако механическая часть системы замера чувствительна к качке. Если в рейсе не поднят поплавок в верхнее положение, то при качке шлагги с барабана намотки сбиваются, и при последующем подъеме происходит запутывание тросика и наматывание его на ось барабана. Этот же недостаток относится и к барабану верхнего предельного уровня. Там плохо работает пружина для намотки тросика на барабан.

К недостаткам системы замера уровня относятся следующие.

Лепестковые элементы герконов, служащие для опускания и подъема главного поплавка верхнего предельного уровня и опорожненного танка, иногда в процессе эксплуатации намагничиваются и не размыкаются. Намагничивание устраняют легким постукиванием, но для этого необходима разборка палубной колонки замерного устройства, что трудоемко.

Внутри герконов может образовываться конденсат, и лепестковые элементы могут примерзнуть, что ведет также к их несрабатыванию.

Подвижные части системы замера уровня в нерабочем положении должны находиться в верхнем положении в палубном тронке. При мойке в зимнее время они могут обмерзнуть. В результате поплавок не опускается, и система оказывается в нерабочем состоянии.

Взрывобезопасность замерного устройства не обеспечивается. По действующим правилам борьбы со статическим электричеством в танках не должно быть предметов, между которыми может измениться расстояние. Этому требованию не удовлетворяет сам принцип замера, который требует удаления поплавка после приема груза и опускания его на груз при необходимости замера уровня. Тем не менее, в мировой практике эксплуатации танкеров не известны случаи взрывов, причиной которых послужило использование поплавковых систем замера уровня груза.

Блок памяти индикации питается от аккумуляторных батареек напряжением 4,5 В, которые в процессе эксплуатации не успевают



подзаряжаться. В результате из-за недостаточной мощности блок индикации дает неверные показания. Система замера уровня в балластных танках пневмеркаторная типа ТА-4. Принцип действия основан на том, что давление воздуха в трубке подвода его в емкость пропорционально высоте измеряемого столба жидкости с учетом ее плотности. Очищенный и осушенный воздух (нагретый до 40°C), сдросселированный до давления 3 бар, подается от самостоятельной станции воздухоподготовки, расположенной в машинном отделении. Расход воздуха составляет 6 — 8 л/ч. Для обеспечения нормальной работы системы требуется периодически выполнять установку нуля путем регулирования подачи воздуха, что осуществляется непосредственно в ПУГО с помощью вентилей и указателей подачи воздуха. Гарантируемая точность измерений 0,5% верхнего предела.

Система замера уровня балласта находится в рабочем состоянии. Ее основным недостатком является разрыв трубок подвода воздуха от вибрации и изломов на волнении, поэтому наблюдаются пропуски воздуха и соответственно сбой работы. На танкере «Уренгой» за период эксплуатации было несколько разрывов трубок. Их ремонт выполнен путем замены и постановки резиновых вставок. Поиск поврежденных трубок очень затруднен, так как они уложены плотным пучком под переходным мостиком.

Другим основным недостатком пневмеркаторной системы замера уровня является потребность в постоянной ее подрегулировке из-за загрязнения воздушных трубок. Одной из причин этого является некачественная подготовка воздуха. Если подрегулировка не производится, то разница в показаниях системы и истинного уровня в танке может достигать долей метра и более. По этой причине пневмеркаторная система находила ограниченное применение на танкерах. По истечении нескольких лет эксплуатации ее показаниями можно пользоваться как ориентировочными.

Принцип действия системы замера осадки носом и кормой аналогичен рассмотренному для балластной системы, разница состоит лишь в конструкции измерителей: для системы замера балласта он манометрического типа, а для системы замера осадки — U-образный ртутный. Недостатки этих систем также аналогичны. Следует лишь добавить, что ртутные трубки в эксплуатации склонны к почернению, что затрудняет считывание показаний. Для устранения этого недостатка необходи

мо поверх мениска ртути налить несколько капель шампуня, который будет смывать черноту, не влияя на точность показаний системы.

**5.3.4. Система сигнализации аварийной загазованности.** Система сигнализации аварийной загазованности парами углеводородов балластных танков, кормового насосного отделения и коффердама изготовлена норвежской фирмой «Мосс Розенберг». В ее состав входит инфракрасный анализатор LIRA модели 303, который поставлен американской фирмой «Mine Safety Appliances Company». Система предназначена для подачи сигнала тревоги команде судна по достижении 30% нижнего предела взрываемости и может работать в диапазоне от 0 до 100% нижнего предела взрываемости и от 0 до 25% объемной газовой концентрации. Центральный газовый детектор, имеющий в своем составе анализатор 303, соединен с контролируемыми помещениями посредством медных трубок (диаметр 8 мм, толщина стенки 1 мм), нижний срез которых находится на высоте 300 мм от днища танкера. Электронная система сканирования (последовательного поиска), при работающем вентиляторе установки, посредством трехходовых соленоидных клапанов подсоединяет проверяемые помещения через трубки к анализатору на время около 60 с с последующим периодом продувки в течение около 15 с, чтобы исключить влияние загазованности одной балластной цистерны на другую.

Анализатор измеряет концентрацию одной составной части взрывоопасной смеси на основе инфракрасного поглощения. В его состав входят две однородные спирали из нихромовой проволоки, которые находятся под напряжением приблизительно 2,6 В. Они нагреты до точки излучения инфракрасной энергии, которая передается через параллельные оптические каналы к ячейкам приема пробы газа и сравнения, а далее — к чувствительному элементу-детектору. Последний преобразует оптический сигнал в электрический, который затем усиливается и может быть прочитан на измерительном приборе анализатора.

За десятилетний период эксплуатации судна система сигнализации аварийной загазованности не использовалась ни разу ни на одном судне из-за отсутствия взрывоопасной смеси газов в танках чистого балласта, насосном отделении и коффердаме.

Экипаж не включал систему контроля загазованности, объясняя это тем, что выходы трубок для отбора проб газа находятся под уровнем неоткачиваемого остатка балласта, из-за неисправных зачистных средств балластной системы и последующего заиливания отверстий для перетекания в наборе танков. Но в первую очередь следует отметить отсутствие необходимости в контроле загазованности емкостей чистого балласта, насосного отделения и коффердама.

За период эксплуатации всех судов типа «Самотлор» система ни разу не включалась по прямому назначению. В действительности в ее использовании не было необходимости.

Протечки груза в танки чистого балласта будут замечены по нефтяному пятну, вследствие чего будут предприняты меры по ремонту. Но при окрашенных танках все, подверженные коррозии места, хорошо видны, и до износа переборок между грузовыми танками и танками чистого балласта протечки можно прогнозировать. Создание взрывоопасной атмосферы в балластном танке маловероятно. Но если оно и будет иметь место, то еще меньше вероятно появление источника воспламенения в таких емкостях. Практика показывает, что взрывоопасное состояние имеет место при работе стационарных моечных машин, в результате чего образуется статическое электричество.

Если ситуация загазованности балластных танков углеводородами все же возникнет, то целесообразно воспользоваться переносным газоанализатором, так как длительно бездействующая стационарная система на момент ее использования может оказаться неисправной.

Контролировать загазованность носового коффердама также нет необходимости. Для практических целей достаточно контролировать уровень нефтепродукта в коффердаме, чтобы затем предпринять меры для ремонта переборок. Коффердам является непосещаемым помещением, и наличие в нем взрывоопасной атмосферы не угрожает безопасности судна. Для того чтобы произошел взрыв, необходим источник воспламенения, которого в коффердаме, представляющем герметически закрытое помещение, нет.

Контролировать загазованность насосного отделения также нет необходимости. Вентиляция насосного отделения обеспечивает двадцатикратный обмен воздуха в час и сблокирована с открытием двери, то есть с посещением насосного отделения. Зайти в него можно только после определенного времени, в течение которого возможная взрывоопасная атмосфера будет ликвидирована.

Следует отметить, что многолетняя практика подтверждает взрывобезопасность насосных отделений за счет жестких требований и кратности вентиляции и следовательно, делает ненужным дополнительный контроль атмосферы.

Рассматриваемая система контроля неприменима для постоянного контроля загазованности грузовых танков, так как открытые трубки отбора проб воздуха из танков будут засоряться перевозимым грузом и искажать характеристики проб отбираемого газа. Эффективного способа очистки внутренних полостей трубок в условиях эксплуатации нет.

Установленная на танкере система контроля загазованности предназначена для замера только нижнего предела взрываемости. На танкере равновероятны взрывоопасные концентрации углеводородов, как по нижнему пределу, так и по верхнему. Таким образом, система не удовлетворяет условиям эксплуатации по назначению и сложна в обслуживании. Так, согласно инструкции по эксплуатации, установка нуля и калибровка должны производиться ежедневно, а также перед каждым включением. Для настройки на нулевое показание используется нейтральный газ — азот из двух небольших баллонов, находящихся под давлением 100 бар и имеющих редукторы. Баллоны входят в комплект установки. При приеме балласта трубки системы, по которым производится подача пробы, необходимо отсоединять от анализатора с целью предотвращения попадания в него воды, а также в трубки.

Последние необходимо периодически продувать. Особого внимания требуют калиброванные невозвратные клапаны для заданной подачи воздуха в анализатор. После года эксплуатации танкера «Усинск» эти клапаны были забиты грязью и продуктами коррозии, по-видимому, из-за попадания в них воды и влаги. Согласно инструкции по эксплуатации, необходимо также ведение журнала на установку сигнализации аварийной загазованности.

Рассмотренный выше опыт применения системы аварийной загазованности фирмы «Мосс Розенберг» показывает, что система сложна в эксплуатации и не соответствует прямому назначению.

По истечении примерно 10 лет эксплуатации система аварийной загазованности на всех танкерах типа «Самотлор» была демонтирована.

**5.3.5. Система контроля сливаемой за борт загрязненной нефтепродуктами воды.** Система «Сальвиго» служит для непрерывного контроля и автоматического извещения о загрязнении нефтепродуктами сливаемой за борт балластной, льяльной или моечной воды. Принцип действия системы основан на определении концентрации нефтепродукта в воде фотооптическим методом (после нанесения пробы на ленту фильтрующего материала) и методом определения концентрации паров по результатам испарения пробы.

В состав системы входят два блока: управления, установленный в ПУГО, и анализирующий, смонтированный в помещении установки пенотушения. Анализирующий блок разделен на два: механический для работы с пробой воды и электрический для ее анализа. Разделение выполнено газонепроницаемой горизонтальной перегородкой.

В механическом (нижнем) блоке установлены насосы, фильтрующая лента, имеющая привод перемещения с постоянной скоростью 5 мм/с, трубопроводы и измерительная камера. Она имеет оборудование: для пропускания откалиброванного потока воды, взятой для пробы, через фильтрующую ленту; устройство для оптического анализа фильтрующей ленты; нагревательный барабан с устройством для отсасывания газов испарившихся нефтепродуктов.

В электрическом блоке установлены: приводной мотор фильтрующей ленты с пускателем, имеющим устройство защиты от перегрузки по току; сигнализатор низкого давления воды от насоса пробы; газовый насос; чувствительный элемент газового детектора; два прессостата — указателя неисправности газового насоса и высокого уровня воды в измерительной камере; кабельные каналы; катушки для четырех электромагнитных клапанов; фотоэлемент с предварительным усилителем; прерыватель пламени газа; вентилятор.

Панель управления системы «Сальвико» содержит электронные цепи для преобразовывания и стабилизации напряжения питания, функциональное устройство, соединительные и блокирующие цепи, а также функции сигнализации, управления, цепи выбора места взятия пробы, измерения и индикации.

В измерительном блоке сигналы от фотоэлемента и детектора газа анализируются и пересчитываются на значение содержания нефтепродуктов. Результат выводится на самописец панели управления и стрелочный индикатор с круглым циферблатом и двумя логарифмическими шкалами содержания нефтепродукта в воде 0 — 200 мг/л и 0 — 1000 мг/л.

Система предупредительной сигнализации панели управления с помощью датчиков, установленных в анализирующем блоке, контролирует: превышение содержания нефтепродуктов в диапазонах измерения 0 — 200 мг/л и 0 — 1000 мг/л;

завышенный уровень воды измерительной камеры;  
заниженное давление воды, создаваемое насосом пробы;  
отклонение температуры нагревательного барабана (для испарения пробы);

неисправность газового насоса;  
обрыв или отсутствие фильтровальной ленты;  
неисправность лампы фотоэлемента.

К клеммам панели управления в ПУГО могут быть подключены одна или две вспомогательные панели. Они содержат только кнопки

управления и индикаторы нефтесодержания. Для пуска системы «Сальвиго» от вспомогательной панели следует выполнить подготовительные операции также и на панели управления в ПУГО.

Основные характеристики оборудования приведены в табл. 5.3.5-1 и 5.3.5-2.

Таблица 5.3.5-1

**Основные характеристики оборудования системы «Сальвиго»**

Наименование	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Анализирующий блок	1300 × 600 × 360	200
Панель управления	600 × 600 × 320	60
Вспомогательная панель	172 × 293 × 166	1,5

Таблица 5.3.5-2

**Основные характеристики питающей энергии**

Наименование оборудования	Параметры тока	Мощность, кВа
Анализирующий блок	380 В/50 Гц или 440 В/60 Гц, 3 фазы	0,5
	220 В/50 Гц или 60 Гц, 1 фаза	0,6
Насос подачи пробы	380 В/50 Гц или 440 В/60 Гц, 3 фазы	0,75 – 1,1

Система «Сальвиго», несмотря на дублирование замера концентрации, дает показания лишь по цвету сливаемой воды. Так, ржавая вода оценивается системой как имеющая загрязнение нефтепродуктами и на основании записи служит основанием для наложения штрафа за загрязнение моря. Такой случай произошел на одном из отечественных танкеров-нефтерудовозов типа «Борис Бутoma», оборудованном системой «Сальвиго».

В данном случае фирма, поставившая прибор, занизила его технические характеристики по отношению к рекламируемым, но продала его по рекламным данным. Наши специалисты, принявшие прибор к установке, допустили недостаточную профессиональную компетентность.

**5.3.6. Дистанционная отдача якоря и счетчик длины вытравленной якорь-цепи.** На танкере при постройке была предусмотрена дистанционная, с ходового мостика, отдача якорей с помощью автономной системы гидравлики. Управление тормозной лентой брашпиля в этом случае осуществляется с помощью автономного гидроцилиндра (ГЦ). Для дистанционной отдачи якоря необходимо подать масло в гидроцилиндр, поршень которого сжимает пружину и освобождает тормоз. Для остановки вытравливания цепи необходимо

подать масло из ГЦ на слив. В этом случае пружина разожмется и передаст усилие на затяжку тормоза.

Включение насоса гидравлики дистанционной отдачи якоря осуществляется с ходового мостика.

Для дистанционного контроля длины вытравленной якорь-цепи установлен счетчик, в состав которого входит магнит, смонтированный на звездочке, и герметичный контакт, установленный на станине брашпиля. При отдаче якорь-цепи счетчик контролирует частоту вращения звездочки. Показания выведены на щиток около брашпиля и на ходовой мостик.

К недостаткам устройства дистанционной отдачи якоря относится попадание воды в цилиндрическую полость пружины тормоза. В зимнее время вода в ней замерзает, в результате пружину сжать невозможно. Для приведения устройства в действие требуется разогревать его паром.

В зимнее время обслуживание герметичных контактов счетчика вытравленной якорь-цепи усложнено из-за обмерзания. Поэтому профилактическое обслуживание контактов постепенно становится запущенным, и счетчик в конечном итоге не работает.

Подготовка якорного устройства к автоматической отдаче производится вручную. Но если человек находится на баке, то в использовании автоматической отдачи якоря нет необходимости. Проще это сделать вручную. Из-за отмеченных выше эксплуатационных недостатков устройство для дистанционной отдачи якоря вскоре после постройки оказалось в нерабочем состоянии и никогда впоследствии не использовалось.

#### **5.4. СРАВНЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТАНКЕРА ТИПА «САМОТЛОР» С НЕАВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СУДНОМ**

Как опыт эксплуатации автоматизированного судна рассмотрим применительно к механизмам МКО танкеров типа «Самотлор», насколько класс автоматизации А2 позволяет компенсировать сокращение штата машинной команды.

В этом плане необходимо рассмотреть практические возможности реализованного на судне класса автоматизации и обстоятельства, послужившие основанием для сокращения численности экипажа.

На судне подлежат автоматизации три производственных комплекса: навигационный, грузовой и энергетический.

Класс А2 не распространяется на задачи управления судном в целом.

По грузовому комплексу для реализации рассматриваемого класса автоматизации на танкере требуется дистанционное управление запорной арматурой грузовой системы и дистанционный замер уровня груза. Наибольший объем автоматизации приходится на механизмы МКО, это ДАУ ГД, автоматизация дизель-генераторов, вспомогательных и утилизационных котлов, большого числа вспомогательных механизмов.

Несмотря на то, что класс автоматизации не распространяется на управление судном, палубная команда на танкерах типа «Самотлор» сокращена до шести человек. Оставлены три матроса для несения вахтенной службы на стоянке и на ходу, а также боцман, плотник и артельщик, занимающиеся техническим обслуживанием по заведованиям, мочными и покрасочными работами по судну. Они не могут быть физически выполнены столь малым числом людей, занятых основными обязанностями.

Вопрос покраски танкеров типа «Самотлор» силами береговой базы может быть удовлетворительно решен при плавании в южных широтах. При работе на Магадан, Петропавловск-Камчатский и Арктику вероятность продолжительной хорошей погоды, достаточной для обивки палубы, надстройки, палубных устройств и механизмов с последующей окраской мала. А покраска, выполненная в неблагоприятных условиях, недолговечна. Ее можно рассматривать как впустую выброшенные деньги.

Таким образом, сокращение палубной команды без усиления составляющей берегового ТО выглядит недостаточно обоснованным и привело в целом к ухудшению технического состояния и внешнего вида судов.

Эксплуатация грузового комплекса на неавтоматизированных судах и судах различной степени автоматизации выполняется одним донкерманом. Увеличение объема автоматизации грузового комплекса увеличивает также и трудозатраты. Если сравнить объем работы, выполняемой донкерманом на танкерах типов «Казбек» и «Самотлор», то на последних наблюдается явное увеличение трудозатрат, пропорциональное количеству систем, их усложнению и введению автоматизации.

Рассмотрим автоматизацию СЭУ. Изначально для нового судна при автоматизации по классу А2, согласно определению, сокращается количество вахты на ходу до одного механика и осуществляется безвахтенное обслуживание на стоянке. Такое определение класса автоматизации А2 неточно тем, что вахта в МКО на стоянке есть. Но



механик в период несения вахты может находиться не в ЦПУ, а в помещениях вне МКО, оборудованных постами сигнализации о состоянии СЭУ. К ним отнесены каюты механиков, столовая и кают-компания. В данном случае можно говорить лишь об уменьшении объема функций контроля и наблюдения, что освобождает механика для другой работы и снижает напряженность труда.

Одновременно уменьшение функций контроля и наблюдения при несении вахты создает предпосылки для сокращения рядового состава. Предположим, что оставшийся штат составляет три моториста. Он необходим для несения вахты в связи с отсутствием полного объема автоматизации механизмов МКО и на случай выхода из строя имеющихся средств автоматизации. Кроме того, на мотористов ложится большой объем работ по текущему техническому обслуживанию СЭУ как на ходу, так и на стоянке. К ним относятся: уборка МКО, чистка льял, чистка и мойка фильтров систем, содержание в рабочем состоянии механизмов по заведованиям, выполнение покрасочных работ, мелких и крупных ремонтных работ, моточисток, участие в приеме воды, топлива, масла и т. д.

Если сравнить автоматизированные и неавтоматизированные суда одинакового дедвейта (например, «Интернационал» и «Самотлор»), то можно отметить следующее. Объем ТО по механизмам МКО у них фактически одинаков, так как машинные отделения имеют одинаковый перечень одноименных механизмов. Автоматизация реализована на неприспособленных для этой цели объектах. Однако за счет установленных средств автоматизации объем ТО возрастает. Отсюда можно заключить, что объем ТО для автоматизированного судна больше, чем для неавтоматизированного за счет установленных средств автоматизации, требующих профилактических проверок, осмотров, ремонта и настройки на нужные параметры.

В качестве примера можно сослаться на сильное увеличение загрузки электромеханика на танкерах типа «Самотлор» по сравнению с танкерами типа «Казбек».

Причем, в отношении неавтоматизированного судна упомянутый объем работ, требующий повышенной квалификации, должен выполняться сокращенным штатом машинной команды. Естественно, что этот объем работ выполнялся не полностью из-за отсутствия ЗИП, достаточной подготовки и физических возможностей экипажа. Доказательством этого утверждения является ухудшение технического состояния ЭУ, быстрый выход из строя части средств автоматизации. Загрузка машинной команды продолжает также увеличиваться по мере старения

судна. Непрерывно растет объем ТО по поддержанию механизмов и средств автоматизации в рабочем состоянии. Для этого в ряде случаев требуется изобретательская деятельность.

В результате эффект от затраты средств на автоматизацию получается незначительным. Более того, его трудно оценить, так как по линии морского флота отсутствуют разработки комплексных ТЭО объема применяемой автоматизации на судах по классам А1 и А2. Также невозможно оценить потери от частично неработающей автоматизации.

В настоящее время начальная стоимость танкеров (как и других типов судов) сильно возросла. Срок их окупаемости, особенно в каботажном плавании в условиях Дальнего Востока и северо-восточного сектора Арктики, сильно возрос. Это имеет место, наряду с другими факторами, также и за счет недостаточно обоснованного объема автоматизации.

В качестве исторической справки можно привести, что введение автоматизации на судах по классам А1 и А2 в начале 1970-х годов совпало с компанией, получившей известное название «Щекинский метод». Суть его сводилась к интенсификации труда. Волевым решением упомянутый метод был реализован и на судах. Затем к нему возвращались под лозунгом «Углубленного Щекинского метода» и это послужило дальнейшим очередным основанием для сокращения рядового состава судов. Штат из 35 человек в тот период был близок к среднему штату зарубежных судов и соответствовал таковому при классе автоматизации А2. И это удовлетворяло нашему желанию не отстать от мировых стандартов.

Таким образом, снижение трудозатрат и соответственно уменьшение штата обслуживающего персонала обеспечивает не любая автоматика, а надежная и эффективная, сочетающаяся с надежными и эффективными объектами управления, приспособленными для автоматизации. Надежность должна быть подкреплена ЗИПом, ремонтной базой и высокой квалификацией обслуживающего персонала.

Необходимо, чтобы установленные средства автоматизации в полном объеме поддерживались в работоспособном состоянии в течение всего эксплуатационного периода судна. Нужно также планировать и замену средств автоматизации из-за морального старения.

В результате обстоятельств, изложенных выше, в настоящее время численность экипажей на наших судах больше, чем в целом на судах мирового торгового флота. Если зарубежные суда дедевейтом до 10000 т уже работают со штатом 11 — 16 человек, то наши экипажи для этих же

условий на 10 — 15 человек больше. Согласно прогнозам ЦНИИМФ, мы планируем штат 16 человек на рубеже третьего тысячелетия. А это эквивалентно отставанию не менее чем на 10 лет от уровня мирового торгового флота.

Для сравнения рассмотрим состав экипажей трех контейнеровозов примерно равного дедвейта (до 10000 т).

Приведенные в табл. 5.4 суда имеют одинаковый уровень автоматизации. На судах Германии и Дании установлены персональные компьютеры для выполнения расчетов по грузовым операциям и других нужд.

Таблица 5.4

**Сравнительный состав экипажей**

Наименование судна	«Sea Crest Pioneer»	«Bravo Sif»	«Николай Малахов»
Принадлежность	Германия	Дания	Россия
Общая численность экипажа	13	16	25
Капитан и его помощники	3	3	5
Ст. механик и механики	2	2	5
Начальник радиостанции	1	1	1
Врач			1
Боцман	1	1	1
Рядовой состав, включая палубную и машинную команды и обслуживающий персонал	6	7	12
Крановщики		2	

Имеется также программа «Судовой администратор». Она позволяет оперативно получить производственную информацию о членах экипажа.

Экипажи германского и датского судна смешанные, рядовой и частично командный состав набраны из развивающихся стран. Так, на германском судне к членам, представляющим интересы компании, относятся капитан, старший помощник, старший механик и боцман. По отзыву капитана, на судне очень тяжело работать, потому что нельзя положиться на выучку и умение наемных членов экипажа. Судно работает 4 — 5 месяцев на перевозках, затем экипажу предоставляется отдых 2 месяца.

Примерно в аналогичных условиях работает датское судно. Его экипаж больше германского на три человека. В состав последних входит

специалист по обслуживанию электронной техники и два судовых крановщика. Компания считает такой подход рациональным за счет частого использования кранов.

Оба судна работают на перевозках контейнеров в странах Юго-Восточной Азии. Оперативная связь с компанией осуществляется по радиотелефону. Установлена также аппаратура для передачи и получения факсимильным способом текстовых и фотодокументов. При необходимости экипажи могут получить любую оперативную техническую и экономическую консультацию у специалистов фирмы.

Теплоход «Николай Малахов» японской постройки 1987 года был принят у голландской команды, состоящей из 12 человек. Японцы планировали эксплуатировать судно экипажем из 16 человек, на такое количество экипажа были построены и жилые помещения. Принимая судно, ДВМП попросило установить дополнительный жилой блок. На следующих после головного судах для размещения 25 человек команды строился уже дополнительный этаж.

Из приведенных данных и табл. 5.4 сформулируем предпосылки, объясняющие разницу в количестве членов экипажа на нашем и зарубежном судне. Из таблицы следует, что палубного и машинного комсостава у нас больше в два раза. Такое же соотношение существует и для рядового состава.

На рассматриваемых судах объемы работ в рейсе и на стоянке по навигационному, грузовому и техническому обслуживанию энергетической установки одинаковы. Лишь судно, имеющее больший экипаж, нуждается в увеличении объема бытовых услуг. Небольшая жилая надстройка при сокращенном экипаже и кают-компания на семь человек разительно контрастируют по бытовому обслуживанию, даже при приведенном в таблице соотношении членов экипажа.

Поскольку объемы выполняемых работ экипажами одинаковы, а количество людей на т/х «Николай Малахов» в два раза больше, то отсюда вытекает следующее. Традиционные организационные формы распределения обязанностей между членами экипажа изменены в направлении решительного совмещения. Но не механического. Все судно, начиная от бытовых услуг и кончая функциональными обязанностями экипажа, минимизировано по трудозатратам.

Для решения различных производственных вопросов предусматривается оперативная связь с фирмой, оргтехника высоких возможностей, финансы для закупки ЗИПа и оплаты работ по судну. Энергетическая установка приспособлена к высокой степени автоматизации. Высокая

надежность механизмов и систем обеспечивается заменой узлов, деталей, элементов по картам техобслуживания, в которых указывается, по истечении какого времени должны производиться замены. Габаритное оборудование ремонтируется агрегатно. Даже ремонт цилиндропоршневой группы среднеоборотного главного двигателя на этих судах может выполняться двумя специалистами.

За интенсификацию труда (совмещение обязанностей) предусматривается высокая оплата.

Германская фирма, которой принадлежит контейнеровоз «Sea Crest Pioneer», имеет средний возраст судов шесть лет. После этого срока объем работ по текущему техническому обслуживанию резко возрастает и становится труднее обеспечивать эксплуатацию сокращенным экипажем. При правильной постановке дела такие суда подлежат продаже.

Что касается берегового обслуживания, то у них как раз есть то, чего нет у нас, и наоборот. У них на флоте нет большой текучести кадров, низкой оплаты труда, жилищной проблемы и прочего в наших масштабах. Так, капитан и стармех с т/х «Sea Crest Pioneer» планировали работать на флоте до пенсионного возраста (65 лет).

У них для флота предусматриваются средства на запчасти любых стран мира с доставкой в указанный порт, даже самолетом, ремонт с гарантией, покраску, консультации и ремонт сложного оборудования, на оперативную диалоговую связь с фирмой, оплату различных работ по судну и т. п.

Таким образом, проблема численности экипажа комплексная. Она закладывается при проектировании и реализуется при постройке высокой надежностью и эффективностью оборудования судовых производственных комплексов: навигационного, грузового и энергетического, а также бытового; их приспособленностью для выполнения функциональных задач и автоматизации. Требуемая численность экипажа обеспечивается в процессе эксплуатации организационными формами, минимизирующими трудозатраты экипажа, и высоким уровнем автоматизации и связи, а также высоким уровнем техобслуживания, выполняемого береговыми службами и экипажем, на основе адекватной технической базы.

С рассмотренных позиций обеспечения минимальной численности экипажа танкеры типа «Самотлор» не удовлетворяли высокой надежности и эффективности механизмов и систем. Автоматизация была «навешана» на традиционное энергетическое оборудование,

которое предусматривало возможность использования его в автоматизированном и неавтоматизированном режимах. Адекватного технического обслуживания средства автоматизации не получали за счет отрыва от баз их создания (страны Европы), не было также средств на ЗИП, поэтому она не восстанавливалась в полной мере. Недостаточно эффективными были как организационные формы, так и береговое техническое обслуживание. Поэтому закономерен результат — увеличенный экипаж на танкерах типа «Самотлор».

В качестве отступления от основного текста отметим, что приведенные выше сравнительные данные относятся к первым 10 годам эксплуатации танкеров типа «Самотлор». В настоящее время частная компания, владеющая судами типа «Николай Малахов», эксплуатирует их штатом в 17 человек. Однако практически на всех судах, принадлежащих пароходствам России, независимо от уровня автоматизации сохраняется традиционное старое деление на палубную и машинную команды с полным штатом комсостава и сокращенным рядовым.

## **5.5. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Установленный объем автоматизации при заказе не оценивался, хотя это одна из самых больших составляющих стоимости судна. Готовое судно «Самотлор» стоило 8 млн. рублей по ценам 1975 года, а последнее — 20 млн. руб. в ценах 1977 года. Такое повышение цен не соответствовало существовавшей в тот период мировой девальвации цен на материалы и продукцию. Объяснение удорожания судов происходило в значительной степени за счет высокого уровня автоматизации наряду с другими факторами.

Можно утверждать, что установленные средства автоматизации себя не окупили. Этому способствовал непродолжительный срок их работы. Основная часть средств автоматизации, как отмечено выше, оказалась неработоспособной в течение первых 5 лет эксплуатации. ЗИП в достаточном количестве не был закуплен, а пароходство не обладало базой для поддержания средств автоматики в работоспособном состоянии. Сильно также сказался отрыв от стран, создавших автоматику. Обслуживание ее, как и создание базы, сильно затруднены из-за разнотипности средств автоматизации. Определим в первом приближении окупаемость установленных средств автоматизации. В

качестве исходных данных примем срок службы танкеров типа «Самотлор» — 25 лет, стоимость установленных на судно средств автоматизации равной 10% строительной стоимости [11], срок службы основных средств автоматизации 5 лет. Последняя цифра подтверждается также сведениями о том, что средний срок службы периферийных средств автоматизации: датчиков, сигнализаторов, исполнительных механизмов — не более 6 — 8 лет [8].

Экономическая эффективность судовых средств автоматизации составляет 4 — 5% в год от их стоимости [6]. Это означает, что установленные системы автоматизации окупят себя лишь за полный период эксплуатации судна (20 — 25 лет). В результате получим, что среднегодовой процент окупаемости (при стоимости средств автоматизации 10% строительной стоимости судна) равен 0,4%. А за 5 лет работоспособности автоматизации — 2% строительной стоимости. Оставшиеся 8% приходятся на «потери». Другими словами, это величина некупаемости средств автоматизации. Если умножить эту величину на количество построенных судов, то получим 112%. Такова потеря, или некупаемость, вложенных в автоматизацию средств, выраженная в процентах построечной стоимости судна. Этих средств достаточно для постройки одного нового судна. Дадим оценку достоверности выполненного расчета. Это вызвано тем, что после износа за 5 лет основной части средств автоматизации частично она все же осталась на уровне, близком к аварийно-предупредительной сигнализации (АПС). Если учесть это обстоятельство, то результаты расчета будут несколько занижены. Предположим, они составили 100%. Однако большее число факторов действует в сторону увеличения затрат, вызванных применением автоматизации. Это имело место за счет:

нахождения в нерабочем состоянии части средств автоматизации с момента постройки судна;

избыточного объема установленных средств автоматизации;

несоответствие периферийных средств автоматизации своему назначению.

К не работавшим с момента постройки средствам автоматизации относились, например, система дистанционной отдачи якоря и контроля длины вытравленной якорь-цепи. С момента постройки был в нерабочем состоянии вискозиметр топлива для главного двигателя. Следовательно, не работал регулятор вязкости.

К избыточному объему автоматизации относится система автоматического замера загазованности парами углеводородов балластных танков, носового коффердама и насосного отделения.

Указанные выше системы, не давая практической отдачи, требовали в процессе эксплуатации и ремонта, и профилактического ухода, как и работающее оборудование.

Необходимо учесть, что по истечении 10 лет эксплуатации танкеров типа «Самотлор» система автоматического замера загазованности была демонтирована, в результате были затрачены дополнительные средства, которые необходимо отнести на счет окупаемости средств автоматизации. Сюда же необходимо прибавить затраты на разработки по замене элементной базы средств автоматизации на отечественные аналоги и их последующую закупку.

В период эксплуатации судов имели место дополнительные затраты на ремонтные работы по причине несоответствия периферийных средств автоматизации своему назначению.

Так, на танкере «Березово» был погнут главный валопровод из-за того, что вахтой не было своевременно замечено расплавление одного из подшипников. Установленные датчики контроля температуры смазки валопровода обладают малой достоверностью, так как контролируют температуру общего потока масла на выходе, а не температуру вкладышей подшипников. В результате, сигнал о неисправности запаздывает и уходит за пределы функционального назначения системы. Другими словами, при столь инерционном датчике система автоматизации своих функций по прямому назначению не выполняет.

Система автоматического замера сливаемой за борт загрязненной нефтепродуктами воды (загрязненный балласт и моечная вода) контролирует ее цвет, а не фактическое содержание углеводородов.

Не известны случаи, которые именно на танкерах типа «Самотлор» создали бы форс-мажорную ситуацию при использовании данной системы. Но на нефтерудовозах типа «Борис Бутома», оборудованных подобной системой контроля, такая ситуация имела место.

Один из нефтерудовозов этого типа слил в территориальных водах США чистый балласт, имеющий от коррозии в грузовых танках ржавый цвет. Последний был зарегистрирован на ленте самописца системы. При контроле слива портовыми властями запись была принята как загрязнение углеводородами. Лента с записью была изъята и послужила доказательством виновности экипажа в загрязнении территориальных вод. В итоге на судно был наложен штраф около 1 миллиона долларов.

В настоящее время отмечается непрерывное совершенствование элементной базы систем управления, что открывает новые возможности в плане построения систем, повышения их компактности и надежности



обслуживания. Это обусловлено общим прогрессивным развитием техники. Вместе с тем отмечается незначительный рост их функциональных возможностей из-за слабой совместной проработки потребностей управления объектами со стороны эксплуатационника и разработчика (проектанта) систем.

Настоящим тормозом систем управления является отставание в совершенствовании конструкций периферийных средств автоматизации, в частности датчиков, повышении их надежности и удовлетворение цели управления условиям эксплуатации.

Например, свыше 30 лет как новшество известна установка датчиков температуры в корпусе подшипника с целью ускорения реакции системы управления на истинную причину неисправности. Одновременно этим достигается цель сохранения не только подшипника, но и механизма. Однако, несмотря на такой продолжительный срок известности этого новшества в судовой технике, достаточного применения оно не получает. Пример тому — авария, приведшая к изгибу главного вала на танкере «Березово».

На всех судах типа «Самотлор» установлены датчики вязкости топлива неработоспособной конструкции. Это замечание относится и к большинству других судов.

Ложный принцип действия был реализован в системе слива за борт загрязненной нефтепродуктами моечной воды.

Подобные примеры можно множить.

В некоторых случаях исправная система автоматизации может служить источником аварии. Так, на т/х «Славянка», поплавковый датчик, сигнализирующий о минимальном уровне топлива в расходной цистерне, залег на скопившиеся твердые топливные остатки и механические примеси и в нужный момент не сработал. В результате, при проходе каналом топливо в расходной цистерне закончилось. Это привело к выводу из действия СЭУ и потере управления судном в интенсивном районе движения.

Заслуживающим внимания с точки зрения совершенствования систем автоматизации является случай гибели т/х «Комсомолец Киргизии».

