

Отменено в связи  
с потерей актуальности

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

---

# СБОРНИК НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Книга двадцать первая



Санкт-Петербург  
2011

В настоящем Сборнике нормативно-методических материалов публикуются:

проект новой редакции раздела 7 «Средства активного управления судами» части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов;

Рекомендации № 109 МАКО: «Критерии принятия допустимых пределов заполнения грузовых танков более чем на 98 %» (на русском и английском языках).

## СОДЕРЖАНИЕ

**ПРОЕКТ НОВОЙ РЕДАКЦИИ РАЗДЕЛА 7 «СРЕДСТВА АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ» ЧАСТИ VII «МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ» ПРАВИЛ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ..... 4**

<b>7 Средства активного управления судами.....</b>	<b>5</b>
7.1 Общие положения.....	5
7.2 Требования к конструкции.....	9
7.3 Средства аварийно-предупредительной сигнализации .....	13
7.4 Испытания.....	15
7.5 Дополнительные требования к отдельным типам САУС .....	16

**КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ЗАПОЛНЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ТАНКОВ БОЛЕЕ ЧЕМ НА 98 % ..... 22**

**ACCEPTANCE CRITERIA FOR CARGO TANK FILLING LIMITS HIGHER THAN 98 % ..... 25**

## **ПРОЕКТ НОВОЙ РЕДАКЦИИ РАЗДЕЛА 7 «СРЕДСТВА АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ» ЧАСТИ VII «МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ» ПРАВИЛ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ**

---

**Отменено в связи  
с потерей актуальности**

Настоящий проект новой редакции раздела 7 «Средства активного управления судами» части VII «Механические установки» Правил классификации и постройки морских судов<sup>1</sup> является результатом работ по договору НИР № РС-23/2009. В проекте учтены замечания и предложения, изложенные в отзывах ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, представительств Российского морского регистра судоходства<sup>2</sup> в Германии и Финляндии, Балтийского и Новороссийского филиалов Регистра.

В проекте представлены единые требования ко всем средствам активного управления судами (САУС) и конкретизированы требования к различным типам САУС. Выполнение данных требований должно обеспечить рациональный выбор этих перспективных устройств, их высокую эффективность и целесообразное использование в целях повышения эксплуатационной надежности и, в конечном счете, безопасности плавания судов.

Технико-эксплуатационные требования, содержащиеся в проекте, применимы в следующих случаях:

при выборе типа САУС, при проектировании, изготовлении и эксплуатации САУС;

при формировании программы испытаний и оценке технического уровня, экономической эффективности и качества САУС и методов управления ими;

при формировании заданий на проектирование новых САУС, обладающих повышенной надежностью и эксплуатационными качествами;

при разработке и согласовании нормативно-технических документов, определяющих качество САУС, и разработке технических заданий на создание новых образцов САУС, а также при формулировании правил эксплуатации и инструкций по контролю технического состояния.

---

<sup>1</sup> В дальнейшем – Правила.

<sup>2</sup> В дальнейшем – Регистр.

Целью настоящей публикации является апробирование новых требований Регистра к САУС, которые будут дорабатываться с учетом предложений и отзывов заинтересованных организаций и использования результатов последующих НИР.

## **7 СРЕДСТВА АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ**

### **7.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**7.1.1** Требования настоящего раздела применяются к средствам активного управления судами (САУС), как они определены в 1.2.8 части III «Устройства, оборудование и снабжение», и распространяются на САУС мощностью 220 кВт и более, которые одновременно являются единственными (или в сочетании друг с другом) средствами управления судном или частью систем динамического позиционирования.

К САУС относятся:

**.1** главные движительно-рулевые устройства (главные ДРУ), обеспечивающие движение судна со всеми скоростями, включая полную. Главные ДРУ включают в себя:

**.1.1** главные винторулевые колонки (главные ВРК);

**.1.2** водометные движители;

**.1.3** крыльчатые движители;

**.2** вспомогательные ДРУ, обеспечивающие движение судна только с малыми скоростями и/или маневрирование судна на месте. Вспомогательные ДРУ включают в себя:

**.2.1** вспомогательные ВРК, обеспечивающие движение только с малыми скоростями и/или маневрирование судна на месте, включая откидные и выдвижные колонки;

**.2.2** подруливающие устройства;

**.2.3** активные рули.

Применение этих требований к САУС мощностью менее 220 кВт является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

**7.1.2** Выбор типа и конструкции главных САУС при проектировании судна должен производиться с учетом назначения и района плавания судна и особенностей его эксплуатации.

По продолжительности непрерывной работы САУС могут быть длительного действия (для продолжительной работы, например, главных ВРК) и периодического действия (для периодического использования на

полной мощности не более 1 ч с последующим использованием на пониженной мощности в течение ограниченного времени, не превышающего 8 ч за 20 ч). Обычно САУС периодического действия в среднем работают не более 1000 ч в год.

**7.1.3** Если САУС предназначается для использования в качестве главного ДРУ, должно быть установлено, как правило, не менее двух САУС. Возможность установки одного САУС является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

При этом должны быть предусмотрены посты управления, оборудованные необходимыми приборами и средствами связи, как указано в 2.5, 3.1 – 3.3, а возможность останова каждого САУС должна обеспечиваться с любого поста управления.

**7.1.4** Первичные двигатели для главных ДРУ должны отвечать требованиям частей IX «Механизмы» и XI «Электрическое оборудование».

**7.1.5** Для всех механических, электрических и гидравлических компонентов системы САУС должен быть обеспечен принцип локализации (исключения влияния на функционирование) единичной неисправности (см. также 17.13.10.2 части XI «Электрическое оборудование»). Безопасное функционирование судна должно быть обеспечено вне зависимости от углового положения руля и скорости судна, в любой момент времени, когда произошла неисправность. Проектант должен представить на согласование «Анализ влияния видов неисправностей (FMEA)».

**7.1.6** Общие требования к установке САУС, их материалам и сварке приведены в 1.3, 2.4, 4.4. Общие требования к сварным конструкциям САУС приведены в части XIV «Сварка».

Главные САУС должны также отвечать применимым требованиям соответствующих разделов Правил, относящихся к рулевым устройствам.

