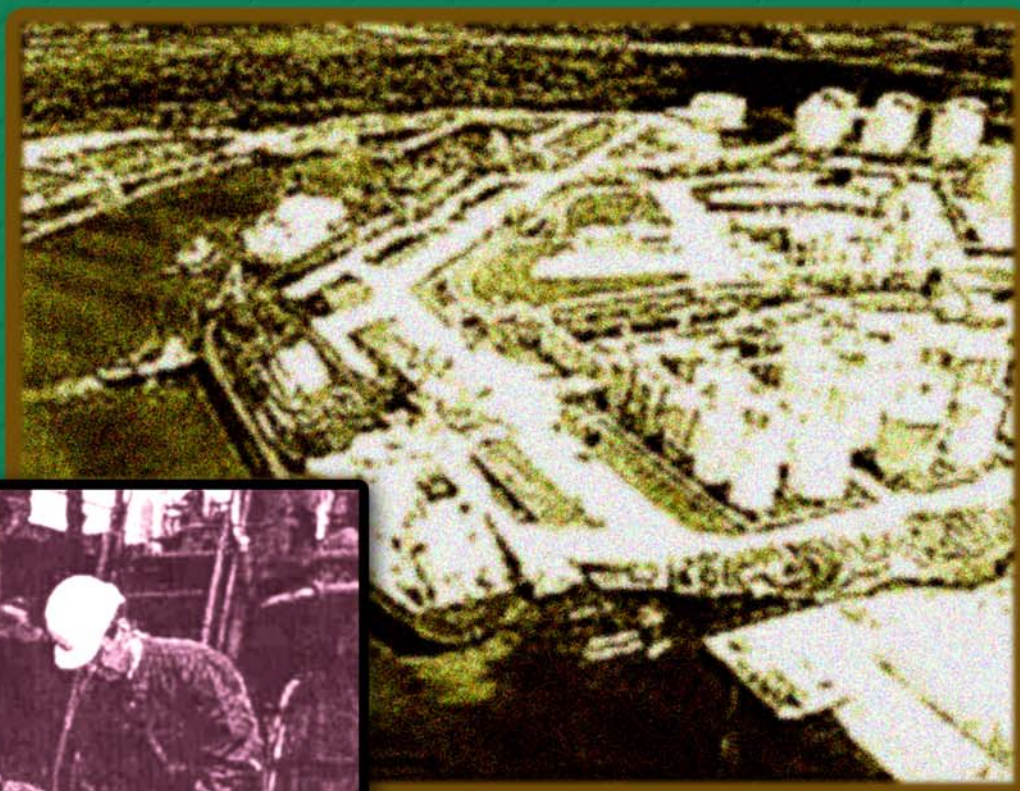




ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМ. АДМ. С.О. МАКАРОВА
МОРСКОЙ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЦЕНТР

Баскаков С.П.

ЗАМЕРЫ И ПОДСЧЕТ ГРУЗА



Баскаков С.П.

Замеры и подсчет груза

В данном пособии комплексно рассмотрены вопросы определения количества груза на наивных судах. Приведены конструкции мерительных устройств и даны теоретические основы для расчета принятого груза.

Пособие предназначено для слушателей курсов подготовки персонала танкеров, судового персонала и береговых специалистов.

© МОРСКОЙ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЦЕНТР ГМА

им.адм.С.О.Макарова

Все права на пособие принадлежат Государственной морской академии им.адм.С.О.Макарова.
Перепечатка возможна только с письменного согласия Морского учено-тренажерного центра ГМА
им.адм.С.О.Макарова

Замеры уровня груза

Дистанционные измерительные устройства
Поплавковые измерительные устройства
Эхолокационные измерительные устройства
Непрямой способ измерений.
Температурные датчики.
Замеры груза вручную.
Терминология.

Максимальный предел заполнения танка

Процедуры подсчета груза.
Определение фактической плотности.
Метод ASTM D 2598.
Определение плотности по формуле Фрэнсиса.
Расчет плотности по уравнению COSTALD.
Подсчет груза на борту танкера.
Подсчет груза методом приведения фактического объема груза к стандартной температуре.
Подсчет груза методом приведения стандартной плотности к плотности фактической.
Подсчет груза по осадке судна (Draught Survey).
Расчет интенсивности поступления груза в танк.
Подсчет остатков груза после выгрузки.
Судовой фактор (Vessel Experience Factor)
Точность измерений.

Грузовая документация

Коносамент (Bill of Lading)

Грузовой манифест (Cargo Manifest)

Сертификат качества (Certificate of Quality)

Сертификат количества (Certificate of Quantity)

Сертификат о происхождении (Certificate of Origin)

Дополнительные грузовые документы.

Акт учета стояночного времени (Time Sheet)

Акт судовых замеров.

Замеры уровня груза

Существующие замерные устройства позволяют определить расстояние между верхней точкой танка и поверхностью жидкости, т.е. пустое пространства танка (используется термин «Пустота» в английской терминологии - «Ullage»), или же расстояние от днища танка до поверхности жидкости, т.е. глубина (используется термин «Взлив» в английской терминологии - «Sounding»). Определение уровня груза в грузовых танках должно производиться самым тщательным образом с учетом всех факторов, влияющих на точность показания мерительных устройств.

Согласно требований Кодексов постройки и оборудования химовозов, различают 3 основных способа замеров уровня груза и отбора проб (рис. 1.):

- Открытый способ замеров - при проведении замеров уровня груза или отборе проб, атмосфера танка полностью открыта в окружающую атмосферу.

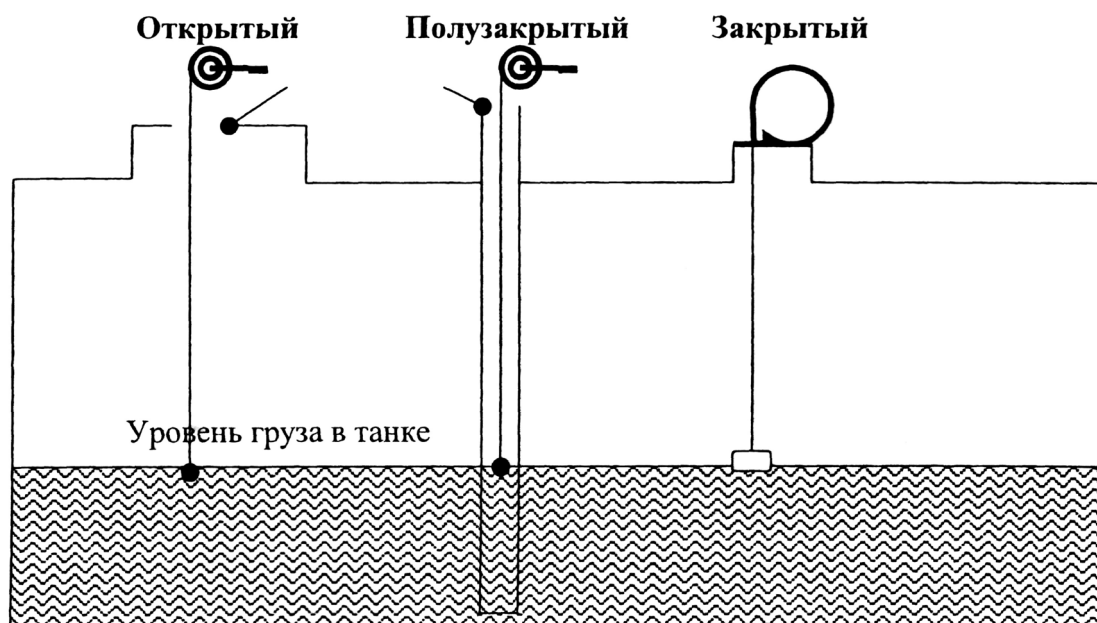


Рис. 1. Иллюстрация способов замеров и отборов проб.

- Полузакрытый способ замеров - при проведении замеров уровня груза или отборе проб, лишь часть атмосферы танка, ограниченная мерительной трубкой, сообщается с окружающей атмосферой.
- Закрытый способ замеров - замер уровня груза в танке и отбор проб осуществляются закрытым способом, с использованием стационарных или переносных, оборудованных газовыми затворами (Vapour Locks), устройств, не допускающих проникновения паров из атмосферы танка в окружающую среду.

Дистанционные замерные устройства

Все современные танкера оборудованы дистанционными замерными устройствами, позволяющими постоянно контролировать уровень груза в танке и его температуру. При использовании любого замерного устройства, необходимо учитывать не столько точность показаний приборов, указанных в паспорте замерного устройства изготовителем, сколько точность и аккуратность калибровки этих устройств и правильное их использование. Мерительные устройства должны обеспечивать надежность при многократном использовании. Надежность замерного устройства выражается в постоянстве поправок при различных условиях замеров. Иными словами, мерительное устройство с невысокой точностью может работать довольно длительное время, обеспечивая надежность замеров уровня груза, пусть и с невысокой точностью. И наоборот, высокоточное устройство может обеспечить правильные замеры груза всего лишь несколько раз, а затем, появляющаяся переменная ошибка, вынуждает производить тщательную калибровку устройства перед каждым замером. Однако больше всего на работу мерительных устройств, влияет их техническое состояние. Закрашенные или заржавевшие поверхности датчиков, разбитые смотровые стекла, отсутствие смазки в подъёмных механизмах, поврежденные поплавки - вот лишь небольшой перечень неисправностей, которые могут вывести из

строю любое мерительное устройство. Для того чтобы показания «мерительной машинки» соответствовали действительному уровню груза в танке, мерительные устройства необходимо калибровать. Наименьшее (пустой танк) и наибольшее (верхнее положение) показания мерительного устройства должны быть указаны на самом мерительном устройстве, так, чтобы всегда была возможность проверить его показания. Дальнейшая корректировка показаний мерительного устройства осуществляется с помощью специальных таблиц или графиков зависимости показаний мерительного устройства, от плотности груза и его температуры.

Поплавковые мерительные устройства

Поплавковые мерительные устройства являются одним из наиболее распространенных типов мерительных устройств в силу их надежности и простоты устройства. В устройствах данного типа чувствительным элементом является поплавок из нержавеющей стали, закрепленный на мерительной ленте. Сила тяжести, воздействующая на поплавок, частично компенсируется за счет плавучести поплавка и частично за счет специального балансировочного устройства, которое располагается в верхней части мерительной машинки (см. рис 2).