На судне сработала защита по падению давления масла, обеспечивающего смазку главного двигателя. Это произошло в условиях жестокого шторма, на переходе Канада — Куба. Одной из причин могло быть оголение приемника системы в условиях сильной качки. В результате срабатывания сигнализации главный двигатель остановился,

судно лишилось хода и управления на непродолжительное время, необходимое для поиска неисправности. Но этого времени в штормовых условиях оказалось достаточно для того, чтобы судно развернуло лагом к волне и произошло смещение груза (муки). В результате возник аварийный неустрашимый крен. Еще одна остановка главного двигателя усугубила положение и привела к необходимости оставления судна. Экипаж был снят вертолетами береговой охраны США. В размер убытков входят потеря судна, груза и спасение экипажа. Последующий разбор аварии привел к смерти капитана судна В. Хурашева.

При анализе работоспособности систем управления и удовлетворения требованиям эксплуатации всегда стоит вопрос о разумной достаточности функционального объема средств автоматизации. С этой точки зрения целесообразно отметить опыт эксплуатации систем автоматизации в указанном направлении.

На т/х «Генерал Леселидзе» польской постройки, имеющем класс автоматизации А1, капитан разрешил вахтенным механикам находиться в каюте с 22 до 6 часов, но в состоянии полной готовности. После одной из вахт, открыв утром дверь в машинное отделение, вахтенный механик увидел, что оно наполнено парами топлива. Для того чтобы спуститься в машинное отделение в этой ситуации, судно обесточили. Причиной аварии явился свищ на трубке отбора давления на манометр топливоподкачивающего насоса главного двигателя. Через свищ в трубке в течение нескольких часов выходило топливо. Взрыва и пожара не произошло только чудом.

Правилами технической эксплуатации при классе автоматизации А1 предусматривается насыщение МКО механизмами с 24-часовым безвахтенным обслуживанием, поэтому считается, что в частом посещении МКО нет необходимости. С другой стороны, к этому призывают возможные непредвиденные обстоятельства. В противном случае необходимо расширять функциональный объем автоматизации. Так, в данном конкретном случае необходима проработка установки датчика, реагирующего на первопричину возможной загазованности МКО парами топлива.

Случай с заполнением парами топлива МКО говорит также о том, что любой объем установленной автоматизации может быть превзойден последующим многообразием непредвиденных условий эксплуатации оборудования.

Не отрицая роли и значения автоматизации, особенно по классу А1, на основании опыта эксплуатации не представляется возможным

рекомендовать безвахтенное обслуживание механизмов МКО на ходу. Этот подход должен еще подкрепляться гарантией стопроцентной надежности всего многообразия действующих механизмов МКО. Такие условия могут быть только на новом судне и лишь на определенной стадии его эксплуатационного периода.

Следующий пример касается средств автоматизации. На танкере «Игрим» во время шторма при переходе Охотским морем произошло разрегулирование регулятора оборотов ГД типа PGA 12 Woodward. Появились сильные колебания частоты вращения, двигатель сбрасывал и не держал заданных оборотов. Сначала колебания держались в пределах 80 — 120 мин<sup>-1</sup>, затем 40 — 85 мин<sup>-1</sup>. При попытке увеличения подачи топлива и частоты вращения реакции регулятора не было.

В связи с этим было решено перейти на аварийное управление из ЦПУ. Были проверены гидроусилители и бустерные сервомоторы регулятора. После этого при попытке запуска двигатель проворачивался на воздухе, но не переходил на топливо, регулятор также не реагировал на увеличение подачи топлива.

В порту Петропавловск-Камчатский регулятор был сдан в ремонт. Мастер его подрегулировал и опробовал в работе при пусках на малом ходу. Клапан датчика давления наддува выскочил из седла и перекосялся, других неисправностей обнаружено не было.

При выходе в рейс экипаж отрегулировал регулятор на среднем и полном ходу. При этом топливная рукоятка находилась на делении 75 (должна быть на 60), воздух управления регулятора составлял 0,5 МПа при максимальных оборотах 96 — 98 мин<sup>-1</sup>.

При этом:

с увеличением давления воздуха управления от 0,08 до 0,26 МПа топливная рейка и регулятор не реагировали и двигатель не набирал оборотов;

на стопе регулятор делал «бросок» на максимум, затем возвращался на ноль.

Судно было вынуждено при первой возможности вернуться в базовый порт, потому что регулятор можно было отрегулировать только на стенде, достаточно оборудованном для отладки регуляторов такого типа и обслуживаемом квалифицированными специалистами.

Непредсказуемость поведения регулятора, не вписывающегося в типовые недостатки, говорит о многообразии и непредвиденности поведения самих регуляторов при взаимодействии их с объектом управления. Это также накладывает ограничения на безвахтенное обслуживание.

В заключение можно отметить, что, несмотря на постоянное совершенствование систем автоматизации, в части элементной базы они имеют недостатки за счет отставания в развитии периферийных средств автоматизации. Поскольку развитие последних более трудоемко, существующие тенденции недостатков систем автоматизации сохраняются. Другими словами, выводы относительно развития систем автоматизации, полученные на относительно старых системах, можно распространять и на новые. Таким образом, можно утверждать, что системы автоматизации, установленные на судах, будут продолжать стремиться к своему предельному состоянию, которое определяется функциями АПС. Этому способствует отсутствие в условиях парокондуктов достаточной базы для поддержания их работоспособности и недостаточная квалификация обслуживающего персонала, а также низкая окупаемость систем автоматизации.

Большие возможности в решении проблем эксплуатации систем автоматизации заложены при заказе нового судна, когда решаются вопросы его эффективности. Здесь необходимо уделить внимание надежности, обеспечению ЗИПом и принятию технических решений, удовлетворяющих требованиям эксплуатации. Из-за отсутствия систематизированного обобщения опыта эксплуатации судовых систем автоматизации такая работа не проводится. Нет также достаточных руководящих документов в этом направлении. Поэтому автоматизация при заказе судна является белым пятном.

С точки зрения науки, эксплуатационные свойства автоматизации являются малоисследованными.

Экономическая эффективность средств автоматизации базируется на общих принципах (в частности, сроке окупаемости), по которым трудно решить конкретные вопросы, касающиеся назначения объема автоматизации.

## **6. СПЕЦИФИКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРА**

### **6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРОВ**

#### **6.1.1. Специфика эксплуатации танкеров ледового плавания.**

Районами транспортировки грузов танкерами типа «Самотлор» являются:

тропики;

умеренные широты, включающие порты с замерзающей акваторией, обледенением судов в зимний период и предполагающие самостоятельное движение в однолетних льдах или проводку с помощью ледоколов в многолетних;

Арктика и Антарктика, пригодные для плавания в летне-осенний период и предполагающие плавание по свободной воде с последующим преодолением полей айсбергов и льдов (в одиночку в Антарктике и с ледоколом — в Арктике).

Танкеры типа «Самотлор» ОАО «Приморское морское пароходство» выполняют следующие рейсы:

доставка топлива в порты Магадан и Петропавловск-Камчатский (основное направление перевозок) и северо-восточный сектор Арктики, в который входят портопункты Певек, мыс Шмидта и Амбарчик, устье рек Колымы, Индигирки и Хангая;

обеспечение топливом Республики Вьетнам с заходом в порты Сайгон и Хайфон. Эти перевозки осуществляются как из Дальневосточного бассейна, так и Черноморского;

эпизодические перевозки топлива из портов Черноморского и Балтийского бассейнов в порты Западной Европы;

перевозки пищевых грузов: патоки и масла из стран Юго-Восточной Азии в Западную Европу.

Единичные рейсы связаны обеспечением топливом научных экспедиций в Антарктике.

В бывшем Латвийском морском пароходстве танкеры типа «Самотлор» использовались для обеспечения топливом портопунктов северо-западного сектора Арктики и перевозок нефтепродуктов из Балтийского бассейна в порты Западной Европы.

Дальнейшее углубление специфики эксплуатации танкеров состоит в уточнении свойств и условий перевозимого груза, особенностей выполнения грузовых, балластных и швартовых операций, а также обеспечивающих режимы работы их энергетической установки.

Грузовые и балластные емкости используются для перевозки груза в большом диапазоне плотности от  $0,7 \text{ т/м}^3$  (бензин) до  $1,4 \text{ т/м}^3$  (патока). Грузовые танки имеют антикоррозионные покрытия внутренних поверхностей, удовлетворяющие условиям перевозки пищевых грузов. Установлена система подогрева, обеспечивающая режимы разгрузки нефтепродуктов, имеющих повышенную вязкость, одновременно удовлетворяющая условиям кондиционирования и слива пищевых грузов, предъявляющих к подогреву ряд специфических требований.

К особенностям выполнения грузобалластных операций относятся следующие.

Прием и слив груза и балласта зависят от технических возможностей береговых баз, условий постановки танкеров для погрузки и разгрузки, а также от погодных и климатических условий.

Швартовка судов в порту Владивосток осуществляется кормой к причалу. Через кормовые грузовые трубопроводы осуществляется и погрузка.

В порту Находка погрузка осуществляется через стендеры при постановке танкера к причалу лагом. Требуется соблюдать достаточно точную фиксацию судна относительно причала, а также выполнять периодическую перетяжку при смене сорта груза. Аналогично выполняется погрузка при швартовке танкеров лагом к причалу в портах Вентспилс, Новороссийск, Туапсе. Погрузка патоки и пищевых масел производится у причалов по такому же принципу с возможной последующей догрузкой на рейде малыми танкерами, что объясняется малой глубиной у причалов, например, в порту Бангкок.

Разгрузка танкеров на ряде направлений производится при постановке танкера кормой к причалу, это порты Магадан, Петропавловск-Камчатский (нефтебаза рыбаков), и осуществляется по одному шлангу с подачей около  $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Швартовка лагом к причалу для разгрузки осуществляется в портах Певек, Петропавловск-Камчатский, а также в заграничных Сайгон, Хайфон и др.

По такой же схеме, но через стендеры, осуществляется разгрузка нефтепродуктов в портах Западной Европы без ограничения производительности слива. При постановке судна кормой к причалу отдают два якоря и заводят до 7 — 8 швартовых, а при постановке лагом — 3 — 6 швартовых отдают один якорь. В ряде случаев отдача якоря не производится.

Распаковка малыми танкерами при постановке танкера на рейде с отдачей одного якоря выполняется в портпунктах Амбарчик, мыс Шмидта, устьях рек Колыма, Индигирка, Хангай.

Постановка на два якоря на рейде с швартовкой к бочкам, подачей двух швартовых с кормы и по два швартовых с бортов для слива груза по подводному трубопроводу осуществляется в порту Дампецо (Италия).

Швартовка к другим судам лагом в условиях открытого моря и рейдов для передачи груза выполняется с учетом внешних условий. Если в районе работы танкеров имеется блинчатый лед или ледовые поля небольшой мощности, то предпочтение отдается работе именно в этих полях для уменьшения качки при выполнении грузовых операций. Передача груза на другое судно в положении «бакштов» осуществляется с подачей швартовых с судна, принимающего груз, и шланга с кормы танкера-раздатчика.

Выполнение описанных вариантов грузобалластных операций и швартовка могут сопровождаться неблагоприятными климатическими условиями: ветер, волнение, плохая видимость, ледовые поля в зоне работы судна, низкие температуры, приливно-отливные течения, особенно действующие при работе в устьях рек. Значительное колебание уровня воды наблюдается в порту Сайгон. Оно может привести к посадке судна на грунт и осложнить работу системы охлаждения главного и вспомогательных двигателей.

Отмеченные трудности при ведении грузобалластных операций способствуют аварийности танкеров. Выполняемые на основных направлениях перевозок рейсы на Магадан и Петропавловск-Камчатский являются сравнительно короткими и сопровождаются постоянными штормами в осенне-зимний период. Сочетание условий преодоления ледовых полей, штормовых условий, проведения грузобалластных операций позволяют утверждать, что энергетическая установка танкеров типа «Самотлор» часто работает в маневренном режиме.

Следует также отметить, что основное состояние энергетической установки при выполнении грузобалластных операций — это режим постоянной готовности.

**6.1.2. Арктические условия эксплуатации танкеров.** Известно, что в Арктику и Антарктику перевозят в основном светлые сорта нефтепродуктов, которые не подлежат подогреву. Принятый в летние месяцы груз может быть обводнен, а в зимние — зашугован. При переходе через южные широты лед тает, вода оттаивается и заполняет в первую очередь приемные колодцы. При подходе к месту разгрузки приемники грузовой системы будут заморожены. Приведение их в рабочее состояние связано с использованием различных способов разогрева, что небезопасно, так как на борту находится груз высокой

категории. Для устранения подобных случаев необходимо в рейсе производить проверку наличия воды в грузе футштоком, с нанесенной на него пастой — индикатором воды, или путем отдачи пробок на грузовой системе в насосном отделении. При обнаружении воды ее необходимо слить в льяла насосного отделения и перекачать далее в отстойные танки. Если воды в топливе много, то ее можно через приоткрытые приемные клинкеты подать грузовым насосом в один из грузовых танков либо в отстойные танки моечной воды.

В зимнее время при наличии на судне колодцев в районе приемников грузовой системы необходимо постоянно следить за наличием в них воды с тем, чтобы исключить ее замораживание. Особенно это важно перед погрузкой, когда ограничена возможность применения системы подогрева для оттаивания колодцев. Например, при приемке легких сортов топлива.

В Арктике при ходе за ледоколом возникает необходимость увеличения осадки, что можно осуществить за счет приема балласта в грузовые танки. В процессе эксплуатации наблюдались случаи замерзания с поверхности принятого балласта. При последующей его откачке лед удерживался в верхнем положении, а затем к моменту окончания слива падал и разбивал систему подогрева груза. Такой случай был на танкере «БАМ». Толщина образовавшегося льда составляла около 1,5 м. Для исключения подобных случаев в условиях Арктики необходимо осуществлять подогрев балласта, принятого в грузовые танки для увеличения осадки.

## **6.2. ОБЛЕДЕНЕНИЕ**

В зимнее время на основных направлениях работы танкеров типов «Самотлор», в рейсах на Магадан и Петропавловск-Камчатский, из-за низких температур наружного воздуха и штормовых условий плавания происходит обмерзание бака и носовой грузовой палубы судна. Толщина льда на палубе бака может превышать 1 м. Причем, брашпиль оказывается полностью скрытым под слоем льда. Иногда полностью покрывается льдом носовая часть переходного мостика, так что проход по нему оказывается невозможным. Обмерзание грузовой палубы происходит с постепенным снижением интенсивности до кормовой надстройки, включая обмерзание дверей в шланговое помещение. А обмерзание бака происходит почти до марса на салинге носовых грузовых стрел.



Масса образовавшегося льда в некоторых случаях достигает примерно 1000 т. Прием такого дополнительного груза, главным образом на бак и носовую оконечность грузовой палубы, увеличивает дифферент на нос по отношению к исходному примерно до 1,5 м, что уменьшает скорость судна, снижает его остойчивость (рис. 6.2-1). Показанное на этом рисунке обледенение танкера в рейсе на Магадан не является самым тяжелым, так как проход по переходному мостику на бак был возможен.

Наблюдались случаи повреждения судовых конструкций, расположенных на баке: на танкере «БАМ» был излом носовых пятитонных грузовых стрел; на танкере «Усинск» их прогиб; на танкере «Уренгой» был обрыв палубного крепления кран-балки суэцкого прожектора и такелажа грузовых стрел.

Обмерзанию бака в значительной степени способствует его большая площадь (длина 29 м, наибольшая ширина 22 м), горизонтальная конструкция палубы, с которой плохо стекает вода, низкий фальшборт, способствующий заливанию. Бак очень загроможден. Кроме штатного оборудования на нем расположены: комингс сухогрузного трюма и стойки для поддержания его крышки в открытом положении; грузовые колонны с двумя поддерживающими стойками на каждую грузовую стрелу; грузовые лебедки и такелаж; трап на марс; запасной якорь; тамбулина входа в носовое насосное отделение. Для стока воды предусмотрено лишь два шпигата относительно малого диаметра, равного 80 мм, расположенных по бортам в кормовой части палубы бака. Это не позволяет обеспечить удовлетворительное удаление воды и приводит к ее задержке на палубе и последующему замерзанию в зимний период.

Фактором, способствующим заливанию бака на ходу, является дифферент на нос при приемке груза в носовые диптанки и последующее его увеличение в рейсе за счет обмерзания. В результате ледовый пояс уходит под воду, что, кроме того, способствует повреждению носовой оконечности при встрече с тяжелыми льдами. Так, на акватории порта Магадан глыбы льда могут достигать четырехметровой высоты.

Не все капитаны используют снижение скорости и изменение курса в штормовых условиях, что увеличивает заливание и последующее обмерзание бака. Необходимо отметить неудачные носовые обводы корпуса и малый период качки, способствующие брызгообразованию.

Условно борьбу со льдом на танкере можно подразделить на два этапа: до начала разгрузки и после.

На первом этапе стоит задача освободить от льда брашпиль. Это делается с помощью ломиков, кувалд и горячей воды. Иногда необходимо освобождать и якорь: он примерзает к клюзу, а якорь-цепь в него вмораживает на длине свыше 2 м. Для отрыва примерзшего якоря и цепи наряду с освобождением от льда применяют их отдачу с помощью электродвигателя брашпиля. Операция по подготовке якорного устройства к эксплуатации может занимать до суток, в зависимости от тяжести ледовой обстановки.

На втором этапе стоит задача подготовить танкер к разгрузке. Для этого освобождают от льда горловины танков, систему газоотвода и ручной палубный привод приемных из танков затворов (рис. 6.2-2 и рис. 6.2-3). Приведенные фотографии относятся к вышеупомянутому рейсу на Магадан. Весь висящий на вертикальных конструкциях лед необходимо удалять горячей водой. Подготовка к грузовым операциям может занимать максимально три дня.

После начала разгрузки производится очистка проходов переходного мостика и клапанных ящиков системы подогрева груза. Далее очищается от льда грузовая палуба. Хорошие результаты по ее очистке достигаются, если лед снизу подмыть горячей водой, тогда он хорошо и на большие куски колется ломиком. При этом скорость очистки от льда возрастает, а покраска палубы практически не разрушается. Окончательная очистка танкера может продолжаться весь обратный переход и далее в следующем рейсе.

Борьба с обледенением является авральной работой и требует напряжения сил всего экипажа. Она выполняется согласно судовому авральному расписанию и ведется с помощью ломов, кувалд, клиньев, колотушек, подачи горячей воды по системе мойки танков. То есть далеко не передовыми методами и связана с большими затратами физического труда, тепловой энергии и времени.

Эффективной борьбе со льдом мешают защитные кожухи трубопроводов систем подогрева груза и гидравлического управления поворотными затворами, большое загромождение палубы трубопроводами грузовой системы, а также горловинами, лючками и другими устройствами. Такое загромождение в значительной степени объясняется тем, что танкер спроектирован для перевозки шести сортов груза и имеет большое количество грузовых и балластных танков.

Эффективная борьба со льдом с помощью горячей воды ограничена недостаточной производительностью водоподогревателя моечной воды, который обеспечивает работу на части судов этой серии (например, на

танкере «Уренгой») только трех тонких резиновых шлангов для скатки палубы. Это, с одной стороны, объясняется отрицательной температурой забортной воды, из-за чего снижается производительность водоподогревателя по отношению к расчетной, а с другой — недостаточной паропроизводительностью, так как один из котлов практически всегда находится в ремонте.

Поскольку обледенение танкеров при работе в зимний период, особенно на магаданской линии, является не исключением, а правилом, то естественно, что время, затраченное на авральные работы, отнимается у профилактического технического обслуживания энергетической установки и палубного оборудования. Поэтому профилактика на танкерах, эксплуатирующихся в ледовых рейсах, будет запущенной.

При обивке льда часты обрывы защитных кожухов трубопроводов и разрушение их изоляции и покраски всего палубного оборудования, прогиб и обрывы леерного ограждения и трубопроводов малого диаметра, например, системы гидравлического управления поворотными затворами.

Далее трудозатраты возрастают. Так, повреждения при обивке льда покраски палубы, трубопроводов, кожухов, ограждений ведет к их усиленной коррозии и последующему резкому увеличению работ по обивке ржавчины перед покраской и покраске, а также превышению норм потребления расходных материалов.

Устранение мелких повреждений, вызванных борьбой со льдом: правка и подварка поручней, защитных кожухов на грузовой палубе с последующей обивкой, грунтовкой и покраской, восстановление изоляции — выполняются, как правило, экипажем, что увеличивает его загрузку по отношению к танкерам, не эксплуатирующимся в ледовых условиях. Для уменьшения последствий от обмерзания танкеров, в частности, чтобы исключить прогиб или излом носовых грузовых стрел, под них установлены дополнительные стойки на всех танкерах этой серии.

На танкере «БАМ» высота фальшборта бака увеличена примерно на 0,5 м, что уменьшило заливание и обмерзание.

Для вновь строящихся арктических танкеров должны быть учтены отмеченные недостатки, с тем чтобы уменьшить ледообразование и сократить затраты на последующую борьбу с ним. Меры борьбы, обеспечивающие уменьшение ледообразования, иллюстрируются на рис. 6.2-4.



Рис. 6.2-1. Обледенение танкера «Самотлор». Вид на бак с переходного мостика



Рис. 6.2-2. Подготовка танкера к разгрузке. Освобождение от льда горловины танкера



Рис. 6.2-3. Подготовка танкера к разгрузке. Освобождение от льда системы газопровода

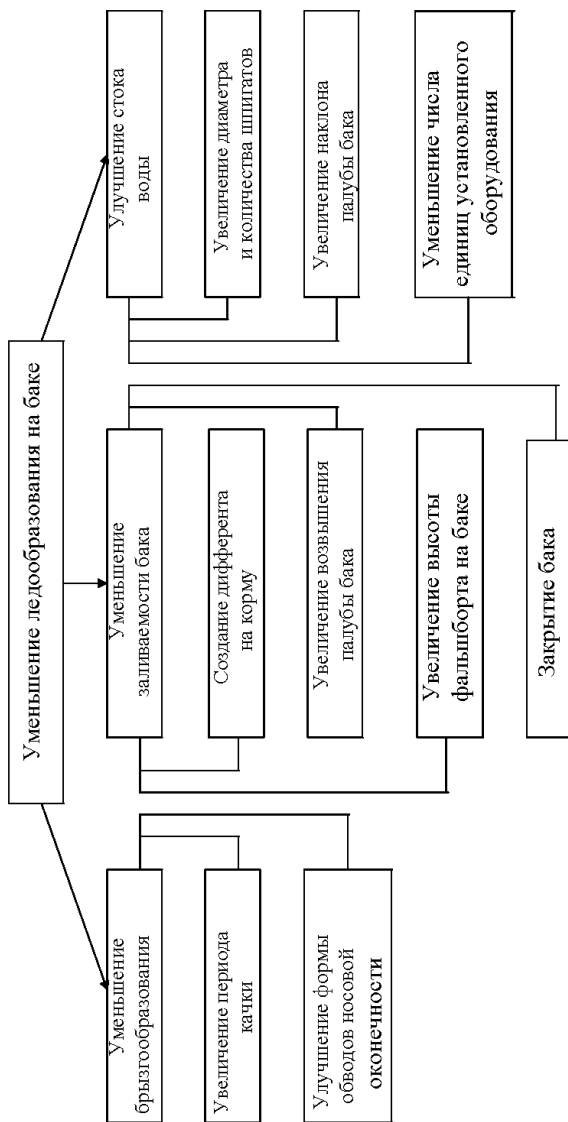


Рис. 6.2-4. Схема мероприятий по уменьшению ледообразования на баке

Для уменьшения ледообразования на полубаке необходимо применение конструкции, способствующей уменьшению заливаемости и брызгообразования. Этому способствует улучшение формы обводов носовой оконечности, увеличение периода качки, создание дифферента на корму, увеличение возвышения палубы бака, а также высоты фальшборта на баке.

Уменьшению ледообразования способствует также улучшение стока воды с бака. Это может быть достигнуто увеличением наклона палубы, уменьшением числа единиц установленного на палубе оборудования, увеличением диаметра и количества шпигатов.

Для защиты якорного устройства от обмерзания целесообразно располагать его под палубой бака.

### **6.3. СПЕЦИФИКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРОВ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ БАССЕЙНЕ**

Присущая Дальневосточному морскому бассейну специфика накладывает большой отпечаток на эксплуатацию танкерного флота. Учет ее при проектировании повысит технико-экономические показатели танкеров, что представляет практический интерес. Результаты эксплуатации танкеров выявили следующие, характерные для Дальневосточного региона особенности.

1. Невозможность использования танкеров большого дедвейта по причине ограниченной осадки во многих портах Дальневосточного региона.

2. Сезонность завоза груза в Арктику: навигация продолжается примерно до 150 — 170 дней в году, ведет к эпизодической загрузке работой танкеров в этот период и затрудняет их устойчивое фрахтование. Как правило, иностранный фрахтователь не заключает сделки на перевозку груза с перерывом во времени.

3. Эпизодическое использование танкеров в условиях ледового плавания и на чистой воде. Последнее занимает для танкеров типа «Самтлор» около 85%. Первое вынуждает применять обводы корпуса, не соответствующие хорошей ходкости на чистой воде.

4. Сравнительно короткие рейсы вдоль побережья, повышающие коэффициент использования грузового оборудования, сильно увеличивающие нагрузку донкермана и ограничивающие время мойки и отстоя загрязненного балласта, как основного способа его очистки.



5. Ограниченная емкость нефтебаз, не позволяющая принимать и передавать большие партии односортного груза. Вследствие этого наблюдается потребность мелкопартионных перевозок груза, до 6 сортов одновременно. К мелкопартионности перевозок ведет также отсутствие возможности накопить груз на нефтебазе. Из-за этого в ряде случаев возникает потребность в перевозке топлива по заявке предприятий. Погрузку в этом случае приходится осуществлять с «колес»: груз железнодорожными цистернами подают прямо к танкеру.

6. Перевозимый груз — в основном различные сорта топлива.

7. Ограниченная пропускная способность береговых трубопроводов нефтебаз, не позволяющая полностью использовать предусмотренную подачу грузовых насосов танкеров.

8. Прием и выдача груза при постановке судна кормой к причалу. Это требует установки как минимум двух кормовых приемораздаточных трубопроводов, кормовой шланговой лебедки, грузовой стрелы или крана. В западных водных бассейнах прием и выдача груза кормой крайне редки.

9. Низкие температуры в зимний период, особенно в порту Магадан, приводящие к обмерзанию грузовой палубы, оборудования и систем, на ней расположенных. Это ведет к необходимости обкалывания льда на грузовой палубе в два этапа: для обеспечения постановки судна к причалу и подготовки грузового комплекса танкера к сливу нефтепродуктов. Трудозатраты экипажа при этом резко возрастают, непроизводительные простои увеличиваются.

10. Забивание шугой приемных палубных фильтров при погрузке зимой, что приводит к перерыву в погрузке из-за необходимости вскрытия и очистки фильтров. Забивание шугой рабочих гнезд запорной арматуры, что способствует смешению различных сортов груза.

11. Большие перепады температур груза в танках во время рейса, достигающие 10 — 30 градусов, что способствует защемлению элементов приемной арматуры. Последствиями этого могут быть повышенный износ элементов приводов управления арматурой, а в случае применения клинкетов — их защемление и обрыв проушин при открытии.

12. Эпизодическое использование танкеров в качестве бункеровщиков для обеспечения рыбопромысловых экспедиций, находящихся в открытом море. На таких судах при швартовке и бункеровке в условиях качки оборудование и устройства, расположенные близко к борту, могут быть повреждены. К нему в первую очередь относятся спасательные шлюпки и леерное ограждение.

На танкерах-бункеровщиках, где требуется многократная выдача и учет количества переданного топлива, необходима установка двух расходомеров. Подобная мера позволит передавать груз одновременно двум судам и значительно сократить непроизводительные простои танкера, а также улучшить условия труда.

На основании опыта подготовки грузовых танков и магистралей на танкерах типа «Самотлор» к приему груза нефтепродуктов в зимних условиях экипажами и погрузочными командами выработаны некоторые правила.

Перед приходом в порт для успешной погрузки и последующей выгрузки нужно выполнить ряд операций по полному удалению воды из грузовых танков и магистралей.

Грузовые танки, в которые перед предстоящей погрузкой принимался водяной балласт или производилась мойка которых, должны быть полностью осушены, а вода из приемных колодцев выбрана насухо вручную. Предварительно эти грузовые танки необходимо дегазировать для возможности посылки в них людей.

При любых операциях с водой в грузовых танках (прием-выкачка балласта, мойка) необходимо придерживаться следующего правила. Если не требуется мойки грузовых палубных магистралей, то их не следует без необходимости заполнять водой. Для этого на системе перекрывают соответствующие запорные органы. После того как из грузовых танков будет удалена и выбрана из колодцев вся вода, необходимо осушить нижние грузовые магистрали, спустив воду из них в насосное отделение через спускные пробки. Эту операцию необходимо выполнять при открытых поворотных затворах соответствующих грузовых танков. Чтобы стекла вся вода из отростков бортовых танков, необходимо изолированным балластом делать судну крен на 1 — 2 градуса попеременно на оба борта.

По окончания мойки палубных магистралей вода из них должна быть немедленно удалена через все имеющиеся спускные пробки, в том числе через спускные пробки в насосном отделении, с соблюдением требований «Наставлений по предотвращению загрязнения с судов». После того как вода будет спущена, все запорные устройства на палубных магистралях необходимо закрыть, а спускные пробки поставить на место.

Танкеры типа «Самотлор» имеют некоторые конструктивные особенности грузовой системы. Приемные поворотные затворы расположены не в своих танках, а в смежных по ходу груза. В каждом

грузовом танке имеются приемные колодцы; отсутствуют зачистные или другие дублирующие запорные органы на грузовых магистралах. Поэтому следует придерживаться определенного порядка погрузки при отрицательных температурах наружного воздуха.

Погрузку нефтепродуктов одного сорта в танки всей тройки необходимо начинать с бортовых танков. Так полезно поступать в любое время года. Если груз нормально поступает в оба бортовых танка, только тогда можно открывать приемный поворотный затвор центрального танка. Если топливо не пойдет в один из бортовых танков из-за неисправности поворотного затвора или его замораживания, то останавливают налив и устраняют неисправность, пока центральный танк не заполнен. Остановка погрузки не должна быть продолжительной, так как поступивший нефтепродукт в другой бортовой танк быстро заморозит воду в приемном колодце, если она не была своевременно выбрана, «запечатает» приемник и сделает невозможной дальнейшую погрузку этого танка. Вообще в зимнее время желательно налив тройки танков производить без остановок.

Предположим, погрузку начали с танков тройки № 3. Если из нижних магистралей вода не была своевременно и полностью спущена, то она замерзнет в магистралах первых и вторых танков, как только грузовой трубопровод закроется «холодным» нефтепродуктом в центральном танке № 3. Еще до начала погрузки третьих танков необходимо открыть поворотный затвор центрального танка № 2 и держать его в открытом состоянии в течение всего времени заполнения танков № 3. Да и поворотные затворы вторых бортовых танков полезно держать в открытом состоянии, так как в случае длительной стоянки в ожидании груза для вторых танков при наличии «холодного» груза в третьих танках поворотные затворы бортовых танков № 2 тоже могут замерзнуть.

Перед наливом танков тройки № 2 все грузовые поворотные затворы необходимо закрыть, погрузку начинать с бортовых танков № 2 при открытых грузовых поворотных затворах на первые танки и т. д.

Когда предполагается погрузка в три тройки танков «теплого» нефтепродукта (подогретый мазут), а в три тройки — «холодного» (дизельное топливо, керосин, бензин), то полезно располагать «холодный» и «теплый» нефтепродукт в шахматном порядке, через танк. В этом случае нужно предусматривать достаточный запас пустот на расширение «холодного» груза.

С приходом в порт налива танки № 25 (грязевые) должны быть пустыми для возможной зачистки остатков и мойки грузовых танков у причала.

Каждый танкер должен иметь необходимый набор исправных инструментов и приспособлений для работы в грузовых помещениях, требуемых правилами техники безопасности.

Во избежание загрязнения моря нефтепродуктами при отоплении палубных магистралей (когда это необходимо) ни в коем случае не допускать попадания на грузовую палубу воды с остатками нефтепродуктов через спускные пробки из обогреваемых трубопроводов.

Перед погрузкой «холодного» нефтепродукта нужно обязательно снимать пресс в танках изолированного балласта.

Проблемой также является обмерзание палубных поддонов, расположенных под присоединительными фланцами коллектора грузовой системы, и замерзание воды в трубопроводе отвода протечек из палубного поддона в отстойный танк. Обивка поддонов является достаточно трудоемкой, и к ней, как правило, не прибегают. В результате, поддоны своих функций в зимних условиях не выполняют.

В процессе грузовых операций всегда возможны протечки через неплотности соединения фланцев грузового коллектора с береговым шлангом или стендером. Не избежать некоторого вылива груза на палубу и при отдаче берегового шланга или стендера по окончании разгрузки. При недействующем поддоне протечки груза попадают первоначально на палубу, а затем стекают за борт, что классифицируется как загрязнение окружающей среды. Поэтому для танкеров, работающих в условиях обледенения, необходимо предусматривать обогрев поддонов стационарной системой.

По результатам приведенной специфики условий эксплуатации танкеров в Дальневосточном бассейне и обслуживаемых ими нефтебаз можно сделать следующий вывод.

С экономической точки зрения, по-видимому, выгоднее усовершенствовать конструкцию береговых нефтебаз и приспособить их под обслуживание современными типовыми танкерами, чем постоянно строить усложненные танкеры, перевозящие до шести сортов топлива в одном рейсе, исходя из принципа удовлетворения береговым условиям.

Формирование требований к береговой нефтебазе в этом случае должно идти от грузоперевозчика, работающего в данном регионе.

## 6.4. ПЕРЕВОЗКА ПАТОКИ

Специфика транспортировки патоки состоит в том, что до ее погрузки на судно необходимо выполнить комплекс мероприятий по подготовке танков и систем, обеспечивающих приемку, подогрев и перевозку.

Подготовка грузовых емкостей включает тщательную мойку моечными машинками подогретой забортной водой. Затем производится ручная домывка подогретой же водой, подаваемой в танки по шлангам. На этой операции занято не менее трех человек.

Работы по мойке сопровождаются перебалластировками. Затем производится проверка качества мойки комиссией во главе с капитаном.

Далее выполняют проверку плотности системы подогрева груза, спуск воды из приемного трубопровода грузовой системы и выборку воды вручную ведрами из приемных колодцев. В среднем из них выбирают 10 — 20 ведер. Производится спуск воды из клинкетов грузовой системы и палубного грузового трубопровода, вскрытие и чистка приемных фильтров на грузовой колонке и в насосном отделении. Выполняется профилактика систем замера уровня груза и газоотвода.

Подготовка к погрузке включает закрытие всех пробок на клинкетах (затворах), трубопроводах, фильтрах, а также закрытие запорной арматуры на системах. Готовый танкер предъявляется грузоотправителю.

Погрузка патоки осуществляется береговыми средствами либо с танкера-раздатчика при температуре около 37°C.

После погрузки грузовой трубопровод в насосном отделении и танк моечной воды отсекаются заглушками от забортной воды.

После приемки груза необходим ежедневный контроль температуры, уровней и давлений в танках. Иногда после погрузки, при отсутствии подогрева, в танках может создаваться избыточное давление, что объясняется выходом воздуха из патоки. После стравливания давления этот процесс прекращается. При отсутствии подогрева патоки ее уровень постепенно понижается за счет остывания. Повышение же уровня характерно при брожении.

Основное требование к транспортировке патоки состоит в том, что ее температура должна быть 37°C. Если она будет ниже, возможно затвердевание патоки. Подогрев должен осуществляться пресной водой, подаваемой в систему подогрева груза. Использование пара не рекомендуется из-за отложения (кристаллизации) сахара на системе подогрева при высоких температурах.

При транспортировке патоки на танкере «Уренгой» ее подогрев осуществлялся пресной водой по схеме, приведенной на рис. 6.4, подогретой до  $70^{\circ}\text{C}$ , подаваемой из отстойного танка моечной воды (3) моечным насосом (1) через подогреватель моечной воды (2) в систему мойки (4), а затем в систему подогрева (6) через переходник (5). Возврат охлажденной воды осуществлялся по трубопроводу отработанного пара системы подогрева груза (7) и шлангу (8) в отстойный танк моечной воды. Подогрев осуществлялся во всех танках, в которые была погружена патока.