При отсутствии в Правилах требований к отдельным элементам САУС возможность их применения является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

**7.1.6.1** Механизмы и оборудование, входящие в состав САУС, должны устанавливаться и закрепляться на прочных и жестких фундаментах. Конструкция фундаментов должна отвечать требованиям к фундаментам механических установок, включая требования к сварке (см. также 4.4.1).

**7.1.7** Для главных САУС в составе пропульсивных установок и систем динамического позиционирования размеры и материалы валов, муфт, соединительных болтов, движителей, зубчатых передач, а также их электрооборудование должны отвечать требованиям соответствующих частей и разделов Правил.

**7.1.7.1** Любой существенный элемент САУС, который не дублируется, должен подвергаться тщательному контролю для проверки удовлетворения требованиям Правил.

**7.1.7.2** Валы, втулки подшипников, дейдвудных устройств и кронштейнов, соединительные полумуфты главных ВРК должны изготавливаться из ковanej стали. Для облицовки гребных валов следует использовать медные сплавы, а по согласованию с Регистром могут быть применены коррозионно-стойкие стали. Все эти материалы должны отвечать требованиям действующих стандартов. Материалы для изготовления шестерен, зубчатых колес, валов, цельнолитых винтов, ступиц и лопастей должны быть освидетельствованы Регистром при изготовлении. Промежуточные, упорные и гребные валы изготавливаются из стали с временным сопротивлением 400 – 800 МПа.

**7.1.7.3** Механические свойства и химический состав материалов, применяемых для гребных винтов главных ВРК, должны отвечать требованиям 3.12 и 4.2 части XIII «Материалы». При этом сталь мартенситного класса допускается для изготовления гребных винтов всех судов, сталь аустенитного класса – для изготовления гребных винтов судов без ледовых усилений. В соответствии с 2.4.3 возможность применения углеродистой стали для изготовления гребных винтов подлежит специальному рассмотрению Регистром с учетом требований части XIII «Материалы».

**7.1.7.4** Полуфабрикаты из меди и сплавов на основе меди должны изготавливаться признанными Регистром предприятиями. В соответствии с 2.4.3 сплавы типов CU3 и CU4 допускаются для гребных винтов главных ВРК всех судов, кроме ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий **Arc7 – Arc9**; медные сплавы типов CU1 и CU2 – только для гребных винтов судов без ледовых усилений и с ледовыми усилениями категорий **Ice1** и **Ice3**.

**7.1.7.5** Сварка конструкций САУС должна выполняться допущенными Регистром сварочными материалами, способами сварки, сварщиками (операторами) и признанными Регистром сварочными производствами (цехами, участками). Применение каждого способа сварки на конкретном предприятии должно быть подтверждено результатами испытаний по согласованной с Регистром программе. Подготовка кромок под сварку должна производиться способами, обеспечивающими удовлетворение требований Правил к сварочным работам.

**7.1.7.6** Сварка и резка под водой, а также сварочные работы на конструкциях САУС, с обратной стороны которых находится вода, являются в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

**7.1.8** Расчеты зубчатых передач САУС должны выполняться по методике, изложенной в 4.2 части IX «Механизмы», с учетом особенностей условий их работы, в том числе определяемых 2.3.1 настоящей части. Положения этой методики распространяются на прямые и конические передачи (с внешним и внутренним зацеплением) с прямым, косым и шевронным расположением зубьев. В методике нормируются допускаемые напряжения изгиба, предел выносливости зубьев, причем коэффициент долговечности принимается равным 1,0. Этим требованиям должны отвечать зубчатые передачи, используемые в крыльчатых двигателях. При необходимости могут использоваться иные методики, признанные Регистром, однако коэффициенты запаса зубчатых передач в этих методиках не должны превышать указанных в 4.2 части IX «Механизмы». Значения этих коэффициентов для передач САУС систем динамического позиционирования должны приниматься как для главных САУС.

**7.1.8.1** Прочность зубьев и других элементов шестерен и колес должна быть подтверждена расчетом. Проверочные расчеты зубьев колес по основным критериям работоспособности (на контактную выносливость поверхностного слоя и выносливость при изгибе) должны базироваться на требованиях для главных механизмов. Техническая документация по зубчатым передачам должна содержать информацию по виду передачи двигателя и муфты, данные о геометрии, обработке зубьев. Нагрузки на зубья при номинальной нагрузке определяются теми же методами, что и у редукторов главных САУС, причем рассчитываются по тем же расчетным методикам с учетом концентрации напряжений (см. также 4.2.2.4).

**7.1.8.2** Гребные винты главных и вспомогательных САУС и подруливающих устройств, включая рабочие колеса водометных двигателей, должны отвечать применимым требованиям разд. 6.

**7.1.9** Минимальный ресурс подшипников качения и уплотнений должен составлять 40000 ч для главных САУС и не менее 10000 ч для систем динамического позиционирования. Для вспомогательных САУС ресурс может быть уменьшен до 5000 ч.

**7.1.10** Помещения, в которых находятся механизмы САУС, должны быть оборудованы соответствующими средствами вентиляции, пожаротушения, осушения, обогрева и освещения.

**7.1.10.1** При наличии вентиляции помещений, в которых находятся элементы САУС, последняя должна отвечать требованиям 12.5 части VIII «Системы и трубопроводы», обеспечивать достаточный приток воздуха во всех условиях эксплуатации, включая тропические и штормовые условия, и предотвращать возможность скопления паров нефтепродуктов.



**7.1.10.2** Туннели валопроводов должны отвечать требованиям 12.5.2 части VIII «Системы и трубопроводы» и иметь вытяжную вентиляцию. Туннели в междудонном пространстве должны быть оборудованы искусственной вытяжной вентиляцией.

**7.1.10.3** Средства пожаротушения помещений, расположенных внутри корпуса, должны быть на уровне других помещений, в которых размещены механизмы, и отвечать требованиям части VI «Противопожарная защита» и 5.1 части VIII «Системы и трубопроводы».

**7.1.10.4** Должен быть обеспечен удобный доступ к основным частям САУС для обслуживания и осмотра в объеме, предусмотренном руководством по обслуживанию и эксплуатации, без риска для обслуживающего персонала и возможности повреждения оборудования. Все движущиеся части должны быть надежно защищены прочными кожухами.