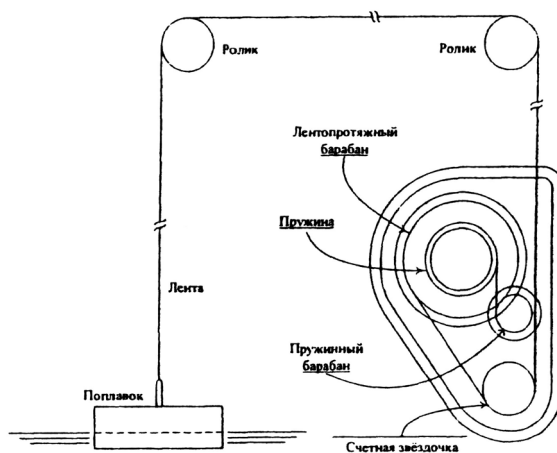


Рис. 2. Поплавковое мерительное устройство.

Поплавков может быть подсоединен к мерительной ленте механически, или же с помощью магнитов. Мерительная лента через систему направляющих и блоков позволяет считывать в специальном окне показания уровня жидкости. Барабан, на который наматывается лента, закреплен в корпусе мерительной машинки с помощью компенсаторной пружины, которая и уменьшает силу тяжести, действующую на поплавок. За счет этой пружины происходит синхронный подъём поплавка и уровня жидкости в танке без образования «слабины» мерительной ленты. В некоторых системах компенсаторная пружина уменьшает и воздействие веса мерительной ленты на поплавок в зависимости от её длины. Недостаток такой системы в том, что необходимо учитывать величину удерживающей силы поплавка, т.е. его плавучесть, в зависимости от плотности жидкости, поскольку поплавок и лента мерительной машинки калибруются на определенную плотность груза и температуру. Устройство для считывания замеров может быть как механического, так и электронного типа, что позволяет в любом случае передавать полученные сигналы на дистанционный дисплей в ПУГО. Поскольку поплавковые мерительные устройства очень редко располагаются в геометрическом центре танка (как правило, они располагаются в колодце грузового танка), то в большинстве случаев, при определении действительного уровня груза в танке, необходимо учитывать поправки к замерам, возникающие вследствие крена и дифферента судна. На рисунках 3 и 4 проиллюстрировано влияние крена и дифферента судна на показания поплавкового мерительного устройства. Чем дальше от геометрического центра танка будет расположен поплавок, тем значительнее будет поправка к уровню.

Кроме поправок к уровню за крен и дифферент (Trim Correction & List Correction), при использовании поплавковых мерительных устройств. необходимо помнить о некоторых особенностях, как самого мерительного устройства, так и груза.

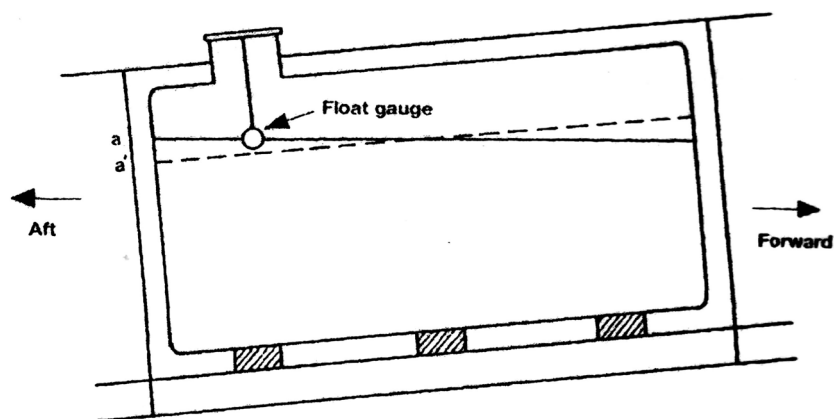


Рис.3. Влияние дифферента на показания поплавкового мерительного устройства

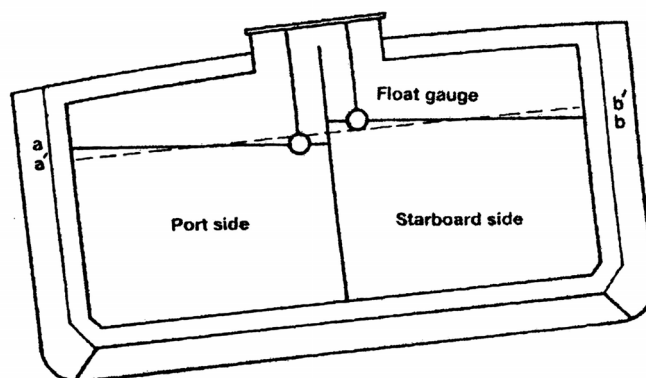


Рис. 4. Влияние крена на показания поплавкового мерительного устройства

Во-первых, поплавок изготавливается из нержавеющей стали и, следовательно, обладает некоторым весом. В зависимости от плотности груза будет меняться и плавучесть поплавка, то есть степень его погруженности. Обычно мерительное устройство поплавкового типа калибруется на определенную плотность груза (как правило, на пресную воду с плотностью 1,0 кг/л). Поправки к уровню на плотность груза (Buoyancy Correction или

Float Correction) приводятся или в личной или же в графической форме (рис.5.).

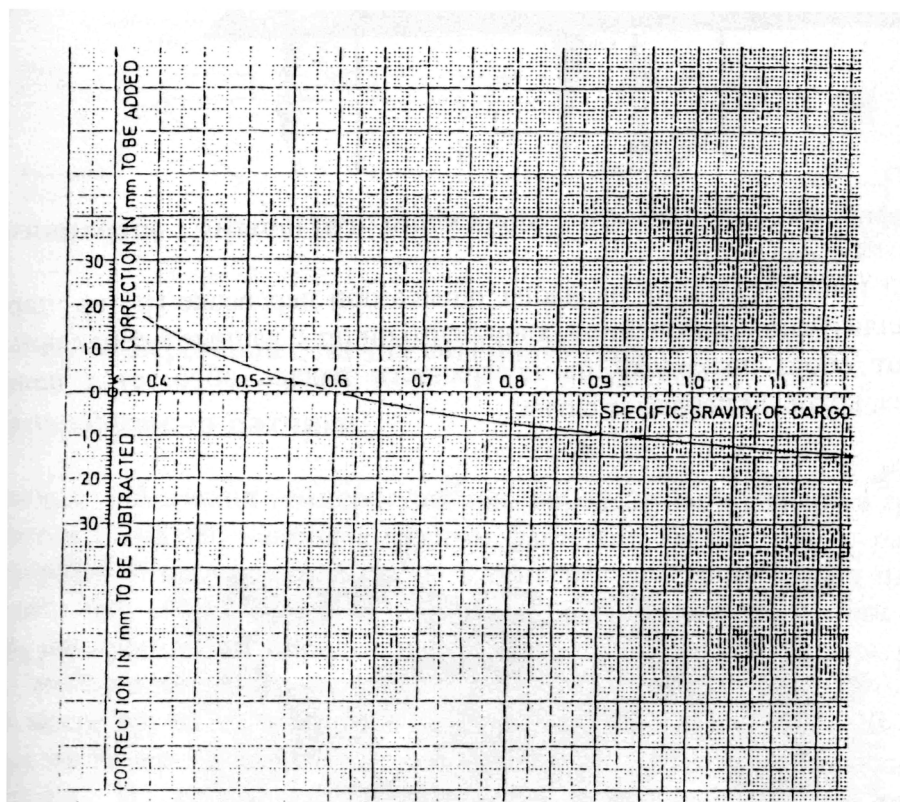


Рис.5. Поправки к показаниям поплавкового мерительного устройства
«за плотность груза»

Согласно международным требованиям определение уровня груза должно производиться с точностью до 1 мм, а определение температуры с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$

Эхолотационные мерительные устройства

Эхолотационные мерительные устройства (рис.6) охватывают целый ряд систем, работающих по принципу эхо локации - это и СВЧ, и ультразвуковые мерительные системы. Приемник и передатчик сигналов располагаются в верхней или в нижней части танка. Принцип действия таких систем основан на измерении разности во времени возвращения отраженного сигнала.

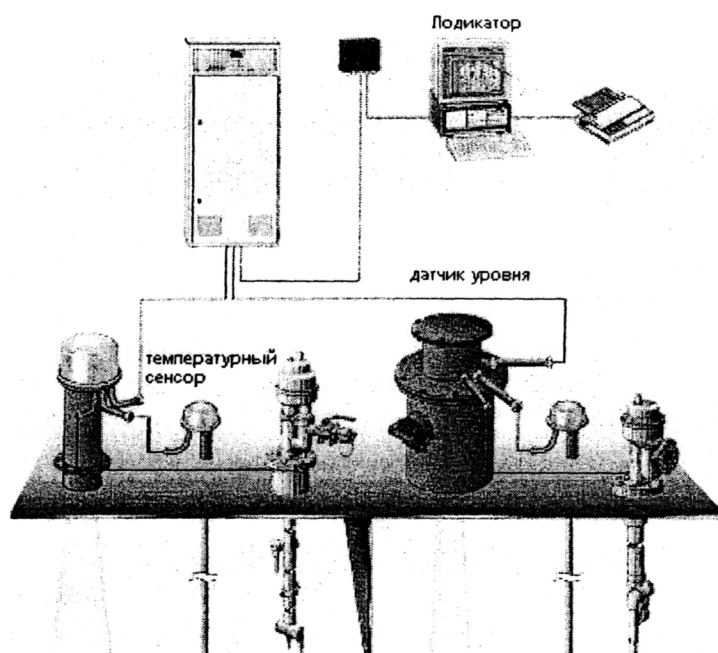


Рис. 6. Система дистанционного управления грузовыми операциями
«SAAB»

Приборы такого типа достаточно надежны, однако при перевозке грузов, пары которых кристаллизуются (парахилол, хлор-бензол и пр.), данные мерительные устройства дают сбои, поскольку на поверхности радара образуется налет кристаллов груза, который искажает сигнал.