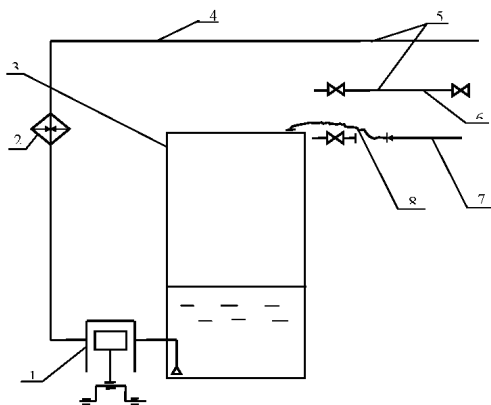


Рис. 6.4. Схема системы подогрева патоки:

1 — моечный насос; 2 — подогреватель;  
3 — отстойный танк моечной воды; 4 — система мойки; 5 — переходник;  
6, 7 — система подогрева груза (свежий и отработанный пар соответственно); 8 — шланг

Переоборудование заключалось в изготовлении двух переходов: от системы мойки на трубопровод свежего пара в систему подогрева груза в кормовой части; затем от трубопровода возврата конденсата из системы подогрева груза для подсоединения шланга моечной воды и подачи ее в отстойный танк моечной воды правого борта.

В первом случае на трубопроводах систем мойки и подогрева груза были сделаны отверстия и приварена дугообразная перемычка с фланцами. Во втором — на трубопроводе отработанного пара системы подогрева груза был снят сальниковый компенсатор. На кормовой конец трубопровода была поставлена заглушка, а к носовому — подсоединен шланг моечной воды.

При переоборудовании установлен также перепускной трубопровод диаметром 3/4 дюйма под полубаком для кольцевания трубопроводов свежего и отработанного пара системы подогрева груза. Это необходимо для исключения застойных зон, так как на судне пар на подогрев груза, обогрев помещений полубака и подогрев диптанков идет от общего трубопровода.

Рекомендованный по инструкции для данного типа судов вариант подогрева патоки предполагает разборку в насосном отделении трубопровода возврата конденсата из системы подогрева груза, изготовление переходов для подсоединения шланга от системы подогрева на прием к моечному насосу. Этот вариант сложнее, чем рассмотренный выше.

В рейсе Находка — Бангкок — Великобритания в апреле — мае на танкере «Уренгой» патока была погружена при температуре 35°C. На переходе от Бангкока до выхода из Средиземного моря подогрев не осуществлялся. Температура патоки снизилась в среднем до 31,5 — 32,0°C. За период с 29 апреля (окончание погрузки) по 14 мая уровни в танках изменились в соответствии с данными табл. 6.4.

Подогрев патоки включили за четыре дня до прихода в порт разгрузки. Груз был разогрет до нужной температуры за три дня. В первый день работы системы подогрева температура патоки была 31,5 — 32,0°C (шли Атлантическим океаном); во второй — 33,0 — 33,5°C (шли проливом Ла-Манш). Незначительное увеличение температуры за первый день подогрева объясняется более низкой температурой воды Атлантического океана по отношению к Бискайскому заливу и проливу Ла-Манш.

Средняя производительность разгрузки в портах Филикстоу и Гулль составила 730 т/ч.

Танкеры типа «Самотлор» хорошо приспособлены под перевозку патоки. Они имеют покрашенные танки, необходимые системы и оборудование. При перевозке патоки полностью используется дедейт судна. Подготовительные операции по переоборудованию систем сопровождаются небольшими затратами.

Необходимо предусмотреть штатные трубопроводы для обеспечения подогрева патоки при ее транспортировке.

## **6.5. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Поскольку система технического обслуживания первых 10 лет эксплуатации сильно повлияла на техническое состояние танкеров типа

«Самотлор», то ее целесообразно выделить и рассмотреть. Отметим также, что указанные формы и методы технического обслуживания для настоящего времени устарели, но они имеют право на существование как предыдущий опыт, элементы которого можно встретить и сейчас.

Особенности технического обслуживания рассмотрены на примере ремонтной базы танкеров типа «Самотлор» Находкинского судоремонтного завода.

Первым условием для постановки судна в завод является необходимость перечисления денег за предполагаемый ремонт до его начала. После постановки судна в заводской ремонт начинается обсуждение ремонтной ведомости, содержанием которой является уточнение объема и номенклатуры работ. Здесь завод сообщает администрации судна свои возможности, требования и условия по обеспечению и выполнению ремонта. На этом основании производится корректировка работ. Трафаретными объяснениями завода являются отсутствие материалов для ремонта, специалистов и оборудования. В результате часть нужных судну ремонтных работ снимается. Деятельность завода в этом направлении никем не контролировалась. Пользуясь этим обстоятельством, представители завода стремятся навязать судовой администрации выгодные для себя по нормочасам работы, заменить один вид работ другим. Такая «интеллектуальная» борьба между судном и заводом ведется с переменным успехом. Но очень редко ее выигрывает судно.

Дальнейшее реальное течение событий показывает, что завод существует не столько для ремонта судна, сколько для того, чтобы набрать нужное количество нормочасов, достаточное для оплаты ремонтным рабочим.

Так, представители завода практикуют привлечение от судна людей, обеспечивающих электросварочные работы. На один объект требуется два человека. Просят разобрать механизмы, смонтировать оборудование, достать через СМТО пароходства или взаимобразно на других судах нужные материалы, подшипники, клапаны, трубопроводы и т. д. Причем, стоимость всех перечисленных работ, оборудования и материалов включается в стоимость работ, выполненных заводом и оплачиваемых судном. Таким образом, получается, что за частично выполненную судном работу, оно же и рассчитывается. А за материалы, снабжение, использованные при ремонте и оплаченные судном, завод получает дополнительный доход.

По качеству выполнения ремонтных работ можно привести такой пример. НСРЗ для танкера «Уренгой» был изготовлен вал для вращения



распыливающего стакана форсунки вспомогательного котла из цельной трубы путем грубой обточки на токарном станке. Причем, труба при обработке была не отцентрована. Металл с наружной поверхности трубы снят не равномерно по всей окружности, а лишь с одной стороны, с другой — она сохранилась нетронутой.

Вал форсунки вращается с частотой  $5600 \text{ мин}^{-1}$  и, естественно, должен пройти балансировку. Изготовленный таким образом вал выполнять свои функции не может. Его установка приведет не только к разрушению подшипников, но и форсуночного устройства котла в целом.

Подлежит изменению укоренившаяся методика выполнения большого ремонта. Она сводится к следующему. Сначала производится интенсивная разборка механизмов с привлечением большого количества рабочих. Так продолжается дней десять. Часть оборудования снимается с судна и передается в цеха. Затем все затихает. Ремонт на судне занимается два-три человека. Объясняется это тем, что рабочие сняты на другие объекты. Хотя следует заметить: все суда приходят в завод и ремонтируются по плану. Затем бурная работа по ремонту судна возобновляется недели за три до его окончания. В этот период выясняется, что не хватает труб нужных типоразмеров, клапанов, подшипников и т. д., часть оборудования не могут найти. Начинается спешка: необходимо в установленный срок выйти из завода. К ремонту подключается экипаж. В этих условиях становится не до выяснения отношений между администрацией судна и заводом. Новые работы могут не осваиваться.

Поскольку план грузоперевозок срывать нельзя, то и пароходство, и завод заинтересованы в выходе судна из ремонта в срок, поэтому оно всегда уходит, причем, иногда с неотремонтированным оборудованием.

Интересы судна при выполнении ремонтных работ никак не представлены: их защищать некому. И именно судно оказывается виновным в задержке сроков ремонта, перерасходе денежных средств. При этом каждому ясно, что запланировать объем ремонтных работ за несколько месяцев вперед невозможно. Кроме того, всегда в процессе выполнения основных ремонтных работ выявляются сопутствующие. Постоянно также говорим, что планы не являются догмой. Тем не менее, появляются приказы по пароходству о лишении премий, главным образом, стармехов, затем капитанов и старпомов, за необеспечение своевременного выхода судна из ремонта, за некачественный ремонт и перерасход денежных средств.

Хотя при правильной постановке вопроса, вина судна в задержке его выхода и некачественном выполнении заводских ремонтных работ усматриваться не должна.

Отметим также, что часть работ завод не выполняет. К ним относится, например, ремонт систем гидравлического управления клинкетами (затворами): завод не располагает нужными специалистами. Завод выполняет не все работы, связанные с ремонтом корпуса. Например, работы, связанные с использованием оборудования для гибки толстых листов обшивки.

Завод не выполняет покрасочных работ корпуса судна, надстройки и МКО.

В рассматриваемый период на танкерах типа «Самотлор» в состав палубной команды входили три матроса, боцман, плотник и артельщик. Матросы согласно приказу начальника пароходства должны нести вахту, и ни под каким предлогом снимать их на другие виды работ не разрешается. Остальные члены палубной команды обязаны заниматься техническим обслуживанием по своим заведованиям и т. п., что невозможно физически. Машинная команда также не может принять участия в покрасочных работах: она постоянно занята ремонтом механизмов. В этих условиях покраска судна по-прежнему возлагается на экипаж, что чрезвычайно увеличивает его загрузку.

Необходимо также учесть, что согласно правилам техники безопасности на судах морского флота запрещается во время хода производить все виды забортных работ и работ на высокорасположенных местах (на высоте более 3 м над уровнем палубы), за исключением аварийных случаев.

На практике приходится сталкиваться со случаями, когда члены экипажа своеобразно используют это положение техники безопасности и отказываются выполнять на ходу покрасочные работы.

Завод не выполняет котлоочистку на танкерах типа «Самотлор», так как она стоит очень дешево: всего 114 руб (в старом исчислении) за два котла.

Не выполняются, как правило, сопутствующие ремонтные работы, которые выявляются при проведении запланированных. Основанием служит то, что они не были включены в ремонтную ведомость. Для их выполнения требуется идти на уступки со стороны судна. Обычно они состоят в том, что завод записывает в наряд другие работы.

При саморемонте стоимость одних и тех же ремонтных работ, выполненных экипажем, значительно меньше, чем выполненных заводом.

Все виды ремонтных работ выполняются заводом без гарантии. Восстановленные механизмы и оборудование сдаются заказчику в работе, в процессе испытаний. Сдать и гарантировать работу механизма — разные вещи. При обнаружении дефектов после ремонта в процессе эксплуатации предъявлять претензии не к кому.

Экипаж сам устраняет выявленные недостатки. Такие дополнительные работы бременем ложатся на членов экипажа. В качестве примера можно сказать, что на танкерах «Надым», «Уренгой» и др. экипаж вынужден был производить в рейсе повторный после выхода из завода ремонт грузовых насосов.

В Японии, например, за плохо выполненную работу или неисправности в период гарантийного срока фирма сама вносит дополнительную плату.

При выполнении заводского ремонта со стороны экипажа требуется жесткий контроль, иначе в процессе эксплуатации будут выявлены недоделки и скрытые дефекты.

Тот факт, что экипаж поставлен в рамки необходимости жесткого контроля за выполняемыми заводом работами и что это послужит предполагаемой гарантией качества, положительного результата дать не может. Сама постановка вопроса об ответственности за выполненную работу здесь перевернута с ног на голову и является принципиально неверной. За работу, получается, отвечает не тот, кто ее выполняет (завод), а тот, кто ее лишь проконтролировал в период сдаточных испытаний (судно). Считается, таким образом, что заинтересованность экипажа в высоком качестве работы является гарантией. Но для полной гарантии требуется постоянный контроль. А это ведет к увеличению занятых в производстве: один работает, другой контролирует.

Рассмотрим, к чему ведет принятая практика судоремонта. Общеизвестно, что любой механизм может иметь скрытые дефекты, которые в период сдаточных испытаний внешне никак себя проявить не смогут.

Из практики известен случай, когда успешно сданный после ремонта приводной двигатель генератора судовой электростанции вышел из строя на вторые сутки работы из-за расплавления подшипников. При вскрытии оказалось, что система смазки двигателя не была промыта после ремонта. Виновником аварии признан старший механик, который и понес наказание. Поскольку судно еще стояло у стенки завода и спешило отойти в эксплуатационный рейс, было принято решение об установке нового вспомогательного двигателя. Экипажу не удалось добиться того,

чтобы была промыта система смазки до ввода двигателя в действие. Ни один из членов экипажа не имеет рычагов воздействия на работников завода, деньги за ремонт уже перечислены, нужно лишь их израсходовать. Вновь установленный двигатель вышел из строя на четвертые сутки работы по прежней причине. Вина снова была возложена на старшего механика, за что он понес очередное заслуженное наказание, и в знак протеста решил продолжать работу на морском флоте, но в должности первого помощника капитана.

Следующим элементарным скрытым дефектом может быть отсутствие смазки в подшипнике качения. Оно никак не проявится при сдаточных испытаниях, но обнаружится несколько позже. Таких случаев можно привести достаточно.

Приведенные примеры подтверждают мнение о неправомерности постановки вопроса об ответственности исполнителя за выполнение ремонтных работ. Весь цивилизованный мир использует метод, согласно которому за работу отвечает тот, кто ее выполняет. В сочетании с передовыми методами производства он дает сокращение продолжительности работы и повышение ее качества. Так, в Японии большой ремонт танкера типа «Самотлор» при высоком качестве выполняется примерно в два раза быстрее, чем на Находкинском судоремонтном заводе.

Приведенный выше материал об особенностях технического обслуживания танкеров типа «Самотлор» служит основанием для экипажей называть заводской ремонт «испытанием нервов».

Но хуже всего то, что изложенные формы работы являются застывшими и что длительное время не предпринимается попыток их изменить.

Одной из существенных особенностей технического обслуживания является низкая культура производства. В период ремонта коридоры, общественные помещения, машинное отделение рабочие сильно загрязняют и захламляют. Последующая же уборка рабочих мест и судна возлагается на экипаж.

Ремонтные работы выполняются в очень грязной одежде. В Японии, например, на судоремонтных заводах рабочую одежду стирают ежедневно. В сочетании с капиталистическим уровнем культуры производства это позволяет выполнять аналогичные ремонты без захламления рабочих мест и разведения грязи по всему судну.

После выполнения работ покраска отремонтированных узлов, деталей и механизмов не производится, не устанавливается крепление

трубопроводов. Такой подход к ремонту можно рассматривать как разделение его между экипажем судна, доделывающим «мелочи», и заводом. В то время как на зарубежных заводах практикуется грунтовка и последующая покраска, а о том, чтобы не поставить крепление трубопроводов не может быть и речи.

Нередко можно было увидеть судно в эксплуатации с надписью на бортах большими буквами «Топливо». Так ремонтники метят расположение топливных цистерн на судне. Эта мера важна при выполнении противопожарных мероприятий. Но удаление (закраска) этих меток заводом не производится и автоматически переходит на перегруженный по техническому обслуживанию судна экипаж.

В ряде случаев отсутствие судовой технической документации послужило поводом в отказе ремонта оборудования.

Так, например, на судах с момента постройки не было документации на приставку, обеспечивающую самовсасывание балластного насоса. Со временем из-за отсутствия профилактического ремонта на всех танкерах серии приставка стала неработоспособной. Поэтому зачистка балластных танков не производилась. Это привело к большому количеству остатка балласта в танках и последующему снижению грузоподъемности судна. Данное положение не во всех случаях сказывалось на экономических показателях танкеров только из-за наличия мертвого фрахта.

К другим особенностям технического обслуживания танкеров типа «Самотлор» относится: использование плавающих ремонтных бригад, вопросы обеспечения импортными сменно-запасными частями и снабжения. При сокращенном экипаже парокходство практикует для выполнения ремонтных работ посылку на суда плавающих ремонтных бригад из 2 — 3 человек. Она состоит из рабочих базового завода по ремонту судна. Но плавающая бригада по техническому обслуживанию выполняет работы так же, как и завод, на сдачу, без гарантии сроков работы механизма. Ходят в море они практически постоянно, поэтому плавающая ремонтная бригада — это фактически члены экипажа, но с пониженной ответственностью. В результате, количество людей на судне уменьшается незначительно, а вопросы ремонта техники решаются не полностью.

Постройка танкеров типа «Самотлор» базировалась на оборудовании, производимом странами Западной Европы. Однако суда в основном эксплуатируются в каботаже на перевозках в Дальневосточном бассейне и северо-восточном секторе Арктики, то есть в отрыве от западных морских бассейнов с редкими заграничными перевозками. Поэтому

танкеры постоянно нуждаются в приобретении для судового оборудования и механизмов сменно-запасных частей импортного производства. Их отсутствие вынуждает прибегать иногда к кустарному решению некоторых технических вопросов (см. раздел «Особенности эксплуатации СЭУ») либо продолжать эксплуатацию сильно изношенного оборудования и механизмов. К ним относятся: топливоперекачивающий насос, часть грузовых насосов, средства автоматизации и элементы автоматики.

Танкеры нерегулярно получают снабжение из-за нахождения судов в длительном плавании. Вопросы получения снабжения не доведены до логического завершения. Его можно получить только в базовом порту Находка. На судно, находящееся во Владивостоке, снабжение не доставляют, танкеры или специально идут за получением снабжения в порт Находка, или получают его нерегулярно из-за отсутствия туда заходов. Однако рейс Владивосток — Находка лишь за снабжением экономически невыгоден. Потерянное танкером время из-за его высокой суточной стоимости примерно эквивалентно стоимости грузовика, который это снабжение мог бы перевезти из Находки во Владивосток и далее возить его в этом направлении постоянно по мере необходимости.

На суда из службы СМТО везут не только заказанное снабжение, но и неликвиды. Это объясняется тем, что с судов оборудование уже не возвращают.

## **6.6. ТЕКУЧЕСТЬ КАДРОВ**

На состояние ЭУ и судового оборудования в значительной степени влияет текучесть кадров. Она же ведет к резкому уменьшению средней продолжительности работы на флоте. Это в свою очередь снижает квалификацию моряков, так как хорошим специалистом можно стать, лишь имея большой практический стаж работы, ведет к росту аварийности и повышению затрат на образование. Поэтому текучесть кадров является показателем плохого состояния отрасли и нуждается в специальном анализе.

Высокая сменяемость экипажа из-за текучести кадров ведет к ухудшению технического обслуживания ЭУ и остального судового оборудования. Естественно, что в таких условиях будет запущена профилактика, выполняться будут только текущие (горящие) и большие ремонтные работы. Временные люди не беспокоятся о сохранении инструмента и запчастей, живут сегодняшним днем.

За первые 10 лет эксплуатации танкеров типа «Самотлор» в пароходстве прослеживалась высокая текучесть кадров. Максимально за год увольнялось до 700 человек. По статистике, на танкерах типа «Самотлор» в год менялось такое количество людей, что оно эквивалентно примерно трем экипажам. В качестве четвертых механиков, как правило, приходят начинающие механики без стажа, недавно окончившие морские учебные заведения. Каждый из них технику осваивает вновь. Также много замен третьих и вторых механиков. Все они за судами не закреплены, ничто их на судне не удерживает. Третьих и вторых механиков также можно считать начинающими специалистами по своему заведованию.

Если человек приходит на судно неподготовленным, то есть не работавшим ранее в этой должности, на небольшой срок, и не знает, кому будет передавать эту технику, то нельзя рассчитывать на отношение другое, чем на сегодняшний день. При эксплуатации техники без опыта работы, что эквивалентно ее освоению, неизбежны повышенный износ, поломки из-за незнания специфики работы механизмов, сложности эксплуатации и адаптации.

Мало найдется шоферов, которые доверяют личный автомобиль другим лицам, даже высококвалифицированным. Однако судовую технику планируется, и это успешно реализуется, доверять нескольким специалистам в год, среди которых много начинающих, то есть не работавших ранее в этой должности.

Анализ текучести кадров, кроме влияния на состояние техники, важен и по другим факторам.

1. Так, морской флот несет большие расходы по подготовке кадров, как рядового, так и командного состава. Специалисты после непродолжительного срока работы на море уходят в другие отрасли народного хозяйства.

Такой подход заставляет превращать планы набора специалистов в учебные заведения в планы их выпуска. Напряженность процесса подготовки специалистов возрастает и за счет увеличения контингента обучаемых на прежней площади учебного заведения и устаревшей базе. Длительное время методика подготовки специалистов оставалась практически неизменной. Интересно также отметить, что она практически идентична для ВУЗов, готовящих проектанта судового оборудования и специалистов для эксплуатации этого оборудования. Литература для подготовки этих двух специальностей по содержанию практически одна и та же. Отмеченные особенности влияют в слабую подготовку специалистов рядового и командного состава.

Недостатком системы подготовки комсостава является то, что она не позволяет выявить в процессе обучения случайных людей, которые придут на флот, не представляя сложностей морской службы, либо являются профнепригодными. Эти два обстоятельства проявляются со всей силой в первые годы самостоятельной работы. Кроме того, полученное морское образование, особенно по судомеханической специальности, универсально и позволяет занимать после ухода с флота широкий диапазон специальностей на берегу.

Многие страны используют ступенчатую подготовку специалистов. Суть ее сводится к тому, чтобы давать будущему специалисту не предельное образование сразу, а по мере необходимости в занятии на судне должности с учетом дальнейшего повышения. Это позволяет при подготовке отсеять большой контингент случайных людей, снизить ее стоимость, не готовить специалистов впредь и сократить в последующем текучесть кадров.

2. Большая текучесть перегружает оформительской работой отдел кадров пароходства. В результате он становится похожим на перевалочную базу. Индивидуальная работа с людьми становится формальной, культура общения снижается.

Службы пароходства перегружаются работой по аттестации. Для этой цели привлекается также плавсостав, находящийся в резерве.

Сильно загруженной оказывается и медслужба по проведению комиссий, определяющих профпригодность.

Частые смены рядового и младшего командного состава на судне отвлекают от выполнения основной работы по заведованию. Необходим дополнительный контроль вновь прибывших специалистов по выполнению порученной работы и их дополнительное обучение и усиленный инструктаж. В худших случаях требуются затраты моральных сил на преодоление временного настроения по выполнению обязанностей части новичков.

Все это в значительной степени отвлекает членов экипажа от выполнения основной работы по заведованиям.

3. Большие потери по сравнению с расходами на образование морской флот несет от аварийности. Причем, здесь на влияние человеческого фактора относят до 80% случаев. С течением времени расходы от аварийности растут. Такое положение дел необходимо также связывать с подготовкой и текучестью кадров.

На примере Приморского морского пароходства прослеживается следующая закономерность. С техникой работает все большее



количество людей, если сравнивать с более ранним периодом. Прослеживается управление техникой временно работающими молодыми специалистами и, соответственно, ухудшение технического состояния судов и оборудования.

Объективная же реальность такова: для того чтобы стать морским специалистом, необходимо пройти «ликбез» по использованию техники, который выражается в практической работе от одного года до трех лет. Эти сроки зависят от сложности техники по заведованию, уровня начальной подготовки специалистов, цели на освоение. К сожалению, здесь не приходится рассчитывать на идеального человека. Молодое пополнение еще не имеет традиций, не последнее место, среди которых занимает ответственное отношение к работе, поэтому молодежи технику сразу доверять нельзя.

Наблюдаемый рост ухудшения технического состояния судов и оборудования в сочетании с высокой текучестью кадров, привлечением все большего числа молодых специалистов неизбежно ведет к росту аварийности на морском флоте, свидетелями которой мы и являемся.

Очевидно, что рассматриваемую проблему нельзя решить путем увеличения количества обучаемых специалистов по широко распространенному затратному принципу. Основанием для такого утверждения является распространенное мнение, что человек за пять лет работы на флоте себя окупает. Главная задача состоит в приостановлении процесса текучести кадров, закреплении экипажей и сохранении техники.

С этой целью необходимо проанализировать в первом приближении контингент работающих молодых специалистов. Среди них можно выделить три основные группы.

Первая, это пришедшие на флот с целью познать мир и испытать чувство романтики, чье представление о море сложилось под воздействием просмотра кинофильмов и чтения художественной литературы на морскую тематику. Сюда же относятся люди с жизненным опытом, но имеющие сильную привязанность к береговой среде. Эта группа уходит с моря в течение примерно первых трех лет работы.

Вторая группа — люди, пришедшие на флот для того, чтобы приобрести импортные вещи (например, машину и запчасти к ней). Сюда же можно отнести людей, испытывающих крайнюю нужду в срочном обеспечении жилплощадью. Их не устраивает существующая отдаленная перспектива решения жилищного вопроса. Эта группа уходит с моря в течение примерно 5 — 7 лет.

Третья группа — люди, постоянно работающие на флоте. Это моряки, нашедшие свое призвание, влюбленные в свою профессию и не желающие менять свой образ жизни.

В общем случае причины увольнения молодых специалистов в Приморском морском пароходстве, проработавших более трех лет, следующие:

неудовлетворительное обеспечение жилплощадью (длинная очередь на получение жилья, рассчитанная на долгие годы);

низкая заработная плата;

тяжелые условия работы на море;

постоянно возрастающая нагрузка на экипаж.

Прокомментируем вышеназванные пункты.

**Обеспечение жилплощадью.** Очень больной вопрос. На него существует простой ответ: нет средств. Предположим, что из 250 — 300, увольняемых из Приморского пароходства, 100 человек были с высшим образованием. Стоимость обучения одного человека в Высшем инженерном морском училище обходилась за анализируемый период времени 15 тысяч рублей в год. Если уволившиеся уходят в другие отрасли народного хозяйства, то морской флот теряет 1,5 млн. руб. Но ушедшие люди имели практический опыт работы, который обошелся пароходству в определенную сумму в виде ухудшения состояния техники. Таким образом, тот опыт практической работы стоит не меньше, чем образование в вузе. В то же время опыт работы необходимо рассматривать как гарантию от аварийности, то есть категорию, которая тоже имеет стоимость. Отвечая на этот вопрос, мы должны спросить себя, там ли мы считаем и правильно ли?

**Тяжелые условия работы на море.** Этот пункт объединяет специфику работы на танкерном флоте, особенности эксплуатации танкеров в Дальневосточном бассейне и северо-восточном секторе Арктики, общие положения, медицинский и социологический аспект работы на судах морского флота. К таковым относятся:

короткие стоянки, за которые трудно выполнить производственные и личные дела;

тяжелые климатические условия, постоянные шторма в осенне-зимний период;

каботажное плавание с неинтересными портами захода;

работа в северных условиях;

ночные и сверхурочные работы.

К медицинским и социологическим аспектам тяжелых условий относятся: качка, повышенные вибрация и шум, монотонность работы,

воздействие электростатических полей, несвежая вода, смена климатических поясов, отсутствие сенсорных раздражителей, присущих естественным береговым условиям жизни, оторванность от семьи, гиподинамия, для членов машинной команды — повышенное тепловое излучение и недостаточное ультрафиолетовое.

**Постоянное возрастание нагрузки на экипаж.** Оно имеет место за счет следующих факторов:

1. Применение автоматизации и сокращение экипажей судов при остающемся постоянным объеме работ по техническому обслуживанию судна. Это хорошо видно на примере загрузки электромеханика и донкермана на танкерах типов «Казбек» и «Самотлор». На последнем типе она многократно выше.

2. Эпизодическая необходимость борьбы с обледенением танкера в осенне-зимний период и последующей покраски грузовой палубы и оборудования на ней в весенне-летний период (смотри раздел 6.2 «Обледенение»).

3. Низкое качество некоторых ремонтных работ, выполняемых береговыми базами и плавающими ремонтными бригадами.

4. Невыполнение береговыми базами технического обслуживания некоторых видов работ, например, покраски судна (смотри раздел 6.5 «Особенности технического обслуживания»).

5. Недостатки в организации работы танкерного флота. К ним относятся практически ежереисные мойки танков в связи с неизвестностью загрузки на следующий рейс. В результате возможны мойки танкера после перевозки мазута с последующей загрузкой этого же сорта груза или изменения уже запланированной загрузки. Такие методы давно исключены в западных морских бассейнах страны.

6. Нерегулярное и недостаточное техническое снабжение, отсутствие импортных СЗЧ и ЗИП, заставляющее экипаж заниматься изобретательством.

7. Частые проверки в базовом порту, которые не позволяют членам экипажа уйти с судна, от следующих береговых служб: портнадзора, карантинных и санитарных властей, пожарной, безопасности мореплавания, механико-судовой, картографии, загрязнения окружающей среды и других. Инспекторы, выполняющие проверку, как правило, рассчитывают на максимальное уважение со стороны членов экипажа.

В качестве примера постоянного возрастания нагрузки на экипаж можно рассмотреть загрузки четвертого механика и донкермана на танкерах типа «Самотлор».

Согласно Уставу службы на судах морского флота, четвертый механик отвечает за состояние систем грузового комплекса. Но в связи с большой загрузкой по техническому обслуживанию заведования, расположенного в МКО, к которому относятся вспомогательный и утилизационный котлы, система осушения МКО и др., четвертый механик самоустранился от технического обслуживания систем грузового комплекса. Трудности обслуживания вспомогательных котлов изложены в 3.2 раздела «Особенности эксплуатации энергетической установки». Система осушения является на судах также наиболее уязвимым и сложным по обслуживанию техническим объектом. Она практически на редких судах удовлетворяет требованиям Конвенции МАРПОЛ 73/78, поэтому приходится прибегать к использованию «ночных сепараторов».

Электромеханик на танкерах типа «Самотлор» отвечает за техническое обслуживание систем замера уровня груза и нефте-содержания в сливаемом за борт балласте.

Таким образом, один донкерман занимается техническим обслуживанием систем: грузовой, балластной, подогрева груза, мойки танков, газоотвода, гидравлического управления поворотными затворами, паротушения; а также систем насосного отделения: обогрева и вентиляции, осушения. По истечении более половины срока службы судна системы значительно изношены. Объем ремонтных работ по ним непрерывно возрастает. Причем, эта тенденция будет сохраняться и прогрессировать по мере старения судна. Уже сейчас на судах типа «Самотлор» система гидравлического управления поворотными затворами находится в нерабочем состоянии. Обслуживание грузовой системы осуществляется с помощью аварийных ручных приводов, что очень неудобно в эксплуатации.

Заводской ремонт выполнялся без гарантии «на сдачу» и связан с последующими переделками. Особенно это касается грузовых насосов, их после ремонта заклинивает, например, на танкерах «Надым» (2 случая), «Уренгой» (4 случая после одного из ремонтов).

Велика загрузка донкермана. В портах Магадан и Петропавловск-Камчатский он одевается в робу на разгрузку и не снимает ее до прихода в порты Владивосток или Находка, то есть до прихода погрузкоманды. Но если нет и ее, то приходится заниматься и погрузкой. В этот период донкерман работает круглыми сутками. Подмена его не предусмотрена, а работа не останавливается круглосуточно, как при разгрузке-погрузке, так и на танкомойках.

В Западном бассейне, на коротких линиях работы, порт Вентспилс — порты Европы, на танкерах типа «Самотлор» в штат введены два донкермана.

Таким образом, ориентировка на увеличение загрузки экипажа судна без развития береговой базы технического обслуживания является неверной. Она усиливает понимание преимуществ условий труда и жизни на берегу.

В настоящее время вопрос о закреплении специалистов в компании имеет особую остроту. Судовладелец, понесший затраты на начальную, а затем профессиональную подготовку специалиста, рискует его потерять из-за низкой оплаты труда. Профессионал пойдет работать туда, где платят больше.

Для правильной постановки этого вопроса необходимо обращаться к опыту передовых мировых судовладельческих компаний.

Безусловно, что пренебрежение профессионализмом обходится дороже.

В заключение необходимо отметить, что за рубежом используется систематическое проведение социологических исследований для разработки оптимальных мер, уменьшающих текучесть кадров. В нашей стране в этом направлении решения проблемы пока нет.

## **7. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРОВ**

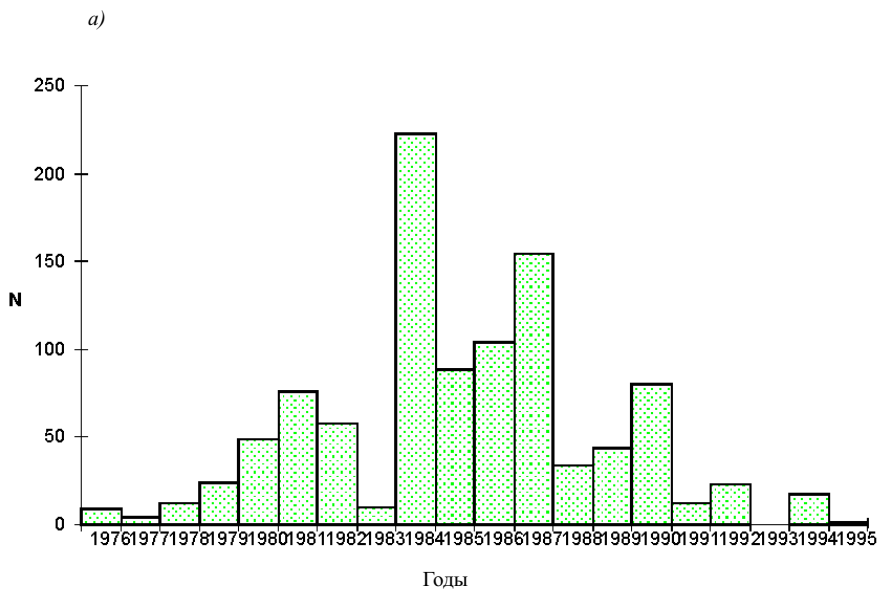
### **7.1. АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ КОРПУСОВ АРКТИЧЕСКИХ ТАНКЕРОВ ТИПА «САМОТЛОР»**

Статья под названием, приведенным в заголовке данного раздела, была опубликована в журнале «Судостроение» за 1998 г. [16]. В ней очень полно, на высоком научном и практическом уровне освещен опыт эксплуатации корпусов танкеров типа «Самотлор» за двадцатилетний период. Приведенные факты хорошо проиллюстрированы. Поэтому указанные материалы практически без изменений приводятся ниже.

Выше отмечались повреждения носовых оконечностей исследуемого типа танкеров и метод их устранения.

В цитируемой статье отмечается, что в условиях эксплуатации исправить ошибки, допущенные при проектировании, в полной мере не представлялось возможным по экономическим соображениям.

Распределение числа отказов по годам (рис.7.1-1) достаточно точно выявляет трехлетнюю периодичность, связанную с условиями навигаций в соответствующие годы. Анализ возникновения повреждений в зависимости от возраста выявил двухлетнюю периодичность,



б)

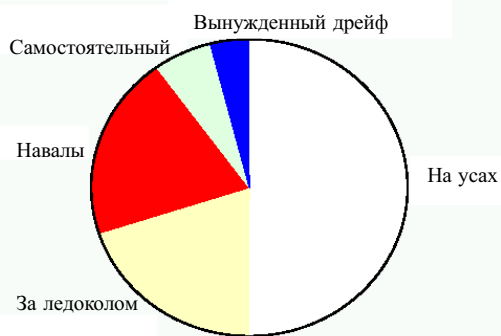


Рис. 7.1-1. Распределение числа отказов по годам (а) и режимам работы судов (б)

связанную с очередностью доковых ремонтов. Увеличение числа отказов наблюдается до десятилетнего возраста, затем идет быстрое падение за счет дополнительных подкреплений корпуса. Если число отказов за 1984 — 1987 гг., когда обычные ремонты чередовались с подкреплениями девяти судов, составило 569, то за 1988 — 1991 гг. — 170. Таким образом, подкрепления обеспечили более чем трехкратное снижение повреждаемости корпусов судов. Непосредственно в районах подкреплений снижение повреждаемости значительно выше.

Частота отказов корпуса все же необычайно высока. Так, во время навигации 1983 г. на 14 судах было более 200 отказов. Число отказов, приходящихся на отдельные листы наружной обшивки, за 20 лет эксплуатации доходит до 50. Наибольшее число отказов приходится на носовой район ледовых усилений, а также форпик в надводной части, которое вызвано навалами на корму ледокола при работе на усах. Относительно высокая частота повреждаемости ледового пояса наблюдалась в районе перехода цилиндрической вставки в кормовую оконечность из-за маневров в ледовом канале и швартовках во льдах.

Как следует из диаграммы (рис. 7.1-1), до 50% повреждений относится к режиму работы на усах за ледоколом. На режим работы в канале за ледоколом приходится до 20% повреждений и столько же при швартовках и околках во льдах. Самостоятельное плавание (6%) и вынужденный дрейф во льдах (4%) относятся к наименее опасным режимам.