**7.1.10.5** Если в рабочем состоянии пространство, где расположено оборудование САУС, недоступно и имеет неблагоприятные окружающие условия (высокую температуру, влажность и т. п.), должно быть предусмотрено применение особо надежных материалов и комплектующих, соответствующее число датчиков контроля, а также специальных средств защиты оборудования от затопления и повреждений.

**7.1.10.6** Нагретые поверхности механизмов и оборудования должны быть изолированы в соответствии с 4.6.

## **7.2 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ**

**7.2.1** Конструкция главной ВРК как подводного сооружения должна иметь достаточную жесткость во избежание опасных деформаций, которые могут вызвать при воздействии нагрузок повреждение внутренних валопроводов, уплотнений, подшипников и зубчатых зацеплений.

**7.2.2** Движительно-рулевые поворотные колонки и активные рули, а также реверсивно-рулевые устройства (РРУ) водометных движителей должны иметь устройства, обеспечивающие фиксацию их положения при повороте на любой угол в пределах, предусмотренных спецификацией.

**7.2.3** Главные САУС должны иметь аварийный механизм поворота, отвечающий требованиям разд. 2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» и 6.2 части IX «Механизмы» и обеспечивающий возможность возврата в нейтральное положение с любого допустимого угла перекладки при максимальной проектной скорости судна.

**7.2.4** Положение угла поворота и направление упора каждого движителя САУС (см. также 17.13.10.3 части XI «Электрическое оборудова-

ние») должно указываться механическим индикатором на шкале в месте установки привода (в румпельном отделении).

**7.2.5** ДРУ, осуществляющее реверс поворотом ВРК, должно обеспечивать приемлемое время реверсирования в зависимости от назначения судна. При этом время поворота колонки на  $180^\circ$  не должно быть более 20 с для ВРК с винтом диаметром до 2 м включительно и более 30 с – для ВРК с винтом диаметром свыше 2 м.

**7.2.6** Для каждого главного поворотного ДРУ должно быть предусмотрено, как минимум, два независимых электрических привода для разворота. Один из этих приводов должен получать питание от ГРЩ, а другой – от АРЩ.

**7.2.7** Электрические приводы механизмов поворота САУС должны иметь защиту от перегрузки и короткого замыкания в соответствии с 17.13.10.5 части XI «Электрическое оборудование». Такие приводы должны быть способны обеспечить 160 % номинального момента, необходимого для обеспечения номинальной скорости разворота в соответствии с 7.2.3 настоящей части.

Данные требования распространяются также на приводы иной конструкции, например гидравлические.

**7.2.8** Угол упора САУС должен ограничиваться в зависимости от ступеней задаваемой скорости судна для того, чтобы не подвергать судно опасности (из-за чрезмерного упора во время поворота).

Система таких ограничений (блокировок) должна быть обеспечена необходимым резервированием и должна действовать независимо от системы управления углом разворота САУС и упора движителя.

На полном ходу в нормальных условиях эксплуатации угловое изменение упора САУС должно ограничиваться  $\pm 35^\circ$ . При меньшей скорости судна или при аварийной остановке это ограничение может быть снято системой управления.

Достижение или превышение допустимых ограничений угла упора движителя должно вызывать срабатывание АПС. После срабатывания ограничения должно быть возможным возвращение привода к допустимым углам разворота без обязательного использования ручного возврата.

**7.2.9** Оборудование, обеспечивающее функционирование и индикацию привода механизма изменения направления упора движителя, должно обеспечивать четкую и понятную индикацию положения задаваемого направления упора движителя и/или направления движения судна.

Для оператора должно быть ясно различимо, какое из двух заданий было выбрано: направление движения судна, либо направление упора движителя.

**7.2.10** Внутренняя часть САУС должна быть надежно защищена от попадания забортной воды уплотнениями одобренного Регистром типа. Для главных САУС и САУС систем динамического позиционирования это уплотнение должно состоять не менее чем из двух отдельных близких по эффективности уплотнительных элементов. Уплотнения должны иметь конструкцию, позволяющую противостоять экстремальным условиям работы, определяемым уровнем давления, температуры, вибрации и перемещения вала.

**7.2.11** Если конструкция главных САУС не обеспечивает предотвращения свободного вращения движителя и валопровода в случае выхода из строя приводного механизма, должно быть предусмотрено тормозное устройство в соответствии с 5.8.

Применение тормозных устройств для САУС систем динамического позиционирования и вспомогательных САУС является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

Механизм поворота САУС должен отвечать требованиям, предъявляемым к рулевым машинам, в соответствии с 5.5 части XI «Электрическое оборудование».

**7.2.12** Прочность деталей механизма поворота главных САУС, деталей корпуса и крепления составных частей, валов, зубчатых передач, деталей ВРШ должна быть рассчитана таким образом, чтобы они могли выдержать без повреждения нагрузку, вызывающую поломку лопасти гребного винта.

**7.2.13** Главные САУС ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий **Arc4 – Arc9** должны иметь устройство, предотвращающее перегрузки механизма поворота.

**7.2.14** Прочность деталей механизма поворота главных САУС, элементов крепления к корпусу должна быть рассчитана таким образом, чтобы выдерживать без повреждения гидродинамические и ледовые нагрузки, воздействующие на гребной винт, насадку и корпус САУС. Методика определения расчетных нагрузок должна быть согласована с Регистром. Допускается определение гидродинамических и ледовых нагрузок на элементы САУС по результатам гидродинамических испытаний и испытаний самоходных моделей в ледовом опытовом бассейне по методикам, согласованным с Регистром.

**7.2.15** Все САУС, необходимые для обеспечения движения и управления судном, а также его безопасности, должны быть независимыми или устроены таким образом, чтобы отказ одной системы не ухудшал работу другой.

**7.2.16** В главных ВРК с одной гондолой в системах смазочного масла, вентиляции и осушения должны быть предусмотрены готовые к немед-

ленному использованию резервные устройства той же производительности, что и главные.

**7.2.17** Система смазочного масла должна быть спроектирована так, чтобы обеспечить все подшипники, зубчатые зацепления и другие части САУС, требующие смазки, необходимым количеством масла, требуемого как для смазки, так и для охлаждения. Система должна быть работоспособна при всех условиях эксплуатации, для которых спроектировано САУС.