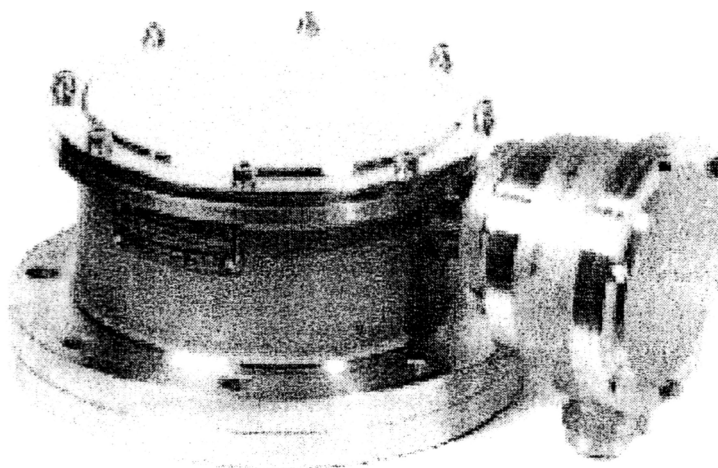


Рис. 7. Внешний вид радара «SAAB»

Радары очень удобны в использовании. Во-первых, они расположены в метрическом центре грузовых танков, что исключает необходимость использования различного рода поправочных коэффициентов (в первую очередь поправок за поплавок, крен и дифферент). Во-вторых, сигнал, получаемый от ара, легко преобразовывается в самую различную информацию, что позволяет создавать системы автоматического контроля грузовыми и балластными операциями.

Непрямой способ замеров

Требование этого метода основано на использовании устройств, которые не располагаются непосредственно в грузовых танках, таких как береговые счетчики, или использовании метода подсчета груза на борту по осадкам судна draught Survey).

Этот способ замеров груза применяется при перевозке крайне токсичных грузов, или же в том случае, когда использование обычных мерительных устройств не позволяет определить уровень груза в танке из-за необычных свойств груза (например, наличие в грузовом танке значительного количества пены).

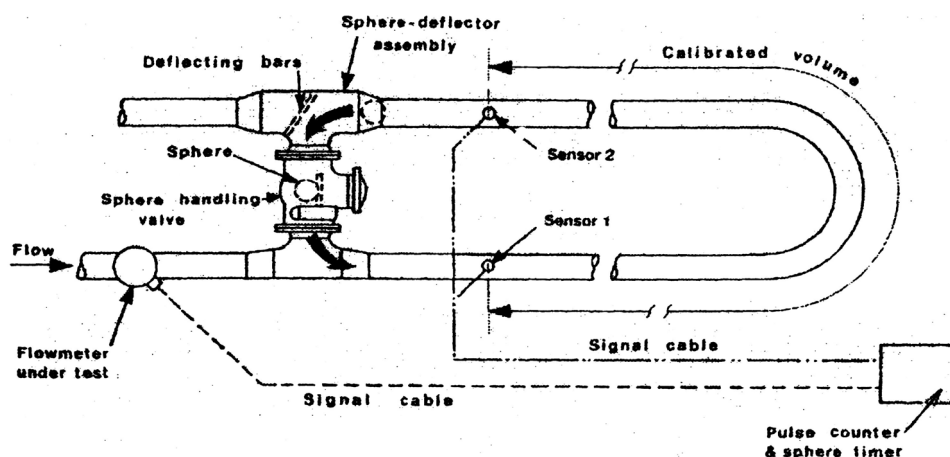


Рис. 8. Береговой счетчик объёмного типа

Температурные датчики

Точность измерения температуры при определении количества груза на борту является, пожалуй, наиболее важным фактором. Но не только разница между температурой окружающей среды и температурой груза влияет на точность в определении его количества, но и время, в течение которого после окончания погрузки происходит определение температуры груза. В некоторых случаях для того, чтобы температура груза стабилизировалась (то есть стала одинаковой по всей массе груза) должно пройти достаточно много времени (20-30 часов). На судах же замеры и подсчет груза осуществляются сразу же после окончания погрузки. И, поскольку в грузовом танке наблюдается температурное расслоение груза, замер температуры необходимо производить на нескольких уровнях танка (не менее 2-х). В зависимости от типа судна и свойств перевозимых грузов, температурные датчики должны обеспечить точность определения температуры в довольно широком диапазоне (например от -10°C до $+90^{\circ}\text{C}$). На сегодняшний день самыми распространенными температурными датчиками, которые используются на химовозах, являются:

- Резисторные термометры,
- Термисторы,
- Газовые термометры,
- Термометры с наполнителем (спиртовые, ртутные и пр.)

Влияние погрешности в определении температуры груза порой гораздо выше, чем точность некоторых термометров. Так, для грузового танка глубиной 10 метров, погрешность температуры в $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, вызывает изменение уровня груза на ± 6 мм, при минимальной точности мерительного устройства в ± 2 мм, а для некоторых химических грузов, с высоким коэффициентом объёмного расширения - и того больше. В качестве наиболее точных термометров рекомендуется использовать четырех-проводные

платиновые резисторные термометры типа Кельвин.

Ниже приведена таблица сравнительной точности некоторых типов термометров:

Тип термометра	Точность показаний при температуре окружающей среды,	Точность показаний при низких температурах.
Термометр резисторного типа	$\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ при -40°C $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ при -160°C
Термисторы	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	$\pm 4^{\circ}\text{C}$
Жидкостные термометры	$\pm 0,5\text{ \%}$ шкалы	
Газовые термометры	$\pm 0,5\text{ \%}$	

Замеры груза вручную

Каким бы точным и надежным ни было дистанционное мерительное устройство, оно, во-первых, не позволяет отбирать пробы груза, а во-вторых, мировая практика предусматривает контроль и проверку точности показаний дистанционного мерительного устройства с помощью переносного инструмента, то есть вручную. А поскольку, замер уровня груза и отбор проб вручную должен производиться в соответствии с конвенционными требованиями, то химовоз должен быть оборудован специальными устройствами, позволяющими производить отбор проб и замеры уровня груза вручную ОТКРЫТЫМ, ПОЛУЗАКРЫТЫМ и ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ. Для этой цели используется целый ряд устройств, которые называются UTI (Ullage, Temperature, Interface).

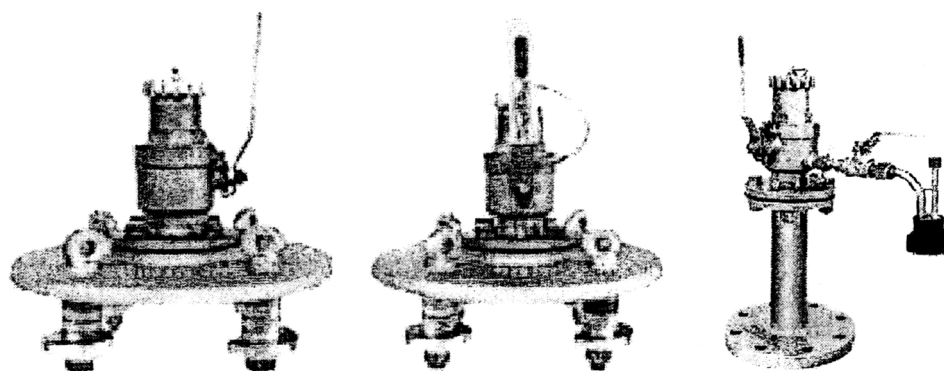


Рис. 9. Переносные газовые затворы

Для обеспечения герметичности танка при выполнении замеров или отборе проб, в мерительных точках или на мерительных горловинах должны устанавливаться газовые затворы (Varour Locks). Газовые затворы могут быть как переносными (рис 9), устанавливаемыми на мерительные или моечные горловины танка или на мерительные трубки, так и стационарными (рис. 10), установленные на грузовой палубе.

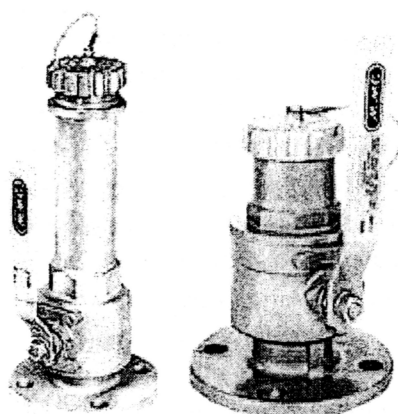


Рис.10. Стационарные газовые затворы

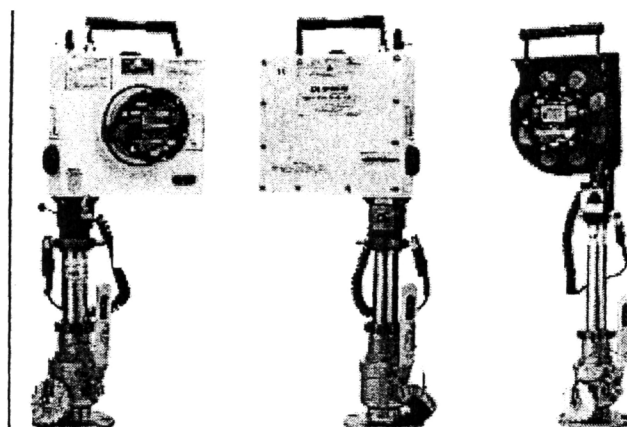


Рис.11. Различные виды переносных замерных электронных устройств

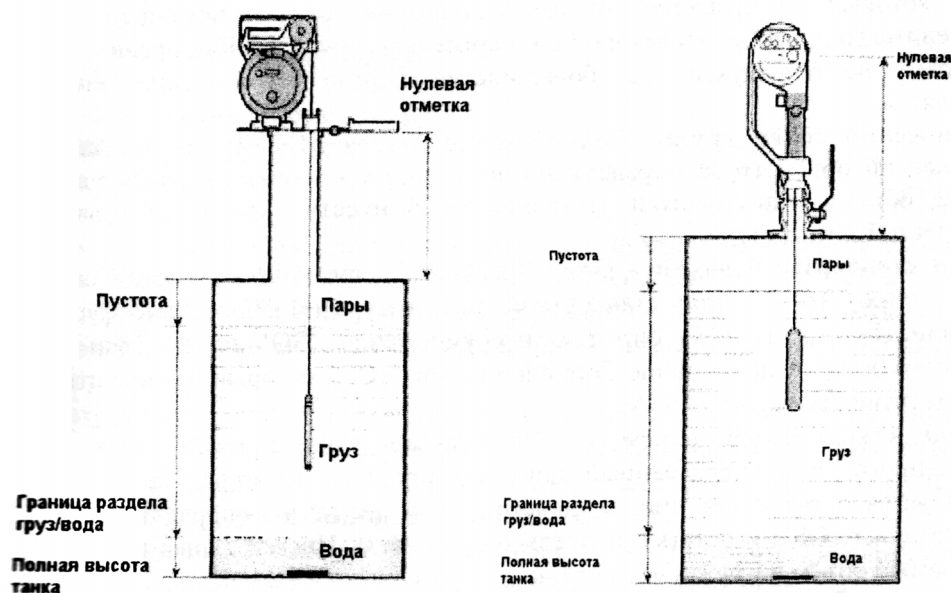


Рис.12. Открытый (слева) и закрытый (справа) способ замеров

Терминология

На сегодняшний день нет каких-либо решений международного уровня, определяющих обязательную терминологию и способы определения количества груза на борту танкера. Исторически сложившиеся определения «масса нетто» и «масса брутто» также используются и в танкерном флоте, но в несколько иной трактовке. Так термин «масса брутто» (gross quantity) обычно означает количество груза, определенное при фактической

