

Классификация грузовых систем современных танкеров



Н. М. Подволоцкий,
д-р техн. наук, профессор
кафедры теплотехники,
судовых котлов и вспомо-
гательных установок
Государственного универ-
ситета морского и реч-
ного флота им. адмирала
С. О. Макарова

Конструкция судов танкерного флота и их отдельных узлов непрерывно совершенствуется как в мировом, так и отечественном кораблестроении. Между тем те или иные новации, например грузовые системы с новыми типами насосов, до сих пор не входят в программу подготовки соответствующих специалистов. Такую ситуацию необходимо оперативно исправить.

Согласно современной технической литературе, в настоящее время имеется три основных типа грузовых систем, используемых на танкерах: линейная, кольцевая и с перепускными переборочными клинкетам [1–5]. В основу классификации положен принцип расположения всасывающих трубопроводов в танках. Благодаря развитию танкерного флота конструкции этих грузовых систем совершенствуются, появляются принципиально новые конструкции, поэтому данная тема представляет практический интерес.

Линейная грузовая система строится по принципу «дерева»: через грузовые танки прокладывается магистральный трубопровод, к которому подсоединяются отрезки с клапанами для откачки либо заполнения танков. Каждый магистральный трубопровод оборудуется грузовыми центробежными насосами и обслуживает одну автономную группу танков, в которой может перевозиться один сорт груза. Взаимозаменяемость грузовых насосов обеспечивается двумя секущими клапанами с ручным приводом, расположенным в насосном отделении. Одновременно секущие клапаны изолируют автономные группы танков, исключая смешение груза, если в группах перевозятся разные его сорта.

Грузовые насосы линейных грузовых систем располагаются в насосных отделениях между машинно-котельным отделением и грузовым объемом. В связи с повышенными требованиями к защите окружающей среды современные танкеры строятся двухкорпусными. В междукорпусном пространстве, объем которого по требованиям Международной морской организации (International Maritime Organization, IMO) должен составлять около 35 % от дедвейта, перевозят чистый балласт. В связи с этим судовой корпусный набор стали располагать в балластных танках. Грузовые танки на современных танкерах без судового набора имеют гладкие переборки и днище. Отсутствие днищевых наборов в грузовых танках упростило зачистные операции.

Наличие второго дна позволило расположить приемники грузовой системы (основной и зачистной) в колодцах, что еще больше упростило процесс зачистки. Устройство грузового трубопровода на небольшой высоте от второго дна снизило высоту всасывания грузового насоса, позволило уменьшить гидравлические потери, снизить уровень и, соответственно, объем груза для зачистки.

До реконструкции танкеров грузовой трубопровод располагали поверх днищевых наборов в танках. Приемный трубопровод располагался на уровне около 2 м и выше над днищем танка, что увеличивало гидравлические потери и способствовало увеличению остатка груза для последующей зачистки. Отсутствие днищевых наборов облегчило условия для зачистки грузовых танков, позволило отказаться от зачистной системы и перенести ее функции на грузовую.

В результате в эксплуатации начали применять грузовые системы с автоматизированной зачисткой, выполняемой высокопроизводительными грузовыми насосами. На магистральных трубопроводах усовершенствованной грузовой системы перед входом жидкости в грузовую насос устанавливается сепарационная емкость для разделения сред груз-воздух, поступающих при зачистке.

Воздух, идущий при зачистке в сепарационную емкость, скапливается в верхней части, а в нижней аккумулируется груз, уровень которого контролируется с помощью регулятора. В сепарационной емкости контролируются верхний и нижний уровни груза. По достижении отметки нижнего уровня, при котором



воздух почти полностью заполняет объем сепарационной емкости, вакуумный насос автоматически включается на откачку воздуха. Этот процесс сопровождается повышением уровня груза в сепарационной емкости. По достижении верхнего предельного уровня вакуумный насос автоматически отключается. Затем по мере зачистки, сопровождающейся поступлением воздуха в сепарационную емкость, уровень груза в ней понижается и достигает нижнего значения, при этом вакуумный насос автоматически включается. Далее процессы повторяются.

По мере снижения уровня груза в зачищаемом танке количество воздуха, поступающего в сепарационную емкость, увеличивается. В результате растет частота включения вакуумного насоса. При всех условиях зачистки грузовой насос работает устойчиво, без срыва подачи, так как сепарационная емкость обеспечивает непрерывное поступление в грузовой насос жидкой фазы за счет поддержания в ней заданного уровня.

Для исключения возможного срыва работы грузового насоса при завершении зачистки его функционирование регулируется разными способами.

Ранее на танкерах применялись две системы слива груза: линейная грузовая

с центробежными несамовсасывающими насосами для слива основной массы груза и линейная зачистная, оборудованная самовсасывающими насосами объемного типа для зачистки остатков груза. Они включаются после срыва работы грузового насоса из-за образования вихревой воронки около приемника, ограничений подтекания груза через днищевой набор судна к приемнику системы и кавитационных явлений. Во всех этих случаях газовая составляющая поступает в насос.

Таким образом, в современной классификации грузовых систем под линейной грузовой системой следует понимать модернизированную грузовую систему, выполняющую функции зачистной системы высокопроизводительными грузовыми насосами, что сокращает время грузовых операций.