**7.2.18** Система принудительной смазки должна отвечать применимым требованиям разд. 14 части VIII «Системы и трубопроводы» и включать в себя:

**.1** фильтр с необходимой степенью очистки для зубчатых зацеплений, гидравлических систем и подшипников; охладитель масла, если это необходимо по условиям эксплуатации; для главных САУС и систем динамического позиционирования судов должна быть предусмотрена возможность замены или очистки фильтров без перерыва подачи масла для каждой пропульсивной установки;

**.2** для пропульсивной установки с одним САУС – резервный насос, готовый к немедленному использованию; для судов с двумя и более одинаковыми САУС более предпочтительной является установка насоса на каждый агрегат;

**.3** должно быть предусмотрено устройство отбора проб масла для анализа содержания в нем воды и механических примесей.

**7.2.19** Общие требования к электропитанию САУС в целом определяются частью XI «Электрическое оборудование».

**7.2.19.1** Каждое из САУС должно получать электрическое питание по отдельному кабелю, подключенному непосредственно к ГРЩ. Если на судне установлено три или более САУС, должно быть предусмотрено не менее двух кабелей. Отдельный кабель должен быть подведен к аварийному распределительному щиту.

**7.2.19.2** Если питание на главный и аварийный распределительные щиты нормально подается более чем от одного генератора, при выходе одного из них из строя должно быть обеспечено питание САУС от действующего генератора.

**7.2.19.3** Если используется только один основной генератор, то в случае выхода его из строя должен быть предусмотрен автоматический запуск резервного генератора достаточной мощности.

**7.2.19.4** Защита от короткого замыкания предусматривается на каждом кабеле и двигателе. Сигнализация о перегрузке должна быть установлена на посту, с которого осуществляется управление судном, и быть хорошо видима.

**7.2.19.5** Если электропитание осуществляется по трехфазной схеме, должна быть обеспечена сигнализация о выходе из строя каждой из фаз.

**7.2.20** В целом главные и вспомогательные механизмы, необходимые для обеспечения движения и безопасности судна, должны быть оборудованы в соответствии с 2.5, 3.1 – 3.3, 7.3 эффективными средствами, обеспечивающими управление их работой.

**7.2.20.1** Система управления САУС включает оборудование, с помощью которого команды с ходового мостика, центрального поста управления судовой энергетической установкой и местных постов управления передаются к силовым агрегатам рулевого устройства и других элементов САУС; при этом должна обеспечиваться возможность остановки любого САУС с каждого поста управления.

**7.2.20.2** Конструкция устройств управления должна исключать возможность самопроизвольного изменения заданного положения САУС. Система управления должна включать в себя задающие устройства, приемные устройства, гидравлические и электрические исполнительные элементы системы.

**7.2.20.3** Должен быть обеспечен запуск и управление всеми САУС с ходового мостика. В помещениях, в которых установлены САУС, должны быть предусмотрены местные посты управления.

### **7.3 СРЕДСТВА АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

**7.3.1** САУС, как минимум, должны быть оборудованы средствами аварийно-предупредительной сигнализации по следующим параметрам:

- .1** перегрузка и аварийная остановка приводного двигателя;
- .2** потеря питания в системе дистанционного управления и сигнализации;
- .3** низкий уровень смазочного масла в цистерне (если имеется);
- .4** высокая температура смазочного масла в системах САУС;
- .5** низкий уровень смазочного масла в системе разворота колонок и активных рулей, управления РРУ водометных движителей, поворота лопастей ВРШ и изменения эксцентриситета крыльчатого движителя;
- .6** низкое давление смазочного масла в системе смазки под давлением;
- .7** низкий уровень смазочного масла в цистерне подпора уплотняющих устройств;
- .8** высокий перепад давления в фильтрах системы смазочного масла и/или гидравлической системы;
- .9** высокая температура в системе охлаждения электродвигателя;
- .10** высокий уровень воды в льялах корпуса и помещений САУС.

**7.3.2** На ходовом мостике должны быть предусмотрены приборы, обеспечивающие индивидуальную индикацию по следующим параметрам:

**.1** перегрузка приводного двигателя САУС и двигателя привода механизма поворота ВРК (если отсутствует автоматическая защита);

**.2** частота вращения гребного винта, крыльчатого движителя или нососа водометного движителя (в зависимости от типа САУС);

**.3** угол поворота винторулевой колонки или активного руля;

**.4** эксцентриситет крыльчатого движителя;

**.5** угол разворота лопастей или шаг ВРШ;

**.6** угол поворота РРУ водометного движителя;

**.7** направление упора ВФШ;

**.8** наличие питания в системе сигнализации.

**7.3.3** Датчики системы сигнализации и мониторинга должны быть дублированы так, чтобы единичный отказ датчика не препятствовал функционированию системы в целом; датчики, заменяемые только при доковании судна, должны выполняться дублированными, т. е. с двумя чувствительными элементами в одном корпусе.

**7.3.4** Уровни масла в подшипниках, а также в циркуляционной системе смазочного масла должны контролироваться датчиками как на стоянке, так и при работе. При утечке масла должна срабатывать АПС. Такие системы должны дополнительно оснащаться средствами контроля потока смазочного масла. АПС по снижению потока смазочного масла должна быть независимой от системы управления главным электродвигателем.

**7.3.5** Температура подшипников гребного вала в соответствии с 17.13.3.2 части XI «Электрическое оборудование» должна контролироваться системой АПС и защиты, действующей в два этапа: этап 1-й – сигнал АПС, этап 2-й – остановка двигателя. Система защиты должна быть независимой от системы индикации температуры подшипников и АПС.

**7.3.6** Уровень воды в колодцах льял, гондол и помещений, связанных с ними, должен контролироваться датчиками уровня (см. также 17.13.4.1 части XI «Электрическое оборудование»). В дополнение к датчикам верхнего уровня воды в колодцах, работающим на АПС, должны быть предусмотрены исключаяющие ложные срабатывания независимые датчики систем защиты для контроля верхнего аварийного уровня, которые автоматически останавливают погружной поворотный гребной электрический двигатель (ППГЭД) в гондоле.

**7.3.7** Отключение защищаемого и/или поврежденного (неисправного) оборудования должно быть выполнено с соответствующей выдержкой времени и подачей аварийно-предупредительного сигнала.

**7.3.8** Должна быть предусмотрена эффективная система пожарообнаружения, предусматривающая необходимое число и типы датчиков. Общие требования к таким системам изложены в 7.5 части XI «Электрическое оборудование».