температуре, а термин «масса нетто» (net quantity) означает количество груза, определенное при стандартной температуре. Термин «стандартная температура», в различных регионах означает различную величину, и требует некоторого дополнительного толкования. Так, в России стандартной температурой считается + 20°C, в международных перевозках + 15°C, а в США - 60°F. более того, единицы измерения количества груза на борту также различные. Чтобы уменьшить вероятность возникновения ошибок в определении количества груза, каждый судовладелец определяет рекомендованные способы подсчета груза на борту, но в любом случае, за основную величину принимается объём груза. Такой подход позволяет исключить ошибки, возникающие при определении плотности груза, вследствие его температурного расслоения в грузовом танке. Обычно, в качестве расчетной плотности принимается значение, предоставленное грузоотправителем или независимой лабораторией. Но, плотность, определенная лабораторным путем в порту погрузки, будет отличаться от плотности груза, определенной в порту выгрузки, поскольку в процессе перевозки наиболее летучие компоненты груза испаряются. Тем не менее, при определении количества груза в химических перевозках широко используются стандартные значения плотности и стандартная терминология.

Общий фактический объём - Total Observed Volume (TOV) - общий объём груза в танке, определенный при фактической температуре и давлении, включая сам груз, подтоварную воду, остатки предыдущего груза.

Свободная вода (подтоварная вода) - Free Water (FW) объём подтоварной воды, который определяется после отстаивания груза с помощью водоопределяющей пасты, нанесенной на мерительную рулетку. Как правило, при перевозке нефтепродуктов, в большинстве портов мира такие замеры проводятся.

Фактический объём груза - Gross Observed Volume (GOV) - как правило, фактический объём груза определяется вычитанием из общего фактического объёма, объёма, занимаемого подтоварной водой, то есть - это

объём груза при фактической температуре.

Общий стандартный объём - Gross Standard Volume (GSV) - общий объём груза, определенный при стандартной температуре +15°C и атмосферном давлении. На практике GSV определяется умножением GOV на коэффициент объёмного расширения (Volume Correction Factor- VCF), который выбирается из соответствующих таблиц ASTM.

Чистый стандартный объём - Net Standard Volume (NSV) - объём погруженного груза, определенный при стандартной температуре. На практике используется в основном при подсчете сырой нефти и определяется как разница между GSV и остатками предыдущего груза. Иными словами - это и есть чистый объём погруженного груза.

Максимальный предел заполнения танка

Международные правила определяют, что максимальный уровень заполнения танка грузом не должен превышать 98% его общего объёма при допустимой температуре. Под допустимой температурой IBC кодекс подразумевает температуру, при которой давление паров груза соответствует давлению срабатывания предохранительного клапана на газоотводе танка. Максимально допустимое количество груза в танке определяется не только его объёмом, но и типом судна. Так, ЮС кодекс устанавливает, что объём груза, который может быть перевезен только на химовозах 1-го типа, не может превышать 1250 м³ в каждом отдельном танке, груз, который можно перевозить только на химовозах 2-го типа - не более 3000 м³.

Расчет предельного объёма заполнения каждого танка грузом производится по формуле:

$$V_L = 98\% \cdot V \cdot \frac{P^P}{P^\Phi}$$

V_L - предельный объём заполнения танка,

V - 100 % -ный объём грузового танка

P^P -плотность груза при рекомендованной температуре

P^F -фактическая плотность груза

Однако не только предельный объём заполнения танка ограничивает количество груза, которое в него можно погрузить. Следует помнить, что каждый танк может выдержать только определенные весовые нагрузки. Верфь производит расчеты таких нагрузок и определяет допустимую плотность груза при заполнении танка на 98 %. Расчетная величина максимально допустимой плотности или построечной плотности (Design Specific Gravity- DSG) также ограничивает допустимый предел заполнения танка грузом.

$$DSG = 0,98 \cdot \frac{m}{V}$$

DSG - построечная плотность груза

V - 100% объём грузового танка

m - максимально допустимая масса груза в танке.

Обычно построечная плотность груза для центральных танков химовоза находится в диапазоне 1,7 - 1,8 кг/л, а для бортовых танков 1,4-1,5 кг/л.

Сведения о построечной или расчетной плотности груза должны быть указаны в «Руководстве по методам и устройствам» (Procedures and Arrangement Manual).

При перевозке грузов с высокой плотностью, таких как серная кислота, галогенные углеводороды, каустик и т.д., необходимо всегда рассчитывать максимально допустимое количество груза, которое можно погрузить в данный танк и предел его максимального заполнения.

При этом процентное заполнение танка для грузов с плотностью превышающей максимально допустимую плотность, будет всегда меньше 98%.

$$FL = 98 \cdot \frac{DSG}{SG}$$

Fl - предел заполнения танка, %

DSG - построечная плотность груза, кг/л

SG - фактическая плотность груза, кг/л.

Более того, максимальный предел заполнения танка любым грузом, согласно требований Кодексов постройки и оборудования химовозов, рассчитывается таким образом, чтобы его уровень не превышал 98% объёма танка при самой ВЫСОКОЙ температуре груза, которая возможно при его транспортировке.

Максимальный предел заполнения танка грузом всегда меньше или равен 98%!

Процедуры подсчета груза

Масса является фундаментальной мерой определения количества вещества. Она не меняется с изменением состояния вещества или при изменении внешних условий (температуры и давления). Определение количества груза может осуществляться путем расчетов или прямым взвешиванием (грузовиков, платформ, цистерн и пр). Существуют общепринятые правила, согласно которым осуществляется подсчет груза большинством сюрвейерских организаций. При подсчетах используются строго определенные методики подсчета и переводные коэффициенты. Даже использование различных методик в подсчете груза сюрвейером и грузовым помощником может привести к значительному расхождению в конечном результате. Масса груза на борту судна определяется произведением объёма груза на его плотность, причем результат подсчета будет точным только в том случае, если обе величины определены при одной и той же температуре. И, несмотря на то, что в большинстве стран во всех расчетах используется система СИ, на морском транспорте до сих пор довольно часто используются внесистемные единицы. Для определения плотности груза в настоящее время используются следующие общепринятые методы:

- Определение плотности в лабораторных условиях с помощью специального денсиметра при стандартной температуре +15°C (до недавнего времени использовалась стандартная температура +20°C) или при фактической температуре груза.

- Расчет композитного состава смеси (используется для определения плотности нефтяных грузов). Официальное наименование метода **ASTM D 2598**.

- Расчет плотности по формуле Фрэнсиса.

- Расчет плотности по методу **COSTALD** (Corresponding State of Liquid Density).

В подсчетах массы груза используются следующие термины, определяющие плотность:

Истинная плотность или коммерческая плотность (Density), отображает массу единицы объёма данного вещества в ВАКУУМЕ. Стандартная размерность системы СИ: кг/м^3 .

Реальная плотность (Apparent Density) отображает массу единицы объёма вещества в ВОЗДУХЕ. Стандартная размерность: кг/л , кг/м^3 , т/м^3 .

Относительная плотность (Relative Density) выражает отношение массы единицы объёма вещества в вакууме при определенной температуре к массе единицы объёма пресной воды в вакууме, также при определенной температуре. Значение относительной плотности всегда дается с указанием температур, например R.D. 15/15, R.D. 20/4, R.D. 15/20, R.D. 60/60 F и т.д. Верхняя цифра указывает значение температуры груза, при которой производилось определение плотности, а нижняя - значение температуры пресной воды, с которой производилось сравнение плотности груза. До сих пор используется термин **удельный вес** (Specific Gravity - SG), который также выражает отношение плотности вещества (в воздухе или же вакууме) при стандартной температуре к плотности воды также при определенной температуре и является величиной безразмерной. Однако в американской системе мер и весов удельный вес имеет размерность и выражается в lbs/gal ,

(фунт на галлон). Ниже приведена таблица плотности воды при различных значениях стандартных температур:

Температура °C	Плотность воды в вакууме (кг/л)	Плотность воды в воздухе кг/л
4	1.00000	0.99888
15	0.99913	0.99805
15,56 (60°F)	0.99904	0.99796
20	0.99823	0.99717
25	0.99707	0.99604
50	0.98807	0.98702

Основная ошибка в определении количества груза с использованием относительной плотности в том, что массу определяют умножением относительной плотности на объём груза. Следует помнить, что относительная плотность - величина БЕЗРАЗМЕРНАЯ и, её сначала необходимо перевести в стандартную плотность. Переход от одной плотности к другой осуществляется следующим образом:

- От относительной к истинной:

Относительную плотность при температурах X/Y умножить на плотность воды в вакууме при температуре Y, в результате получим истинную плотность вещества (в вакууме) при температуре X.

- От относительной плотности к реальной плотности: Относительную плотность при температурах X/Y умножить на плотность воды в воздухе при температуре Y, в результате получим реальную (в воздухе) плотность вещества при температуре X.