Практика расчетного проектирования ледовых усилений преимущественно ориентирована на состояние судов в грузу и отражает режимы работы, которые являются причиной лишь 30% повреждений. Нормирование условий эксплуатации в ледовых паспорт не только не отражает всех опасных режимов работы, но и ошибочно полагает режим работы за ледоколом на усах абсолютно безопасным и не требующим каких-либо ограничений. Анализ скоростей движения в момент повреждения показывает, что более половины случаев относятся к диапазону 6 — 10 уз. Состояние загрузки в момент повреждения имеет равное распределение: в грузу и балласте по 50%.

Частота повреждений во время плавания во льдах в различных морях Арктического бассейна и в разные месяцы года приведена на рис. 7.1-2 а, из которого видно, что наибольшее количество повреждений имело место в морях восточной части Северного Ледовитого океана (65%) в августе — сентябре (40%).

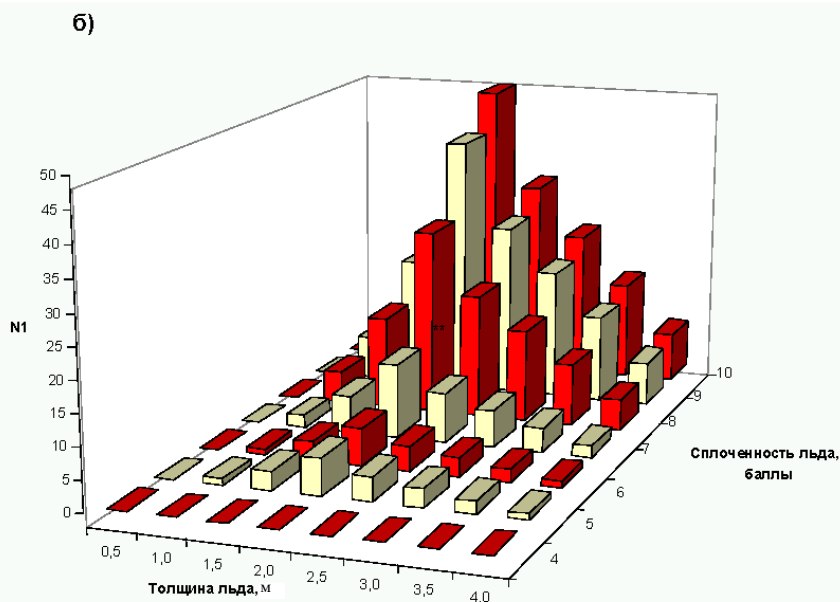
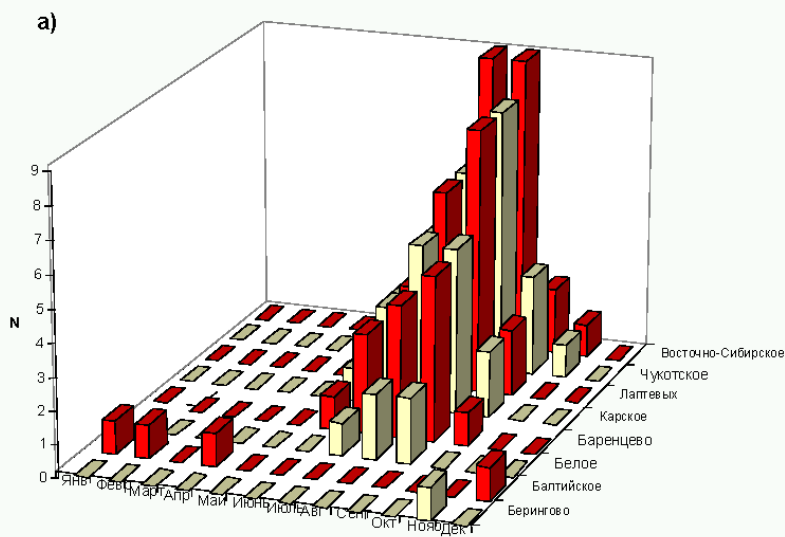


Рис. 7.1-2 Распределение повреждаемости:  
а — по морям и месяцам; б — характеристика льда



Структура льда оценивается следующим составом: крупнобитый лед — 57%, мелкобитый — 29%, поле — 14%. Характеристика льда по толщине и сплоченности в момент повреждений приведена на рис. 7.1-2 б. В качестве наиболее вероятных можно принять: 1,5 — 3 м — по толщинам, 8 — 10 баллов — по сплоченности.

Статистическая обработка данных по остаточным толщинам обшивки выполнена для танкеров «Надым» (возраст 13 лет) и «Нижевартовск (17 лет). Распределение скоростей износа по длине корпуса показано на рис. 7.1-3. В районах высоких ледовых нагрузок (пояс ватерлиний) скорость износа для «Нижевартовска» всегда больше, чем для «Надыма». В районе днища наблюдается обратная картина. Это объясняется ускоренным ледовым износом и более медленной коррозией с возрастом. Анализ подтвердил, что износ имеет тем большие скорости, чем интенсивнее ледовые нагрузки.

Количественные значения скорости износа согласуются с нормативными (0,30 мм/год) лишь в среднем. Для носового района имеют место скорости почти в 1,5 раза большие, а для среднего и кормового — на 10 — 20% меньшие. Это подтверждает недостатки «укрупненного» нормирования износа.

По Правилам классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра Судоходства распределение скорости износа по длине (см. рис. 7.1-3 а) имеет три зоны повышенного износа: в носовом районе (0 — 1 теоретический шпангоут), в переходном (3 — 6) и среднем (8 — 14). В переходном районе зона повышенного износа располагается ниже балластной ватерлинии и переходит в заметный «след» через скулу в район плоской части днища. Это можно объяснить разными режимами работы рассматриваемых судов. Для района носовой оконечности характерна работа судна во льдах в полном грузу. Для промежуточного района — работа в балласте; для среднего вероятно наложение последствий указанных режимов со швартовкой во льдах.

Сопоставление скорости износа по разным бортам выявляет заметную асимметрию и показывает отличия в 1,5 — 2 раза, что позволяет говорить о значительном влиянии на них режима швартовок во льдах.

Высокие скорости износа в районах днища свидетельствуют о больших ледовых нагрузках от притапливаемых корпусом льдин, обломков льда, отбрасываемых винтом ледокола, и льдин, «заклиниваемых» на мелководье между дном моря (реки) и днищем судна.

Была выполнена оценка долговечности листов обшивки по значениям скорости износа и ледовых нагрузок. За предел долговечности

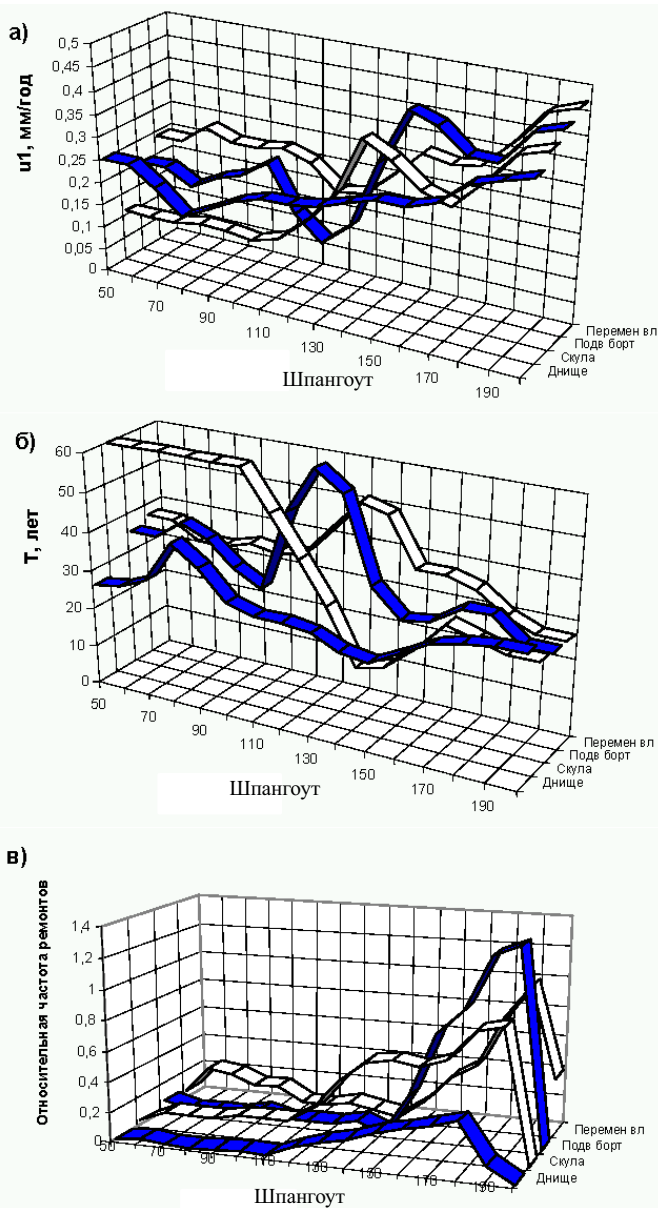


Рис. 7.1-3. Распределение по районам корпуса: скорости износа (а), долговечности (б) и ремонта (в)

принимался момент отказа, соответствующий уровню достижения допускаемого остаточного прогиба или достижению цепными деформациями уровня равномерного удлинения при разрыве. Значения долговечности наружной обшивки (см. рис. 7.1-3 б) изменяются в очень широком диапазоне: от 16 до 17 лет в районе скулы (130 — 150 шп.), до 60 и более лет — в среднем районе (50 — 110 шп.).

В местах наиболее частых замен листов наружной обшивки — носовой район, пояс переменных ватерлиний (рис. 7.1-3 в) — значения долговечности обшивки практически оптимальны и имеют незначительный разброс от 27 до 37 лет. Однако низкая надежность набора в этих районах не позволяет полностью использовать долговечность обшивки и ограничивает ее 10 — 15 годами.

Наибольшая частота отказов приходится на подводный борт и скуловые листы (рис. 7.1-3, в), для которых теоретические модели определения внешних сил и реакции корпусных конструкций несовершенны.

Основы методологии проектирования ледовых усилений, обобщенные в Правилах [21], не рассматривают такие режимы работы судов, как следование за ледоколом на усах, эксплуатация в мелководных районах с «посадками» на обломки льдин, швартовки и взаимная работа судов во льдах при ограниченной маневренности, навалы судов. Поэтому основное внимание в работе при анализе надежности набора было уделено поясу переменных ватерлиний. Параллельное рассмотрение требований Правил, повреждаемости корпуса и современных представлений о надежности корпусных конструкций с учетом срока эксплуатации судна позволяет лучше определить слабые места.

Существенным фактором повреждаемости набора являются его завалы и выпучивания. Анализ повреждаемости корпусов танкеров типа «Самотлор» показал, что стрелки завала шпангоутов могут превышать стрелки прогибов. При прогибах менее 40 мм не обнаружено существенного завала шпангоутов.

Увеличение прогибов и завалы шпангоутов приводят к разрывам и появлению трещин. При прогибах менее 60 мм не отмечено ни одного случая разрыва набора.

Возможные кинематические расчетные схемы разрушения балок от действия ледовых нагрузок показаны на рис. 7.1-4. Они использованы при определении предельных нагрузок в рамках представлений о пластических шарнирах. Расчеты выполнялись по всей длине судна с учетом существенных изменений размеров элементов набора, углов обводов корпуса и зоны нагружения. Для учета влияния износа элементы

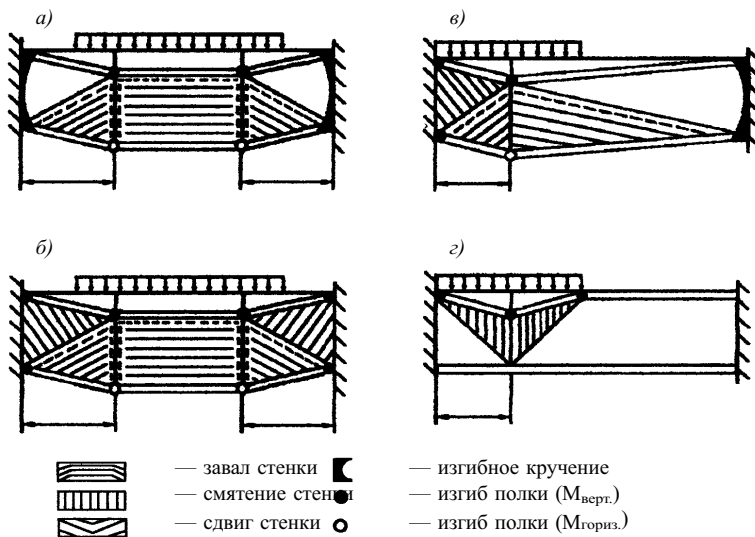


Рис. 7.1-4. Анализируемые схемы разрушения балок:

*a* — изгиб с завалом; *б* — сдвиг с завалом; *в* — комбинация с завалом; *г* — смятие

рассчитывались при проектных характеристиках и при сроке эксплуатации 20 лет. За критерий отказа шпангоутов принималось достижение предельной нагрузки, при которой резко увеличивается стрелка завала и возможно падение прочности. Расчеты показали, что проектные предположения о прочности конструкции были значительно завышены в опасную сторону: для обшивки — до 45%, а для набора — до 135%. На прочность значительное влияние оказывают величины углов обводов корпуса, увеличивающие расчетные пролеты пластин и способствующие завалу набора. Значительное влияние износа на прочность, видимо, не учитывалось при назначении размеров набора. Так, установлено, что снижение прочности в носовой части для обшивки и набора корпуса к 20 годам эксплуатации судна доходит до 50%.

Сопоставление прочности конструкции или внешних нагрузок не дает полного представления о надежности набора и, чтобы его получить, необходимо использовать условие

$$q \leq q_0(T),$$

где  $q_0(T)$  — прочность набора с учетом ее изменения во времени, т;

$q$  — внешняя нагрузка.

Такое сопоставление расчетных районов повреждаемости при сроке эксплуатации судна 20 лет дано на рис. 7.1-5. Расчеты показали, что на начало эксплуатации надежность обшивки ледового пояса обеспечена. Надежность же набора в районе 170 — 200-го шпангоута явно недостаточна: и появление вмятин неизбежно, так как прочность почти в 2 раза ниже, чем требуется для действующих внешних нагрузок.

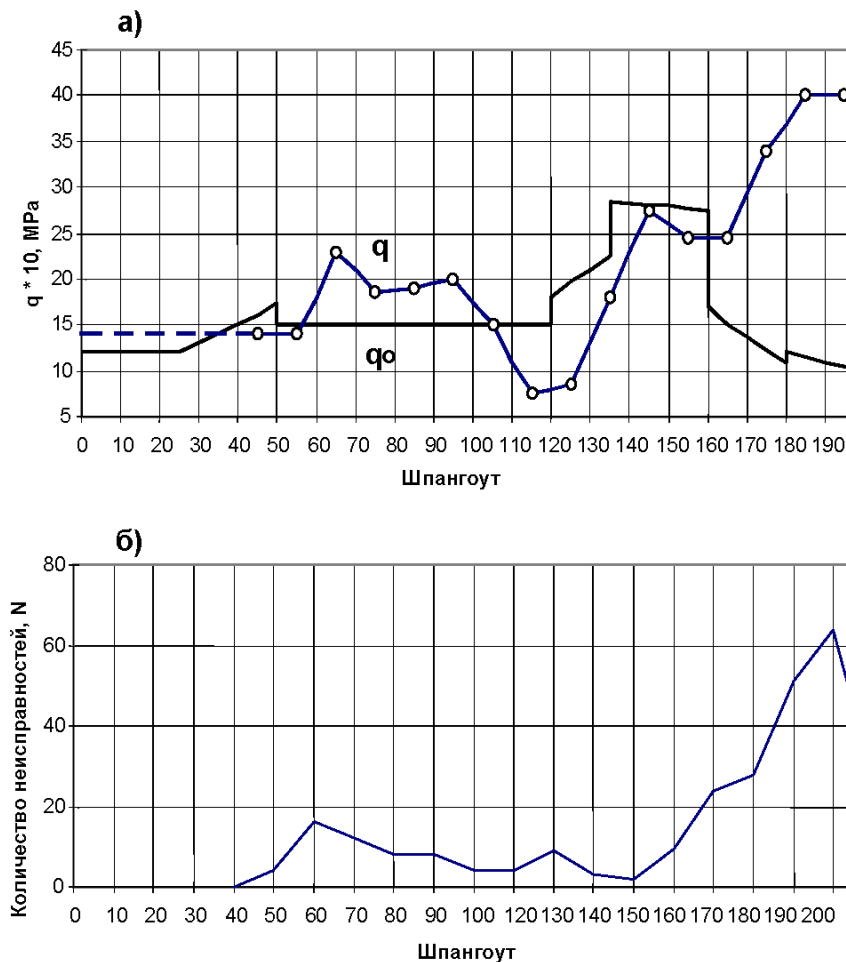


Рис. 7.1-5. Сопоставление расчетных районов повреждаемости:  
а) при  $q > q_0$  и реального числа отказов; б) ледового пояса за 20 лет эксплуатации.

К 20-му году эксплуатации надежность заметно уменьшается. Так, прочность обшивки в районе 170 — 200-го шпангоута уменьшается в 2 раза, и внешние нагрузки превышают ее на 50%. Проблема надежности набора еще актуальнее. Прочность в носовом районе в 4 раза меньше, чем требуемая при данной внешней нагрузке, а зона значительных повреждений смещается до 160-го шпангоута. Однако это не относится к тем судам, где подкрепления корпуса выполнены в полном объеме. Весь средний район корпуса судна в районе ледового пояса становится также ненадежным, так как внешние нагрузки на 30 — 50% превышают заложенные в расчет прочности. Вмятины достигают таких размеров, что замены в этом районе становятся неизбежными. Увеличение срока эксплуатации судов свыше 20 лет может привести к появлению больших повреждений в ранее относительно благополучном районе 130 — 160-го шпангоута.

Представляет интерес возможность использования полученных результатов для сопоставления реальных и нормативных ледовых нагрузок, а также установления корреляции между коэффициентом запаса и частотой отказов. Результаты анализа (рис. 7.1-6) показали, что нагрузки, определенные в данной работе, не только качественно, но и количественно лучше отражают связь с отказами конструкций, чем регистровые нагрузки.

Выполненная работа позволила проанализировать и обобщить уникальный двадцатилетний опыт эксплуатации арктических танкеров

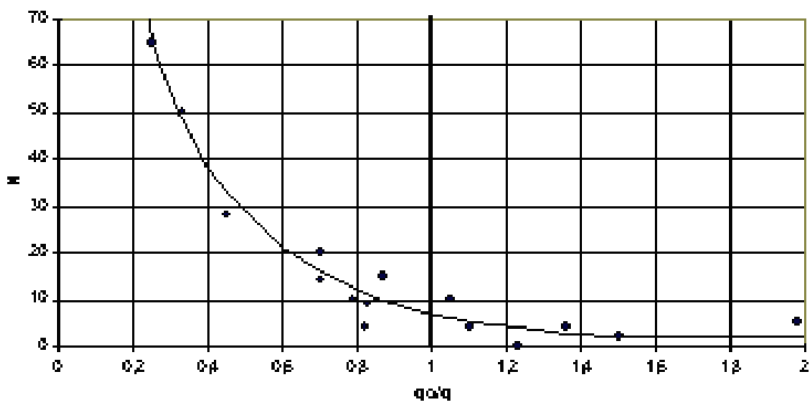


Рис. 7.1-6. Число отказов в зависимости от коэффициента запаса при нагрузках

типа «Самотлор». Масштабы выполненной работы за период свыше 200 судов лет для судов ледового плавания одной серии не имеют аналогов в мировой практике.

Анализ показал, что обобщенные условия эксплуатации в российской Арктике для проектирования судов такого класса соответствуют ледовой обстановке морей восточной части Северного Ледовитого океана в августе — сентябре 1983 г. При проектировании ледовых усилений корпусов судов должны учитываться в равной мере состояния судов в грузу и в балласте.

Наибольшая доля повреждений (до 50%) относится к режиму работы судов «на усах» за ледаколом.

Сложившаяся в Правилах практика проектирования ледовых усилений преимущественно ориентирована на состояние судов в грузу и отражает режимы работы, которые являются, как оказалось, причиной лишь 30% случаев повреждений. Нормирование условий эксплуатации в ледовых паспортах не отражает наиболее опасных режимов работы.

Существенные отличия долговечности листов наружной обшивки (от 16 до 60 лет и более) свидетельствуют о явно неоптимальном распределении толщин наружной обшивки. Однако основной недостаток ледовых усилений танкеров типа «Самотлор» заключается в низкой прочности набора. В районе 180 — 200-го шпангоута (носовая оконечность) уже на начало эксплуатации она составляла лишь 50% от требуемого уровня действующих нагрузок. Главной причиной столь низкой прочности явилась несовершенная методология проектирования, которая не учитывала установку набора не перпендикулярно к обшивке. К сожалению, и в действующих Правилах сохраняется неопределенность по данному вопросу, что не исключает возможности повторения «финской ошибки» в отечественной практике.

## **7.2. СОСТОЯНИЕ КОРПУСА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ И ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА ВО ВТОРОМ ДЕСЯТИЛЕТИИ**

**7.2.1. Корпус судна.** В целом состояние корпусов за рассматриваемый период удовлетворительное. Значительных коррозионных износов подпалубного набора в грузовых и балластных танках не наблюдается. Состояние покрасочного покрытия в танках также удовлетворительное, имеет место лишь местная коррозия. Коррозия сварных швов корпуса значительно снижена за счет применения

качественных зарубежных красок и соответствующих схем покрытия. Этому также способствует уменьшение объема работы во льдах за последний период времени.

Анализ и дополнительные расчеты прочности корпуса, остойчивости и непотопляемости позволили увеличить дедвейт в среднем до 17800 т при осадке 9,4 м.

По винторулевой группе следует отметить, что за рассматриваемый период повреждений гребных винтов не было, на танкере «Самотлор» был случай скручивания баллера руля.

### **7.2.2. Энергетическая установка**

**7.2.2.1. Главный двигатель.** Ранее существовавшие проблемы по главному двигателю не исчезли.

По результатам теплотехнических испытаний 1995 — 1996 гг. во избежание перегрузки главного двигателя по теплонапряженности, интенсивного износа цилиндропоршневой группы и появления трещин в фундаментных рамах была ограничена нагрузка по среднему индикаторному давлению до 0,82 МПа, а частоте вращения — до 92 — 98 мин<sup>-1</sup>. (Ранее эта частота вращения снижалась от номинальной до 105 — 107 мин<sup>-1</sup>). Эта мера снизила также уровень вибрации. Однако трещины в фундаментной раме продолжали периодически появляться, несмотря на наличие дополнительных упоров с бортов для поддержания жесткости. Примером может служить танкер «Иgrim», на котором по правому борту раскрылись (1998 г.) старые трещины в районе цилиндров № 3, 4 и 5.

Проблема обрыва крепежа картерных щитов остается, но в меньшей степени, в основном для цилиндров № 2 и 5. Ослабление крепления фундаментных рам к корпусу судна остается, с рекомендованной проверкой затяга через 1000 ч работы.

Следует отметить, что не наблюдается подвижки блоков, ослабления крепления, анкерных связей, обрыва крепления газотурбонагнетателей и газовыпускного тракта, запасных деталей главного двигателя, гидроторов.

Потеря скорости судна от снижения частоты вращения достигает 2 узлов по отношению к проектной.

**7.2.2.2. Вспомогательные котлы.** За рассматриваемый период проблемы с эксплуатацией котлов, установленных на суда с момента постройки, остались и еще более обострились. К ним относятся: утонение сварных швов, появление трещин, свищей и т. д. (см. раздел 3.2 «Вспомогательные котлы»). Вместе с тем, вновь установленные



фирменные котлы UNEX CHB-7500 (Финляндия) при правильной эксплуатации не создавали больших проблем. Имеют положительный восьмилетний опыт эксплуатации японские котлы VWN- 800 MIURA, установленные на танкерах «БАМ» и «Игрим».

На танкере «Горноправдинск» в 1985 г. установлены вспомогательные котлы отечественного производства КАВ 6.3/16. В 1995 г. на обоих котлах была произведена 100%-ная замена конвективных труб при средней наработке каждого котла 47000 ч. В 1998 г. была произведена 100%-ная замена опускных экранных труб на котле ЛБ при наработке 60000 ч и частичная замена на котле ПБ при наработке 62000 ч. Основная причина повреждений — точечная коррозия трубок и появление свищей.

**7.2.2.3. Электроэнергетическая установка.** Недостатки, отмеченные в разделе, касающиеся обслуживания первичных двигателей, и появление связанных с этим неисправностей, остались. За весь период эксплуатации электроэнергетическая установка не претерпела конструктивных изменений.

### **7.2.3. Грузовой комплекс танкера**

**7.2.3.1. Грузовая система.** За рассматриваемый период эксплуатации производилась замена грузового трубопровода по мере износа в объеме от 40 до 70% на всех танкерах этой серии. Грузовые насосы периодически подвергались восстановительному ремонту, изнашивались винты и корпус. Для замены последних была произведена закупка 11 корпусов. Внутренние перегородки приемных фильтров в насосном отделении по мере износа заменялись при выполнении заводских ремонтов.

Схема грузового трубопровода за период эксплуатации не претерпевала изменений.

**7.2.3.2. Балластная система.** Схема балластной системы построечная. Проблема с осушением балластных танков решалась за счет применения эжекторов.

**7.2.3.3. Система мойки танков.** Сепаратор моечной воды «Турбуло» демонтирован на танкере «Уренгой» и других судах как не удовлетворяющий степени очистки. Фирменные (построечные) подогреватели моечной воды заменены на отечественные подогреватели с аналогичными рабочими параметрами (марки ПЗВ-21). Система автоматического контроля загрязнения нефтепродуктами сливаемой за борт моечной и балластной воды «Сальвиго» на всей серии заменена на «САЗРИУС» французской фирмы SERES ODME 663.

**7.2.3.4. Системы подогрева груза, балласта и паротушения.** Схема системы подогрева груза построечная. Ее слабые звенья — чугунные

нагревательные элементы с оребрением, практически на всей серии заменены на стальные проставки на резьбовых соединениях либо на свариваемые проставки из алюминиевой бронзы. Система подогрева балласта вышла из строя из-за сильной коррозии и на ряде судов демонтирована. Система паротушения грузовых танков вышла из строя из-за сильной коррозии и по согласованию с Регистром демонтирована на всей серии.

#### **7.2.3.5. Системы газоотвода и орошения грузовой палубы.**

Система орошения грузовой палубы не использовалась, поэтому она на ряде судов демонтирована.

**7.2.3.6. Насосные отделения и шланговое помещение.** Помещения с момента постройки конструктивных изменений не имеют. По конвенционным требованиям монтируются шахты между люковым закрытием и технологическим вырезом в станции пенотушения для возможности извлечения пострадавших из насосного отделения.

### **7.3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТАНКЕРОВ ТИПА «САМОТЛОР» С ЦЕЛЬЮ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**7.3.1. Корпус танкера.** При модернизации корпуса сняты носовые грузовые колонки и грузовые стрелы. В разрушенных местах восстановлена покраска на эпоксидной основе внутри грузовых и балластных танков. Произведена полная очистка балластных танков. Выполнена покраска снаружи.

Изменены функции некоторых танков, в частности, 25-х и 13-х.

Танки № 25 служили для сбора отстоявшихся в слоп-танках нефтепродуктов. Они углом входили в МКО, что запрещено по условиям безопасности. Поэтому назначение 25-х танков при модернизации изменено, они используются для сбора льяльных вод, которых в сутки на танкерах типа «Самотлор» накапливается около 5 м<sup>3</sup>. Сюда же сливают отстоявшиеся из моечной воды нефтепродукты.

Назначение слоп-танков также изменено, они дооборудованы с целью совмещения функций с возможностью перевозки в них груза.

Несмотря на то, что при модернизации представилась возможность дооборудовать носовые топливные диптанки под перевозку груза, она осталась нереализованной. Объясняется это тем, что при полной загрузке танкера, возникает дифферент на нос, что ухудшает его ходовые качества.

### **7.3.2. Энергетическая установка**

**7.3.2.1. Дизель-генераторы.** При модернизации производилась замена дизель-генераторов на современные ДГ финской постройки WARTSILA 4L20, работающие на тяжелых сортах топлива.

**7.3.2.2. Вспомогательные и утилизационные котлы.** Производилась замена вспомогательных и утилизационных котлов, установленных на судах с постройки, на котлы MIURA (Япония). Новый вспомогательный котел имеет марку VVN-7300E производительностью 7,5 т/ч, давление пара номинальное 7,5 бар. Утилизационный котел марки KF-128.

**7.3.2.3. Осушительная система.** Установленный на танкере в составе осушительной системы сепаратор «Турбуло-10» (производительность по воде 10 м<sup>3</sup>/ч) заменен, как не удовлетворяющий требованиям Конвенции МАРПОЛ 73/78. Вместо него установлен сепаратор льяльных вод английской фирмы «Hamworthe» производительностью 2,5 м<sup>3</sup>/ч, удовлетворяющий требованиям Конвенции МАРПОЛ 73/78. Особенностью конструкции нового сепаратора является то, что очищаемая вода вначале проходит через фильтрующие элементы и лишь в очищенном виде поступает в насос. Это исключает влияние эмульгирования сред вода — нефтепродукт на процесс очистки. Известно, что при проходе льяльной воды через насос создается стойкая эмульсия, в значительной степени затрудняющая последующую очистку воды.

Общее количество льяльной воды на танкерах типа «Самотрлор» составляет около 5 м<sup>3</sup> в сутки, и принятая производительность нового сепаратора, марки HS-2.5, составляющая 2,5 м<sup>3</sup>/ч, достаточна.

Замена старого сепаратора на новый агрегат бригадой из трех человек по трудоемкости составляет 5 дней.

При переоборудовании смонтирован трубопровод для передачи льяльных вод на берег. Его вывод предусмотрен в работе раздаточной грузовой колонки. В МО установлен еще один осушительный насос.

**7.3.2.4. Система замера уровня в топливных танках.** Существующая система замера заменена на систему фирмы «SAAB» (Швеция), работающую по принципу радара.

**7.3.2.5. Шламовая система.** В соответствии с требованиями Конвенции МАРПОЛ 73/78 (книга 1, с. 1, правило 17) современные танкеры должны оборудоваться индивидуальными шламовыми системами для удаления продуктов сепарации из льяльного, топливного и масляного сепараторов. Для выполнения этого условия судовые

шламовые цистерны должны оборудоваться системами подогрева, пропаривания, взбаламучивания и откачки шлама на берег или плавсредства.

При установке шламовой системы на танкерах типа «Самотлор» насос, обслуживающий ранее сепаратор «Турбуло-10», оставлен и использован в качестве насоса откачки шлама.

Для возможности передачи шлама на берег при переоборудовании танкера установлен трубопровод от шламового насоса до раздаточной колонки.

### **7.3.3. Грузовой комплекс**

**7.3.3.1. Грузовая система.** Грузовой трубопровод из-за износа полностью заменен.

Винтовые грузовые насосы заменены на новые агрегаты прежней марки из-за значительного их износа.

**7.3.3.2. Система гидравлического управления поворотными затворами.** В процессе эксплуатации танкера она была демонтирована и при модернизации не восстанавливалась из-за ее высокой стоимости. На аварийном приводе открытия и закрытия затворов типа «Баттерфляй» на грузовой системе выполнена замена маховиков малого диаметра на маховики увеличенного диаметра для облегчения работы донкермана.

Восстановление изношенной СГУПЗ является нереальной задачей по стоимости.

Так, установка новой системы гидравлики на танкерах-бункеровщиках Востокрыбхолодфлота типа «Оха-нефть» дедвейтом 5870 т в Японии стоит 450000 долларов. Увеличение эксплуатационных расходов на такую сумму несоизмеримо больше затрат, связанных с ручным управлением поворотными затворами. Поэтому судовладелец на такие расходы не решится, тем более, что время грузовых операций при этих двух способах практически неизменно.

Проблема обеспечения топливом дальневосточных регионов с замерзающей территорией остается. Постройка танкеров ледового класса, естественно, будет продолжена для смены существующего флота. Поэтому банк данных требований к конструкции и эксплуатации по танкерам ледового плавания необходим.

**7.3.3.3. Балластная система.** Трубопроводы балластной системы полностью заменены. Центробежные балластные насосы также заменены. Для зачистки балластных танков установлены эжекторы, работающие на воде, подаваемой балластными насосами. Эта мера позволила избежать проблемы, возникающей из-за неоткачиваемого остатка балласта и снижающей грузоподъемность танкера.

**7.3.3.4. Система замера уровня в танках.** Штатная поплавковая система замера уровня груза в танках демонтирована, как морально устаревшая, и заменена системой радарного типа фирмы «SAAB» (Швеция). Ее эксплуатационная особенность состоит в том, что по достижении 95% заполнения танка система дает предупредительную сигнализацию, а при 98% заполнения — аварийную, с последующим закрытием приемного затвора. Отмеченная особенность системы относится к требованиям грузоотправителей.

**7.3.3.5. Закрытая система замера.** В соответствии с существующими требованиями ИМО танкер при реконструкции оборудован закрытой системой замера типа «Hermetic» (Швеция). Она выполняет следующие функции: замер в танках пустот, уровней груза, количества неоткачиваемого остатка, давления в танках, температур груза, границ раздела жидких фаз (груз — вода), содержание в танках кислорода и взятие пробы груза. Перечисленные функции выполняются вручную в условиях полной герметизации емкости с грузом с соблюдением пожарной безопасности, незагрязнения окружающей среды и безопасности для здоровья обслуживающего персонала. При замерах давления в танках могут находиться в пределах от 1500 мм вод. ст. ниже атмосферного и до 2000 мм вод. ст. выше атмосферного.

Замеры выполняются вручную с помощью устройств типа рулеток. Соединение их с рабочей средой танка осуществляется посредством герметичного палубного клапана с пробкой и лишь после соединения его с рулеткой. Клапан в нерабочем состоянии закрыт колпачком, снимаемым только при выполнении замера. Соединение с рабочим пространством танка выполняется путем поворота пробки на клапане.

Рулетки для выполнения конкретных функций имеют соответствующие датчики и дополнительные приспособления. Выполняемые замеры имеют точность, удовлетворяющую условиям эксплуатации.

**7.3.3.6. Система мойки танков.** Отстойные танки моечной воды при модернизации оборудованы расширителями, которые имеют по требованиям объем, равный 0,001 объема танка. На каждый расширитель установлен двойной газоотводный клапан фирмы «Bolako».

Слив из отстойных танков моечной воды выполняется насосом за борт через систему «САЗРИУС». Отстоявшийся нефтепродукт далее перекачивается в танки льяльной воды (25-е танки), а из них отстой передается на берег.

**7.3.3.7. Система газоотвода.** Модернизация системы газоотвода выполнена в соответствии с требованиями ИМО. Предусмотрено

соединение судовой системы газоотвода с береговым трубопроводом газоотвода в районе раздаточной грузовой колонки. Соединение осуществляется с помощью переходника международного образца. Отключение системы от берега выполняется с помощью фланца-заглушки также международного образца. И переходник, и заглушки должны иметь ручки для транспортировки, а также стандартные коксы для фиксации при установке.

Установка системы газоотвода регламентируется по расположению соединительных с берегом фланцев на грузовой палубе относительно борта судна и между осями трубопроводов. Это требование относится непосредственно к системе газоотвода, а также и к другим системам, служащим для передачи рабочей среды с танкера на берег.

В настоящее время мы являемся свидетелями того, что за полный цикл эксплуатации судно должно совершенствоваться в направлении удов-летворения непрерывно ужесточающихся требований в области безопасности, экологии, экономичности. В рассматриваемом случае возникает противоречие, обусловленное ограниченными возможностями расположения нового оборудования на судне, уже находящемся в эксплуатации и построенном без учета возможности расположения в любой его части дополнительного оборудования. Этот процесс дает все больше знать о себе. Однако с отмеченным явлением приходится сталкиваться все чаще.

Так, применительно к танкерам, находящимся в эксплуатации, при их модернизации требуется выполнить требования ИМО по соединению системы газоотвода с берегом, выдавать на берег шлам и нефтеостатки и т. д.

#### **7.4. ПОСАДКА НА МЕЛЬ ТАНКЕРА «НАДЫМ»**

Танкер «Надым», с грузом дизельного топлива и мазута в количестве 15162 т, следовал из порта Пусан (Южная Корея) в порт Магадан в марте 1998 г.

Далее хронология аварии приведена по материалам информационного бюллетеня № 04/98 ОАО «ПМП».