**7.3.9** Конструкция системы дистанционного управления с главного ходового мостика должна предусматривать подачу аварийно-предупредительного сигнала в случае выхода ее из строя.

**7.3.10** Для вспомогательных САУС число параметров аварийно-предупредительной сигнализации и приборов индикации может быть изменено по согласованию с Регистром.

**7.3.11** Поставщиком САУС должны быть представлены Регистру для одобрения следующие документы:

- .1** спецификация устройства, содержащая его основные характеристики, включая мощности и частоту вращения, а также развиваемые усилия;
- .2** чертежи общей компоновки устройства;
- .3** чертежи важнейших узлов, включая гребные винты и импеллеры;
- .4** расчеты прочности и вибрации;
- .5** спецификация примененных материалов и подшипников;
- .6** схема системы трубопроводов;
- .7** порядок периодических осмотров и обслуживания;
- .8** другие материалы по требованию Регистра.

## **7.4 ИСПЫТАНИЯ**

**7.4.1** Внутренняя часть корпуса САУС после сборки должна быть испытана пробным гидравлическим давлением, превышающим давление на максимальной глубине в 1,5 раза. Для водометных движителей учитывается давление, создаваемое насосом при реверсе.

**7.4.2** Уплотнения после монтажа должны быть испытаны на плотность давлением, равным высоте столба жидкости в напорных цистернах при рабочем уровне.

**7.4.3** Дополнительно может быть потребована проверка сварных швов деталей рулевой колонки, канала водометного движителя и подруливающего устройства и других конструкций методом неразрушающего контроля в объеме требований части XIV «Сварка».

**7.4.4** Проверяется балансировка и отсутствие опасных вибраций и шумов вращающихся элементов САУС: валов, гребных винтов, рабочих колес водометных движителей и др.

**7.4.5** Проверяется в действии система управления и сигнализации о положении устройств и возможных неисправностях.

**7.4.6** В процессе ходовых испытаний судна определяются характеристики устройств при использовании по прямому назначению. При этом для главных САУС контролируется скорость, достигнутая судном, и мощность на гребном валу. Проверяются скорость перекадки устройства разворота главных ВРК или изменения углового направления упора главных САУС других типов для осуществления маневров и загрузка механизмов, обеспечивающих перекадку. Контролируется уровень вибрации, обусловленный работой САУС. Конкретная программа испытаний согласовывается с Регистром.

**7.4.7** По завершении ходовых испытаний в обоснованных случаях осуществляется осмотр погруженных частей САУС в доке или другим способом по согласованию с Регистром.

## **7.5 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ТИПАМ САУС**

### **7.5.1 Главные ВРК с передачей мощности ППГЭД в гондоле.**

**7.5.1.1** Гребные электрические двигатели главных ВРК должны отвечать требованиям 17.13 части XI «Электрическое оборудование».

**7.5.1.2** При отсутствии во время работы главных ВРК доступа в пространство, где расположен гребной электрический двигатель, в условиях повышенной влажности, высокой температуры и т. п. должны применяться, в соответствии с 17.13.1.1 части XI «Электрическое оборудование», особо надежные материалы и комплектующие, соответствующие датчики контроля и специальные средства защиты компонентов от затопления и повреждений. Все элементы управления, датчики, комплектующие элементы, токосъемные кольца, кабельные соединения и вспомогательные приводы должны без повреждений выдерживать вибрационные нагрузки с ускорением, по крайней мере, 4 g в диапазоне частот 3 – 100 Гц.

**7.5.1.3** Гондола гребного электродвигателя должна быть оборудована системой осушения. На судах с единственным гондольным САУС должно быть предусмотрено резервирование этой системы. Должно быть предусмотрено два независимых средства контроля уровня жидкости с тем, чтобы протечки были обнаружены при любом значении крена и дифферента. Осушительный насос должен включаться автоматически в случае достижения предельно высокого уровня жидкости. Трубопроводы, отводящие жидкость из гондолы, должны быть расположены так, чтобы возможные протечки из соединений не попали на электрооборудование.

**7.5.1.4** Двигатели мощностью более 1 МВт и все двигатели с постоянным возбуждением должны, в соответствии с 17.13.7.1 части XI «Элек-



трическое оборудование», иметь защиту от внутренних повреждений, которая также защищает линию главного тока между полупроводниковым преобразователем и двигателем.

**7.5.1.5** Должна быть предусмотрена система вентиляции, обеспечивающая подачу воздуха, не содержащего опасных примесей, для охлаждения двигателя до надлежащей температуры и влажности. Влажность воздуха в электродвигателях с замкнутой системой воздушного охлаждения должна контролироваться в соответствии с 17.13.7.2 части XI «Электрическое оборудование». При превышении допустимого уровня влажности должна срабатывать система АПС.

**7.5.1.6** Требования к защите гребных электрических двигателей, токосъемным кольцам, цепям главного тока питания электродвигателей определяются в соответствии с 17.13 части XI «Электрическое оборудование».

**7.5.1.7** Требования к местному посту управления для главных ВРК с ППГЭД.

**7.5.1.7.1** Местный пост управления для главных ВРК с ППГЭД должен быть оборудован:

**.1** амперметрами для каждой системы питания каждого компонента нагрузки;

**.2** индикаторами азимутальных углов (углов разворота) для каждого привода;

**.3** индикаторами готовности системы питания для каждого привода;

**.4** индикаторами нарушения (неготовности) системы питания для каждого привода.

**7.5.1.7.2** Вышеуказанный пост управления должен предусматривать следующее:

**.1** ограничение мощности (от преобразователя);

**.2** управление из ЦПУ;

**.3** управление с ходового мостика;

**.4** управление с местного поста управления;

**.5** индикацию «в работе» для соответствующего привода гребного винта.

**7.5.2 Главные ВРК с механической передачей мощности на винт.**

**7.5.2.1** Расчеты зубчатых передач главных ВРК должны выполняться по методике, изложенной в 4.2 части IX «Механизмы», с учетом требований 7.1.8 настоящей части.

**7.5.2.2** Шестерни главных зубчатых передач следует изготавливать из легированной стали с временным сопротивлением 620 МПа и более. Твердость материалов зубьев шестерни должна превышать твердость материалов зубьев колес не менее чем на 15 %.