Пример:

Относительная плотность груза 25/20 равна 0.8764. Определить истинную плотность груза.

Из таблицы плотностей воды , находим , что истинная плотность воды при температуре +20°C равна 0.99823 кг/л³ или же 998,23 кг/м³.

Истинная же плотность груза при +25°C составит:

$$0.8764 \cdot 998,23 \text{ кг/м}^3 = 874,849 \text{ кг/м}^3.$$

Плотность АПИ - API Gravity (American Petroleum Industry) используется в основном при расчете массы нефтепродуктов, величина условная и безразмерная. Однако API Gravity всегда можно перевести в относительную плотность по следующей формуле:

$$RD^{60/60} = \frac{141.5}{API^{60/60} + 131.5} \Rightarrow API^{60/60} = \frac{141.5}{RD^{60/60} - 131.5}$$

а затем, относительную плотность (R.D.) перевести в истинную плотность:

$$D^{50/15} = \frac{RD^{60/60} \cdot 999.012}{VCF^{60}}$$

VCF^{60} - Volume Correction Factor - коэффициент объёмного расширения при 60°.

Фаренгейта, выбирается из таблиц 54 ASTM.

Всегда следует помнить, что перевод различных единиц с использованием формул, значительно увеличивает вероятность возникновения ошибки в подсчете груза, поэтому многие судоходные компании запрещают пользоваться пересчетными формулами, требуя применять пересчетные коэффициенты из специальных таблиц.

Такие коэффициенты для перевода различных единиц приведены в XI томе ASTM в таблицах 3 и 21.

API Gravity 60° F	Relative Density 60/60° F	Density 15 °C	API Gravity 60° F	Relative Density 60/60° F	Density 15°C
1.5	1.0639	1063.2	4.5	1.0404	1039.8
1.6	1.0631	1062.4	4.6	1.0397	1039.0
1.7	1.0623	1061.6	4.7	1.0389	1038.3
1.8	1.0615	1060.8	4.8	1.0382	1037.5
1.9	1.0607	1060.0	4.9	1.0374	1036.7

Для перевода удельного веса из фунтов/галлон (**lbs/gal**) в более привычные единицы системы СИ используется переводной **коэффициент 0.1198264** на который следует умножить значение удельного веса.

Еще одно понятие плотности груза довольно широко применяется на танкерном флоте: **«Вес литра» (Liter Weight)**, который определяет массу одного литра вещества в воздухе при заданной стандартной температуре и обозначается **LW** (размерность кг/л) с указанием температуры. Вес литра груза определяется лабораторным путем и рассчитывается как разница между весом пустого и наполненного пробой груза пикнометра (специального сосуда) с учетом объёма, занимаемого пробой груза. Используя, так называемый «вакуумный фактор» (VF) и определенный LW, рассчитывают значение плотности или удельного веса. Плотность рассчитывают, умножая значение LW на вакуумный фактор, а удельный вес определяют делением значения стандартной плотности вещества на плотность воды при стандартной температуре. Вакуумный фактор меняется в зависимости от плотности груза:

Плотность груза	Вакуумный фактор
1,0	1,00108
0,9	1,00122
0,8	1,00139
0,7	1,00161

$$D = VF \cdot LW$$

$$SG_{15/15} = \frac{VF \cdot LW}{0.99913}$$

$$SG_{15,6/15,6} = \frac{VF \cdot LW}{0.99903}$$

Для того, чтобы из значения плотности, определенного лабораторным путем при стандартной температуре, получить её значение при необходимой температуре, используется коэффициент изменения плотности на 1°C (1°F) Density Correction Factor (DCF). Ниже приведены средние значения плотностей и DCF для некоторых химических грузов.

Название груза	Плотность при 15° С (кг/л)	Изменение плотности на 1°C
Ацетон	0,7950	0,00114
Бензол	0,8829	0,00105
Бутанол	0,8126	0,00077
Каустик Сода	1,5250	0,00063
Циклогексан	0,7820	0,00095
Диэтиленгликоль (DEG)	1,1190	0,00071
Этанол	0,8122	0,00086
Этиленгликоль	0,9331	0,00071

Гексан	0,6824	0,00092
Изопропанол (IPA)	0,7884	0,00084
Метанол	0,7952	0,00095
Ортоксилол	0,8830	0,00085
Параксилол	0,8643	0,00087
Стирол	0,9095	0,00089
Толуол	0,8703	0,00092
Ксилол	0,8680	0,00086

Для перевода DCF на 1°F в DCF на 1°C, DCF на 1°F следует умножить на 1.79856611

Определение фактической плотности

Этот метод применяется в основном при перевозке чистых химических грузов или продуктов с наличием незначительного количества примесей других в его составе. Точная плотность груза при данной температуре определяется лабораторией терминала измерением фактической плотности груза в береговом резервуаре при помощи ареометра. После чего плотность, определенная лабораторным путем, пересчитывается в плотность при стандартной температуре (+15°C, +20°C и т.д.) или же рассчитываются поправки к плотности на один градус изменения температуры в зависимости от того, какая методика подсчета используется. Плотность, определенную таким образом можно корректировать на заданную температуру, используя таблицы ASTM 53 В (для приведение полученной плотности к стандартной величине при + 15°C) или 23 В (для приведения плотности к стандартной величине относительной плотности при 60/60F).

При использовании в подсчетах груза значений плотности,

определенных таким способом, необходимо рассчитанный объём груза при фактической температуре умножить на известное значение плотности при той же температуре.

Метод ASTM D 2598

Этот метод предусматривает определение плотности груза на основе определения точного его состава лабораторным методом с помощью хроматографа. Хроматограф позволяет определить точный фракционный состав жидкости, после чего производится расчет процентного содержания в смеси каждого компонента и по формуле определяется относительная плотность каждого компонента и смеси в целом:

$$\text{Relative Density (60/60°F)} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Relative Density (60/60°F) compound } i \times C_i}{100}$$

где C_i - процентное содержание каждого компонента в смеси.

Определение плотности по формуле Фрэнсиса

В общем случае плотность смеси углеводородов, находящихся при атмосферном давлении можно рассчитать по формуле Фрэнсиса, которая определяет линейную зависимость плотности жидкости от её температуры. Использовать эту формулу можно в довольно широком диапазоне температур от +30°C до -60°C.

$$\rho = \frac{\sum x_i M_i}{\sum x_i V_i}$$

где ρ - плотность при $t^\circ\text{C}$ кг/м³;

x_i - молярное содержание компонента;

M_i - молярная масса компонента;

V_i - молярный объём компонента.

Для температурного диапазона от +30°C до -60°C молярный объём определяется по формуле:

$$V_i = \frac{M_i}{\{A - (B \cdot t) - [C : (E - t)]\}}$$

где t - температура смеси в °C,

A, B, C и E константы, рассчитанные для каждого компонента.

Расчет плотности по уравнению COSTALD

Более сложный метод подсчета плотности жидкости называется Corresponding State of Liquid Density (сокращенно COSTALD). Этот способ применим как к расчетам плотности сжиженных газов так и химических процессов. Разница между значением плотности, измеренной ареометром, и значением плотности, рассчитанной по этой формуле, не превышает 0,08%. Поскольку формула COSTALD очень громоздка и сложна, расчеты осуществляются компьютерным способом.

Подсчет груза на борту танкера

Стандартная процедура определения веса тела заключается в сравнении массы данного тела с массой эталона при помощи рычажных или пружинных весов. Поскольку такую процедуру можно произвести только в лабораторных условиях (в воздухе при нормальных условиях), то юридически правильным будет указание в отгрузочных документах именно веса груза в воздухе.

Весом тела называют силу, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на горизонтальную опору или подвес.

$$P = m \cdot g$$

Поскольку на все тела, находящиеся в атмосфере Земли, действует выталкивающая сила Архимеда со стороны воздуха, то и вес тела, соответственно, будет меньше на величину выталкивающей силы воздуха.

При подсчете количества груза на борту танкера также используется понятия «вес груза в воздухе» и «вес груза в вакууме». Предположим, что имеется возможность произвести первоначальное взвешивание пустой цистерны, заполненной воздухом с помощью рычажных весов. В таком случае определяется вес в воздухе самой цистерны и её содержимого (W_1). После заполнения цистерны грузом, произведем повторное взвешивание, в результате которого опять определим общий вес в воздухе цистерны и её содержимого (W_2). Поскольку при заполнении цистерны грузом происходит вытеснение воздуха из цистерны грузом, разница весов цистерны до и после погрузки даст нам вес груза без учета воздействия Архимедовой силы со стороны воздуха. То есть разница в весе цистерны даст точное представление о массе погруженного груза. И это было бы так, если бы не воздействие Архимедовой силы на эталон (гирю), уравнивающий плечи весов

В качестве эталона веса используется латунь с плотностью 8000 кг/м^3 , плотность (ρ) воздуха при стандартных условиях (давлении 1013 мбар и температуре $+20^\circ\text{C}$) составляет $1,2 \text{ кг/м}^3$. Поэтому для уравнивания взвешиваемого груза M , потребуется дополнительно некоторое количество эталонного веса для компенсации Архимедовой силы.

Дополнительная масса эталона составит:

$$M = V \cdot \rho$$

А поскольку:

$$V = \frac{M}{8000 \text{ кг/м}^3}$$

$$M = 1,2 \cdot \frac{M}{8000} = 0,00015M$$

Поэтому можно записать:

$$W_1 - W_2 = M + 0,00015M \quad \text{или} \quad M = 0,99985(W_1 - W_2)$$

Коэффициент **0,99985** является универсальным и не зависит от типа весов, использованных при взвешивании, количества груза, от используемых единиц измерения при подсчете. Величина $1,00015 \cdot (\rho - 1,2)$ представляет собой переводной коэффициент между весом и объёмом (ρ - плотность

груза). Этот коэффициент меняется в зависимости от плотности жидкости (Таблица 2). Пересчет массы погруженного груза в вес в воздухе осуществляется с помощью переводных коэффициентов таблицы 56 ASTM.

Детальная проверка таблиц ASTM 56 показывает, что переводные коэффициенты не следуют абсолютно точно вышеприведенным соотношениям, однако средняя величина для диапазона плотностей постоянна. Для получения плотности груза в воздухе при практических расчетах достаточно от величины стандартной плотности при 15°C (кг/м³) вычесть величину 1,1. Погрешность при таких расчетах настолько мала, что ею можно пренебречь.