Погода была благоприятной, рейс проходил в нормальных условиях. 7 марта в 19.00 по судовому времени была установлена связь со штабом ледовых операций в порту Магадан и получена подходящая точка, широта 58°00' северная, долгота 152°19' восточная.

8 марта в 12.00 в координатах: широта 54°48,5' северная, долгота 152°26,1' восточная — танкер вошел в лед, главный двигатель был переведен в маневренный режим, на мостике постоянно находились капитан или старший помощник.

9 марта в 9.00 из штаба ледовых операций порта Магадан была получена информация относительно рекомендованной подходной точки: проследовать курсом на мыс Алевина, оставляя его в 3 — 4 милях.

Вечером 9 марта в 16.00 была получена аналогичная рекомендация с указанием следования самостоятельно из-за отсутствия ледокола, придерживаясь генерального курса 328°.

10 марта в 2.20 судно прекратило движение из-за сильного сжатия льда. Учитывая сложившуюся обстановку и темное время суток, было принято решение дожидаться разрежения льда и с наступлением светлого времени суток продолжить движение. В 7.00, с наступлением светлого времени и уменьшением сжатия льда, танкер продолжил движение. Примерно в 7.30 была установлена связь с караваном судов, следующих из порта Магадан на юг под проводкой портового ледокола «Анадырь», который сообщил, что караван проследовал в 2 — 4 кабельтовых от мыса Таран и в дистанции 9 — 13 кабельтовых западнее мыса Алевина. Ледовая обстановка в районе мыса Алевина — лед сплоченностью 10 баллов, ветер юго-западный 2 балла. Восточнее мыса Алевина приблизительно в 2 милях наблюдались большие ледовые поля.

В 8.00, когда танкер находился в координатах: 58°46' северной широты; 151°22,7' восточной долготы, — из-за сильного сжатия льда скорость танкера снизилась до 2 — 3 узлов, поэтому приняли решение, если не удастся форсировать ледяное поле, проследовать в 2 милях западнее мыса Алевина и двигаться далее на северо-запад.

В 9.00 с танкера доложили обстановку в штаб ледовых операций порта Магадан. Получили инструкцию следовать от мыса Алевина на расстоянии 2 — 3 миль от берега в направлении мыса Таран, который надлежало пройти на дистанции в 1 — 2 милях к западу и далее на север до мыса Ольский. Затем на дистанции в 1 милю от берега до входа в бухту Нагаева. Однако в 9.11, находясь в 16 кабельтовых к юго-западу от мыса Алевина, танкер потерял ход и застрял в спрессованном льду.

В связи с невозможностью движения вперед и влево от берега, во избежание опасного сближения с мысом, танкер предпринял попытку отойти от него на безопасную дистанцию, но в 11.44 судового времени, сместившись на 6 кабельтовых к востоку, был зажат льдом и остановился.

В 13.00 с началом подвижки льда была предпринята попытка, работая рулем и машиной, отойти от мыса, которая успеха не принесла.

В 13.30 капитан доложил в Департамент безопасности мореплавания компании об обстановке, которая к этому времени усложнилась: начался дрейф в направлении мыса Алевина. Погодные условия — ветер северо-восточный 2 балла.

В 14.00 танкер запросил помощь у ледокола «Анадырь», который в этот момент находился в координатах: 58°24′ северной широты и 152°02′ восточной долготы. Однако ледокол сам оказался зажатый во льду, движения не имел и оказать помощь не мог.

В 14.08 информировали Департамент безопасности о сложившейся ситуации и продолжали пытаться отойти от берега. В 15.12 капитан доложил в Департамент безопасности о безрезультатности предпринимаемых мер и о том, что дрейф к мысу продолжается.

В 16.00 капитан сообщил в штаб ледовых операций порта Магадан об опасности для танкера. Экипаж подготовлен к действию в критической ситуации. В 16.23 вблизи мыса Алевина появилось разрежение льда, по распоряжению капитана дали полный ход, работая на максимально возможных оборотах главного двигателя, попытались избежать посадки на каменистую банку у мыса Алевина.

В 16.28 на танкере почувствовали удар в корпус, и судно получило крен около 2,5° на правый борт. После осмотра и промера глубин установили, что танкер сел на мель днищевой частью корпуса в районе балластного танка № 10 ДП в точке с координатами 58°50,1′ северной широты и 151°20,5′ восточной долготы, в 120 метрах от мыса Алевина. О посадке на мель было доложено в Департамент безопасности мореплавания, штаб ледовых операций порта Магадан и ледокол «Анадырь».

Для уменьшения осадки танкера и в расчете сняться самостоятельно с мели начали откатку балласта из форпика. Попытки сняться с мели на полную воду самостоятельно (высота прилива 4 м) в 19.17 успеха не принесли.

Танкер был снят с банки 15 марта после перекачки около 7000 т груза на танкеры «Партизанск» и «Рошино» с привлечением ледокола «Анадырь».

Посадка танкера на банку пришлось на днищевую часть балластного танка, расположенного предположительно под четвертым центральным грузовым танком.

После посадки танкер под воздействием дрейфа испытывал большие ледовые нагрузки. Временами постоянный крен достигал 12°, лед около



судна нагромождался, достигая уровня грузовой палубы. В период дрейфа и приливно-отливных течений танкер постепенно крутило и перемещало относительно точки посадки. Периодически создавалась аварийная ситуация, при которой экипаж находился в состоянии готовности оставить судно.

По завершении спасательной операции на борту танкера побывали агенты страховых компаний Японии и Голландии.

После снятия с мели танкер «Надым» своим ходом пришел в порт разгрузки Магадан. По окончании грузовых операций и подтверждении отсутствия значительных повреждений второго дна (в грузовых танках наблюдались лишь отдельные вмятины) было принято решение следовать в ремонт своим ходом. Попутно танкер «Надым» вывел через ледовые поля караван судов, собравшихся к тому времени в порту Магадан. Далее своим ходом аварийный танкер ушел на ремонт в Южную Корею.

Объем повреждений приведен по данным ОАО «ПМП» и сводится к следующему:

- деформирован настил второго дна — грузовой танк № 1 ДП, грузовой танк № 2 ЛБ;

- продольная переборка между балластным танком № 10 и грузовым деформирована в нижней части двойного дна;

- балластный танк № 1 ДП — поврежден и затоплен водой;

- грузовой танк № 3 ЛБ — деформирована продольная переборка в районе двойного дна;

- грузовой танк № 3 ДП — деформирована продольная переборка в нижней части двойного дна;

- грузовые танки № 4 бортовые — деформированы продольные переборки в нижней части двойного дна;

- грузовой танк № 5 ДП — трещина в настиле двойного дна, деформирована продольная переборка с ЛБ в нижней части двойного дна, носовая доковая стойка деформирована;

- наружная обшивка от 14-го до 157-го шпангоута имеет многочисленные повреждения в виде вмятин с пробоинами;

- танки двойного дна МО № 25, 26, 27, 29, 31 и 32, коффердам под циркуляционной цистерной имеют пробоины.

**О характере разрушения днищевой части судна.** Рваные края разрушенного корпуса судна и набора свидетельствуют о том, что танкер сел на подводные скалы высокой прочности. Район разрушения корпуса — от четвертого центрального грузового танка до топливных диптанков МКО. Второе дно имело отдельные вмятины и сохранило в целом форму

и прочностные характеристики. После посадки на банку танкер постепенно поворачивался вокруг точки зацепления и перемещался относительно нее вдоль корпуса судна под воздействием дрейфа ледового поля. Вдоль корпуса судна были направлены усилия по снятию судна с банки. Такой характер нагрузок сформировал коридор разрушения, расположенный в днищевой части центральных балластных танков на значительной длине.

Это может быть объяснено конструктивными особенностями танкера: продольной системой набора в танковой части;

перемещение точки посадки в поперечном направлении встречало преграду, состоящую из продольных переборок балластных танков двойного дна и скуловой части корпуса.

В продольном же направлении точке посадки оказывали основное сопротивление поперечные переборки центральных балластных цистерн. Их сопротивление, естественно, было меньше суммарного, создаваемого продольной переборкой балластных цистерн в двойном дне, скуловой частью корпуса и продольным набором.

Продолжительность нахождения в аварийном состоянии для танкера была критической. Точка посадки на банку приблизилась к топливным цистернам МКО. Дальнейшее нахождение танкера в аварийном состоянии было непредсказуемым, так как прочностные характеристики днищевой части корпуса в районе МКО ниже, чем для грузовой части.

Невозможность снятия с банки собственными силами можно объяснить действием следующих факторов, выступающих как самостоятельно, так и совместно:

высокая плотность дрейфующего льда;

недостаточная мощность главного двигателя;

специфический вид посадки, когда характер повреждения корпуса и форма подводных скал носили во взаимодействии крючкообразный характер зацепления. Это не позволило танкеру сойти с мели ни при изменении осадки в период приливов, ни при дрейфе, ни изменении положения относительно сторон света.

Причинами посадки танкера «Надым» на мель, по мнению Департамента безопасности и качества ОАО «ПМП», являются:

аномально тяжелая ледовая обстановка в Охотском море и, в частности, в Тауйской губе;

отсутствие системы ледового обеспечения в акватории, существовавшей в прежние годы (отсутствие ледовой разведки и достоверной информации о ледовой обстановке);

отсутствие линейного ледокола на трассе (маломощный ледокол портового класса «Анадырь» оказался неспособным оказать сколько-нибудь эффективную помощь);

решение капитана следовать в порт, не дожидаясь ледокола;

неверное решение капитана следовать в опасной близости от берега у мыса Алевина.

В частном определении в связи с посадкой на мель говорится, что капитан танкера проявил безграмотность при подписании Договора о спасении с ледоколом «Анадырь», по которому спасатель должен был получить стоимость судна, груза, и покрытие расходов на спасательные работы.

В заключение необходимо отметить, что в описанной выше аварии — посадке танкера на банку на малом ходу (при дрейфе во льдах) — конструкция двойного дна свои функции выполнила. Она противостояла стихии в течение пяти суток, несмотря на почтенный возраст танкера, превышающий 20 лет. При этом не произошло разлива нефтепродуктов. Более того, конструкция корпуса танкера сохранила свои функциональные качества. Судно своим ходом во льдах проследовало под разгрузку, а затем провело через ледовые поля Охотского моря караван судов и ушло на ремонт в Южную Корею.

Этот случай следует рассматривать как полное оправдание назначения конструкции двойного дна.

## **8. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЗАКАЗА СУДОВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БАЗЕ**

Централизованный заказ и постройка судов на отечественной и зарубежной базах производились по одним и тем же руководящим документам. Однако эти документы имеют разные эксплуатационные свойства. Кризисное состояние с пополнением отечественного флота и высокая стоимость постройки на отечественных предприятиях поставили перед последними задачу — достичь уровня зарубежного по срокам строительства и качеству судов.

По этим причинам нельзя ограничиваться рассмотрением заказа только на зарубежной базе, где построена анализируемая серия танкеров типа «Самотлор».

## **8.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ФОРМЫ ЗАКАЗА И ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БАЗЕ**

Характеристика дорыночной формы заказа судов изложена Б. Н. Захаровым [14]. Она необходима для решения указанной проблемы, как отправная точка, и определения дальнейшего пути развития.

Существовавшая до недавнего времени в нашей стране система пополнения торгового флота новыми судами была строго регламентирована ГОСТами, ОСТАми и другими нормативными документами. В соответствии с действующим и поныне ОСТ 5.0064 — 84 (правда, в разряде уже руководящего документа) заказчик в лице ММФ от имени будущих судовладельцев (пароходств) был обязан выполнять технико-экономические обоснования и разрабатывать технико-эксплуатационные требования к проектированию и постройке новых судов с доказательствами их эффективного использования в народном хозяйстве. В обязанности заказчика также входила разработка условий и режимов эксплуатации будущих судов. С этими целями в ММФ формировались программы пополнения флота с распределением типов судов и их количества по морским бассейнам страны.

После того как программы пополнения и расстановки флота, обоснованные ЦНИИМФом (с участием пароходств), утверждались на государственном уровне, институтом разрабатывались и согласовывались с судовладельцами технико-эксплуатационные требования к каждому типу судна с учетом условий и конкретных линий эксплуатации. На основе этих требований разрабатывались технические задания (ТЗ) на проектирование и в установленном порядке передавались в ЦКБ Минсудпрома, где в первую очередь выполнялась проверка технических требований заказчика на их совместимость. После этой проверки и утверждения технического задания ММФ и МСП к разработке технической документации на строительство судов приступали ЦКБ. Утвержденная надзорными организациями, эта документация на всех стадиях ее разработки согласовывалась в ММФ со специально выделенными для этого организациями и специалистами.

Строительство судов на верфях велось под постоянным наблюдением групп приемщиков — представителей тех пароходств, для которых эти суда предназначались. После приемки в эксплуатацию в течение первых 1 — 2 лет на головных судах серии проводились комплексные испытания и обследования в обычных эксплуатационных рейсах, по результатам

которых вносились изменения и исправления в конструкторскую и технологическую документацию, тем самым повышались технико-экономические качества серийных судов и судов перспективной постройки.

Наряду с этим ЦНИИМФом и КБ ММФ постоянно велись работы по прогнозированию и исследовательскому проектированию, что позволяло вырабатывать научно обоснованные в технических и коммерческих аспектах требования к судам перспективной постройки на долгосрочный период. Тот же ОСТ 5.0064 — 84 обязывал при разработке проектных предложений, эскизных и технических проектов выполнять технико-экономические расчеты с целью обоснования выбора оптимальных вариантов проектных решений, как при определении главных элементов и основных характеристик судна, так и при разработке отдельных конструкций.

Таким образом, существовала четкая организационно-техническая система обновления флота с обоснованием новых типов судов, программы пополнения и основных технико-эксплуатационных требований к судам постройки предстоящей пятилетки для каждого пароходства и ММФ в целом, включая разработку технической документации и процессы строительства на верфях.

Реализация изложенной выше дорыночной формы заказа судов сопровождалась существенными недостатками, имея и положительные стороны. Ни одна из организаций, принимавших участие в создании судна, не была в этом заинтересована так, как будущий эксплуатационник (заказчик). Однако его интересы в конечном результате учитывались недостаточно.

В качестве довода в пользу сказанного можно сослаться на критические письма организаций, эксплуатирующих суда.

Ниже приведено содержание двух таких писем из журнала «Морской флот» [7, 29].

Капитан — сменный механик буксира МБ-386 Николаевского-на-Амуре морского порта В. Яхтин высказывает свои замечания по буксиру, находящемуся в эксплуатации более 20 лет. Это письмо было рассмотрено в ЦНИИМФе, откуда получен ответ за подписью главного конструктора проекта этого буксира О. Буланцева. В ответе сообщается, что технический проект буксира разработан в 1964 г. по заказу Дальневосточного пароходства, в состав которого входил в то время и порт Николаевск-на-Амуре. Проект буксира согласован Дальневосточным пароходством, Регистром, Главным техническим

инспектором ЦК профсоюза рабочих морского и речного флота, Балтийской бассейновой санэпидстанцией.

Головной буксир сдан в эксплуатацию в 1966 г. Естественно, за такое продолжительное время проект морально устарел. Однако в связи с тем, что в стране до настоящего времени ощущается определенная нехватка судов служебно-вспомогательного флота, в частности, буксиров малых мощностей (в Госплане имеются заявки примерно на 200 буксиров этого проекта), плановые органы не заинтересованы в снятии с постройки буксира, поскольку освоение нового проекта требует времени (то есть снижения темпа выпуска буксиров), а также потому, что новый буксир неизбежно будет стоить на 20 — 30% дороже.

В ЦНИИМФе полностью согласны с автором письма в том, что буксир было бы целесообразно оборудовать буксирной лебедкой, чтобы в максимальной степени облегчить труд палубной команды. Поскольку в Минсудпроме не изготавливают буксирных лебедок требуемой тяги (4—6 тс), в составе проекта была разработана гидравлическая буксирная лебедка. Однако завод — строитель судна, изготовив единственный экземпляр, отказался от дальнейшего изготовления лебедок.

Что касается модернизации устанавливаемых на буксирах устройств, то, как сообщает О. Буланцев, такую информацию институт получает впервые. Известно, что Сахалинским пароходством была разработана лебедка тягой 0,9 тс, которую ЦНИИМФ не рекомендовал для установки на буксире из-за ее недостаточной тяги, громоздкости и большой массы. Таким образом, для буксиров этого проекта сегодня возможен только один путь решения этой проблемы — закупка судовладельцем лебедок на внешнем рынке и последующая установка их на буксиры.

В отношении условий обитаемости, пишет далее О. Буланцев, в ЦНИИМФе считают необходимым сообщить, что буксир проектировался по требованиям Санитарных правил для морских судов издания 1964 г. и согласовывался с судовладельцем — Дальневосточным пароходством и, следовательно, удовлетворяет их требованиям. Улучшение условий обитаемости возможно только при увеличении размеров буксира, а для этого требуется разработка нового проекта.

Как явствует из ответа на письмо, Правила Регистра, которые регламентируют состав навигационного оборудования для обеспечения безопасности мореплавания, не требуют установки радиолокационной станции на буксирах этого проекта, поэтому вопрос установки радиолокационной станции должен решаться заказчиком при разработке

проекта. В данном случае по решению Дальневосточного пароходства на буксире устанавливается одна радиолокационная станция. Буксир проектировался для работы с баржами грузоподъемностью 400 — 500 т для перевозки минерально-строительных материалов в прибрежном плавании на Дальневосточном бассейне и соответствует своему назначению, что подтверждено Регистром в 1983 г.

В редакцию пришло также письмо от Н. Герасименко, старшего матроса дизель-электрохода «Сахалин-9» Сахалинского пароходства [7]. Автору письма довелось быть на приемке этого парома. Между вводом в строй первого и последнего парома типа «Сахалин» прошло около 15 лет. Однако по условиям труда и отдыха между ними существенной разницы нет. Что же помешало внести коррективы в проект?

Так, эти суда, перевозящие пассажиров, не имеют вентиляции, и в летнее время люди изнывают от духоты. Зимой при работающих кондиционерах также дышать невозможно, а если выключить их, то приходится замерзать. На пароме «Сахалин-9» в каютах установлены кондиционеры явно неудовлетворительного качества: бегунки, закрывающие и открывающие клапаны подачи воздуха, не перекрывают полностью воздух и от незначительных усилий ломаются.

На пароме в вестибюле нет оборудованного места под телевизор, нет элементарной бытовки с парой утюгов.

На площадке лацпортов можно было бы оборудовать комнаты для детей, каюту для матери и ребенка. Следовало бы заменить неудобные кресла, поставить мягкие лавки вместо стульев на верандах.

Морякам приходится выслушивать нарекания пассажиров на неудобства кают, однако такие же неудобства испытывают сами моряки. На пароме нет никакого спортивно-оздоровительного комплекса, хотя оборудовать его можно.

Стальные, тяжелые, неудобные парадные трапы быстро ржавеют, оставляют от ржавчины следы на борту. Давно уже, наверное, можно было заменить трапы более легкими конструкциями, безопасными, с саморегулирующимися балясинами. Вместо многочисленных вьюшек швартовного устройства на корме можно было бы смонтировать пару автоматических лебедок. Больно смотреть, когда электрик и вахтенный матрос с большим трудом вручную выбирают на большую вьюшку кабель берегового питания, когда зимой все моряки заняты отдачей тяжелого неудобного крепежного материала. Оставляет желать лучшего электрическое освещение. Плохо укомплектован ЗИП для плотника.

Экипаж парома перешел на десятичасовой график работ, старается работать как можно лучше. Для экипажа не безразличны условия труда и отдыха, многочисленные претензии пассажиров. И даже не касаясь чисто технических вопросов, где также есть многочисленные замечания и предложения, можно сделать вывод, что проект парома давно устарел, так же как и устарело многое оборудование, изменились требования моряков к условиям труда и отдыха, к нормам снабжения судов.

На паромах на вахту и в машину заступает одновременно семь человек. Это объясняется применением на паромах устаревшего оборудования. Например, вручную регулируется напряжение, что требует выхода на вахту электромеханика.

Истоки недостатков построенных на отечественной базе судов проанализированы Б. Н. Захаровым [12].

Анализ технической документации построенных судов за последние 20 лет подтверждает их слабое научное обеспечение. Применение прогрессивных проектных, конструкторских, технологических или компоновочных решений является в большей части заслугой проектных организаций и заводов, а также органов контроля качества судостроительной продукции, включая документацию, со стороны заказчика. Сегодня сложилось положение, при котором конструктор (в широком смысле слова), не имея достаточных научных обоснований, закладывает при проектировании судов решения, во многом определяющие организационные формы использования этих сложнейших технических средств, направленность их развития на 20 лет вперед. При этом часто исходят из конъюнктурного сиюминутного компромисса с целью увязать разноречивые требования и реальные возможности.

Анализ замечаний, возникающих со стороны ММФ при рассмотрении технических проектов судов различных типов и назначений, показывает, что разногласия между МСП и ММФ в основном касаются создания нового оборудования и механизмов или внедрения в проекты современных технических решений, реализация которых опять же требует разработки нового оборудования. Как правило, все эти требования ММФ понятны и известны проектным организациям МСП. Однако раз за разом, не желая готовить и решать вопросы заблаговременно, их оставляют «на откуп» соответствующим главам министерств морского флота и судостроительной промышленности. Этим самым годами затягивается решение и реализация вопросов, существенным образом влияющих на эксплуатационные качества судов. Необходимо отметить, что многие беды с комплектующим



оборудованием обусловлены, прежде всего, существующей системой его заказа и производства. В подавляющем числе случаев, как это ни парадоксально, судно проектируется под существующее оборудование, то есть проектант и заказчик лишены возможности выбора изделия с учетом всего многообразия их параметров и свойств, определяемых функциональными задачами нового судна. О трудностях, связанных с комплектующим оборудованием, приходится говорить и потому, что они сплошь и рядом дискредитируют главную идею создания того или иного судна. К примеру, отсутствие нужного главного двигателя, несмотря на возражения ММФ, привело к необходимости постройки судов типа «Иван Скуридин» с носовой аппарелью. Из-за этого судно стало длиннее на 7 — 9 м, усложнилось конструктивное оформление носовой части, поскольку вместо обычной кормовой аппарели, которая могла быть установлена при наличии подходящего двигателя, пришлось предусматривать громоздкое и дорогое носовое устройство. Это, в свою очередь, отрицательно сказалось как на стоимости постройки, так и на условиях дальнейшей эксплуатации.

Обобщенно недостатки централизованного заказа и постройки судов на отечественной базе показаны С. И. Логачевым [17].

Строившиеся на заводах отрасли суда были ориентированы главным образом на удовлетворение потребностей внутреннего рынка. Их характеристики выбирались с учетом особенностей эксплуатации судов под отечественным флагом. Поскольку спрос на суда и плавсредства удовлетворялся предприятиями бывшего Минсудпрома всего лишь на 30 — 50% в зависимости от типа судов, то есть работа судостроительных предприятий шла в условиях неудовлетворенного спроса на их продукцию, производитель (судостроительные предприятия) достаточно жестко диктовал свои условия потребителю и делал так, как было выгодно ему. А предприятию было выгодно строить суда максимально большими сериями, всячески затягивая как переход к строительству судов новых типов, так и модернизацию судов в процессе крупносерийной постройки. Поэтому, несмотря на создание отдельных высокоэффективных судов и плавсредств, общий технический уровень строившихся предприятиями отрасли судов и плавсредств оставался достаточно низким. До сих пор на заводах отрасли строятся суда и плавсредства, проекты которых разработаны более 10 и даже 20 лет назад. Например, сейнер-траулер проекта 503, техническая документация на постройку которого разработана в 1968 г., до середины 1990 годов строился на Ярославском и Волгоградском заводах. В конце 1980-х —

начале 90-х годов примерно треть типов судов строилась на предприятиях отрасли по проектам, разработанным более 10 лет назад, такого положения нет ни в одной другой судостроительной стране.

Отсутствие конкуренции и монополизация производства судов и плавсредств в условиях постоянно не удовлетворяемого спроса не способствовали разработке новых проектов судов, применению при их создании новых технических решений, а также созданию и применению на судах нового, отвечающего современным требованиям комплектующего оборудования.

Исторически сложившаяся оторванность конструкторских бюро от заводов приводила к затягиванию процесса проектирования новых судов. Стремление разложить ответственность за принятые при создании судна технические решения на возможно большее количество организаций, путем проведения экспертизы каждого проекта большим числом научно-исследовательских институтов и предприятий отрасли, еще больше удлинняло процесс создания нового судна. Кроме того, внедрение ЕСКД в судостроении, отличающемся относительно малой серийностью продукции (единицы и десятки объектов по сравнению с тысячами и сотнями тысяч объектов в других отраслях) привело к значительному увеличению объема выпускаемой технической документации. Этому же способствовало резко возросшее количество стандартов. Так, количество рабочих чертежей, выпускаемых на создаваемое судно, увеличилось за последние 20 лет почти в 5 раз, а количество текстовой документации почти в 12 раз. Все это также затягивало процесс создания новых судов.

Поскольку планирование объемов судостроения велось в денежном выражении, заводы всячески стремились завышать стоимость строящихся судов, сокращая при этом объем выпуска судов в натуральном выражении.

## **8.2. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ФОРМЫ ЗАКАЗА И ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БАЗЕ**

Стремление повысить качество отечественного судостроения привело к появлению в отечественной печати ряда статей и дискуссий [12 — 14, 17, 19].

Содержание их сводится к тому, что повышение качества судов и сокращение сроков их постройки на отечественных заводах может быть достигнуто кардинальным изменением всего организационно-экономического механизма, связанного с их проектированием и постройкой, более полным использованием научно-технического потенциала страны.

Лидирующее положение в анализе данного вопроса принадлежит Б. Н. Захарову. Ниже, выборочно, приведен текст его статьи «Как заказать судно в условиях рынка?» [14].

Возникает вопрос: как все это будет выглядеть в условиях обретения нашими парокходствами, верфями, ЦКБ, а также поставщиками судостроительных материалов и комплектующего оборудования полной хозяйственной самостоятельности с появлением новых акционерных судовладельческих компаний? На первый взгляд весьма просто. Судовладельцы, исходя из своих экономических возможностей, будут стремиться приобрести суда лишь тех типов и в том количестве, которые позволят им получать максимальную прибыль. Но тогда структурный состав флота России в каждом регионе станет формироваться не только независимо, но и стихийно.

Не касаясь экономико-политических проблем с точки зрения государственных интересов относительно такого формирования торгового флота, рассмотрим влияние подобной ситуации на его качество. В связи с этим следует обратить особое внимание на получившее самое широкое распространение среди наших судовладельцев, но совершенно неправильное, мнение, что проектировщики и верфи должны создать нужное судовладельцу судно. На самом деле проектировщики всегда спроектируют, а верфь построит только такое судно, какое судовладелец им закажет.

Откровенно говоря, для верфи экономически выгодное судно означает судно с наименьшей стоимостью в изготовлении и ничего больше. При этом хорошо известно, что судно с наименьшей строительной стоимостью часто не является самым дешевым в эксплуатации и наоборот. Поэтому верфь, к примеру, по технологическим соображениям, может отказаться от формирования сложных судовых поверхностей подводной части корпуса, несмотря на то, что результаты модельных испытаний этого требуют.

Естественно, в условиях жесткой конкуренции верфи, как конечные производители продукции и ее продавцы, будут вынуждены не только определить приоритетность научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок по судам перспективной постройки, но и

станут их оплачивать. К тому же, в конкурентной борьбе верфи не могут не следить за изменениями фрахтового рынка. Это необходимо для того, чтобы конкурентоспособное проектное предложение появилось в нужный момент.

Однако самое непосредственное и заинтересованное участие в разработке технико-эксплуатационных требований к судам по-прежнему должен принимать судовладелец.

Выработкой требований к характеристикам будущих судов необходимо заниматься заблаговременно и систематически. Это в равной степени относится к регулярной фиксации рабочих характеристик энергетической установки и комплекса «корпус — движитель — энергетическая установка». Такая информация с большой эффективностью может быть использована на всех стадиях процесса проектирования новых судов близких типов и размеров для работы на установившейся линии или в регионе, в чем в первую очередь должны быть заинтересованы судовладельцы.

По их заказу разработкой технико-эксплуатационных требований, основанных на результатах прогнозных исследований в области мирового судоходства и исследовательского проектирования судов, в принципе могут заниматься ЦКБ и КБ верфей или посреднические фирмы, имеющие в своем составе специалистов по коммерческой эксплуатации, проектированию и строительству судов. Рассмотрим, какой из указанных вариантов наиболее выгоден судовладельцам.

Представляется, что сложившиеся взаимоотношения отечественных верфей и ЦКБ должны измениться. Верфи в условиях рыночных отношений к своим главным на сегодня задачам — совершенствованию технологии судостроения и снабжению комплектующим оборудованием находящихся в постройке судов — вынуждены будут добавить еще одну — принять участие в финансировании проектирования и строительства судов. Финансировать КБ, входящее непосредственно в состав верфи, безусловно, выгоднее, чем финансировать постороннюю организацию. В организационно-технологических аспектах верфям также выгодно иметь в своем составе КБ, которое могло бы справляться со всем циклом проектирования — от разработки коммерческого предложения до рабочих чертежей.

Если исходить из того, что в ближайшее время ЦКБ в том или ином виде объединятся с верфями, выбор судовладельцами исполнителей по разработке требований к судам перспективной постройки сузится. При этом находящиеся в составе верфей КБ в своей работе будут следовать

больше собственным интересам, чем интересам потенциального заказчика. Следовательно, судовладельцам такие работы предпочтительнее поручать посредническим фирмам или иметь в своем составе подобные подразделения. Но они не по карману даже крупному судовладельцу.

Должны ли работы по созданию технико-эксплуатационных требований к судам перспективной постройки на базе исследовательского проектирования, а также модельных и натурных испытаний быть сосредоточены в одной организации, неважно, государственной или основанной на каких-то других формах собственности? Казалось бы, нет, ибо отсутствие конкуренции неизбежно приведет к снижению качества подобных работ и нанесет урон судовладельческим компаниям. При этом контроль выполнения государственных интересов на создаваемом судне, по безразлично кем выработанным технико-эксплуатационным требованиям, может осуществлять специально созданный для этого орган.

Но в этом случае резонно возникает вопрос о том, смогут ли отдельные, конкурирующие между собой небольшие фирмы заниматься на постоянной основе следующими работами:

- прогнозированием развития мирового и отечественного судоходства;
- обоснованием типов судов и оптимизацией их технических показателей, включая вопросы надежности;

- внедрением передовых достижений научно-технического прогресса на базе обобщения опыта проектирования, строительства и эксплуатации судов, исследовательского проектирования, результатов натурных и модельных испытаний и лабораторных исследований?

Даже если все указанное они будут поручать соисполнителям, например, соответствующим высшим учебным заведениям или конструкторским бюро, то и тогда потребуются значительные расходы, на которые вряд ли каждая из этих фирм в отдельности сможет пойти как за счет собственных средств, так и на долевых началах.

В данном случае видится один выход: создать в России научно-проектный центр по обеспечению заказов новых судов и наблюдению за их постройкой с долевым финансированием — государственным и ассоциации судовладельцев. Опыт работы бывшего Ленинградского ЦПКБ ММФ и ЦНИИМФА в этом направлении полностью подтверждает правомерность такой постановки вопроса, опыт самостоятельного (без привлечения специалистов со стороны) заказа судов, похоже, начинает убеждать парокходства, что это не лучший путь.

Как правило, будучи квалифицированными специалистами, в части коммерческой и технической эксплуатации судов, сотрудники пароходств слабо владеют вопросами подготовки технической документации на строительство судов.

Безусловно, существовавший до сих пор порядок разработки и согласования проектной документации на различных стадиях требуется менять, так как он был громоздким, неоперативным, тормозил развитие более совершенных организационных форм. Неоправданно большой объем документации подвергался согласованию и рассмотрению на всех стадиях проектирования базовыми организациями ММФ (ЦНИИМФ, ЛЦПКБ) и МСП (ЦНИИТС, ЦНИИСЭТ, ЦНИИМС, ЦНИИ «Аврора» и т. д.). При этом базовые организации нередко дублировали работу надзорных организаций (Регистра, санитарного надзора и профсоюза). Такая постановка дела приводила к снижению ответственности проектных организаций, непроизводительным затратам высококвалифицированного труда, задержкам согласования и утверждения документации.

В то же время в международной практике судостроения сложились четкие принципы и порядок подготовки технической документации на строительство судов. По выданному судовладельцем техническому заданию с основными технико-эксплуатационными требованиями КБ верфи разрабатывается коммерческое предложение с принципиальными решениями по вопросам главных размерений, архитектурно-конструктивному типу и другим основным характеристикам.

В случае результативных переговоров с судовладельцем (по цене судна и принятым техническим решениям) разрабатывается контрактная (договорная) документация 15 — 20 наименований. В ее состав входит: спецификация, общее расположение по судну, расположение оборудования в машинном отделении, мейкер-лист и перечень запасных частей и специнструмента. Заключение контракта, неотъемлемой частью которого является контрактная техническая документация, дает возможность приступить к разработке, в нашем понимании, технической рабочей документации, которую разработчики согласовывают с надзорными органами и судовладельцем.

Как видно, существовавшая в нашей стране система разработки проектов, от ТЗ к проектному предложению (эскизному проекту), далее — к техническому проекту, договорной документации и наконец — к рабочим чертежам, принципиально отличалась от международной. Она в значительной степени влияла на то, что с момента утверждения ТЗ на

проектирование до сдачи судна пароходствам иногда уходило до 5 и более лет вместо традиционных для зарубежных верфей 1,5 — 2 лет.

В этой связи сегодня крайне остро встает вопрос совершенствования системы разработки технической документации на строительство судов. Этого требуют не только расширение и усложнение связей со смежными отраслями промышленности, как внутри страны, так и за рубежом, но и происходящее ужесточение требований нормативных документов и надзорных органов.

Для повышения качества проектирования судов и сокращения сроков разработки проектов морским пароходствам и другим нашим судовладельцам целесообразно перейти на международную схему подготовки технической документации на строительство судов. При этом экономически более выгодно передавать верфям не технико-эксплуатационные требования, а полностью подготовленную по заданию судовладельца контрактную техническую документацию на новое судно. Затем с верфями на конкурсной основе можно заключить контракты на строительство, оценив при этом технологические и технические возможности верфей. В этом случае какой-либо диктат поставщиков по отношению к заказчикам полностью исключается.

На данном этапе развития морского флота России возврат к централизованной форме заказа и постройки судов не поддерживается судовладельцами.

Кроме отмеченных выше недостатков накладывается еще один отрицательный момент: неудачный эксперимент подобного решения в начале Перестройки, когда 2,5 млрд. американских долларов, внесенных пароходствами на постройку новых судов, были вывезены из России [22].

Спустя год после принятия Указа Президента РФ «О возрождении российского флота» группа разработчиков от Правительства России предложила централизованную схему финансирования строительства судов на российских верфях. Тогда предполагалось объединение ресурсов и капиталов разных предприятий и распоряжение ими в централизованном порядке. Судоходными компаниями эта схема возрождения флота не была принята.

Таким образом, предстоит поиск новых форм и путей заказа и строительства судов для России, как на отечественной, так и на зарубежной базе. В создавшихся условиях весьма важны также обобщение и публикация материалов разрозненного опыта судоходных компаний, решающих вопросы заказа и постройки судов для своих нужд в новых экономических условиях.

### **8.3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ФОРМЫ ЗАКАЗА И ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БАЗЕ**

Опубликованные за последнее десятилетие в периодической печати материалы, посвященные повышению качества строительства судов на отечественных заводах, сходятся в одном — необходимости достичь уровня зарубежного судостроения.

На этом пути решаются две основные задачи — сокращение сроков строительства и повышение качества строящихся судов.

С этой целью рассматриваются [12, 19]:

- изменение порядка разработки проектной документации;
- упрощение процесса согласования технической документации;
- система отношений ЦКБ и заводов-строителей;
- кооперация в проектировании и строительстве судов;
- научно-технические проблемы всех этапов создания судна и т. д.

Ниже рассматриваются некоторые предложения по совершенствованию централизованной формы заказа и постройки судов на отечественной базе [19].