**7.5.2.3** Сборка шестеренных приводов в месте контактов в зацеплении должна выполняться в соответствии с одобренными процедурами в присутствии инспектора РС. Инспектор должен проверить возможность доступа через смотровые лючки.

**7.5.2.4** Для согласования должны быть представлены спецификации и сертификаты на материалы, (включая химический состав, термообработку и механические свойства) следующих элементов главных ВРК:

.1 редукторов, муфт сцепления, вала редуктора и основных компонентов трансмиссионной передачи;

.2 гребного винта и болта фиксации лопасти ВРШ;

.3 трубопроводов системы гидравлики ВРШ и поворотного рулевого устройства;

.4 корпуса главных ВРК;

.5 редукторов и вала редуктора поворотного рулевого устройства;

.6 опорной плиты для поддержания главных ВРК.

**7.5.2.5** Если доступ к внутренним частям главных ВРК с подводным шестеренным редуктором изнутри судна невозможен, должно быть не менее двух отдельных главных ВРК одинакового типоразмера.

**7.5.2.6** Проектирование и изготовление главных ВРК с механической передачей мощности на винт должно осуществляться в соответствии с применимыми требованиями 7.1.7 – 7.1.10.

**7.5.2.7** Должна быть обеспечена возможность осмотра и обслуживания передач и других составных частей при доковании судна через специальные смотровые отверстия или другим способом (например, через эндоскоп) без существенной разборки.

**7.5.2.8** Главные ВРК с механической передачей мощности на винт должны отвечать требованиям 7.2.3, 7.2.6 – 7.2.8.

**7.5.2.9** Прочность лопастей гребных винтов главных ВРК должна отвечать требованиям разд. 6.

### **7.5.3 Водометные движители.**

**7.5.3.1** Водопропускные каналы водометных движителей и другие детали корпуса, обеспечивающие водонепроницаемость, должны быть предметом специального рассмотрения Регистром в каждом случае, независимо от мощности САУС.

**7.5.3.2** У водометных движителей предусматривается гидравлический привод, обеспечивающий управление РРУ.

**7.5.3.3** Перекладка с борта на борт элемента РРУ, определяющего управление по курсу, должна осуществляться за 30 с. За это время должен быть осуществлен поворот элемента, обеспечивающего реверс из одного крайнего положения в другое.

**7.5.3.4** Помещения, в которых располагается механизм управления РРУ, а также поворотом двигателя, должны отвечать применимым требованиям 7.1.10.

**7.5.3.5** Прочность РРУ водометных двигателей должна отвечать требованиям 7.2.6 – 7.2.8. При этом должна быть обеспечена прочность элемента, обеспечивающего реверс при осуществлении маневра на полном переднем ходу.

**7.5.3.6** Расчет прочности рабочих колес водометных двигателей является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

**7.5.3.7** В перечень документов, представляемых Регистру для одобрения, должны быть включены чертежи РРУ.

#### **7.5.4 Крыльчатые двигатели.**

**7.5.4.1** Зубчатые передачи крыльчатых двигателей должны отвечать требованиям 4.2 части IX «Механизмы».

**7.5.4.2** На оси вращения ротора устанавливаются уплотнения одобренного Регистром типа, состоящие не менее чем из двух равноценных уплотнительных элементов и обеспечивающие защиту от утечки масла из корпуса (верхнее уплотнение) и проникновения воды внутрь корпуса (нижнее уплотнение). Должно быть предусмотрено охлаждение нижнего уплотнения.

**7.5.4.3** Система смазочного масла для крыльчатых двигателей обеспечивает подачу насосом через фильтр масла под высоким давлением в сервомоторы и под более низким давлением в смазочную магистраль. Избыток масла сливается в цистерну, расположенную на 0,6 – 1,0 м выше ватерлинии. Зубчатая передача двигателя работает в масляной ванне внутри корпуса двигателя.

**7.5.4.4** Изменение эксцентриситета для обеспечения реверса с полного хода должно осуществляться за 30 с.

**7.5.4.5** Расчет прочности лопастей, как и механизмов кинематики двигателя, осуществляется фирмой-изготовителем крыльчатого двигателя.

#### **7.5.5 Активные рули.**

**7.5.5.1** Приводы гребных винтов активных рулей при мощности механизмов 220 кВт и более должны отвечать требованиям 7.5.1, если передача мощности на винт осуществляется электродвигателем, либо 7.5.2, если передача мощности на винт осуществляется механическим способом (при угловой передаче). При меньшей мощности механизмов требования к приводам гребных винтов устанавливаются Регистром в каждом конкретном случае.

**7.5.5.2** Привод активных рулей в соответствии с 2.9.2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» должен обеспечивать их

перекладку с борта на борт при полной скорости хода не более чем за 28 с.

**7.5.5.3** При расчете мощности рулевой машины должны быть учтены напряжения (моменты), обусловленные силами, возникающими на гребном винте.

**7.5.5.4** При расчете опорных конструкций и привода поворота активных рулей должны быть использованы методы расчета опорных конструкций обычных рулей с дополнительным учетом упора гребного винта.

**7.5.5.5** В случае неисправности привода перекладки руля должна быть предусмотрена возможность замены или очистки фильтров без перерыва подачи масла для каждой пропульсивной установки и обеспечен возврат руля в нулевое положение на полном ходу судна.

### **7.5.6 Подруливающие устройства.**

**7.5.6.1** Конструкция канала подруливающего устройства должна отвечать требованиям 7.5.3.1.

**7.5.6.2** Конструкция механической передачи мощности на винт при мощности механизмов 220 кВт и более должна отвечать требованиям 7.5.2.1.

**7.5.6.3** Прочность гребного винта должна отвечать требованиям разд. 6.

**7.5.6.4** В случае использования в качестве рабочего органа крыльчатого движителя последний поставляется в комплекте с сервомотором, обеспечивающим перемещение центра управления в диаметральной плоскости.

**7.5.6.5** В случае обеспечения привода винта электродвигателем в гондоле, расположенной в водопропускном канале, последняя должна отвечать требованиям 7.5.1.1.

**7.5.6.6** При проектировании привода винта подруливающих устройств должны быть учтены технические решения, примененные при разработке нижних редукторов вспомогательных ВРК.