Таблица 2. Зависимость переводного коэффициента от плотности

p кг/м ³	$1,00015 \cdot (p-1,2)$	$p-(1,00015 \cdot (p-1,2))$
500	498.87	1.125
600	598.89	1.110
700	698.90	1.095
800	798.92	1.080
900	898.93	1.065
1.000	998.95	1.050
1.100	1.098,96	1,035

Определение общего количества груза в танке сводится к определению массы жидкости. На практике определение массы груза осуществляется двумя методами:

- Приведением фактического объёма груза к некоторой стандартной величине при температуре +15°C, с использованием значения плотности при стандартной температуре и специальных переводных коэффициентов из таблиц ASTM.
- Приведением известной стандартной плотности при температуре +15°C к реальной плотности при фактической температуре с использованием значения объёма при фактической температуре и специальных переводных коэффициентов из таблиц ASTM.

С научной точки зрения использование реальной плотности при подсчете массы не является правильным. Однако на практике, очень многие грузоотправители используют реальную плотность в своих расчетах.

Таблица 3. ASTM 56

ASTM 56 (short table)

Density at 15°C (Kg/L)	Factor for converting Weight in Vacuo to Weight in Air	Density at 15°C (Kg/L)	Factor for converting Weight in Air to Weight in Vacuo
0,5000 to 0,5191	0,99775	0,5000 to 0,5201	1,00225
0,5192 to 0,5421	0,99785	0,5202 to 0,5432	1,00215
0,5422 to 0,5673	0,99795	0,5433 to 0,5684	1,00205
0,5674 to 0,5950	0,99805	0,5685 to 0,5960	1,00195
0,5951 to 0,6255	0,99815	0,5961 to 0,6265	1,00185
0,6256 to 0,6593	0,99825	0,6266 to 0,6603	1,00175
0,6594 to 0,6970	0,99835	0,6604 to 0,6980	1,00165
0,6971 to 0,7392	0,99845	0,6981 to 0,7402	1,00155
0,7393 to 0,7869	0,99855	0,7403 to 0,7879	1,00145
0,7870 to 0,8411	0,99865	0,7880 to 0,8421	1,00135
0,8412 to 0,9034	0,99875	0,8422 to 0,9044	1,00125
0,9035 to 0,9756	0,99885	0,9045 to 0,9766	1,00115
0,9757 to 1,0604	0,99895	0,9767 to 1,0614	1,00105
1,0605 to 1,1000	0,99905	1,0615 to 1,1000	1,00095

Подсчет груза методом приведения фактического объёма груза к стандартной температуре

Этот метод основан на использовании таблиц ASTM 54 (54B - для нефтепродуктов и 54D - для смазочных масел).

По откорректированному всеми поправками уровню груза из мерительных (гидростатических) таблиц выбирается объём груза при фактической температуре в каждом танке - GOV. По заданной относительной плотности груза (15/15) из таблиц ASTM 21 простым интерполированием между ближайшими по величине значениями выбираем истинную плотность груза при 15°C. Поскольку точное значение массы груза можно получить, используя значения плотности и объёма, определенные при одной и той же температуре, то возникает необходимость привести реальный объём жидкости в танке к стандартной температуре +15°C. Для приведения объёма используются таблицы ASTM 54 (Volume Reduction Factor). Вход в таблицу осуществляется по значениям средней температуры груза и стандартной плотности при +15°C. Интерполируя между ближайшими по значению величинами поправок, выбираем коэффициент приведения заданного объёма к стандартному объёму при +15°C—GSV. Перемножив объём и плотность груза при стандартной температуре, определим массу груза в вакууме.

Рассмотрим подсчет груза методом приведения объёма на примере: Чистый объём груза веретенного масла в грузовом танке составляет 520,844 м³ при температуре +3°C. Стандартная плотность груза при +15°C, заявленная грузоотправителем, равна 889 кг/м³. Рассчитать массу груза в воздухе.

Решение:

Используя таблицу 54D, определяем пересчетный коэффициент для перевода фактического объёма груза в стандартный:

Таблица 54 D. Смазочные масла. Коэффициенты приведения объёма к +15°C.								
Температура °C	Плотность при +15°C							
	880	882	884	886	888	890	892	894
	Коэффициент приведения объёма							
2,5	1,0089	1,0089	1,0089	1,0088	1,0088	1,0088	1,0088	1,0088
3,0	1,0085	1,0085	1,0085	1,0085	1,0085	1,0084	1,0084	1,0084
3,5	1,0082	1,0082	1,0081	1,0081	1,0081	1,0081	1,0081	1,0081

В таблицу входим по значениям стандартной плотности и фактической температуры груза. Интерполируя между ближайшими табличными значениями стандартной плотности (888 и 890), соответствующим температуре груза +3°C, определим коэффициент приведения объёма — 1,00845.

Перемножая GOV и полученный коэффициент, получим — GSV:

$$\begin{aligned} \text{GOV} \cdot \text{VCF} &= \text{GSV} \\ 520,844 \cdot 1,00845 &= 525.245 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Далее определяем вес груза в вакууме:

$$525,245 \text{ м}^3 \cdot 0,889 \text{ т/м}^3 = 466,943 \text{ тонн.}$$

Для перевода веса груза в вакууме в вес в воздухе воспользуемся пересчетным коэффициентом 0,99875 из таблицы 56 для диапазона плотностей 0,8412–0,9034:

$$466,943 \cdot 0,99875 = 466,359 \text{ тонн}$$

Подсчет груза методом приведения стандартной плотности к плотности фактической.

Самый простой способ определения количества груза в танке перемножением фактической плотности груза на фактический его объём, применяется только в том случае, если лаборатория терминала способна определить плотность груза при фактической его температуре в танке. В общем случае, анализ плотности груза производится в лаборатории, расположенной на значительном удалении от судна, поэтому температура пробы груза будет отличаться от температуры груза в танке. В этом случае терминал должен предоставить специальные таблицы с пересчетными коэффициентами, или же указать коэффициент изменения плотности на 1°C (1°F) - Density Correction Factor (DCF). Важно не перепутать при подсчете груза коэффициент объёмного расширения груза (VCF) с коэффициентом изменения плотности (DCF).

Пересчет стандартной плотности в фактическую производится по следующей формуле:

$$\rho^{\Phi} = \rho^C - DCF \cdot \Delta t$$
$$\Delta t = t^{\Phi} - t^C$$

где

ρ^{Φ} - плотность груза при фактической температуре

ρ^C - плотность груза при стандартной температуре

t^{Φ} - температура груза фактическая

t^C - температура стандартная (20°C или 15°C)

С повышением температуры груза плотность уменьшается, а с понижением – увеличивается.

Между коэффициентом изменения плотности и коэффициентом объёмного расширения существует взаимосвязь:

$$DCF = VCF \cdot p$$

Если лаборатория терминала предоставляет значение плотности груза, которое определено не при стандартных значениях температуры, а судовладелец требует производить подсчет груза на борту ТОЛЬКО с использованием таблиц ASTM, то необходимо пересчитать плотность фактическую в плотность стандартную, используя таблицы ASTM 53. Вход в таблицу осуществляется по известному значению фактической плотности и фактической температуры груза. Если табличные значения не соответствуют фактическим, необходимо выполнить интерполяцию между ближайшими табличными значениями. Далее расчеты осуществляются способом приведения фактического объема груза к стандартному.

Подсчет груза по осадке судна (Draught Survey)

В некоторых случаях, когда нет возможности определить уровень груза в танках, используется способ, который называется «Контроль осадки» - Draught Survey. Так, например, при перевозке патоки, уровень груза невозможно определить с помощью мерительных устройств из-за огромного количества пены на поверхности груза, и Draught Survey- основной способ определения количества груза на борту. Способ заключается в следующем:

- Перед началом погрузки по шкале дедвейта определяется водоизмещение порожнего судна.
- После окончания погрузки по шкале дедвейта определяется водоизмещение груженого судна.
- Разность между этими величинами даст количество груза на борту.

Казалось бы, чего проще? Посмотрел среднюю осадку, по ней вошел в шкалу дедвейта, - и результат. Однако, вся сложность как раз и заключается в том, чтобы правильно определить осадку судна, с которой необходимо

входить в шкалу дедвейта. Поскольку судно может иметь прогиб или перегиб корпуса, средняя осадка, определенная визуально по шкале осадок, не дает точного результата.

Существует несколько способов расчета средней осадки судна - по 6-и осадкам и по 13 осадкам. Самый распространенный - расчет «по 6-и осадкам». Который заключается в следующем:

- Со шкалы осадок судна, с обоих бортов, снимаются показания (всего - 6).
- Рассчитывается средняя осадка носом, кормой и на миделе.
- Рассчитывается исправленная средняя осадка, по которой осуществляется вход в шкалу дедвейта.

Расчет исправленной средней осадки производится по следующей формуле:

$$T_{CP.OTK} = \frac{T_{CP.H.} + T_{CP.K.} + (6 \cdot T_{CP.M.})}{8}$$

где

$T_{CP.OTK}$ – средняя откорректированная осадка

$T_{CP.H.}$ - средняя осадка носом

$T_{CP.K.}$ - средняя осадка кормой

$T_{CP.M.}$ - средняя осадка на миделе.

Расчет водоизмещения осуществляется следующим образом:

$$D_{ФАКТ.} = \frac{D_{ТАБЛ.} \cdot \rho_{З.В.}}{1,025}$$

где

$D_{ФАКТ.}$ - фактическое водоизмещение

$D_{ТАБЛ.}$ - водоизмещение, определенное по средней осадке из шкалы дедвейта.

$\rho_{З.В.}$ - фактическая плотность забортной воды, определенная с помощью ареометра.