Г. П. Нощенко подчеркивает, что техническое задание должно разрабатываться заказчиком, то есть обсуждение его с проектантом надо начинать с того, что нужно флоту, а не с того, на что способен Минсудпром. По перспективным судам проработки должен вести ЦНИИМФ совместно с пароходствами, для чего в последних следует организовать группы специалистов, хорошо знающих условия эксплуатации в данном регионе. Объем технического проекта должен быть сокращен до минимума, так же как и число организаций, его согласующих, причем решающее мнение при согласовании должно принадлежать пароходству. Рабочие чертежи, как и прежде, должны согласовываться группами наблюдения и местной инспекцией Регистра, но объем рабочего проекта также следует значительно уменьшить. Поддерживая предложение о проектировании судна в КБ завода, Г. П. Нощенко пишет, что существование в системе Минсудпрома центральных конструкторских бюро — анахронизм. Касаясь далее качества комплектующего оборудования, он подчеркивает, что до тех пор пока существует монополия производителя, добиться высокого качества — желание нереальное.

И. И. Михайловский подчеркивает нереальность осуществления некоторых предложений в течение ближайших 5 — 8 лет даже в новых



условиях хозяйствования [19]. Он согласен с тем, что Б. Н. Захаров не предусматривает стадии эскизного проектирования. Ответственность проектанта за организацию рассмотрения ведомствами и организациями судовладельца разработанной им документации должна быть сохранена до того момента, когда за судно в целом, включая проект, будет отвечать завод-строитель. При этом заказчик (пароходство) и поставщик (завод) должны быть наделены соответствующими полномочиями. Важным моментом является установление твердой цены на головное и серийные суда при утверждении договорной документации.

И. И. Михайловский поддерживает идею «обслуживания» одним ЦКБ двух-трех заводов [19]. В целом, следовало бы специализировать судостроительные заводы по ведомствам-заказчикам и по типам судов. Далее отмечается, что в новых условиях без координационных центров, служб технических и экономических экспертов не обойтись. Не умаляя данной Б. Н. Захаровым оценки инженерной мысли наших конструкторов, И. И. Михайловский подчеркивает, что еще приходится сталкиваться с недостаточной квалификацией и с недобросовестностью инженеров.

А. И. Алексеев предлагает следующий порядок разработки и согласования документации на строительство судов [19]:

ММФ выдает МСП техзадание, разработанное ЦНИИМФом с учетом требований предстоящей эксплуатации судна;

МСП рассматривает техзадание и, основываясь на своих научно-исследовательских проработках, предлагает вариант судна, в наибольшей степени удовлетворяющий требованиям ТЗ;

после выбора варианта МСП разрабатывает договорную документацию, согласовывает с базовой организацией заказчика и после утверждения начинает технический проект, который согласовывается лишь с надзорными организациями.

На основе согласованного техпроекта проектант, входящий в состав судостроительного завода, разрабатывает рабочую документацию, которую согласовывает с представителями заказчика на соответствие и полноту выполнения требований договорной документации. Несколько иную схему предлагает Ю. С. Кучиев [19]:

техзадание разрабатывает ЦНИИМФ по исходным данным пароходства, которому принадлежит исключительное право на утверждение ТЗ;

на основе ТЗ пароходство объявляет конкурс на оптимальное техническое предложение (эскизный проект);

по техзаданию и эскизному проекту пароходство заключает контракт с заводом, располагающим своим КБ или привлекающим проектировщиков со стороны;

завод заключает контракты с контрагентами для решения ключевых вопросов техпроекта, в котором принимают участие представители пароходства и Регистра, аккредитованные на заводе;

КБ завода под наблюдением пароходства и инспекции Регистра выполняет рабочее проектирование;

готовое судно сдается непосредственно пароходству.

Если пароходство в особо сложных случаях заинтересовано в экспертизе техпроекта ЦНИИМФом или другой организацией, эти работы выполняются по отдельным заказам и договорам с пароходством.

По результатам дискуссии [19] можно сделать выводы о том, что рассматриваемые вопросы весьма сложны, по ним нет единого мнения. Выработка взаимоудовлетворяющих решений — дело будущих дискуссий специалистов МСП и ММФ.

Положительным результатом дискуссии является то, что мнение большинства ее участников склоняется в пользу учета интересов эксплуатационника и его участия в создании судна.

Е. П. Фисак [27] в предложениях по совершенствованию процесса создания судна отмечает, что при разработке новой техники резерв роста эффективности выглядит следующим образом:

подготовительная стадия — 70%;

производство — 20%;

эксплуатация — 10%.

Соответственно, в таком же соотношении должны распределяться затраты на научные и инженерно-технические разработки.

Это подтверждают и американские данные. Если качество продукции принять за 100%, то 75% из них должны быть отнесены на поиск конструктивных решений, проектирование, отработку макетного и опытных образцов, отладку технологии; 20% — на контроль производственных процессов; 5% — на окончательную приемку изделия.

В Японии последний показатель составляет всего 1%.

Естественно, что в новых экономических условиях целесообразно также рассмотреть вопрос о конкурсном проектировании. Его преимущества отмечают С. Г. Дмитренко, Б. Н. Захаров и Е. П. Фисак.

Наиболее полно вопросы конкурсного проектирования изложены в предложении С. Г. Дмитренко [10], он отмечает следующее.

Качество ряда транспортных судов отечественной постройки оставляет желать лучшего. Причин тому немало: низкое качество судового оборудования и документации к нему, отделение конструкторских бюро от судостроительных заводов, бесконечные изменения ОСТов, ГОСТов и других руководящих документов, сокращение номенклатуры судового оборудования под маркой «унификации и стандартизации», неудовлетворительные условия для работы конструкторов-проектировщиков, отсутствие в достаточном количестве современных ЭВМ и программного обеспечения к ним и многое другое. Но главная причина, из которой вытекают все перечисленные, — это монополизм проектирования, при котором у разработчиков отсутствует стимул сделать проект наилучшим. В результате страдает, прежде всего, потребитель — моряки-эксплуатационники, однако и проектное дело деградирует.

Монополизм проектирования заключается в том, что для требуемого судна создается только один проект. Однако это не вина, а беда проектировщиков, так как они поставлены в такие условия самим заказчиком — Минморфлотом и существующей системой выдачи заказов на проектирование судов. Все может измениться в лучшую сторону, если проектирование судов будет конкурсным. Русское кораблестроение имеет опыт проектирования и постройки на конкурсной основе линейных кораблей типа «Севастополь» и эсминцев типа «Новик», которые были лучшими кораблями своего времени. При этом и сроки постройки оказались рекордными. Так, например, если эскадренные броненосцы водоизмещением 15000 т строились на отечественных верфях более 6 лет, то более мощные и быстроходные линкоры типа «Севастополь» водоизмещением в 23000 т были построены за 5 лет.

Анализируя этот исторический опыт, можно сформулировать следующие принципы организации и проектирования взаимоотношений между заказчиком и проектантами:

конкурс проектов должен объявляться и проводиться только Минморфлотом и только им;

для повышения квалификации проектировщиков и изучения иностранного опыта при заказе судов за рубежом должен проводиться международный конкурс проектов с обязательным участием в нем отечественных конструкторских бюро;

для привлечения к конкурсу достаточного числа конструкторских бюро победителю должна назначаться премия;

всем конструкторским бюро, принявшим участие в конкурсе, должна оплачиваться стоимость проектов;

для исключения необъективности при рассмотрении проектов обсуждение должно проводиться гласно с привлечением всех заинтересованных организаций и достаточного числа специалистов;

проекты должны быть анонимными.

На основании победившего проекта, с учетом всех замечаний и предложений, должно разрабатываться техническое задание на выпуск рабочей документации и постройку судна.

Техническое задание должно разрабатываться представителями заказчика, который при этом несет ответственность за его качество. Техническое задание должно стать основополагающим документом при определении качества построенного судна. Все претензии к судну, не оговоренные требованиями технического задания, не должны приниматься.

В связи с этим могут возникнуть естественные вопросы. Например, не проще ли ужесточить требования к работе проектантов и строго наказывать за допущенные проектные ошибки? Думаю, результата это не даст по той причине, что проектирование — творческий процесс, а в творчестве не может быть постоянно удач. Кроме того, при сложившейся практике, когда техзадание на разработку проекта создают сами проектанты, критерии оценки качества проекта очень размыты, если они существуют вообще.

Может возникнуть вопрос, почему конкурс должен объявлять и оплачивать заказчик? Это необходимо, потому что критерии оценки судна у заказчика и изготовителя совершенно разные, а иногда совершенно противоположные. При этом только заказчик наиболее полно может знать все необходимые технические и эксплуатационные свойства будущего судна.

Вопрос третий: получим ли мы экономический эффект от предлагаемых мероприятий, если учесть, что расходы на конкурсное проектирование должны значительно превышать расходы при существующей системе проектирования? Думаю, получим, потому что стоимость наших проектов составляет настолько малую долю от полной стоимости судна, что любое повышение расходов на проектирование, даже десятикратное, должно себя оправдать за счет снижения расходов на переделки во время постройки, которые в настоящее время значительны. Кроме того, эксплуатационные расходы также должны сократиться за счет качества и экономичности проектных решений.

Автор понимает, что не все в этих рассуждениях является бесспорным. Однако думается, что предложенная тема заслуживает широкого обсуждения, так как конкурсное проектирование обладает громадными возможностями.

#### **8.4. НАБЛЮДЕНИЕ. ПРИЕМКА**

В связи с существовавшей ранее монополией заказа и постройки судов, ряд вопросов продолжает оставаться недостаточно освещенным в технической литературе. К ним относятся, например, сведения о группах наблюдения, или приемщиков. За последнее время в ряде случаев реализуется постройка судов без групп наблюдения со стороны будущего судовладельца. Вместе с тем отмечаются факты положительного влияния таких групп на качество строящихся судов.

Б. Н. Захаров на основе обобщения практического опыта работы групп наблюдения за постройкой судов высказывает следующее мнение [14].

Как известно, постройка современных морских торговых судов не только связана с большим числом организационно-коммерческих и технологических аспектов и моментов, но и обусловлена множеством нормативных документов различных надзорных организаций и ведомств. К тому же создание судов весьма сложный и длительный во времени процесс, в котором судовладелец должен правильно и своевременно сориентироваться, чтобы иметь коммерческую выгоду.

Учитывая это, владельцы находящихся в постройке судов направляли на верфи своих представителей (наблюдающих), для того чтобы обеспечить объективный постоянный контроль над проектированием, качеством применяемых судостроительных материалов, соблюдением технологии изготовления и монтажа узлов и конструкций судов. Однако в последнее время отечественные специалисты по судостроению и некоторые судовладельцы предлагают отказаться от аппарата приемщиков наблюдающих.

При этом используются такие доводы:

повышение ответственности верфей за качество своей продукции в условиях свободного рынка;

освидетельствование находящихся в постройке судов классификационным обществом, надзор санитарных и профсоюзных властей;

необходимость выполнения всех применимых к данному судну международных, национальных и других нормативных правил и документов и т. д.

Думается, что с этими доводами согласиться нельзя. Не стоимость морских торговых судов, их техническая сложность, аккумулирующая на тот или иной период все достижения научно-технического прогресса, а прежде всего, непредсказуемость морской стихии обуславливает необходимость тщательного контроля за качеством проектирования и строительства каждого отдельного узла, каждой конструкции и судна в целом.

Процесс проектирования и строительства судов по своей организационно-технической и коммерческой сути является результатом огромного числа компромиссных решений. При формировании технико-эксплуатационных требований судовладельцев больше интересуют коммерческие выгоды от эксплуатации будущих судов. В то же время они не могут уделять должного внимания разработке различных конструктивных решений, которые главным образом и определяют коммерческие результаты. Считается, что этим обязательно должны и будут заниматься те, кому предстоит разрабатывать проект.

Однако как уже отмечалось, в данном случае необходимо учитывать отсутствие заинтересованности проектанта «докапываться» до самых удачных решений. Для того чтобы надежды на глубину конструктивных проработок, высокое качество судостроительных материалов и судового комплектующего оборудования превратились в реальность, и создаются группы приемщиков, которые должны проследить за обеспечением всех технико-эксплуатационных требований судовладельца к будущему судну.

Постоянное присутствие приемщиков на верфи позволяет судостроителям и проектантам иметь гибкую, удобную во времени и убыстряющую работу связь, обеспечивающую внедрение этих требований в конструкции и системы судна. Поэтому, на наш взгляд, судовладельцам экономически выгодно и впредь сохранять группы приемщиков, ибо расходы на них составляют мизерную часть стоимости судов и с избытком компенсируются повышением надежности и безопасности судов в эксплуатации, достигнутым благодаря работе приемщиков.

Весьма ценно мнение о работе группы наблюдения Черноморского судостроительного завода [19].

Чем глубже представители судовладельца вникают в существо проектных решений на всех стадиях разработки документации, тем меньше изменений в проекте.

В качестве примера упомянута деятельность группы наблюдения Минморфлота при постройке сухогруза «Капитан Кушнаренко». Во многом благодаря ее хорошей работе это головное судно было сдано заказчику через 15 месяцев после закладки, причем без серьезных замечаний и переделок. Большая доля ответственности за качество проектных решений лежит на организациях ММФ, так как соответствующая документация с ними согласуется, а за рабочим проектированием следят группы наблюдения, то есть речь идет о реализации имеющихся у ММФ возможностей.

Качество проектов может быть повышено при улучшении качества заданий судовладельцев, участии в проектировании пароходств и групп наблюдения.

Отмеченные выше изменения в проектной документации в процессе постройки судна являются дополнительной работой большого объема и стоимости, а также затрат времени и разного рода задержек.

Так, анализ отчетов групп наблюдения ММФ на судостроительных заводах показывает [12], что высокие затраты этих предприятий нередко связаны с большими объемами корректировки рабочих чертежей при строительстве головных судов. По рудовозу «Зоя Космодемьянская» было внесено 34641 изменение (количество выпущенных извещений нам не известно), а по сухогрузу «Тикси» — 4047 изменений и 2393 извещения. На корректировку рабочих чертежей по дополнительным договорам расходуются значительные суммы: например, по «Ивану Скуридину» затрачено более 150000 руб. (в старом исчислении) [12].

Между судостроительным заводом и группой наблюдения чаще возможны случаи возникновения трения в отношениях: в принципе, их интересы не совпадают, группа наблюдения, условно говоря, мешает заводу реализовать свои планы. Тем не менее, в рассматриваемом случае они работают вместе, выполняя целевую функцию заказчика — создать выгодное в эксплуатации судно.

Из приведенного примера можно сделать вывод о том, что высокий профессионализм членов группы наблюдения позволяет на определенных этапах создания судна решать указанные ранее две основные задачи: сократить сроки постройки и обеспечить более высокие показатели качества судна.

Пожалуй, в этом утверждении нет секрета. Объясняется он тем, что и проектировщик, и судостроитель видят функциональные свойства объекта хуже, чем опытный эксплуатационник из группы наблюдения. Исходя именно из функциональных свойств объекта, приемщику проще

понять характер изменений в проекте и найти новое техническое решение, удовлетворяющее условиям эксплуатации.

Проектировщик, судостроитель и эксплуатационник имеют разные профили подготовки. Но по счастливой случайности, эксплуатационник объединяет в себе все три уровня профессиональной подготовки, конечно, в разной степени. Достаточно сказать, что подготовка эксплуатационника и проектировщика ведется в вузах по технической литературе одних наименований. Недостаток профессиональной подготовки эксплуатационника в данном случае выступает преимуществом.

К сожалению, приходится констатировать, что опыт работы группы наблюдения не получил в литературе должного отражения и поэтому недостаточно используется как средство для решения стоящих перед судовладельцем проблем.

В развитие этого вопроса можно вспомнить об опыте работы группы наблюдения при постройке атомохода «Ленин» [2].

Учитывая абсолютную новизну проекта, необыкновенную сложность судна, как инженерного сооружения, и стремясь, чтобы первый в мире атомоход не превратился в дорогую безделушку, как это получилось с американским атомным транспортным судном «Саванна», ММФ с особой ответственностью подошло к вопросу о группе наблюдения за постройкой атомного ледокола.

Сама по себе группа наблюдения не была чем-то новым. И в нашей стране, и за рубежом судовладелец, заказывая новое судно, формирует небольшую группу высококвалифицированных специалистов, которые следят за строительством судна, за выполнением всех требований заказчика, за качеством выполнения технологических операций и устанавливаемого на судне оборудования. Но никогда за всю историю советского судостроения группа наблюдения не была наделена такими правами, какие ММФ предоставило группе наблюдения за проектированием, строительством и опытной эксплуатацией атомного ледокола. ММФ сделало группу наблюдения высшей и окончательной инстанцией в решении всех вопросов, неизбежно возникающих при проектировании и строительстве судна. Группа получила право финансового и технического контроля за проектированием и строительством атомного ледокола без согласования с какими бы то ни было организациями министерства, возглавлять приемку всех головных механизмов. Она сочетала в себе наблюдение, как со стороны судовладельца, так и со стороны Регистра. Без ее подписи не был



действителен ни один документ, входящий в состав технического и рабочего проектов, группа имела право выдачи заводу, проектировщикам и контрагентам дополнительных работ.

Наделение группы наблюдения столь большими правами сыграло положительную безусловную роль, что, прежде всего, сказалось на сроках проектирования и строительства: все вопросы решались тут же, на месте, оперативно, со знанием дела. И результат налицо: создание необычного и сложного во всех отношениях судна было осуществлено всего за 3 года — быстрее и качественнее по сравнению с транспортными атомоходами иностранной постройки «Саванна» (США), «Отто Ган» (ФРГ), «Мутцу» (Япония).

При этом, неизмеримо возросла персональная ответственность каждого члена группы наблюдения за качество приемки: здесь уже не спрячешься за вывески солидных организаций и за авторитеты высоких начальников; специалисты, входящие в группу наблюдения, твердо знали, что каждый из них в своих вопросах является главным судьей и высшим авторитетом и что лично от него зависит, каким станет первый в мире атомный ледокол, потому что ошибки и промахи, допущенные наблюдающим во время приемки, исправлять уже некому.

С высокой требовательностью и ответственностью представители ММФ подошли к назначению руководителя этой единственной в своем роде группы наблюдения. Выбор пал на А. Н. Стефановича, опытного моряка-полярника.

Из приведенных выше двух примеров надзора группами наблюдения за постройкой судов следует, что ее роль может быть катализатором процесса сокращения срока и повышения качества постройки судна.

Естественно, что это условие не должно предполагать подмену функций проектанта и судостроителя, но быть связующим звеном между судостроителем и проектантом в реализации основной целевой функции заказчика — построить выгодное в эксплуатации судно.

А пока функции завода-строителя, формально сводящиеся к постройке приносящего прибыль (нужного) заказчику судна, фактически реализуется в экономически выгодное для завода судно, то есть имеющее минимальную строительную стоимость. При этом известно, что судно, имеющее минимальную строительную стоимость, не является самым дешевым в эксплуатации [14].

В эффективном судне заинтересован лишь заказчик, косвенно участвующий в его создании. Научно-исследовательские институты, КБ и судостроительный завод такой, в явно выраженной форме, целевой

функции, как у заказчика, не имеют. Но эти организации выступают в роли продавца судна, созданного за деньги покупателя (заказчика). Причем, выполнять эту роль они могут только при поддержке покупателя. Получив однократно деньги, институт, КБ и завод выступают в роли монополиста на свой вид работ, диктуя покупателю свои условия. Причем, отказ от построенного судна вряд ли возможен.

Следовательно, усиливая функции наблюдения, необходимо стремиться к тому, чтобы организации, участвующие в создании судна, ни на одном его этапе не превращались в монополиста. Это условие может регулироваться процессом финансирования, распределенного во времени. Одновременно с этим заказчик должен иметь квалификацию, позволяющую также на любом этапе создания (финансирования) судна квалифицированно войти в процесс самому или посреднику и определить качество создаваемого будущего судна.

Доверять вопрос экспертизы организации, имеющей опосредованную целевую функцию на изготовление эффективного в эксплуатации судна, нельзя.

Для заказчика на данном этапе целесообразно обобщить имеющийся опыт финансового влияния на этапы создания судна и заняться целевым экспериментом в данной области.

При такой постановке вопроса роль любой экспертизы строящегося судна целесообразно передать группе наблюдения в лице ее руководителя.

Естественно, что необходимо функции наблюдения за постройкой и приемкой расширять и усиливать.

В первую очередь заказчику необходимо на основе обобщения и систематизации имеющегося опыта для создавшихся экономических условий разработать новую инструкцию для группы наблюдения.

Необходимо также поставить задачу о дополнительной профессиональной подготовке членов группы наблюдения, одним из пунктов которой должно быть знание предыдущего опыта.

Важным условием профилирования таких групп должны явиться знания о проектировании судна и его элементов. Уровень компетентности должен быть таким, чтобы позволил квалифицированно определить возможность вмешательства в процесс с целью изменения конструкции судна и его элементов. Это важно при машинном проектировании.

Если такого уровня подготовки нет, то проектант всегда на любое предложение по усовершенствованию может ответить обоснованным отказом невозможности вмешательства в процесс проектирования.

Безусловно, важны современное состояние вопроса и обобщение опыта эксплуатации в данном регионе предполагаемого к постройке типа судов и т. п.

## **9. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЗАКАЗА СУДОВ НА ЗАРУБЕЖНОЙ БАЗЕ**

### **9.1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В/О «СУДОИМПОРТ» ПРИ ЗАКАЗЕ НОВОГО ПОПОЛНЕНИЯ ФЛОТА ЗА РУБЕЖОМ**

В функции В/О «Судоимпорт» (ВОС) входила реализация планов ММФ пополнения флота страны на зарубежной базе. Оплата строительства флота производилась из централизованного фонда, пайщиками которого являлись пароходства. ВОС организационно замыкалась на Управление по заказам и наблюдению за строительством флота при ММФ.

ВОС прекратила свое существование в начале 1990-х. Но опыт ее работы в литературе не освещался. В целом положительно решая задачу планового пополнения флота, с точки зрения судовладельца ВОС, имела ряд недостатков, на которых необходимо остановиться, чтобы не допускать подобного в новых условиях.

Кроме того, в настоящее время путь централизованного решения пополнения флота не исключается.

Учитывая опыт работы ВОС совместно с базовыми предприятиями по решению проблемы пополнения флота России новыми судами, Б. Н. Захаровым предложена централизованная форма.

Реализация Указа Президента РФ «О возрождении российского флота» также замыкается на централизованное решение проблемы пополнения флота.

Таким образом, в настоящее время ведется поиск организационных структур, которые содействовали бы решению проблемы пополнения флота. На этом фоне элементы прежней централизованной формы заказа и постройки судов, возможно, сохраняются как предыдущий опыт. Без этого невозможен прогресс.

Основные задачи ВОС при выполнении посреднической роли заказа судов за рубежом сводились к следующему:

поиск фирм — строителей судов для реализации сводного по пароходствам плана-заказа нового пополнения флота;

заключение контракта на постройку судов на основе конкурса фирм; экспертиза технической документации по заказу судна через посредников (базовые предприятия, Регистр, судовладелец);

участие в наблюдении за постройкой судна в составе группы наблюдения.

участие в работе верфи по сдаче судна заказчику (пароходству) в договорные сроки;

участие в работе верфи по проведению гарантийного ремонта.

При заключении контракта на постройку судов ВОС использовала типовой текст. Например, для постройки танкеров типа «Самотлор» он имеет следующее содержание.

«Фирме (наименование) построить серию танкеров арктического плавания дедвейтом 14500 тонн». Далее оговорены сроки постройки, действующие нормы и правила на проектирование и постройку, добротность используемых материалов. На судах предполагается использовать частично механизмы и оборудование отечественного производства.

Особо следует оговорить, что текст не предусматривает стоимости строящихся судов, никаких санкций с обеих сторон, например, по поводу нарушения сроков финансирования или постройки, некачественного оборудования, механизмов, несоблюдения заданных характеристик уже построенных судов.

Не предусмотрены санкции на форс-мажорные обстоятельства.

Естественно, что по построенной серии танкеров типа «Самотлор» не было реализовано никаких санкций.

Такой текст контракта не позволяет варьировать средствами контракта для изменения элементов конструкции судна при его постройке, в чем всегда возникает необходимость.

Смета построенного судна никогда не совпадает с проектной за счет замены ряда материалов, оборудования, механизмов, изменения технологии и т. п. Особенно велика разница стоимостей на отделочных работах. Как правило, эта разница смет действует в сторону уменьшения строительной стоимости.

Однако контракт также упускает этот пункт, хотя он выгоден заказчику (пароходству).

Разработанная по контракту с верфью контрактная документация на постройку судна передается В/О «Судоимпорт». Последняя организует

его экспертизу, не принимая в ней участия, так как не имеет специалистов для выполнения этой работы. Экспертизу выполняют базовые предприятия ММФ и Регистр без оплаты, поскольку данная работа для них является плановой.

Контрактная документация на ограниченное время высылалась также в пароходство для экспертизы.

Базовые предприятия, проводя экспертизу, контролируют в первую очередь ОТЭТ отрасли, с тем чтобы судно было пригодно для условий эксплуатации в морских бассейнах страны: Балтийском, Черноморском, Дальневосточном. Условия эксплуатации судов в них различны и зависят от характеристик водного бассейна, климатических особенностей, грузопотоков, линий перевозок, особенностей портов.

Такой подход необходим для предполагаемого снижения строительной стоимости при увеличении числа судов в серии.

Предполагается также, что чем больше однотипных судов в серии, тем проще техническое обслуживание, обеспечение запчастями. Объективно при увеличении числа судов в серии проще организовать их централизованное техническое обслуживание.

Представитель Регистра при экспертизе контрактной документации следит за выполнением своих требований.

Упомянутая выше спешка при экспертизе контрактной документации объясняется тем, что после заключения контракта ВОС совместно с фирмой уже несет ответственность за сроки постройки будущей серии судов. Фирма-строитель также заинтересована в сокращении сроков рассмотрения контрактной документации. В этом случае она получает меньше замечаний, а это эквивалентно меньшему количеству дополнительной работы с проектом, а затем и с судном.

Отношение ВОС к качеству контрактной документации в данном случае является формальным. В ее задачу входит главным образом регистрация факта прохождения экспертизы РТП.

Подбор оборудования для будущей серии производится представителями ВОС без участия заказчика (пароходств). При этом наблюдались ошибки: к установке на судно принималось оборудование, имеющее неудовлетворительные технические характеристики либо низкую надежность, оборудование устанавливалось в комбинации: отечественное и импортное. Отечественное оборудование без согласования с заказчиком было установлено на сумму до 10 — 15% стоимости судна. И это оборудование, как правило, имеет характеристики, уступающие мировым образцам.

Таким образом, интересы заказчика (пароходства) на этом этапе работы с будущим судном в полной мере не представлены.

Контроль за постройкой судна осуществляется группой наблюдения, формирующейся В/О «Судоимпорт». Состав группы наблюдения включает в первую очередь специалистов своей организации и опирается на них. От пароходства, куда поступят суда будущей серии, включается лишь один представитель.

Основные функции наблюдения — реализация контрактных условий. Главной же задачей наблюдения со стороны «Судоимпорта» является сдача строящегося судна в срок, что полностью соответствует интересам фирмы.

Главным недостатком группы наблюдения является требуемая бесконфликтность работы с фирмой-строителем. Все разногласия, возникающие при постройке судов, разрешаются фирмой-строителем через организацию, заключившую контракт, которой является «Судоимпорт».

Попытка представителей пароходств отразить в какой-то степени условия эксплуатации будущих судов в определенном бассейне наталкивается на противодействие представителей «Судоимпорта» и фирмы-строителя. Решение дополнительных технических вопросов в процессе постройки судна, по мнению представителей фирмы, связано с дополнительным финансированием, увеличением объема работ и может привести к переносу назначенных сроков сдачи судна заказчику.

В результате, в некоторых случаях такой подход вынуждает будущего судовладельца заниматься дооборудованием в условиях эксплуатации за счет средств пароходств.

Приемка построенного судна производится членами экипажа, прибывающих за месяц до подъема флага. Наряду с изучением судна приемщики пытаются внести некоторые предложения по совершенствованию конструкции. Однако их практическая реализация наталкивается на сопротивление представителей «Судоимпорта». Крайним его выражением является предложение заменить капитана либо старшего механика в течение одних суток.

За месяц до подъема флага на судне сдаточные работы ведутся достаточно интенсивно. Для реализации даже сравнительно простых технических усовершенствований требуется дополнительное время, а его в этот период оказывается недостаточно. Кроме того, любые работы подобного рода связаны с дополнительным финансированием. Поэтому фирма предлагает решить возникшие разногласия после сдачи судна

заказчику в период гарантийного ремонта или за счет средств пароходства.

Такая постановка вопроса заказчика не устраивает, но изменить ее он тоже не может и, в конечном счете, вынужден согласиться.

В то же время следует отметить, что некоторые, в основном мелкие, предложения по техническому усовершенствованию со стороны группы наблюдения от пароходств фирма-строитель реализует. Сказанное можно отнести к требованиям экипажа при приемке судна. Но это явление — исключение, а не правило.

На приемку судна прибывают также представители профсоюза и здравоохранения. Их роль сводится в основном к констатации факта, что судно имеет повышенные показатели против установленных норм по шуму, вибрации и др. Повлиять на приведение указанных параметров в норму для уже построенного судна оказывается невозможным. Следовательно, работа этих представителей по улучшению показателей строящегося судна оказывается неэффективной.

Гарантийный период эксплуатации существует для большинства технических объектов. Специфичность его применительно к судну состоит в том, что в гарантийный период производится также доводка конструкции, испытания на надежность, поддержание заданных параметров и экономичность. Обычно в технике, например, автомобилестроении, опытный образец подлежит эксплуатационным испытаниям, доводке конструкции до нужных параметров экономичности и надежности и только после этого запускается в серию. Готовое изделие (автомобиль) находится на гарантийном (годовом) обслуживании. То есть доработка и доводка изделия здесь отделены от гарантийного периода.

Для судна гарантийный период эксплуатации является одновременно запуском неотработанного изделия в серию и доводкой конструкции. Поскольку создание такого сложного сооружения, как судно, невозможно без некоторых недоработок и даже ошибок, то в известном смысле они тиражируются.

Гарантийный период эксплуатации судна — это продолжение швартовых и ходовых испытаний судна заводом-строителем. Продолжительность его принята равной 12 месяцам.

Рассмотрим возможности воздействия на конструкцию судна, находящегося в эксплуатации, с точки зрения судовладельца.

В соответствии с действовавшими ранее документами головное судно серии, построенное за границей, в гарантийный период подвергалось экспертизе ЛЦПКБ. Для этого на судне к моменту

окончания гарантийного периода работала бригада по выявлению конструктивных, технологических и эксплуатационных недостатков. Они фиксировались отчетом, который не имел юридической силы.

Организация ЛЦПКБ выполняла также роль эксперта всех новых проектов судов на предмет принятия современных технических решений. Поэтому она не могла себя же ставить в неудобное положение, если в проекте были просчеты.

Основная работа по доводке конструкции судна в гарантийный период эксплуатации выполняется экипажем путем рекламационной работы.

На этом пути верфь ставит некоторые условия. В частности, во избежание снятия с себя гарантийной ответственности за судно во время гарантийного периода запрещается:

- производить любые изменения и переделки на судне;
- использование судна не по прямому назначению без предварительного согласования этого с верфью;
- эксплуатация судна, механизмов и оборудования с отклонением от режимов, рекомендованных верфью;
- нарушать требования верфи по отгрузке дефектных изделий в указанные сроки.

Рекламационные акты не составляются на следующее:

- дефекты, возникающие вследствие неправильной эксплуатации судна, механизмов и оборудования или из-за нормального износа;
- установку дополнительного оборудования, не предусмотренного проектом судна;
- предложения по совершенствованию судна.

Судовладелец заинтересован в том, чтобы в гарантийный период эксплуатации получить запасные части взамен вышедших из строя, а также в оплате работ по устранению выявленных дефектов. Тем не менее, рекламационные акты составляются только на дефекты, возникшие по вине верфи:

- из-за неудовлетворительной конструкции;
- плохого выполнения работ по монтажу, установке и регулировке;
- применения недоброкачественных материалов.

Все дефектные изделия, на которые предъявлены рекламационные акты, должны сохраняться на судне. Верфь, получившая информацию о выходе из строя изделия, может потребовать отгрузить его для определения причин неисправности.



Рекламационные акты проходят путь: судно — пароходство — В/О «Судоимпорт» — верфь. Один экземпляр рекламационного акта передается ЦНИИМФ, но он остается в стороне в вопросах рассмотрения и удовлетворения претензий пароходства на качество построенного судна.

Резюмируя сказанное выше, можно утверждать, что условия верфи в гарантийный период эксплуатации для обеспечения совершенствования судна слишком жестки. Влиять, кроме того, на уже готовую конструкцию практически невозможно.

По танкерам типа «Самотлор» из обилия замечаний по конструкции, в лучшем случае, верфь выполнила 15% всех замечаний. Причем, на их долю приходится в основном мелкие замечания. От остальных же верфь «обоснованно» отказалась.

При отработке замечаний судостроительная фирма использует также разного рода уловки. Например, по танкерам типа «Самотлор» в переписке встретился документ фирмы о том, что рекламация по вибрации снимается, так как с судов, следующих за головным, рекламаций о вибрации не поступило. Но любому специалисту ясно, что она никуда не исчезла, если была на головном объекте.

Таким образом, судно в техническом плане не отрабатывается как обычный объект транспорта, например, автомобиль.

Постановка задачи по совершенствованию судна в руководящих документах записана так [14].

«После приемки в эксплуатацию в течение первых одного-двух лет на головных судах серии проводятся комплексные испытания и обследования в обычных эксплуатационных рейсах, по результатам которых вносятся изменения и исправления в конструкторскую и технологическую документацию». Тем самым повышались бы эксплуатационно-экономические качества серийных судов и судов перспективной постройки.

Указанная выше постановка задачи в описанных условиях работы верфи не могла быть реализована. Следовательно, существующий путь совершенствования судна подлежит изменению.

Одним из путей решения вопроса является использование стандартных судов [1].

В зарубежном судостроении к ним относятся:

суда, построенные по перспективным типовым проектам, разработанным фирмами до заключения контракта на их постройку, включая базовые модели и типоразмерные ряды;

суда, построенные по индивидуальным проектам с высокими эксплуатационными характеристиками, пользующиеся спросом на мировом рынке и строящиеся большими сериями.

Причем, типовые стандартные суда, по сравнению с построенными по индивидуальным проектам, более универсальны и гибки в эксплуатации, менее подвержены влиянию изменяющейся конъюнктуры рынка, дешевле в постройке и эксплуатации.

Техническое обслуживание (ТО) судов, построенных за границей, оставляет желать лучшего. Основной заботой В/О «Судоимпорт» была постройка судов. Вопросы ТО решались без должного учета реальных запросов будущего судовладельца. ТО было его уделом и рассматривалось как неизбежные расходы. Суда в эксплуатации оказывались оторванными от баз их создания, что еще больше затрудняло вопросы ТО.

В качестве примера рассмотрим проблемы бывшей Куйбышевской ремонтно-эксплуатационной базы, связанные с обслуживанием судов заграничной постройки [26].

База испытывает острейший дефицит поршневых колец, рамовых и мотылевых подшипников, деталей для гидравлических машин, что в любой момент может поставить пароходство перед фактом вывода из эксплуатации дорогостоящего флота. Странно как-то получается, что при его закупке наши представители за границей никогда не обговаривают условия технического обслуживания судов и снабжения их запчастями. Объясняют, что делается это с целью экономии валюты. Но такие сделки — прямая дорога к самообману. Теплоходы югославской постройки насыщены электронным оборудованием, изготовленным в десятках стран мира. Естественно, что со временем оно выходит из строя. А отремонтировать его при отсутствии запасных частей практически невозможно. Вот и выкручиваются речники, как бог на душу положит.

Вот один пример [26]. Овощевоз СТ-1379 все лето простоял из-за поломки коленчатого вала в одном из двигателей. После длительных поисков необходимую деталь закупили в Дании, заплатив за нее втридорога. Теперь у ремонтников возникла другая проблема — замена на трех теплоходах голландских радиолокаторов. Опять из-за того, что в очередной раз сэкономили на запчастях. А наши РЛС по своим техническим характеристикам не идут ни в какое сравнение с их зарубежными аналогами. Видимо, не от хорошей жизни в Волжском объединенном пароходстве взяли курс на постепенное переоборудование овощевозов отечественной техникой. Следует ожидать, что лет через

десять эксплуатации этих судов произойдет полная замена оборудования, и стоимость одного теплохода возрастет, чуть ли не вдвое.