## **КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ЗАПОЛНЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ТАНКОВ БОЛЕЕ ЧЕМ НА 98 %**

---

Целью настоящей публикации является внедрение разработанных МАКО Рекомендаций № 109 (октябрь 2009 г.) по критериям допустимости заполнения грузового танка на судах, перевозящих сжиженные газы наливом, при которых предел заполнения грузового танка может быть выше, чем предел заполнения, равный 98 %. Рекомендации могут быть использованы судовладельцами для увеличения грузоподъемности газозавозов.

Настоящие Рекомендации должны быть пересмотрены сразу после завершения пересмотра текущего издания Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом<sup>1</sup>, если такой пересмотр не потребует внесения в них каких-либо изменений.

### **КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ЗАПОЛНЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ТАНКОВ БОЛЕЕ ЧЕМ НА 98 %**

**Отменено в связи  
с потерей актуальности**

Пункт 15.1.3 IGC Code гласит:

«Администрация, обеспечив выполнение условий, оговоренных в 8.2.17, принимая во внимание конфигурацию танка, размещение предохранительных клапанов, точность замеров уровня и температуры груза, а также разницу между температурой груза в момент погрузки и температурой груза, при которой давление паров груза соответствует давлению, на которое отрегулированы данные предохранительные клапаны, может разрешить применять более высокий предел заполнения *FL* конкретного танка при заданной расчетной температуре, чем предел заполнения, равный 98 % и оговоренный в 15.1.1.»

В целях оказания содействия судовладельцам и морским администрациям относительно применения пункта 15.1.3 IGC Code, МАКО разработала нижеследующие критерии допустимости.

---

<sup>1</sup> В дальнейшем – IGC Code.

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Максимальный предел заполнения грузовых танков должен определяться так, чтобы паровое пространство имело минимальный объем при расчетных условиях<sup>1</sup>, с учетом:

- погрешности замера уровня и температуры груза;
- расширения объема груза за счет повышения давления в грузовых танках выше давления срабатывания предохранительных клапанов при максимальных условиях загрузки;
- эксплуатационного запаса для учета жидкости, отведенной обратно в грузовые танки после прекращения погрузки, времени закрытия клапанов и времени реагирования судового оператора.

## 1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Предел заполнения  $FL$  – максимально допустимый объем жидкости в грузовом танке по отношению к общему принятому объему танка при достижении жидким грузом расчетной температуры.

Предел загрузки  $LL$  – максимально допустимый объем жидкости по отношению к объему танка, до которого танк может быть заполнен.

## 2 КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ЗАПОЛНЕНИЯ БОЛЕЕ ЧЕМ НА 98 %

**2.1** В соответствии с 15.1.3 IGC Code и при условии обеспечения требований 8.2.17 IGC Code предел заполнения, больший чем 98 %, может быть допущен при расчетной температуре с учетом следующих параметров:

- .1** точности замера уровня;
- .2** точности замера температуры;
- .3** превышения давления более давления открытия во время срабатывания предохранительных клапанов на выпуск с максимальной объемной скоростью в условиях пожара;

---

<sup>1</sup> За расчетные условия принимается максимально возможная температура жидкости при давлении открытия предохранительных клапанов.

.4 эксплуатационного запаса для учета жидкости в грузочных линиях, откачиваемой обратно в грузовые емкости, времени закрытия на грузочных клапанах и времени реагирования оператора; и

.5 конфигурации танка и расположения предохранительных клапанов.

2.2 Параметры, указанные в 2.1.1 – 2.1.5, могут обозначаться коэффициентами расширения  $\alpha_1 - \alpha_4$  следующим образом:

$\alpha_1$  – относительное увеличение объема жидкости вследствие допустимой погрешности замера уровня;

$\alpha_2$  – относительное увеличение объема жидкости вследствие допустимой погрешности замера температуры;

$\alpha_3$  – расширение объема груза вследствие повышения давления, когда предохранительные клапаны срабатывают на выпуск с максимальной пропускной способностью;

$\alpha_4$  – эксплуатационный запас, принимаемый равным 0,1 %.

Коэффициенты  $\alpha_1 - \alpha_4$  должны определяться следующим образом:

$$\alpha_1 = (dV/dh) \cdot (\Delta h / V) \cdot 100 \%,$$

где  $dV/dh$  – изменение объема грузового танка на метр высоты заполнения при высоте заполнения  $h$ , м<sup>3</sup>/м;

$h$  – высота заполнения, м, в пределе заполнения  $FL$ , которую необходимо исследовать ( $FL > 98 \%$ );

$V$  – допустимый общий объем грузового танка, м<sup>3</sup>;

$\Delta h$  – максимальная общая допустимая погрешность датчиков уровня, м;

$$\alpha_2 = \beta \cdot \Delta T, \%,$$

где  $\beta$  – коэффициент объемного теплового расширения при расчетной температуре, %/°K;

$\Delta T$  – максимально допустимая погрешность датчиков температуры, °K;

$\alpha_3 = \{[(\rho_{PRV}/\rho_{PRV \cdot 1,2}) - 1] \cdot 100 \%$  – расширение из-за повышения давления при полном открытии предохранительного клапана;

$\rho_{PRV}$  – плотность груза в расчетных условиях,  $\rho_R$ , то есть соответствующая температуре груза при установленном давлении предохранительного клапана  $PRV$ ;

$\rho_{PRV \cdot 1,2}$  – плотность груза, соответствующая температуре груза при 1,2 величины установленного давления открытия предохранительного клапана  $PRV$ ;

$\alpha_4 = 0,1 \%$  – эксплуатационный запас.

**2.3** На основании коэффициентов  $\alpha_1 - \alpha_4$  должен быть определен следующий коэффициент расширения  $\alpha_r$ , %:

$$\alpha_r = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2} + \alpha_3 + \alpha_4.$$

**2.4** Таким образом, предел заполнения  $FL$  при расчетной температуре может быть равен  $FL_{max}$ , определяемому по формуле

$$FL_{max} = (100 - \alpha_r) \%,$$

однако ни в коем случае  $FL_{max}$  не должен превышать 99,5 %.

**2.5** Следовательно, необходимо определить уровень наклона жидкости в условиях крена  $15^\circ$  и дифферента  $0,015L$ .