Расчет интенсивности поступления груза в танк

Для предотвращения образования заряда статического электричества из-за свободного падения жидкости в танк и её разбрызгивания в начальный момент погрузки, необходимо обеспечить поступление груза с линейной скоростью потока не более чем 1 м/с. К сожалению, терминалы не оборудуются датчиками, фиксирующими линейную скорость потока. Все существующие динамические счетчики груза (Flowmeter) определяют лишь объёмные характеристики потока груза или же весовые. Поэтому определение объёмной или весовой интенсивности налива для грузов, аккумулирующих статическое электричество, лежит на грузовом помощнике. По международным требованиям, начальная интенсивность налива таких грузов ограничивается линейной скоростью потока 1 м/с, а максимальная интенсивность налива ограничена линейной скоростью потока в 7 м/с.

Расчеты объёмной скорости потока в трубопроводе по известной линейной его скорости весьма просты:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot u \cdot 3600$$

где

Q -интенсивность налива, м³/час

d - диаметр трубопровода, м

u - линейная скорость потока, м/с

И, наоборот, зная интенсивность налива в объёмных единицах, можно легко определить линейную скорость потока:

Существуют специальные таблицы для облегчения таких расчетов. Ниже приведена таблица объёмов одного погонного метра трубопровода в зависимости от диаметра.

Номинальный диаметр Дюймы	Внутренний диаметр, дюймы	Имп.Галлон на фут	Амер. Галлон на фут	Литр на метр	Баррель на милю
2	2,067	0,1451	0,1743	2,165	22 1
	2,469	0,2071	0,2487	3,089	31
	3,068	0,3198	0,3540	4,769	48
4	4,026	0,5507	0,6613	8,213	83
6	6,065	1,250	1,501	18,64	189
8	8,071	2,213	2,658	33,01	334
10	10,192	3,529	4,238	52,63	533
12	12,090	4,966	5,964	74,06	749
14	13,250	5,964	7,163	88,96	900
16	15,250	7,901	9,489	117,84	1.192
18	17,250	10,109	12,140	150,77	1.525
20	19,250	12,589	15,119	187,76	1.900
24	23,250	18,370	22,062	273,99	2.772

* Объем рассчитан по внутреннему диаметру трубопровода

Помимо линейной скорости потока, международные правила ограничивают общую интенсивность поступления груза в танк (Loading Rate):

$$LR = \frac{3600 \cdot U}{t}$$

где

LR - интенсивность налива

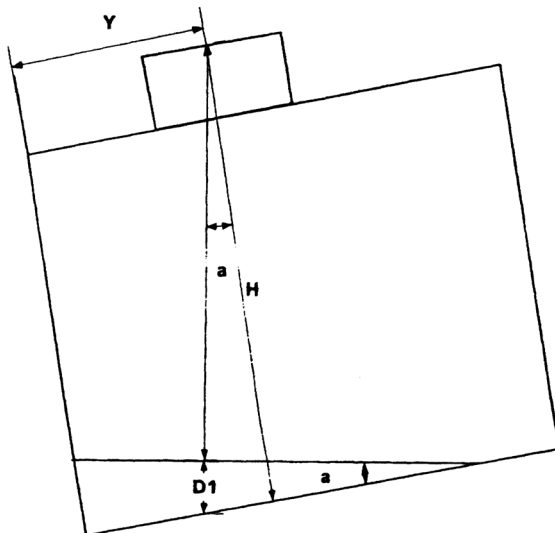
U - объем пространства танка над поверхность жидкости в момент срабатывания сигнализации о переполнении танка (98%).

t - время реагирования, которое требуется экипажу для остановки поступления груза в танк.

Но есть еще один важный фактор, ограничивающий интенсивность налива - пропускная способность газоотводной системы, (см. «Контролируемый газоотвод»).

Подсчет остатков груза после выгрузки

Не всегда судно имеет возможность произвести полную выгрузку груза, например, из-за свойств груза (на танкерах, производящих перевозку сырой нефти, это обычное явление) или особенностей грузовой системы танкера. В **таком** случае на борту остается часть груза. И, в большинстве случаев, определение количества оставшегося груза (Remaining on Board - R.O.B.) осуществляется расчетным способом, а не с использованием мерительных таблиц.



Формула, по которой производится подсчет остатков груза, называется «Формула клина» (Wedge Formula) и выглядит следующим образом:

$$V = \frac{L \cdot B \cdot D^2}{2T}$$

где

V -объём остатков груза

L -длина судна между перпендикулярами

B -ширина танка

D -откорректированный взлив груза в танке

T - дифферент судна

Использование этой формулы предполагает, что:

- Крен отсутствует
- Все величины выражены в метрах
- Днище танка не полностью покрыто грузом
- Все остатки груза стекли в кормовую часть танка.

Наибольшую проблему представляет собой расчет откорректированного взлива груза в танке, который производится следующим образом:

$$D = [D_1 \cdot \operatorname{cosec} \alpha + (Y - H \times \tan \alpha)] \cdot x \tan \alpha$$

где

D_1 - измеренный взлив остатков груза в танке

Y - отстояние мерительной точки от кормовой переборки танка

α - угол дифферента

H - высота танка.

Для определения угла дифферента α следует использовать свойство прямоугольного треугольника: «тангенс острого угла прямоугольного треугольника равен отношению противолежащего катета к прилежащему», то есть:

$$\tan \alpha = \frac{T}{L}$$

тангенс угла дифферента будет равен отношению дифферента судна T длине судна между перпендикулярами.

Судовой фактор (Vessel Experience Factor)

Практически всегда между количеством груза, поступившим на борт судна и количеством груза, слитым из береговых резервуаров, будет разница. Это объясняется, прежде всего, различной степенью точности в калибровке береговых резервуаров и судовых грузовых танков, различием в точности и способах определения уровня жидкости и пр. Поэтому международными

правилами допускается некоторое расхождение в количестве груза, принятого на судно (Ship's Figure), и отгруженного терминалом (Shore Figure). Как правило, количество груза, определенное по береговым замерам, вносится в основной грузовой документ - коносамент (Bill of Lading - B/L). Однако, допустимая разница между коносаментным количеством груза и количеством, определенным по судовым замерам, не должна превышать 0,5% от общего количества груза, в противном случае в обязательном порядке должно быть заявлено письмо-протест на разницу в количестве груза. Для того, чтобы уменьшить вероятность возникновения грубой ошибки в подсчете груза, используется «Судовой калибровочный фактор» (Vessel Experience Factor - VEF), определенный на основании расчета среднего показателя разницы между судовыми замерами и коносаментным количеством отгруженного груза за определенный период (как правило, за 10 предыдущих рейсов). Расчет VEF -принципиальный метод, позволяющий грузовому помощнику танкера определить, насколько верна, так называемая, коносаментная цифра. VEF позволяет также определить возможность потенциальной недостачи груза в порту выгрузки.

Однако, VEF можно рассчитать только в том случае, если судно перевозит однородный груз и полностью загружено в одном порту погрузки. Частичная загрузка некоторых грузовых танков, или же разнородные грузы на борту танкера (обычный вариант загрузки для танкера-химовоза) не позволяют произвести такие расчеты. Кроме того, VEF может изменяться в зависимости от сорта груза, порта погрузки, после докования, ремонта и пр. Поэтому VEF корректируется каждый рейс. Несмотря на то, что VEF рассчитывается для каждого судна и зависит от многих факторов, в среднем его значение по всему танкерному флоту колеблется в пределах от -0.2% до +0,2%.

Точность замеров

Очень часто расхождение между судовым и береговым количеством груза случается из-за ошибок в замерах груза на борту судна. Такие ошибки, как правило, не влияют на «коносаментную цифру», которая определяется на основе береговых замеров, однако они могут повлиять в дальнейшем на результат споров, возникающих при недостатке груза в порту выгрузки. В некоторых случаях, когда «коносаментная цифра» основывается на судовых любых ошибки в замерах груза на борту судна приводят к возникновению споров относительно количества груза в порту выгрузки. В случаях использование VEF сразу же позволяет выявить грубые ошибки и промахи в подсчетах. Даже присутствие на борту значительного количества береговых сюрвейеров не исключает возможность возникновения ошибки. Так, при замерах уровня груза переносной рулеткой, даже расположение глаз сюрвейера относительно шкалы рулетки может привести к возникновению ошибки. В таких случаях грузовому помощнику рекомендуется проверять и согласовывать полученные данные с сюрвейером. Кроме того, хороший грузовой помощник, выходя из ПУГО на замеры груза вручную, уже имеет представление о том, какой уровень груза должен быть в том или ином танке, что также исключает возникновение грубого промаха в замерах. Замеры груза необходимо производить ТОЛЬКО после того, как полностью закончится погрузка, а в некоторых случаях (когда возможно насыщение груза парами или образование пены) после отстоя груза. Внутрисудовая перекачка груза не должна производиться до тех пор, пока не будут полностью произведены замеры груза по всем танкам. Перед замерами необходимо как можно точнее снять осадки судна и определить его дифферент. При замерах вручную с помощью переносной рулетки, замеры требуют особого внимания, поскольку отсчет необходимо снимать в момент касания грузиком рулетки поверхности груза. Особое внимание точности замеров следует уделять при определении уровня груза на открытых

причалах или рейдах, где судно испытывает качку и поверхность груза колеблется. В таких случаях рекомендуется производить не менее 5 замеров уровня по каждому танку и рассчитывать его среднее значение. Температура груза определяется в КАЖДОМ танке по 3-м уровням (даже при перевозке однородного груза не допускается использование средней температуры для всего груза).

Грузовая документация

Перевозка любого груза на судах должна сопровождаться оформлением необходимого пакета коммерческой документации. Все действия судовой администрации, предпринимаемые для обеспечения сохранной и безопасной перевалки и/или перевозки груза должны быть подтверждены официальными документами (записями в судовом журнале, официальными письмами-протестами, заполненными и подписанными формами, предусмотренными судовладельцем и пр.).

Коносамент (Bill of Lading)

Это наиболее важный документ, выполняющий 3 основные функции:

- Являясь основным грузовым документом, он обладает функцией расписки перевозчика в получении груза от грузоотправителя;
- Служит доказательством наличия договора перевозки между перевозчиком и грузоотправителем.
- Выступает в качестве товарораспределительного документа в отношении указанного в нем груза.

Также как и любая ценная бумага, коносамент должен содержать некоторые ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ реквизиты:

- Наименование судна
- Наименование перевозчика

- Место погрузки
- Наименование отправителя
- Место назначения груза
- Наименование получателя
- Наименование груза, его количество и особые свойства.
- Сведения об оплате фрахта или условия оплаты.
- Время и место выдачи коносамента
- Количество составленных и подписанных коносаментов
- Подпись капитана или другого представителя перевозчика.