Все эти «непредвиденные» расходы тяжелым грузом ложатся в первую очередь на экономику Куйбышевской РЭБ. Именно поэтому руководство базы обратилось в пароходство с предложением увеличить амортизационный срок овощевозов с 20 до 30 лет. Цель преследуется одна — улучшение экономических показателей предприятия: ведь тогда будет меньше отчислений.

В приведенном выше примере в большей или меньшей степени по отношению к изложенному отражены проблемы ТО судов зарубежной постройки.

Естественно, что ТЭП таких судов из-за плохого обслуживания ниже, чем при ТО, решенном заблаговременно.

В/О «Судоимпорт», заключающий контракт на постройку судов, не заинтересован в их техническом обслуживании, считая это делом будущего судовладельца. Однако экономически более выгодно решить вопросы ТО будущего судна в период его постройки.

Поэтому существующая система ТО судов заграничной постройки нуждается в совершенствовании. Одним из путей ее решения является приближение базы создания судна к будущему региону работы. Например, эксплуатировать в Дальневосточном регионе судно, построенное в Европе, значит, обрекать его на неудовлетворительное оперативное техническое обслуживание.

Далее, по заказу судовладельца должны быть решены и вопросы ТО на полный период эксплуатации судна.

## **9.2. ВОПРОСЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ЗАГРАНИЧНОЙ БАЗЕ**

Официально средствами существования ВОС являются: комиссионные сборы с сумм заключенных контрактов. Следовательно, показателем их работы и благосостояния работающих является сумма комиссионных. Чем она выше, тем лучше для ВОС.

С этой точки зрения, их интересы совпадают с таковыми фирмы-строителя, заключающей контракт. Договоры ведутся напрямую, без участия третьих лиц.

Фактически же работники ВОС получали обычную зарплату. От других членов общества они отличались возможностями относительно часто ездить в заграничные командировки.

Цена на заказываемые суда при конкурсе фирм и переговорах с ними была близка к международной. Но стоимость строящихся судов, например, для танкеров типа «Самотлор» в контракте не была указана. Окончательный же расчет с фирмой за построенные суда производился по ценам выше существующих международных, о чем свидетельствует начальная балансовая стоимость судов, поступающих в парокходство.

В качестве примера можно привести цены на построенные в 1980-е годы танкеры для Приморского морского парокходства. Несколько серий танкеров были построены в этот период в Финляндии и Югославии с превышением мировых цен в два и более раза.

В качестве довода таких высоких цен приводится тот аргумент, что строительство судов осуществляется в счет долгосрочного «Соглашения о товарообороте и платежах» со стороны, на чьей территории находится верфь-строитель, а постройка судов под наблюдением Регистра СССР обходилась дороже за счет повышенных требований по отношению к таковым по Ллойду.

С первым доводом согласится нельзя, потому что со странами-строителями расчет со стороны СССР производился топливно-энергетическими ресурсами, имеющими твердую валютную стоимость на мировом рынке. Например, «Соглашение о товарообороте и платежах» с Финляндией оплачивалось нефтью, которую она брала сверх своих нужд для последующей перепродажи. Но если танкеры, построенные на финских верфях, для СССР обходились в два раза дороже мировых цен, то это значит, что мы продавали нефть в два раза ниже мировых цен. Здесь следует упомянуть также о том, что цена нашей нефти зависела не только от мирового уровня, но и от политического режима в той или иной стране. При благосклонности цена на нефть была ниже мировой.

Со вторым доводом, о повышении цен на строительство судов за рубежом для нашей страны, следует согласиться. Действительно, по отношению к требованиям Ллойда требования Регистра СССР вместе с правилами техники безопасности, санитарии и пожарной безопасности увеличивают строительную стоимость. Однако ее величина до сих пор не анализировалась и неизвестна. Претендовать на этом основании на двойное и более увеличение строительной стоимости, естественно, необъективно. В первом приближении можно ориентироваться на данные Японии. На переговорах о заказе судов они оценивают увеличение строительной стоимости на наши повышенные требования величиной в 30%. Причем, японская сторона всегда постоянно подчеркивает, что этих требований она не понимает.

Зарубежные судостроительные фирмы успешно используют недостатки нашей формы заказа судов. Заказчик (пароходство), отвечающий за качество постройки, на величину начальной строительной стоимости судна влияния не оказывает и не заинтересован в этом, так как оплата идет из централизованных фондов. В результате создалась парадоксальная ситуация. Актуальность задачи по снижению строительной стоимости судов растет пропорционально увеличению их стоимости. Но пароходство такие работы не финансирует из-за отсутствия заинтересованности, так как платит за новое судостроение опосредованно из централизованного фонда, куда перечисляются основные доходы предприятия.

Заинтересованность ВОС относительна. Она может выбрать из предлагаемых на конкурс проектов судов более дешевый. Возможны переговоры о снижении строительной стоимости, но цена все же, как показала практика, остается выше мировой. В данном случае монополия ВОС на заказ судов не терпит вмешательства в «кухню» и совершенствование, как самого процесса, так и снижения строительной стоимости.

Цена на суда в процессе постройки может по неизвестным причинам изменяться.

Так, головной танкер «Самотлор», поступивший в ОАО «ПМП» имел балансовую стоимость 9 млн. руб., следующее судно стоило 11 млн. руб., а последнее — 20 млн. руб. (в старом исчислении). Столь большая разница в ценах не может отражать только повышение строительной стоимости судов, вызванное инфляционными процессами. Частично повышение цен может быть объяснено тем фактором, что построенное судно имеет дедвейт 17200 т против 14500 т контрактных. С другой стороны, это влияние сомнительное. И первое судно в серии имело такой же дедвейт, как и последнее.

В судовой отчетной документации так и прошло судно с двумя величинами дедвейта (14500 т и 17200 т).

Интересен факт, что изменение дедвейта предположительно произошло из-за наличия у фирмы-строителя прототипа корпуса будущего танкера. Для этого была использована конструкция баржи, водоизмещение которой соответствовало таковому для строящегося танкера.

Не менее интересен и другой факт: произошло изменение дедвейта судна без изменения текста контракта. Но, в сущности, в нем цена судов и не была указана. Следовательно, оплата производилась третьими лицами, причем, при расчете контракт, по-видимому, не играл решающей роли.

Акционерное общество «Раума-Репола» (Финляндия) на 1987 год за 40 послевоенных лет построила для бывшего СССР 850 судов [23], по-видимому, на подобных неопределенных финансовых отношениях.

И несмотря на стоимость постройки судов в Финляндии для Советского Союза по ценам выше мировых, их качество все же ниже, чем судов, изготавливаемых Финляндией на экспорт в капиталистические страны. Объяснение этого факта лежит, по словам финской стороны, в неравноценности оплаты. Для СССР она производилась по «Соглашению о товарообороте и платежах», то есть по безналичному расчету, а для капиталистических стран — в валюте.

Фактически же из-за заключения контракта не напрямую с заказчиком, а через посредника (ВОС), не могут быть реализованы иски заказчика ни по качеству, ни по срокам постройки: Госарбитраж СССР их не принимал. От этого складывалось впечатление, что русские берут все, что им построят. Этим самым мы снимаем ответственность фирмы за качество построенных для нас судов или, как говорят, портим фирму.

При выборе фирмы-строителя предпочтение может быть отдано, исходя из политических соображений, стране, имеющей слабую судостроительную промышленность и малый опыт. Этот шаг можно назвать экономической уступкой для поддержания хороших отношений со страной — строителем судов. В результате качество построенных судов будет низким, они будут неэкономичны в эксплуатации, в частности, из-за больших затрат на ремонт и простоев. Сроки постройки судов также могут не соблюдаться, из-за чего парокhodство несет коммерческие убытки. Дружественные отношения также предполагают, что партнеры поставлены в такие условия, когда заказчик примет построенное судно и низкого качества. Таких случаев по судам, построенным, например, в Болгарии, очень много. Но эти же партнеры на экспорт в капиталистические страны строят суда более высокого качества.

### **9.3. МЕТОДИКА ЗАКАЗА И ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ЗАГРАНИЧНОЙ БАЗЕ**

Ниже изложены основы предлагаемой методики заказа и постройки судна на зарубежной базе с учетом перечисленных недостатков.

**9.3.1. Техническое задание (ТЗ) на судно.** В соответствии с возникшей производственной необходимостью пополнения флота,

службами пароходства выдается предварительное ТЗ на постройку новой серии судов.

Одновременно выдвигается кандидатура на должность главного конструктора заказа (ГКЗ), в функции которого входит задача обеспечения эффективности заказа, постройки и будущей эксплуатации вновь строящейся серии судов и устранения обезлички принимаемых решений на всех этапах создания нового судна.

По предварительному ТЗ производится технико-экономический анализ (вариантные расчеты эффективности) будущего судна отраслевым институтом или конструкторским бюро на договорных началах.

После технико-экономической проработки ТЗ поступает снова в отделы и службы пароходства для обсуждения на очередном уровне. В результате формируется окончательный текст ТЗ, который выдается в качестве предложения зарубежным фирмам.

**9.3.2. Предконтрактная (ПКС) и контрактная спецификация (КС).** На основании окончательного варианта ТЗ, представленного пароходством, будущие фирмы — строители судна дают на конкурсной основе предконтрактную спецификацию на рассмотрение ГКЗ, сообщая также стоимость постройки судна. Объем документации ПКС должен быть расширенным по отношению к существующим ПКС для более объективного суждения о характеристиках будущего судна.

Для оценки и анализа вариантов ПКС предлагаемых конструкций судов ГКЗ привлекает консультантов и компетентные организации на договорной основе. Варианты ПКС рассматриваются в службах пароходства, а также в курирующих данный вопрос организациях на договорных началах и на определенный пароходством срок.

По полученным от перечисленных выше организаций замечаниям ГКЗ рассматривает (по той же схеме, что и ПКС) возможности фирм внести корректировку в контрактную спецификацию.

**9.3.3. Разработка технического проекта (ТП).** На основании текста КС ГКЗ предлагает фирмам-строителям представить ТП будущих судов на конкурс. Эта работа может быть совмещена с разработкой ПКС и КС. Фирмы могут выдвигать на конкурс существующие в их активе проекты, проекты недавно построенных судов либо новые. Степень их документирования определяется потребностями оценки технических характеристик судов, оборудования, применяемых материалов, уровня автоматизации, приспособленности к будущим условиям эксплуатации, оценки стоимости будущих судов, их эффективности в условиях эксплуатации и других факторов.

По необходимости для анализа предложенных ТП ГКЗ привлекает на договорной основе службы и отделы пароходства, отраслевые институты, КБ и разработчика ТЗ.

По результатам оценки показателей предложенных проектов выбирается будущая фирма — строитель судна, с которой заключается контракт.

**9.3.4. Заключение контракта.** Заключение контракта осуществляет пароходством. Для заключения контракта на договорных началах на правах консультантов или участников могут привлекаться компетентные организации, отраслевые институты, лица, компетентные в данной области, и специалисты по конъюнктуре рынка зарубежного судостроения.

Текст контракта должен быть ориентирован на международную практику.

Контракт со стороны пароходства подписывает главный инженер и ГКЗ. Текст контракта должен содержать ряд принципиально новых положений относительно возможности корректировки:

- рабочего ТП;

- конструкций всех судов серии и их оборудования при постройке и после гарантийного срока эксплуатации головного судна;

- системы автоматизации и элементной базы средств автоматизации.

Контракт должен содержать санкции за изготовление судна с отклонениями от указанных ниже параметров по:

- срокам постройки;

- дедвейту;

- скорости хода;

- удельному расходу топлива;

- остойчивости;

- периоду качки;

- вибрации;

- шуму;

- мертвому фрахту на заданной основной линии эксплуатации и т. д.

Стоимость построенного судна должна соответствовать мировым ценам за 1 т дедвейта рассматриваемого типа судов.

Контракт должен содержать пункт, согласно которому документация по рабочему ТП должна быть передана пароходству, а также контракт должен регламентировать объем и сроки поставляемой документации на все суда серии.



Службами пароходства разрабатывается и прилагается к контракту праймер-лист с номенклатурой основных механизмов и оборудования. В зависимости от сложившейся конъюнктуры текст контракта должен предусматривать возможность изменения номенклатуры праймер-листа.

**9.3.5. Создание рабочего технического проекта (РТП).** Создание РТП осуществляется выбранной по конкурсу фирмой-строителем согласно ТЗ пароходства, КС и ТП. В контракте оговаривается количество экземпляров РТП, необходимых для рассмотрения, и его сроки.

Готовый РТП поступает в отделы и службы пароходства на рассмотрение. В него вносятся необходимые уточнения, исправления и предложения по совершенствованию. Учитывается опыт пароходства, накопленный при эксплуатации судов данного типа. Уточняется состав, тип и марка устанавливаемого оборудования, материалы, возможности его будущего технического обслуживания, обеспеченность запчастями и ремонтом. Уточняется объем автоматизации, системы автоматизации и их элементная база.

По договору с пароходством РТП согласовывается, уточняется и дополнительно прорабатывается с органами надзора, отраслевым институтом, КБ. РТП проверяется также на новизну принятых технических решений и их эффективность.

После выполнения экспертизы, контроля и корректировки, РТП подписывается ГКЗ, согласовывается с фирмой и служит основанием для постройки судна.

По перечню оборудования (тип, марка и фирма) ГКЗ должен определить объем требуемой документации и номенклатуру СЗЧ и заказать все одновременно с оборудованием.

При реализации экспертизы РТП необходимо помнить, что последующие исправления, относящиеся к строящемуся судну, будут связаны с заключением дополнительных соглашений к контракту и, соответственно, с дополнительным финансированием.

**9.3.6. Постройка судна (ПС).** Основная роль пароходства при ПС сводится к организации и обеспечению наблюдения, необходимого для соблюдения условий контракта.

Группа наблюдения за постройкой судна (серии судов) назначается администрацией пароходства из числа своих сотрудников и согласуется с ГКЗ. Пароходство может также назначать членов наблюдения из другой организации, исходя из обеспечения необходимого качества и эффективности строящегося судна. Количество постоянной группы

наблюдения также определяется администрацией парокходства. Часть людей может привлекаться для этой цели на временную работу. Должен быть также постоянный представитель, который в курсе всех общих вопросов, взаимоотношений и преемственности.

Целесообразно ввести в группу наблюдения капитана и старшего механика экипажа будущего судна с момента начала стапельных работ и до ввода судна в эксплуатацию. Электромеханика целесообразно ввести в группу наблюдения с момента начала электромонтажных работ. Остальной экипаж прибывает на судно в обычные, ранее практикуемые сроки.

Оплата группы наблюдения должна производиться отдельно от стоимости судна.

**9.3.7. Приемка судна после постройки.** Приемка судна после постройки содержит следующие этапы:

- приемку судна до прибытия команды;
- приемку судна командой, включая сдаточные испытания;
- ходовые испытания.

Приемку судна и документации начинают осуществлять капитан, старший механик и электромеханик до прибытия экипажа. Одновременно они подробно знакомятся с судном, осуществляя также функции группы наблюдения, обладая соответствующим статусом.

Второй этап начинается с прибытием экипажа. Он посвящен изучению судна по заведованиям на рабочем месте и по документации. В этот период экипаж принимает участие в сдаточных и швартовных испытаниях, уточняет выполнение нормативных требований, фиксирует недоделки для последующего исправления, принимает судовую документацию и изучает ее, уточняет характеристики построенного судна.

Экипаж в обязательном порядке принимает участие в ходовых испытаниях судна, что оговаривается контрактом.

Если ходовые испытания по условиям верфи выполняются в балласте, в результате чего нельзя определить характеристики судна в полном грузу, то для их определения испытания необходимо перенести на гарантийный период эксплуатации головного судна.

В этом случае производится неполная оплата стоимости головного судна. Окончательный расчет будет произведен после проведения ходовых испытаний в полном грузу. Эти либо другие приемлемые для сторон условия оговариваются в контракте.

**9.3.8. Гарантийный период (ГР).** Гарантийная эксплуатация строящихся в настоящее время судов для нашей страны ограничивается

12 месяцами с момента подъема государственного флага. По истечении этого срока выявляются дефекты судна, появившиеся по вине фирмы, и производится ремонт за счет верфи-строителя.

С позиции заказчика это имеет ряд особенностей.

12-месячный срок для выявления скрытых дефектов не всегда достаточен. Часть судовых конструкций и оборудования нуждается в большей продолжительности гарантии. Необходимо оценить надежность для обоснованного базового запаса СЗЧ.

Судно, находясь в эксплуатации, не всегда точно по истечении 12 месяцев может прибыть на строительную верфь. Аварийный ремонт, выполняемый после истечения 12-месячной гарантии, но до прибытия судна на верфь, относится на счет пароходства. Хотя при своевременном гарантийном ремонте предаварийное состояние (трещины, большие износы, слабое крепление и его обрывы и т. п.) было бы устранено за счет фирмы-строителя.

По существующим требованиям в течение 2 месяцев после истечения гарантийного срока еще можно подавать на строительную верфь рекламационные акты, но они должны относиться к гарантийному 12-месячному сроку.

Отмечается повышенная загрузка экипажа головного судна из-за частых поломок оборудования, вызванных скрытыми дефектами, некачественной сборкой, приработкой трущихся поверхностей, обследованием эксплуатационных качеств судна бригадой базового предприятия. В этот период экипажем проводится большая работа по выявлению просчетов, допущенных в РТП, нарушениях технологии изготовления, применения некачественных, либо не соответствующих условиям эксплуатации материалов, определению надежности и удовлетворению условиям эксплуатации судовых конструкций, механизмов, систем и оборудования.

Исходя из перечисленных особенностей гарантийного периода, необходимо внести в него некоторые изменения, учитывающие интересы заказчика.

При заключении контракта необходимо разделить срок гарантии на 12 и более месяцев. Увеличение срока объясняется тем, что ряд конструкций и оборудования за 12 месяцев не успеет себя проявить в той мере, чтобы определить их надежность и более обоснованно заказать базовый запас СЗЧ.

На головное судно серии необходимо предусмотреть поставку увеличенного запаса СЗЧ, обоснованного неопределенностью в

надежности оборудования в гарантийный период. Сюда относятся детали, работающие в условиях трения, высоких нагрузок и температур, частого использования, узлы и детали средств автоматизации.

Для оперативной работы с рекламациями предлагается исключить все ранее задействованные централизованные звенья и осуществлять работу по линии ГКЗ — верфь — строитель. Рекламации должны непрерывно контролироваться ГКЗ, и переговоры по наиболее важным из них должны начаться до окончания гарантийного срока эксплуатации. Спорные вопросы должны решаться путем прямых переговоров представителей пароходства и верфи.

Повышенная нагрузка экипажа в гарантийный период может привести к ухудшению качества рекламационной работы. Чтобы этого не случилось, ГКЗ принимает своевременные действия и с согласия администрации пароходства временно вводит в штат экипажа для ведения рекламационной работы квалифицированного специалиста, способного вести переговоры с фирмой.

По результатам гарантийной эксплуатации контракт должен предусматривать возможность изменения элементов конструкции судна, показавших низкую надежность, несоответствие использованных материалов, низкую эффективность недостаточную приспособленность к условиям эксплуатации и скрытые дефекты. Необходимо также предусмотреть возможность замены ненадежного и неэффективного оборудования, механизмов, систем управления и их элементной базы. И если нет уверенности в положительных свойствах некоторых видов оборудования и механизмов, то необходимо предусмотреть его закупку не на всю серию сразу, но лишь для пробной эксплуатации

Перечисленные изменения должны быть обязательно внесены в очередное строящееся судно серии и по возможности прошедшее гарантию головное.

Такой подход продиктован тем, что при постройке можно предусмотреть возможность вариации средствами, отпущенными на строительство всей серии судов. В процессе эксплуатации этого сделать невозможно из-за отсутствия у пароходства значительных сумм валютных средств на модернизационные работы, да и невыгодно. На ремонтных неспециализированных заводах такие работы обойдутся дороже, так как реконструкция всегда дороже постройки. Необходимо также иметь в виду, что более позднее выполнение работы объективно связано с инфляционным ростом цен на материалы и на выполняемые работы. В 1980-е годы цены в судостроении возросли примерно в 2 раза.

По завершении ремонта на верфи, исходя из выявленной в гарантийный срок эксплуатации надежности судовых конструкций, оборудования, механизмов, систем, средств управления, необходимо окончательно уточнить и заказать базовый запас СЗЧ.

Необходимо также учесть перспективу выпуска заводами (фирмами) оборудования, устанавливаемого на суда серии. Часть его может быть в ближайшее время снята с производства. А это потребует поиска аналога или изготовления единичного образца продукции, что дороже.

Эти меры позволят более обоснованно снабдить судно на будущее СЗЧ, исходя из нормального естественного износа основного оборудования и возможных аварийных случаев.

#### **9.4. ЗАКАЗ СУДНА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ГРУППОЙ СУДОВЛАДЕЛЬЦА**

Вместо конкурса зарубежных фирм при создании судна с нужными характеристиками можно использовать собственный научно-производственный потенциал.

Ниже в качестве примера рассмотрен метод, основанный на групповом интеллекте специализированной группы. Он может быть использован для заказа судна как на зарубежной, так и на отечественной базе.

Для устранения существующих недостатков заказа и постройки судов необходима отработка следующих вопросов:

- организация собственного заказа;
- пересмотр концепций работы береговых служб, связанных с техническим обслуживанием;
- подготовка обслуживающего персонала с опережением технических новинок, поступающих на флот.

Для организации собственного заказа или заказа своими силами необходимо создание специализированной группы. В ее состав должны войти специалисты по следующим направлениям:

- корпусник-прочник;
- технолог-судостроитель;
- штурман;
- навигатор;
- связист;
- механик;

электромеханик;  
специалист по автоматике;  
дизайнер;  
врач;  
экономист по судостроению.

Смежные профессии могут быть представлены одним специалистом.

Члены специализированной группы должны:

быть специалистами высокого уровня и обладать максимумом информации по своему направлению для формирования оптимального варианта конструкции судна;

выступать в качестве независимых лиц, что исключит давление авторитетов на принимаемые технические решения;

работать только своим составом и без консультаций, иначе предлагаемый проект будет содержать избыточную информацию. Здесь необходимо суживать широту разработки, с тем чтобы каждый специалист привлекал как можно больше информации;

решать при разработке проекта все вопросы в комплексе;

учитывать мощный международный интеграционный процесс, выдвинувший лидеров в области судостроения, которым принадлежит первенство;

иметь высокую зарплату, чтобы исключить субъективные подходы к решению вопросов, когда за «малое» продается интерес судовладельца.

Получив заказ на разработку определенного типа судна, каждый член специализированной группы разрабатывает до трех вариантов судна по своему заведованию. Затем производится выбор наиболее приемлемых оптимальных вариантов конструкции судна по каждому профессиональному направлению специализированной группы. Окончательно можно рассматривать три-пять вариантов. Завершают выбор конструкции судна экономисты.

Заказываемое судно должно быть создано на основании предварительной, а затем окончательной проработки. От начала проработки до контракта на постройку может пройти 1 — 2 года.

В результате такой проработки будет создано судно, имеющее оптимальные основные характеристики, и цену, и варианты (подварианты) заказанного типа судна с уклоном в сторону изменения цены за счет использования как разных материалов, так и оборудования.

К преимуществам рассмотренного метода можно отнести:

исключение влияния на конструкцию непрофессиональных решений;

специалисту легче решать вопросы об аналогах применяемого оборудования при рассмотрении вариантов и прогнозировании их эксплуатационных свойств;

предложенное судно не будет содержать ошибок по размещению судового оборудования и обслуживающих систем, будет рационально спроектировано для обслуживания, ремонта и с минимальной протяженностью трубопроводов, кабельных трасс, линий связи и управления.

Относительно новых концепций ТО необходимо отметить следующее. В большинстве развитых судовладельческих стран нормативный срок службы судна принят 8 лет [12]. После этого срока службы оно считается морально устаревшим, а судовладелец, если продолжает эксплуатировать такое судно, подвергается штрафным санкциям. Следует также отметить, что наряду с моральным старением судна после 6 — 8 лет эксплуатации значительно увеличивается объем технического обслуживания, и оно становится менее доходным.

Ниже рассматривается один из современных методов технического обслуживания судов.

В настоящее время стандартные суда для технического обслуживания используют карты надежности. В них указано время безотказной работы механизмов, узлов, деталей, КИП, датчиков и т. д.

По истечении времени надежности механизмов, указанного в картах, узлы, детали и т. п. должны быть заменены новыми или отремонтированы. Либо необходимо производить несколько упреждающую замену до выхода в рейс.

Степень надежности приведена в таблицах с достаточно высокой точностью. Так, на т/х типа «Николай Малахов», использующих описанную систему технического обслуживания, форсунки главного двигателя с просроченным временем наработки отказывали на второй сотне часов переработки.

Такой метод технического обслуживания позволяет легко вести машинный учет расходования ЗИП. Аналогично, как на серию судов, может вестись такой же машинный контроль и в паромоходе.

Программа учета при заданном времени рейса должна дать распечатку всех элементов судна, надежность которых будет израсходована в этом рейсе.

Этот метод позволяет прогнозировать ситуацию по техническому обслуживанию и имеет ряд преимуществ перед применяемым в настоящее время методом технического обслуживания по состоянию. В

сочетании с развитой инфраструктурой берегового обслуживания судна метод с использованием карт надежности позволяет улучшить технико-экономические показатели судна за счет увеличения коэффициента ходового времени и современного метода технического обслуживания судна.

Готовые суда типа «Николай Малахов» были закуплены в Японии. Однако при их приобретении карты надежности на судно в качестве документации представлены не были. Об их существовании случайно узнали при ремонте этого типа судов в Японии. Лишь только после этого карты надежности были приняты к применению на судах этого типа.

Относительно подготовки обслуживающего персонала с опережением технических новинок необходимо отметить следующее. Такая подготовка производится, например, в авиации. При разработке нового типа самолета подготовка обслуживающего персонала производится именно под этот тип. Такой подход к эксплуатации позволяет более полно использовать возможности объекта, заложенные в проекте.

На морском флоте опережающую подготовку обслуживающего персонала не производят, хотя суда с высоким уровнем управления (автоматизации) поступают в парокходства.

Уровень автоматизации современных судов непрерывно растет. Но затраты на автоматизацию при постройке судов обосновываются недостаточно из-за отсутствия современных методик экономического расчета. Степень использования средств автоматизации, установленных на судне, не контролируется ни централизованно, ни парокходством. При такой постановке вопроса судовладелец не имеет четкой информации о работе и надежности судовых средств автоматизации, а следовательно, и эффективности их эксплуатации.

Судовладелец, имея общую установку на применение автоматизации при заказе судна, может ошибиться, согласившись с настойчивыми рекламными характеристиками и объемом автоматизации. В результате на судне может появиться либо избыточная по объему автоматизация, либо малонадежная, неиспользуемая в эксплуатации.

Это объясняется отсутствием работ по обобщению опыта эксплуатации средств автоматизации современных судов, а вследствие этого — отсутствием руководства при выборе средств автоматизации заказываемого судна.

Следовательно, необходимо повысить как общий уровень подготовки по использованию судовых средств, так и подготовку обслуживающего персонала с опережением технических новинок, используемых на



автоматизированных судах новых серий. Это будет способствовать повышению эффективности использования средств автоматизации. Здесь важна также роль личности обслуживающего персонала.

Без эффективного использования средств автоматизации нет обратной связи, которая позволяет в конечном итоге определить и объем, и качество автоматизации объектов новых судов.

## **9.5. ЗАДАЧИ СУДОВЛАДЕЛЬЦА В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

При централизованном заказе эксплуатационник, получая готовое судно, не оказывал существенного влияния на его конструкцию. При отсутствии централизованного заказа все этапы создания судна находятся в руках судовладельца. И без его высокой профессиональной квалификации выгодное в эксплуатации судно можно и не построить. Это обстоятельство объясняется большим числом объективных факторов, среди которых выделим основные.

1. При существующей форме заказа судов верфь на определенном этапе становится монополистом и не заинтересована в создании наилучшего проекта судна, и постройка его реализуется по принципу минимальной строительной стоимости.

2. Отсутствуют в достаточном количестве критерии, руководствуясь которыми при постройке судна, можно было бы прогнозировать эффективность эксплуатации, хотя бы на начальный период.

Так, в контракте на постройку танкеров типа «Самотлор» не были приведены хотя бы ориентировочные показатели, влияющие на эффективность. Без них же выгодное в эксплуатации судно можно построить, но лишь по благоприятному стечению обстоятельств.

3. При создании судна по контракту не предусматриваются дополнительные научные исследования. В ряде случаев это себя не оправдывает.

Например, можно проектировать суда без использования гидродинамических исследований. Но опыт показывает [25], что даже при наличии современных альбомов и диаграмм, построенных по данным испытаний большого числа моделей, отказ от исследований конкретного судна приводит к потере скорости в среднем на 0,3 — 0,5 узла. Это объясняется тем, что систематические модельные данные не могут охватывать все бесконечные варианты соотношений главных размерений и формы обводов судов.

4. Ведущая роль в создании эффективного в эксплуатации судна принадлежит заказчику (судовладельцу), который на основе суммарного опыта служб и потребностей в перевозках сможет сформулировать эффективные ТЭТ к будущему судну, увидеть просчеты проекта, комплектации, технологии постройки, последующего технического обслуживания и т. д.

Таким образом, в новых хозяйственных условиях функции заказчика (судовладельца) для создания эффективного в эксплуатации судна могут быть сведены к следующему.

1. Накопление банка данных по обобщению опыта эксплуатации судов в заданных районах плавания с целью последовательного совершенствования конструкции. В настоящее время такой подход отсутствует, и положительные технические решения теряются вместе с отслужившими срок судами.

2. Непрерывное совершенствование технико-эксплуатационных требований с целью учета:

постоянного изменения конъюнктуры фрахтового рынка;

непрерывного ужесточения требований нормативных документов и надзорных органов;

перспектив развития техники и использования опыта построенных судов;

мировых стандартов и соответствия им судов новой постройки путем повышения требований к безопасности, экологии, уровню подготовки обслуживающего персонала.

3. Разработка показателей, определяющих эффективность строящегося судна, необходимых для контроля качества постройки и последующей эксплуатации.

4. Последовательное совершенствование и отработка серий судов для данного района плавания на основе обобщения опыта и особенностей эксплуатации.

5. Формулировка проблем и перспектив развития флота с учетом перевозок для дальнейшего совершенствования судов по долгосрочным целевым программам.

6. Непрерывное совершенствование форм технического обслуживания эксплуатируемых судов. Планирование форм технического обслуживания строящихся судов.

7. Совершенствование и разработка методов экономического обоснования принятия новых технических решений при постройке судов.

8. Досконально знать состояние и перспективы развития всех отраслей техники, создающих современное судно с возможностью выступить в роли эксперта, как при заказе и постройке, так и при приобретении готового судна.

9. Решение перечисленных задач возможно при условии, если центр тяжести научных исследований по постройке и заказу будет смещен в сторону интересов судовладельца. Он должен финансировать эти работы, причем, объем затрат должен быть пропорционален увеличению начальной стоимости судов и стоимости их эксплуатации.

## **10. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТРОЙКЕ И КОНСТРУКЦИИ АРКТИЧЕСКИХ ТАНКЕРОВ**

Ниже приведены некоторые требования к проекту и конструкции танкера ледового плавания на основе анализа работы танкеров, выполняющих перевозки в Дальневосточном бассейне и северо-восточном секторе Арктики.

Предлагаемые требования направлены в основном на учет специфики эксплуатации.

### **10.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ТАНКЕРА**

Предполагается, что требования относятся к танкерам, обеспечивающим перевозки нефтепродуктов из портов Владивосток и Находка в северо-восточный сектор Арктики и в порты с замерзающей акваторией (Магадан и Петропавловск-Камчатский), а также совершающим эпизодические рейсы в Антарктиду. В последнем случае передача груза производится на судно в условиях открытого моря. Эти же танкеры используются для передачи топлива в открытом море рыболовным экспедициям.

Поскольку работа на Север для такого танкера является эпизодической, то остальную часть эксплуатационного времени он должен эффективно работать на перевозках нефтепродуктов, патоки и других грузов между современными хорошо оборудованными портами.

В целом к специфике условий эксплуатации танкеров в Дальневосточном регионе, которые должны учитываться, относятся следующие факторы.

1. Невозможность использования танкеров большого дедвейта по причине ограниченной глубины во многих портах Дальневосточного региона.

2. Сезонность завоза груза в Арктику (навигация продолжается до 170 дней в году) ведет к эпизодической полной загрузке работой танкеров в этот период и затрудняет их устойчивое фрахтование. Как правило, иностранный фрахтователь не заключает сделки на перевозку груза с перерывом во времени.

3. Перевозимый груз в основном топливо различных сортов. Однако танкер используется для транспортировки грузов с большим диапазоном физических свойств — плотность от  $0,7 \text{ т/м}^3$  (бензин) до  $1,4 \text{ т/м}^3$  (патока), требующих в ряде случаев особых условий кондиционирования и подогрева груза в пути.

4. Использование танкеров в условиях ледового плавания и на чистой воде. Последнее занимает для танкеров типа «Самотлор» около 85%. Первое вынуждает применять обводы корпуса, удовлетворяющие условиям для преодоления ледовых полей однолетних либо многолетних торосистых льдов, что не способствует обеспечению хорошей скорости на чистой воде.

5. Сравнительно короткие рейсы вдоль побережья, повышающие коэффициент использования грузового оборудования, сильно увеличивающие загрузку донкермана и ограничивающие время мойки танкеров и время отстоя загрязненного балласта, как основного способа его отчистки.

6. Ограниченная пропускная способность нефтебаз, не позволяющая полностью использовать производительность грузовых насосов танкеров.

Многосортность перевозимого груза, до 6 сортов за один рейс, сильно усложняет конструкцию и обслуживание грузового комплекса танкера.

Ограниченная емкость нефтебаз, не позволяющая принимать и передавать большие партии односортного груза. Вследствие этого наблюдается потребность мелкопартионных перевозок груза до 6 сортов одновременно. К мелкопартионности перевозок ведет также отсутствие накопленного груза на нефтебазах. Погрузка в этом случае осуществляется с «колес» (груз из железнодорожных цистерн подают прямо на танкер).

7. Грузовые операции приходится выполнять:

с постановкой танкера к причалу кормой (в условиях Дальнего Востока), что вынуждает дополнительно устанавливать кормовую

раздаточную грузовую колонку, шланговую лебедку, кормовую грузовую стрелу или кран;

при швартовке судов бортом в рейдовых условиях с постановкой на якорь, а также в открытом море в условиях дрейфа на чистой воде или в блинчатом льду;

на ходу с постановкой на бакштов к танкеру (бесконтактный способ);

на морально и физически устаревших береговых нефтебазах и в то же время в современных портах, где необходимо обеспечить предусмотренные правилами нормы грузовых работ.

**8.** Климатические условия эксплуатации являются экстремальными. Они изменяются от тропических до суровых арктических, сопровождаемых обледенением. Низкие температуры в зимний период, особенно в порту Магадан, приводят к обмерзанию грузовой палубы, оборудования и систем, расположенных на ней. Это ведет к необходимости скалывания льда на грузовой палубе в два этапа: перед постановкой судна к причалу и непосредственно перед разгрузкой. Трудозатраты экипажа при этом резко возрастают, непроизводительные простои увеличиваются. Для уменьшения трудозатрат необходима установка туннелей на грузовой палубе.

**9.** Забивание шугой приемных фильтров при погрузке зимой в портах Владивосток и Находка, что приводит к перерывам в погрузке, так как необходимо вскрытие и очистка фильтров.

Перечисленные особенности эксплуатации предъявляют ряд специфических требований к корпусу судна, энергетической установке, грузовому комплексу, базам погрузки и разгрузки.

**1.** Корпус судна, энергетическая установка, грузовой комплекс и палубные механизмы должны быть приспособлены к работе в экстремальных условиях, особенно при низких температурах, сопровождающихся обмерзанием. Указанные элементы судна должны обладать требуемой работоспособностью и надежностью. На судне должны быть также обеспечены безопасные условия труда и полноценный отдых экипажа.

**2.** Оборудование и механизмы, устанавливаемые на судне, должны быть современными, планируемыми к выпуску в ближайшие годы или продолжающимися изготавливаться промышленностью. Это условие гарантирует ремонт судна хотя бы на первую половину его жизненного цикла. В противном случае в эксплуатации возникнут трудности, которые сводятся к саморемонту или замене оборудования, что, естественно, значительно дороже обычного ремонта при наличии сменно-запасных

частей. Особенно это замечание относится к оборудованию, выпускаемому за рубежом.