Необходимо убедиться, что в данных условиях всасывающие трубы предохранительных клапанов остаются выше уровнем наклона жидкости на минимальном расстоянии, составляющем 40 % от диаметра всасывающей трубы, измеренном от центра трубы, и отсутствует образование каких-либо карманов пара, не сообщающихся с паровым куполом.

**2.6** Максимально допустимый предел загрузки, %, вычисляется по формуле

$$LL = (100 - \alpha_r)(\rho_R / \rho_L),$$

где  $\rho_L, \rho_R$  – плотность груза в соответствии с определением 15.1.2 IGC Code.



**Rec  
109**(Oct  
2009)**Acceptance criteria for cargo tank filling limits higher than 98%**

The International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code), 15.1.3 reads:

*"The Administration may allow a higher filling limit (FL) than the limit of 98% specified in 15.1.1 at the reference temperature, taking into account the shape of the tank, arrangements of pressure relief valves, accuracy of level and temperature gauging and the difference between the loading temperature and the temperature corresponding to the vapour pressure of the cargo at the set pressure of the pressure relief valves, provided the conditions specified in 8.2.17 are maintained."*

In order to assist societies in advising Administrations on how to apply paragraph 15.1.3 IACS developed the following acceptance criteria:

**1. General****1.1 Functional requirements**

The maximum filling limit of cargo tanks shall be so determined that the vapour space has a minimum volume at reference conditions (temperature of liquid corresponding to the opening pressure of pressure relief valves) to account for:

- tolerance of level gauges and temperature gauges;
- volume expansion due to pressure rise in cargo tanks above set opening pressure of pressure relief valves under maximum relieving conditions;
- an operational margin to account for liquid drained back to cargo tanks after stop of loading, closing time of valves and operator reaction time.

**1.2 Definitions**

Filling limit (FL) means the maximum liquid volume in a cargo tank relative to the accepted total tank volume when the liquid cargo has reached the reference temperature.

Loading limit (LL) means the maximum allowable liquid volume relative to the tank volume to which the tank may be loaded.

**2. Acceptance criteria for a higher filling limit than 98%**

2.1 According to para. 15.1.3 a higher filling limit than 98% may be allowed at the reference temperature taking into account the following parameters:

- .1 accuracy of level gauges;
- .2 accuracy of temperature gauges;
- .3 pressure rise above opening pressure when pressure relief valves are relieving at maximum flow rate under fire condition;

## Rec 109 (cont)

- .4 an operational margin to account for liquid in loading lines drained back to cargo tanks, closing time of loading valves and operators reaction time; and
- .5 shape of the tank and arrangement of pressure relief valves,

provided the conditions specified in 8.2.17 are maintained.

2.2 The parameters specified under 2.1.1 – 2.1.5 may be expressed by the expansion factors  $\alpha_1$  through  $\alpha_4$  as follows:

$\alpha_1$  = relative increase in liquid volume due to tolerance of level gauges

$\alpha_2$  = relative increase in liquid volume due to the tolerance of temperature gauges

$\alpha_3$  = expansion of cargo volume due to pressure rise when pressure relief valves are relieving at maximum flow rate

$\alpha_4$  = operational margin of 0.1%

The factors  $\alpha_1$  through  $\alpha_4$  are to be determined as follows:

$$\alpha_1 = \frac{dV}{dh} \cdot \frac{\Delta h}{V} \cdot 100(\%)$$

where:

$\frac{dV}{dh}$  = variation of tank volume per metre filling height at the filling height  $h$  ( $\text{m}^3/\text{m}$ )

$h$  = filling height (m) at the filling limit FL to be investigated (FL > 98%)

$V$  = accepted total tank volume ( $\text{m}^3$ )

$\Delta h$  = max. total tolerance of level gauges (m)

$$\alpha_2 = \beta \cdot \Delta T(\%)$$

where:

$\beta$  = volumetric thermal expansion coefficient at reference temperature (%/°K)

$\Delta T$  = max. tolerance of temperature gauge (°K)

$$\alpha_3 = \left( \frac{\rho_{PRV}}{\rho_{PRV.1.2}} - 1 \right) \cdot 100(\%) \text{ expansion due to pressure rise when relieving at full capacity}$$

$\rho_{PRV}$  =  $\rho_R$  cargo density at reference conditions, i.e. corresponding to the temperature of the cargo at set opening pressure of the pressure relief valve (PRV)

$\rho_{PRV.1.2}$  = cargo density corresponding to the temperature of the cargo at 1.2 times the set opening pressure of the pressure relief valve (PRV)

## Rec 109

(cont)

$\alpha_4 = 0.1\%$  operational margin

- 2.3 Based on the factors  $\alpha_1$  through  $\alpha_4$  the following total expansion factor  $\alpha_t$  is to be determined

$$\alpha_t = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2} + \alpha_3 + \alpha_4(\%)$$

- 2.4 The filling limit at reference temperature may now be taken

$$FL_{(max)} = (100 - \alpha_t)\%$$

In no case is  $FL_{(max)}$  to exceed 99.5%.

- 2.5 Subsequently the sloped liquid level under conditions of 15° list and 0.015L trim is to be determined.

It is to be verified that under these conditions the suction funnels of the pressure relief valves remain above the sloped liquid level at a minimum distance of 40% of the diameter of the suction funnel measured at the centre of the funnel, and that no vapour pockets are formed not communicating with the vapour dome.

- 2.6 The maximum allowable loading limit results from the following formula:

$$LL = (100 - \alpha_t) \frac{\rho_R}{\rho_L} (\%)$$

$\rho_L, \rho_R$  = cargo densities as defined in 15.1.2 of the Code.

**Note:**

*IACS has decided that these Recommendations shall be re-issued as IACS Unified Interpretations once the ongoing revision of the IGC Code has been completed unless such revisions require any modification of these Recommendations.*

End of Document
--------------------

Российский морской регистр судоходства  
**Сборник нормативно-методических материалов**

Книга двадцать первая

*Редакционная коллегия Российского морского регистра судоходства*

Ответственный за выпуск *Е. Б. Мюллер*

Главный редактор *М. Ф. Ковзова*

Редактор *Е. Н. Сапожникова*

Компьютерная верстка *Д. Г. Иванова*

Подписано в печать 17.03.11. Формат 60 × 84/16. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л.: 1,6. Уч.-изд. л.: 1,5. Тираж 200. Заказ 2427.

Российский морской регистр судоходства  
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8