При отсутствии какого-либо из перечисленных реквизитов коносамент теряет функции ценной бумаги и товарораспорядительного документа. Обычно коносамент подписывается капитаном по поручению судовладельца и (или) фрахтователя и подтверждает количество груза, погруженного на борт танкера в соответствии с требованиями чартера, согласно которым груз должен быть доставлен в порт назначения в целости и сохранности. Но поскольку количество груза в коносаменте указывается по береговым замерам, отличающимся от судовых, капитан вправе сделать на коносаменте оговорку «Quality and Quantity Unknown» - «количество и качество груза неизвестны». Оговорка в коносаменте служит основанием для освобождения перевозчика от ответственности за недостачу груза. Поскольку коносамент - документ односторонний, то есть подписывается только перевозчиком или его представителями, то в стандартных танкерных коносаментах такая оговорка уже внесена типографским способом.

Обычно выписывается 3 оригинала коносамента, каждый из которых должен быть подписан соответствующим образом и заверен судовой печатью. Один оригинал направляется отправителю, второй - перевозчику (судовладельцу или фрахтователю), а третий оригинал направляется получателю груза. Копии коносамента в необходимом количестве предоставляются капитану судна с отметкой «Copy» и «Non Negotiable».

Капитан не должен подписывать коносамент до окончания замеров и

подсчета груза, или коносаменты, помеченные задним числом. Коносамент на каждую партию груза должен подписываться по окончании её погрузки. Выгрузка груза в порту назначения осуществляется после предъявления получателем оригинала коносамента. Помимо того, что коносамент подтверждает количество груза на борту, он является ещё и платежным документом. До того момента, пока получатель не предъявит оригинал коносамента, или же не подтвердит своё право на груз гарантийным письмом (Letter of Indemnity), капитан не имеет права выгружать доставленный груз.

Грузовой манифест (Cargo Manifest)

Грузовой манифест представляет собой опись грузов, погруженных на судно, которая составляется на основании коносаментов, такая опись содержит ряд дополнительных сведений, относящихся к грузам на борту. Манифесты обычно готовятся судовым агентом или капитаном судна. В манифесте указываются:

- Наименование груза;
- Порт погрузки;
- Номер груза по ИМО;
- Порт выгрузки;
- Количество каждого груза на борту согласно коносамента;
- Размещение груза по танкам;
- Фрахтователь судна;
- Отправитель груза;
- Получатель груза;

Манифест предъявляется по требованию портовых или таможенных властей в порту выгрузки. До последнего времени не существовало единого требования к оформлению грузовых манифестов, в некоторых странах и портах в отношении манифестов устанавливаются специфические требования. Так в США таможенные власти требуют представления

манифестов, составленных на особых бланках установленной формы, причем манифесты составляются отдельно на грузы, которые выгружаются в данном порту и на транзитные грузы. Ниже приведена рекомендованная ИМО форма манифеста опасных грузов.

DANGEROUS GOODS MANIFEST

Ship's name	IMO No.	Flag state	Master's name
Voyage No.	Port of loading	Port of discharge	Shipping agent

Booking No.	Mark, number, container ID Nos.	Numbers & kind of packages	Proper shipping name	Class	UN number	Packing group	Subsidiary risk(s)	Flash point in °C (c.c.)	Marine pollutant	Mass (k [^]) Gross/Net	Ems	Stowage position on board

Сертификат качества (Certificate of Quality)

В этом документе указывается спецификация на груз, его состав, качество, физические и химические свойства груза, условия транспортировки. Сертификат предоставляется терминалом по поручению грузоотправителя или же независимой сюрвейерской организацией. На основании сертификата о качестве груза капитан подписывает коносамент.

Сертификат количества (Certificate of Quantity)

Этот документ подтверждает количество груза, принятого на борт и выдается представителем терминала по поручению грузоотправителя.

Сертификат обычно заверяется независимым сюрвейером. Сертификат количества позволяет капитану определить правильно ли указано количество груза в коносаменте. Тем не менее, количество груза, указанное в коносаменте, всегда имеет приоритетность по сравнению с другими грузовыми документами.

Сертификат о происхождении (Certificate of Origin)

Такой сертификат выдается производителем груза или же грузоотправителем. В нем указывается страна происхождения груза. Сертификат должен быть обязательно подписан таможенной службой порта отгрузки. В некоторых странах такой документ может быть затребован государственными органами, контролирующими экспорт/импорт товаров. Также как и сертификаты на качество и количество груза, этот документ не является дополнением или приложением к коносаменту.

Дополнительные грузовые документы

Помимо основных коммерческих документов, перечисленных выше, имеется целый ряд документов, которые регламентируют грузовые операции. Так, наличие перед погрузкой сертификата о готовности танков (Certificate of Tank Fitness или Tank Inspection Certificate Before Loading) является обязательным условием, подтверждающим готовность судна к приему груза. Также как и наличие сертификата об инспекции танков после выгрузки (Tank Inspection Certificate After Discharge или Tank Empty Certificate) подтверждает полную выгрузку груза. Если при подсчете груза в порту погрузки возникают расхождения в количестве груза на борту более чем в 0,5 %, для защиты интересов судовладельца судно должно подготовить акт о расхождении в количестве груза (Letter of Cargo Discrepancy или Cargo Discrepancy

Certificate) и вручить его представителю терминала.

Акт учета стояночного времени (Time Sheet)

Детальная запись о времени, затраченном судном на стояночные операции в порту (погрузки или выгрузки) готовится обычно судном, хотя, в некоторых случаях грузоотправитель может независимо от судна вести учет стояночного времени в порту. Судовой агент согласовывает акт учета стояночного времени с представителями терминала для того, чтобы представить судовладельцу и грузоотправителю уже согласованный документ, в котором указаны все основные моменты, касающиеся проведения грузовых операций, задержки, ожидания и пр. Акт позволяет распределить затраты на обработку судна в порту между участниками чартера. Ниже приведена примерная форма «Акта стояночного времени».

Statement of Facts

Port:	From:	Date	Time	Last port:	
Terminal:	To:			Next port:	
Port code:				Voyage:	
Vessel:					
Time Schedule:	From		ROB		Comments
	Date	Time	HFO	MDO	
End of Sea passage (EOSP)					
N.O.R. tendered					
Anchor/Drift due to:					
Anchor/Drift due to:					
Left anchorage					
Pilot on Board					
Tugs alongside					
First line ashore					
All fast					
Gangway rigged					
Customs / Immigration on board					
Free pratique granted					
Cargo surveyor on board					
Commenced hose / arms connection					
Completed hose / arms connection					
Commenced ullaging / inspection					
Completed ullaging / inspection					
Commenced cargo calculations					
Completed cargo calculations					
Commenced					
Stop, due to:					
Resumed					
Completed					
Commenced ullaging / inspection					
Completed ullaging / inspection					
Commenced cargo calculations					
Completed cargo calculations					
Commenced hose / arms disconnection					
Completed hose / arms disconnection					
Cargo papers on board					
Pilot on board					
Unrigging gangway					
Tugs alongside					
Commenced unmooring					
Left berth					
Tugs away					
Pilot disembarked vessel					
Commenced of Sea Passage					
ETA next port					

Акт судовых замеров

Помимо документации, которая готовится представителями терминала и судовым агентом для оформления коммерческих и юридических аспектов перевозки, капитан судна с целью максимального обеспечения защиты интересов судовладельца готовит пакет судовых документов. Одним из наиболее важных судовых документов является «Акт судовых замеров» (Ullage Report или Sounding Report). Очень важно, чтобы при составлении Актов замеров, независимый сюрвейер и грузовой помощник согласовывали методы подсчета груза и полученные результаты. Как правило, подписи грузового помощника и сюрвейера на актах замеров являются юридическим подтверждением правильности результатов подсчета груза. Но, поскольку акт замеров, подписанный без оговорок, также как и коносамент, возлагает всю ответственность на перевозчика, грузовому помощнику нужно учитывать целый ряд факторов, с тем, чтобы определить, какую оговорку необходимо сделать на акте замеров, представленном сюрвейером. Во многих компаниях предусмотрена стандартная форма оговорки, которую должен делать грузовой помощник на акте замеров сюрвейера: «Только за объём и температуру». Но тут же возникает целый ряд вопросов:

- Чьим инструментом (судовым или береговым) производились замеры?
- Выбирал ли сюрвейер объёмы груза по танкам из мерительных таблиц самостоятельно или вместе с грузовым помощником?

Дело в том, что грузовой помощник не несет ответственность за то, насколько точно было произведено определение пустот в грузовых танках и температуры груза, если в ходе замеров использовался инструмент сюрвейера. Он также не несет ответственности за ошибки, которые мог допустить сюрвейер при пользовании мерительными таблицами. Поэтому юридически правильными будут оговорки примерно такого типа: «Только в получении» (For Receipt Only) или «Только в ознакомлении» (For

Acknowledge Only). В случае возникновения каких либо претензий со стороны грузополучателя в порту выгрузки, наличие таких оговорок на акте замеров сюрвейера (береговых замеров) дает страховщикам и адвокатам судовладельца большую свободу действий по защите его интересов. Но акт судовых замеров, составленный грузовым помощником, должен быть подписан сюрвейером без внесения оговорок.

Ship's Name

SHIP'S ULLAGE REPORT

Port

Date

Before Discharging/ After Loading

Tank #	Grade	Ullage		Gross Observed Volume		Density 15°C	API Gravity 60°F	Observed Temperature		Volume Correction Factor	GROSS Standard Volume		Cargo weight	
		Observed	Corrected					°F	°C		M³	BBL	Long Tons	Metric Tons
		CM	CM	M³	BBLs									

Remarks:

Fwd draft		m
Aft draft		m
M.Sh draft		m
Trim		m
List		°

SUMMARY

	B/L Figure	DISCREPANCY (Shore - Ship)	Ship figure
MT (Air)			
MT (Vac)			
LT			
M ³ 15°C			
Bbls 60°F			
% of total			
VEF			

Surveyor

Chief officer