3. Применение не апробированного на практике оборудования может быть связано с его низкой надежностью, что ведет к большим систематическим эксплуатационным затратам. В качестве такого примера можно привести вспомогательные котлы танкеров типа «Самотлор». Применение нового, неапробированного оборудования, усугубляет отмеченное выше обстоятельство.

В этих случаях фирма-изготовитель отрабатывает свои прогрессивные технические решения за счет судовладельца.

4. Класс автоматизации всех судовых механизмов и оборудования должен соответствовать символу Регистра А1. Системы автоматизации должны базироваться на современной элементной базе с целью возможности приобретения запасных плат и быть блочно-унифицированными для обеспечения обслуживания и ремонта.

## **10.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОРПУСУ ТАНКЕРА**

Корпус танкера должен удовлетворять следующим требованиям.

1. Сочетать одновременно высокую ледопроходимость и хорошие мореходные качества на чистой воде. С этой целью танкер должен иметь корпус и оконечности, выполненные по классу УЛ. Общее сопротивление должно незначительно снижать скорость движения судна на чистой воде, поскольку этот режим является основным и составляет около 80 — 90% эксплуатационного времени.

2. Иметь конструктивную защиту от аварийного разлива груза и топлива при ледовых повреждениях корпуса и посадке на мель: двойное дно и двойные борта. Их суммарный объем, предназначенный для перевозки чистого балласта, на судах с повышенным уровнем вибрации должен быть достаточен для обеспечения хода в штормовых условиях и снижения вибрации до допустимых пределов. При дедвейте 17000 т этим условиям соответствует объем балласта около 10000 т.

3. Бак судна должен иметь закрытие, исключаящее обмерзание брашпиля и устраняющее таким образом задержку судна из-за освобождения бака от льда в портах разгрузки, которым предшествует обмерзание танкера на ходу.

4. Период качки танкера не должен превышать требуемое Регистром значение, соответствующее 0,1 g, во избежание повреждения корпуса и

оборудования судов при передаче груза в условиях открытого моря и рейдов и для улучшения обитаемости судна.

5. Суммарная вместимость грузовых танков должна выбираться, согласно действующим рекомендациям, из условия удельной погрузочной кубатуры,  $0,7 \text{ м}^3/\text{т}$ . Такое решение подтверждается также хорошей морской практикой, согласно которой при плавании в ледовых условиях рекомендуется иметь достаточный запас кубатуры пустых танков, чтобы при возможных повреждениях корпуса можно было часть груза перекачать. Запасы на рейс при проектировании с предлагаемой удельной погрузочной кубатурой следует определять на основных направлениях перевозок Владивосток, Находка, Магадан и Петропавловск-Камчатский.

6. Танкер должен иметь удовлетворительные параметры управления при движении на чистой воде передним и задним ходом со скоростью до 3 узлов для обеспечения маневров при проходе узкостей и рек.

7. Иметь усиленный, по отношению к танкерам типа «Самотлор», винто-рулевой комплекс для обеспечения переднего и безопасного заднего хода. Винт должен быть стальной, коррозионно-стойкий. Ступица винта и съемные лопасти должны изготавливаться из однородного материала для уменьшения коррозии.

8. Количество групп танков и число грузовых и балластных емкостей при проектировании следует принимать минимально возможным, исходя из одновременного удовлетворения условиям эксплуатации, упрощения конструкции и приспособленности к автоматизации.

### **10.3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ**

1. Главная энергетическая установка и ее элементы должны отвечать общим требованиям высокой экономичности, базирующейся на разумной (не минимальной) начальной стоимости, низких эксплуатационных расходах и высокой приспособленности к автоматизации.

2. Целесообразно применять главный реверсивный двигатель и винт фиксированного шага из соображений сохранения экономичности на основных режимах работы и эксплуатации в ледовых условиях.

3. Главный двигатель должен иметь небольшое уменьшение мощности в процессе эксплуатации, с тем чтобы сохранить ее в течение возможно длительного периода эксплуатации судна, необходимого

для обеспечения экономичности его работы и преодоления ледовых полей.

Либо следует еще при постройке главного двигателя предусматривать запас мощности на ее поддержание. Для танкеров типа «Самотлор» снижение эксплуатационной мощности через 10 лет эксплуатации составляет 25 — 30% от номинальной мощности, что естественно снижает и эффективность, и ледопроездимость.

4. Главный двигатель для судов ледового плавания должен иметь усиленную фундаментную раму. Ее жесткость должна быть определена с учетом динамики двигателя. Кроме того, более усиленной должна быть и конструкция судового набора под фундамент главного двигателя.

5. Из соображений надежности электростанция должна состоять не менее, чем из трех дизель-генераторов с условием, чтобы при ремонте одного из них оставшиеся два обеспечивали работу грузобалластных операций.

6. Вспомогательные котлы должны обладать надежностью, достаточной для обеспечения основных режимов работы систем грузового комплекса. Из этих соображений котлы новой конструкции, не апробированные в условиях эксплуатации, применять не следует. На танкере экономичность котлов играет решающую роль за счет постоянного их использования. Поэтому рекомендовать к установке следует котлы, имеющие более низкую удельную стоимость топлива.

#### **10.4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

Пост управления грузовыми операциями (ПУГО). Основные требования к ПУГО сводятся к следующему.

1. Из помещения ПУГО должен быть хороший обзор грузовой палубы для улучшения управления процессами грузовых, балластных и мочных операций.

2. Помещение ПУГО должно иметь отдельный выход на грузовую палубу для более оперативного управления.

3. Мнемосхемы обслуживаемых систем на панелях (или дисплеях) должны располагаться вдоль диаметральной плоскости судна. Это необходимо для того, чтобы оператор не применял ее мысленного разворота в соответствии с реальным расположением оборудования на судне и не отвлекался от основных операций управления.



4. Грузовые насосы должны оборудоваться кнопками аварийной остановки из ПУГО, МКО, ходового мостика и из районов грузовых колонок, расположенных в средней и в кормовой частях судна. Это необходимо для уменьшения возможного разлива груза при разрыве шлангов или ослаблении их фланцевого крепления.

**Насосные отделения.** К насосным отделениям и их оборудованию предъявляются следующие требования.

1. Кормовое насосное отделение должно быть оборудовано насосными средствами достаточной производительности для осушения льял и перекачки отстоя и моечной воды из отстойных емкостей.

2. Кормовое и носовое насосные отделения должны быть оборудованы надежной сигнализацией по затоплению. Сигнал должен быть выведен в ЦПУ энергетической установки.

3. Аварийный пожарный насос, устанавливаемый в носовом насосном отделении, должен иметь привод от независимого источника энергии и дистанционный привод открытия клапанов на пожарных системах.

**Грузовая система.** Основные требования к грузовой системе сводятся к следующему.

1. Грузовая система должна быть выполнена на три-четыре сорта груза по линейной схеме.

2. Соединение между группами танков для обеспечения взаимозаменяемости грузовых насосов должно быть выполнено в насосном отделении. Выполненное по традиционной схеме в танках, оно не контролируется и служит лишней проблемой на смещение груза.

3. Грузовая система должна выполнять функции зачистной в автоматическом режиме, то есть при необходимости иметь зачистные приемники и предусматривать зачистку после разгрузки и при мойке танков.

4. Грузовая система не должна иметь изменения высоты расположения относительно днища танкера с целью исключения застойных зон, в которых возможно скопление и последующее замерзание жидкости при низких температурах, и иметь устройства для осушения трубопровода путем спуска жидкости в льяла насосного отделения.

Приемные трубопроводы грузовой системы целесообразно располагать в междудонном туннеле. Это необходимо для того, чтобы в приемных колодцах и трубопроводах не скапливалась вода, которая может замерзнуть. Палубные трубопроводы целесообразно располагать в туннеле над или под палубой, возможен промежуточный вариант (над палубой и в танках одновременно).

5. Приемные колодцы грузовой системы должны полностью осушаться после разгрузки или мойки танков, чтобы исключить замерзание в них подтоварной воды после разгрузки или остатков моечной. Если конструкция приемников не позволяет выполнить осушение колодцев, то необходимо устанавливать индивидуальный обогрев таких приемников, не связанный с системой подогрева груза.

6. Фильтры грузовой системы должны предусматривать быстрое вскрытие крышек и нетрудоемкую технологию их очистки от механических примесей и от шуги, появляющейся от замерзания подтоварной воды, находящейся в грузе и сильно снижающей производительность погрузки. Предпочтение следует отдать конструкции элемента фильтра, изготовленного из коррозионно-стойкого материала, в виде ведра, позволяющего быстро извлекать загрязнения из корпуса.

7. Грузовая система должна предусматривать защиту от перелива танков при погрузке, а также от разлива нефтепродуктов при разрыве гибких шлангов (нарушении герметичности стендеров) как при разгрузке, так и при погрузке.

8. При наливе груз должен подаваться в обвод грузового насоса во все танки одновременно, последовательно по группам или последовательно по одному танку.

**Балластная система.** Основные требования к балластной системе сводятся к следующему.

1. Для балласта, расположенного в двойном дне и двойных бортах, балластных магистралей должно быть две. Приемники системы должны быть расположены на высоте не более 15 мм от днища с целью обеспечения более полной зачистки либо иметь отдельные зачистные приемники, расположенные на высоте не более 10 мм от днища.

2. Балластный насос должен выполнять функции зачистного в автоматическом режиме и обеспечивать полное осушение танков в каждом рейсе, во избежание постепенного отложения и накопления механических примесей и ила в балластных танках и последующего снижения грузоподъемности. Учитывая важность зачистки балласта, необходимой также для точного учета груза на борту, следует предусмотреть зачистку балласта с помощью эжектора, дублирующую основной вариант.

3. Взаимозаменяемость магистралей (насосов) должна быть выполнена в пределах насосного отделения, что значительно упростит обслуживание. Запорные органы также должны быть расположены в насосном отделении.

4. По аналогии с грузовой балластная система не должна иметь застойных зон, с целью исключения последующего замерзания в них воды, и оборудоваться средствами осушения трубопроводов.

5. Суммарная подача балластных насосов на основном и обеспечивающем зачистку режимах должна быть достаточной для полного слива и зачистки балласта в портах с максимальной производительностью погрузки, чтобы к моменту завершения приема груза балласта на борту танкера не было. В случае нарушения этого условия возможна непредвиденная задержка погрузки.

**Система мойки.** Система мойки должна удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Моечный насос электроприводной центробежный, подачей, обеспечивающей наиболее интенсивный процесс мойки всех танков на основных направлениях перевозок. Применение винтовых насосов нежелательно из-за сильного снижения производительности вследствие износа в процессе эксплуатации.

2. Производительность зачистки должна превышать суммарную подачу моечной воды на наиболее интенсивном режиме мойки не менее чем на 50%.

3. Производительность подогревателя моечной воды должна обеспечивать наиболее интенсивный процесс мойки и режим борьбы с последствиями обледенения, а выбираться по наиболее тяжелому из этих режимов.

4. Отстойные танки моечной воды не должны использоваться для перевозки груза. Они кроме 2-каскадного отстоя должны оборудоваться устройствами и средствами для обеспечения интенсификации процесса отстоя моечной воды.

5. Процесс мойки должен быть максимально механизирован и автоматизирован. Этому условию удовлетворяет применение стационарных моечных машин.

**Система подогрева груза.** К системе подогрева груза предъявляются следующие требования.

1. Система должна быть змеевикового типа без применения дополнительных элементов, интенсифицирующих процесс, таких как чугунные грелки и др. Трубопровод должен изготавливаться из коррозионностойкого материала и предусматривать возможность подогрева различных пищевых грузов, в том числе чувствительных к выделению меди, как это имеет место при использовании систем подогрева, изготовленных из алюминиевой бронзы.

2. Трассировка системы должна быть такой, чтобы от распределительных клапанных коробок с переходного мостика шла прямо в танки и в них осуществлялась разводка с учетом приспособленности к ремонту. Для этого трубопроводы в танках должны располагаться над горизонтальными рамными связями.

3. Продувка системы должна выполняться сжатым воздухом, давлением равным рабочему в системе.

4. Система подогрева должна оборудоваться надежным средством контроля загрязнения конденсата греющего пара перевозимым грузом, а также необходимыми и надежными средствами поиска поврежденной секции системы.

**Система газоотвода.** Условиям эксплуатации рассматриваемого танкера удовлетворяет система газоотвода, индивидуальная на каждый танк.

Трубопроводы системы газоотвода от разных танков должны компоноваться в пучки в районе переходного мостика или в других местах, обеспечивающих минимальное влияние брызгообразования и последующего обмерзания. Концы труб должны быть выведены над грузовой палубой на высоту 8 — 10 м, в целях лучшего рассеивания паров.

Для защиты от брызг и заливания дождевой водой каждая труба должна иметь индивидуальную защиту, а пучок труб — общий кожух для защиты от брызг и последующего обмерзания в зимний период.

Пламягасительные сетки должны быть из нержавеющей стали, пакетного типа, иметь быстросъемные крышки для сокращения трудозатрат на техническое обслуживание и устанавливаться в удобном для эксплуатации месте.

**Система орошения.** Для условий эксплуатации Дальневосточного региона система орошения не нужна. Использоваться она может лишь кратковременно, при нахождении судна в тропиках, что не является основным режимом работы танкера. Поскольку покраску судна в условиях работы на основных направлениях перевозок из-за суровых климатических условий выполнить невозможно, ее обычно приурочивают к переходу через тропики. Поэтому система орошения на таких судах не включается вообще и увеличивает лишь трудозатраты по техобслуживанию судна.

**Системы замера уровня груза и балласта.** Системы замера уровня груза и балласта должны отвечать следующим основным требованиям.

1. Система замера уровня должна обеспечивать точность замера 0,5 — 1,0 см. Этому условию удовлетворяют системы локационного типа. Но они имеют неточные показания при качке судна в условиях передачи груза в открытом море рыболовным экспедициям или в других подобных условиях. Поэтому фирме — изготовителю системы замера необходимо предъявлять дополнительное требование в части устранения указанного недостатка.

2. Системы замера уровня груза и балласта должны быть равноточными и равнонадежными, так как при эксплуатации (при погрузке и разгрузке) всегда необходимо знать точное количество балласта на борту танкера.

3. Должен быть предусмотрен ручной замер уровня груза и балласта на случай неисправности основной системы.

#### **Система гидравлического управления поворотными затворами.**

1. Система гидравлического управления должна быть выполнена на умеренные давления, иметь самоуплотняющиеся соединения трубок в целях уменьшения протечек. Материал трубок системы должен быть коррозионностойким. Решение этого вопроса за счет применения антикоррозионных покрытий трубок системы гидравлики должно быть исключено, как неоправдавшее себя на практике.

2. Сервомоторы поворотных затворов должны устанавливаться не в своих, а в смежных по ходу груза танках и изготавливаться из коррозионно-стойкого материала, простой конструкции и монтироваться в защищенном исполнении или под палубой, в связи с работой их в условиях обмерзания.

3. Трассировка системы гидравлики должна выполняться не одним общим пучком, а несколькими мелкими или рядами, допускающими быстрый поиск неисправностей (протечек) и ремонт.

#### **Программное управление грузобалластными операциями.**

Требования к программному управлению грузобалластными операциями нуждается в кратком вступлении.

Вследствие революционного развития данной области, на основе непрерывного совершенствования электронно-вычислительной техники, требования к программному управлению могут быть сформулированы в самом общем виде. Тем более, они не могут быть определены на весь жизненный цикл судна. Поэтому еще до разработки прикладного программного обеспечения необходимо предусмотреть возможность изменения функций управления грузобалластными операциями танкера в процессе эксплуатации в сторону увеличения их объема с целью

повышения эффективности. Должна быть предусмотрена возможность замены морально устаревшей вычислительной техники. Но еще чаще должно заменяться прикладное программное обеспечение на более эффективное, непрерывно совершенствуемое. Это окажется возможным для управляющей вычислительной техники ближайшего будущего, как более надежной и практически не имеющей ограничений по объему функциональных возможностей.

Конкретные требования к программному управлению грузобалластных операций должны касаться класса автоматизации и функций управления.

1. Класс автоматизации грузобалластных операций танкера должен соответствовать классу автоматизации А1 энергетической установки. Он предусматривает безвахтенное обслуживание всех систем грузового комплекса на ходу и на стоянке. По аналогии с принципами обслуживания энергетической установки предполагается, что дежурный оператор может находиться в определенных помещениях на судне и контролировать ход рабочих процессов.

В перспективе возможно возложение функций по обслуживанию систем грузового комплекса и энергетической установки на одного дежурного по судну оператора.

2. Объем функций программного управления определяется заказчиком судна и зависит от следующих факторов:

- надежности и приспособленности к автоматизации систем грузового комплекса и их аппаратного обеспечения;

- наличия и надежности электронно-вычислительной техники морского исполнения, отвечающей требованиям решаемой задачи;

- наличия готовых разработок прикладного программного обеспечения для управления грузобалластными операциями танкера.

К числу функций первостепенной важности по управлению грузобалластными операциями относятся следующие:

- составление каргоплана;

- управление режимами работы специальных систем: грузовой, балластной, мойки танков, подогрева груза, инертных газов и газоотвода;

- управление процессом грузобалластных операций, включающее также моделирование и прогноз;

- документирование грузобалластных операций с учетом международной стандартизации при машинной обработке;

- использование в обучающем режиме.

В заключение отметим, что указанные требования к конструкции танкера не являются окончательными. Они должны быть дополнены опытом эксплуатации танкеров типа «Самотлор», до сдачи их на металлолом, а также судов ледового класса других типов. В условиях Дальневосточного бассейна к ним относятся танкеры типов «Вентспилс» и «Партизанск».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Танкеры типа «Самотлор» уверенно вошли в третье десятилетие эксплуатации. Их техническое состояние позволяет реализовать модернизацию, направленную на сверхнормативное продолжение срока службы до 30 лет. В основе этих мероприятий лежит грамотная эксплуатация, сориентированная, в первую очередь, на сохранение корпуса судна.

Танкеры этого типа являются наиболее доходными судами ОАО «ПМП». Они хорошо приспособлены для перевозки некоторых грузов, например, патоки.

Что полезного необходимо извлечь из рассмотренного опыта заказа, постройки и эксплуатации (биографии) танкеров типа «Самотлор»?

Суда, построенные за рубежом, являются интернациональными объектами по оборудованию. Они, как правило, содержат сотни наименований фирм-изготовителей, от которых впоследствии в процессе эксплуатации сильно зависят. Эксплуатируемому судну для организации технического обслуживания фирмы-изготовители жизненно необходимы как источник запасных частей, расходных материалов, а также для замены изношенного оборудования. Такое положение в значительной степени объясняется специализацией фирм по производству судового оборудования, их конкуренцией и конъюнктурой рынка.

Отрыв судна от фирм, участвующих в его создании, ведет к несвоевременному техническому обслуживанию из-за поиска аналогов оборудования и СЗЧ или требует изобретательства и изготовления сложной технической продукции силами судна или базового СРЗ. Задача подмены всей промышленности, создавшей судно, является нереальной. Уровень технического обслуживания при таком подходе снижается, а техническое состояние судна ухудшается, что ведет к уменьшению доходности.

Для исключения подобных недостатков рационально строить суда вблизи будущих районов эксплуатации.

Далее, необходимо отметить наличие на судах недостатков, влияющих на эффективность и вместе с тем конструктивно неустраняемых в течение всего цикла эксплуатации, и устранимых.

К неустраняемым укрупненно можно отнести:

мертвый фрахт;

заливаемость судна из-за неудачных обводов корпуса;

дифферент на нос при полной загрузке судна, включая носовые дптанки;

повышенные вибрация и шум;

малый период качки.

К устранимым недостаткам, также значительно влияющим на показатели танкера, укрупненно можно отнести:

недостаточную прочность носовой оконечности танкера;

систематическое образование трещин в фундаментной раме главного двигателя;

сильное постоянное коррозионное разрушение сварных швов корпусов вспомогательных котлов, установленных при постройке;

разрушение крепления газовой заслонки утилизационного котла;

применение в ряде случаев коррозионнонестойких материалов;

установка на судно ненужных, а также функционирующих неправильно систем;

выход из строя основной части средств автоматизации в течение первых пяти лет эксплуатации;

необходимость работы двух дизель-генераторов вместо одного по проекту на ходовом режиме в условиях, приближающихся к тропическим.

Кратко остановимся на упомянутых неустраняемых недостатках.

Мертвый фрахт при перевозках на Петропавловск-Камчатский (основное направление) из-за недостаточной кубатуры грузовых танков составляет около 1500 т.

Из-за не удовлетворяющей условиям эксплуатации формы обводов носовой оконечности в штормовую погоду полубак и грузовая палуба до надстройки оказывается заливаемой, что зимой способствует обмерзанию, а в теплое время — коррозии.

Дифферент на нос при полной загрузке танкера, включая носовые дптанки, достигает 0,6 — 0,8 м. Естественно, это снижает скорость хода. Дифферент на нос не позволил выполнить перепланировку грузового объема в сторону увеличения за счет использования сухогрузного трюма и, соответственно, снижение мертвого фрахта при модернизации корпуса.



Последствия повышенных уровней вибрации общеизвестны. Это преждевременное разрушение конструкций судна и вред для здоровья обслуживающего персонала. Повышенный уровень вибрации привел к снижению частоты вращения главного двигателя и уменьшению скорости хода судна примерно на 2 узла. Известно, что скорость танкера в балласте больше чем в грузу примерно на 1 — 2 узла. Но при повышенной вибрации количество принимаемого балласта необходимо увеличивать, что ведет к дополнительному снижению скорости хода в балласте по отношению к нормальным условиям эксплуатации.

Малый период качки привел к ограничению использования танкеров для снабжения рыболовных экспедиций топливом. Даже при незначительном волнении пришвартованные друг к другу в открытом море суда сильно бьются бортами. При ходе в балласте для увеличения периода качки в штормовую погоду танкер вынужден был брать дополнительное количество балласта, а это приводило к дополнительному снижению скорости хода, излишней работе механизмов и повышенной загрузке обслуживающего персонала. Малый период качки увеличивает опасность выполнения судовых работ на ходу.

Повышенный шум и малый период качки в значительной степени ухудшают условия обитаемости, человек быстрее устает, работоспособность его снижается.

Рассмотрим устранимые недостатки.

О недостаточной прочности носовой оконечности танкера необходимо сказать следующее. Выполненные модернизационные работы по ее усилению не решили проблемы полностью. В течение всего периода эксплуатации танкеров к этой проблеме приходилось возвращаться.

Относительно устранимых недостатков, таких как: образование трещин в фундаментной раме главного двигателя, сильное коррозионное разрушение сварных швов корпусов вспомогательных котлов, разрушение крепления газовой заслонки утилизационного котла — необходимо отметить следующее.

На всех танкерах серии вспомогательные котлы заменены либо подлежат замене. На танкере «Каменск-Уральский» отмеченный выше недостаток привел к взрыву котла. Это в целом привело к потере 6 месяцев эксплуатационного времени. В целях безопасности на ряде танкеров рабочее давление пара приходилось периодически снижать. Ограничения по давлению пара сильно влияли на эффективность мочных и других видов работ: пара было недостаточно для их

выполнения. В эксплуатации в основном находился один котел, второй ремонтировался. Так продолжалось до замены котлов на судне.

Периодическая работа по устранению недостатков главного двигателя и котлов привела к большим дополнительным затратам, вызывала постоянное напряжение обслуживающего персонала для выполнения работ сверх функциональных обязанностей и была небезопасной.

Как отступление можно отметить, что рассмотренные выше устранимые недостатки могут быть выделены в периодически устранимые, так как через некоторый период времени в процессе работы они появляются вновь.

В качестве примера применения коррозионнонестойких материалов можно привести систему дистанционного гидравлического управления поворотными затворами грузовой системы. Вследствие коррозии и других причин на основной части судов она вышла из строя в течение первых пяти лет эксплуатации. Из-за высокой стоимости этой системы ее замена не производилась, и танкеры остались с ручным аварийным управлением затворами грузовой системы. Естественно, это существенно повысило трудоемкость эксплуатации.

Примером неиспользуемых систем являются: система дистанционного замера загазованности в чистых балластных танках и насосном отделении, система дистанционной отдачи якоря. Они не разу не использовались в эксплуатации. Первая из упомянутых систем была демонтирована по истечении 10 лет эксплуатации, вторая — постепенно разрушилась.

К числу систем, функционирующих с отклонением от принципа действия, относится «Сальвико» (Швеция). Она при сливе загрязненной нефтепродуктами воды регистрировала не содержание углеводородов, а прозрачность среды. Известен случай крупного штрафа в иностранном порту за слив балласта без содержания нефтепродуктов, но замутненного следами коррозии. К рассмотрению же в данном случае была принята лента самописца прибора «Сальвико», зарегистрировавшая условное загрязнение сливаемого балласта. Впоследствии на всех танкерах серии система контроля слива за борт загрязненной нефтепродуктами воды «Сальвико» была заменена на систему САЗРИУС типа «SERES ODME 663» (Франция).

Не отрицая роли и значения автоматики в управлении, необходимо отметить следующее. При заказе судна объем автоматизации регламентируется только Правилами Регистра, чего для объективного решения

вопроса недостаточно. Методика экономического обоснования отсутствует. Все средства автоматизации, подлежащие к установке на судно, должны предварительно анализироваться, из-за их большой начальной стоимости (10% строительной стоимости судна по классу автоматизации А2) и достаточно непродолжительного срока службы. К установке на судно следует рекомендовать средства надежные, необходимые для обеспечения эффективной эксплуатации, восстанавливаемые.

При решении вопросов автоматизации заказываемого судна нужно также руководствоваться двумя известными принципами. В странах с высоким уровнем зарплаты и развитой базой технического обслуживания судов возможно применение сложной техники с высоким уровнем автоматизации. И наоборот, в странах с низкой зарплатой и слабо-развитой базой технического обслуживания судоходство может осуществляться с технической точки зрения более простыми судами с пониженным уровнем автоматизации.

Для обеспечения судна электроэнергией на ходу одним дизель-генератором в районах, приближающихся по условиям эксплуатации к тропическим, необходимо в стадии проекта внести некоторые коррективы. В первую очередь следует увеличить номинальную мощность первичного двигателя по отношению к номинальной мощности генератора не менее чем на 30%, на компенсацию износа цилиндропоршневой группы и топливной аппаратуры. Расчет холодильников следует производить по условиям работы в тропиках. Необходимо назначать запасы по поверхности охлаждения для холодильников: воды — около 1,5; масла и воздуха — около 2,0.

Далее можно отметить связь некоторых неустраняемых и устраняемых недостатков конструкции судна. Так, наблюдается прямая зависимость между уровнем вибрации и последствиями разрушения фундамента главного двигателя, крепления и заслонки утилизационного котла. Здесь в явном виде можно сказать, что не будь сильной вибрации (причина), не было бы и разрушений от нее (следствие).

В косвенной зависимости между неустраняемыми и устраняемыми факторами следует отметить, например, интенсификацию из-за вибрации (причина) коррозионных химических процессов (следствие). Это может быть отнесено и к коррозии швов корпуса вспомогательного котла.

Борьба со следствием, часто реализуемая на практике, бывает мало эффективной. Так, например, увеличение жесткости дефектного крепления приводит к его последующему разрушению только через более продолжительный промежуток времени либо к перераспределению области вибрации.

Таким образом, существенная часть эксплуатационных расходов приходится на ликвидацию последствий неудачных технических решений, принятых при заказе, проектировании и постройке судна. Устранение ошибок, допущенных в этот период, обходится очень дорого и может достигать примерно 50 — 70% стоимости эксплуатационных расходов. Следовательно, центр тяжести создания экономичного судна должен быть смещен именно в области его заказа, проектирования и постройки. В то же время, именно эти области являются менее всего изученными и обеспеченными методически.

Изложенный выше опыт эксплуатации нельзя считать полным: он закончится только после сдачи судов на слом. Танкеры типа «Самотлор» будут еще некоторое время работать. Продолжение обобщения опыта эксплуатации танкера на заключительной стадии обогатит нас новыми данными, учет которых будет способствовать созданию более надежных, удовлетворяющих современным требованиям, экономичных судов.

Если расширить рассматриваемую задачу и проанализировать опыт работы и заказ танкеров других серий, то следует ожидать, что они «страдают» подобными типовыми недостатками. К ним, например, можно навскидку отнести повышенные вибрацию и шум, малый период качки, соответственно, последствия от вибрации и т. п.

Выполнив подобный анализ эксплуатации по другим типам танкеров, судовладелец может выявить основные закономерности о заказе, постройке и эксплуатации судна. Эти три этапа следует рассматривать вместе. Используя в практической работе полученные результаты, судовладелец может рассчитывать на постройку танкера, в котором степень влияния принятых ошибочных технических решений, заложенных в будущее судно, будет сведена к возможному минимуму, а прибыль от эксплуатации увеличится.

Естественно, такую работу необходимо специализировать по фирмам-строителям разных стран в зависимости от уровня развития в них судостроительной промышленности.

Заключительная стадия эксплуатации выявит слабый элемент конструкции данного типа танкеров, по состоянию которого будет выполнено списание танкеров серии на слом.

Для танкеров типа «Самотлор», эксплуатировавшихся в северо-западном и северо-восточном секторах Арктики, можно отметить, что основные недостатки корпуса и оборудования судов являются типовыми. Но по степени износа, повреждениям, ухудшению эксплуатационных качеств по корпусу и оборудованию для танкеров северо-западного

сектора Арктики они носят менее выраженный характер. Так, за весь эксплуатационный период по танкеру «Ленинск-Кузнецкий» не было ни одного ремонта корпуса, первая трещина в фундаментной раме главного двигателя, около рамового подшипника № 7, появилась спустя 18 лет, вспомогательный котел был заменен после 10 лет эксплуатации, основной причиной выхода из действия утилизационных котлов были поломки питательных насосов.

Такие результаты эксплуатации одного и того же типа танкеров для разных водных бассейнов объясняются следующим. Ледовая обстановка северо-западного сектора Арктики благоприятнее, чем северо-восточного, за счет сильного влияния теплого течения Гольфстрим. Северо-восточный сектор Арктики и район Охотского моря считаются самыми тяжелыми по ледовым условиям плавания для России. На результаты эксплуатации танкеров северо-западного направления сказалось также то, что они с начала 1990-х годов уже не использовались для плавания в Арктике.

Из разных результатов эксплуатации следует также вывод, что необходимо придерживаться дифференциации требований к конструкции даже однотипных судов для условий эксплуатации в разных водных бассейнах.

Известно, что при эксплуатации транспортного средства достижения эффективность обеспечивается качеством проекта на 70%, реализацией постройки объекта на 20% и непосредственной эксплуатацией на 10%. Причем, последняя составляющая может снижаться до 1 — 5%, перераспределяя соответственно процентное соотношение между составляющими проект и постройка объекта.

В настоящее время при создании новых судов комплексной оценке эффективности эксплуатации (суммарное влияние на эффективность составляющих от качества проекта, постройки и эксплуатации) уделяется недостаточное внимание. Эти вопросы продолжают оставаться малоизученными. Однако их решение позволит существенно повысить эффективность эксплуатации.

Проблемы создания судна в совокупности с результатами последующей эксплуатации должны выделяться в самостоятельное научное направление.

Выводы по монографии нельзя считать окончательными и полными.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабанова М. Н. Суда стандартных проектов — их настоящее и будущее. // Судостроение, 1994, № 2 — 3, с. 11 — 15.
2. Белкин С. И. Сокрушающие лед. — Знание. — М., 1983, 192 с.
3. Букреев Э. И., Горяинов И. П. Как предотвратить накопление ила в танках изолированного балласта танкеров. // Судостроение, 1991, № 5, с. 14 — 15.
4. Вайнио К., Кейхлнен М. «Раума-Репола» смотрит в будущее. — Человек, море, техника. — Л.: Судостроение, 1989, с. 225 — 235.
5. Векслер В. М. Некоторые вопросы проектирования танкеров. — Л.: Судостроение, 1967, 260 с.
6. Волков А., Гликин Б. Какая автоматизация нужна флоту? // Морской флот. — 1987, № 7, с. 48 — 49.
7. Герасименко Н. Замечания по паромам. // Морской флот, 1988, № 7, с. 30.
8. Гликин Б., Волков А. Почему автоматизация не привела к изменению технической эксплуатации флота. // Морской флот, 1991, № 2, с. 34 — 35.
9. Груздев А. В. Перспективы развития мирового торгового флота на период до 2000 г. // Судостроение, 1994, № 1, с. 3 — 6.
10. Дмитриенко С. Г. О конкурсном проектировании. // Судостроение, 1989, № 12, с. 9.
11. Жученко М. А., Таранчук Н. В. Технические средства автоматизации СЭУ. — М.: Транспорт, 1990. — 320 с.
12. Захаров Б. Н. Сокращение сроков и повышение качества проектирования — назревшая проблема. // Судостроение, 1989, № 12, с. 3 — 6.
13. Захаров Б. Н. О некоторых аспектах проектирования морских торговых судов в новых экономических условиях. // Судостроение, 1992, № 5, с. 3 — 6.
14. Захаров Б. Н. Как заказать судно в условиях рынка? // Морской флот, 1993, № 11 — 12, с. 22 — 27.
15. Захаров Б. Н., Шмелев А. В. Наблюдение за постройкой, испытания и приемка судов: Справочник. — Л.: Судостроение, 1991. — 512 с.
16. Кулеш В. А., Воронцов И. А., Попова Н. Ю., Мостовой В. В. Опыт эксплуатации и анализ надежности корпусов арктических танкеров типа «Самотлор». // Судостроение, 1998, № 4, с. 51-54.

17. Логачев С. И. Проблемные вопросы развития судостроения в условиях рынка. // Судостроение, 1993, № 5-6, с.3 — 6.
18. Логачев С. И. Морские танкеры. — Л.: Судостроение, 1970, 360 с.
19. Отклики на статью Б. Н. Захарова. // Судостроение, 1989, № 12, с. 6 — 7.
20. Павлюченко Ю. Н. Учет обледенения при проектировании судна. // Судостроение, 1992, № 5, с. 9 — 11.
21. Правила классификации и постройки морских судов. — Л., Российский морской регистр судоходства, 1995.
22. Пресс-центр АО «ДВМП». Возрождение российского флота: вопрос остается открытым. — Владивосток, 5 октября 1994.
23. Родионов Н. Н. Современные танкеры. — Л.: Судостроение, 1980, 284 с.
24. Сулимов З. Заводской конструктор и качество судов. // Судостроение, 1993, № 2, с. 38 — 39
25. Титов И. А., Зазнобин В. М. Зачем нужны опытовые бассейны? — Человек, море, техника. — Л.: Судостроение, 1989, с. 225 — 235.
26. Федулов В. Дорогая экономия. // Водный транспорт, 1990, № 20 (9577).
27. Фисак Б. П. Еще раз о качестве проектов судов. // Судостроение, 1991, № 2, с. 3 — 5.
28. Холоша В. И. Проектирование и эксплуатация сухогрузных судов. — Л., Судостроение, 1984, 216 с.
29. Яхтин В. Проект устарел, но. // Морской флот, 1988, № 2, с. 45.



## ***ПОДВОЛОЦКИЙ НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ***

*Доктор технических наук, профессор*

Родился 10 марта 1937 года. В 1963 году окончил судомеханический факультет Дальневосточного высшего инженерного морского училища им. адм. Г.И. Невельского. Работал на судах Дальневосточного и Приморского морских пароходств.

В 1968 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1982 году — докторскую. В 1985 году присвоено ученое звание профессор. Преподавал в ДВВИМУ, ДВГМА им. адм. Г.И. Невельского, в настоящее время — профессор ГМА им. адм. С.О. Макарова.

Автор около 90 печатных работ, авторских свидетельств на изобретения, руководитель более 20 научно-исследовательских работ для ЦНИИМФ, ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, ЦКБ «Балтсудопроект», ЦКБ «Изумруд» и др. Подготовил семь кандидатов наук.

Почетный работник морского флота.



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА  
**Николай Михайлович Подволоцкий**  
**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНКЕРОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ**

Ответственный за выпуск *Е. Б. Мюллер*

Главный редактор *М. Ф. Ковзова*

Компьютерная верстка *И. И. Лазарев*

Лицензия ИД 04771 от 18.05.01

Подписано в печать 30.04.04. Формат 60 × 84/16. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 15,8. Уч.-изд. л. 14,2. Заказ 2192.

Российский морской регистр судоходства  
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8