Разновидностью линейной грузовой системы является грузовая система с перепускными переборочными клинкетками. Ее магистральные трубопроводы не имеют отростков, ведущих в танки. Груз принимается в магистраль лишь из одного танка — кормового в данной группе, поэтому магистральные трубопроводы этой системы имеют минимальную длину. Прием груза в другие танки данной группы происходит перепуском через

перепускные переборочные клинкетки, расположенные у основания переборок, из танка, заполняемого через магистральный трубопровод данной группы.

Привлекательность этой системы заключается в сокращении длины трубопроводов, идущих по танкам. Однако у такой системы пониженная маневренность, она не обеспечивает выборочную разгрузку и погрузку танков, а лишь одновременную, может использоваться для перевозки только одного сорта груза.

За рубежом небольшое количество супертанкеров оборудовано грузовой системой с перепускными переборочными клинкетками. В отечественной практике этой системой оборудовано несколько танкеров малого дедвейта.

Преимущества данной грузовой системы — снижение стоимости за счет сокращения длины магистральных трубопроводов и количества клапанов, а также увеличение грузоподъемности. Однако перепускные переборочные клинкетки вместо применяемых в современных линейных системах поворотных затворов кратно дороже, поэтому выигрыш в снижении стоимости незначительный.

Рассматриваемая грузовая система имеет множество недостатков, поэтому не получила распространения и в насто-

ящее время системы с перепускными переборочными клинкетами не применяются.

Кольцевая грузовая система используется при расположении магистральных трубопроводов в бортовых танках. Она предполагает расположение грузовых танков тройками. При парном же их расположении (только бортовых) кольцевая грузовая система вырождается в линейную. Для завершения конструкции грузовой системы необходимо соединить магистральные трубопроводы перемычками и отрезками с клапанами в танках.

Кольцевая грузовая система обладает большей маневренностью и повышенной надежностью, так как разгрузка возможна по магистрали левого либо правого борта. Однако количество танков на танкере, где применяется кольцевая грузовая система, больше, чем на судне аналогичного дедвейта, но оборудованном линейной грузовой системой. В последнем случае план по танкам может быть реализован по схеме, когда к двум центральным примыкает одна пара бортовых, что сокращает количество танков. Кольцевая грузовая система оборудуется насосами объемного типа, выполняющими грузовые и зачистные операции. В этом случае необходимы также основные грузовые и зачистные приемники.

В целом по сравнению с линейной грузовой системой кольцевая имеет несколько большую массу, а следовательно, и стоимость за счет увеличения длины трубопроводов в танках, большего количества клапанов для обеспечения большей маневренности и увеличения количества переборок. Система используется на танкерах малого дедвейта и танкерах-снабженцах. Поскольку система имеет ограниченное применение, модернизации она не подвергалась.

Как следует из изложенного, грузовые системы совершенствуются в направлении уменьшения поступления газовой составляющей во всасывающий трубопровод для предотвращения срыва работы грузового насоса при сниженном уровне груза в разгружаемой емкости. Такой подход позволяет выполнить разгрузку основной части груза и зачистку грузовым насосом.

Наиболее полно этим условиям удовлетворяет пока не вошедшая в классификацию грузовая система, оборудованная погружными грузовыми насосами. Система успешно применяется на танкерах, химовозах, нефтевозах примерно до

80 тыс. т, а также танкерах-продуктовозах и бункеровщиках.

Эта система оборудуется центробежными погружными гидро- либо электроприводными насосами, устанавливаемыми у кормовой переборки танков в колодец небольшого объема глубиной около 0,2 м, расположенный в настиле второго дна. К насосу не подводится всасывающий трубопровод, откачиваемый груз поступает непосредственно в насос и далее по нагнетательному трубопроводу отводится по назначению.

Зачистка как наиболее проблемная часть грузовых операций происходит в условиях непрерывного стекания груза в колодец у кормовой переборки танка. При зачистке образуется вихревая воронка, через которую в насос поступает воздух и происходит его прохват. Однако эти явления не приводят к срыву работы насоса, так как воздух в него поступает в смеси с грузом, который непрерывно стекает в колодец за счет естественного дифферента на корму по мере разгрузки танкера. Разгрузка и последующая зачистка выполняются грузовым насосом. Минимальный остаток груза в колодце на современном танкере составляет около 20 л.

Грузовая система с погружными насосами имеет упрощенную конструкцию за счет отсутствия всасывающего трубопровода и лишена недостатков, присущих обычной линейной системе на режиме зачистки: вихреобразования около приемника, прохвата воздуха, кавитационных явлений.

Поскольку главной проблемой полной разгрузки танкера является зачистка, грузовая система без всасывающего трубопровода значительно упрощает конструкцию и уменьшает проблемы зачистки. По данным норвежской фирмы FRAMO, выпускающей грузовые системы с гидроприводными погружными грузовыми насосами, такими системами оборудовано более 2000 судов.

Таким образом, за последние десятилетия параллельно с прогрессивным развитием танкерного флота совершенствовалась и конструкция грузовых систем, а также технология грузовых и зачистных операций в направлении повышения эффективности. В результате в настоящее время на танкерах, оборудованных линейными грузовыми системами, зачистные операции выполняются центробежными грузовыми насосами с улучшенными условиями всасывания, что позволило отказаться от зачистных

систем. При этом следует отметить новые конструкции грузовых систем с погружными грузовыми насосами, выполняющими зачистные операции, также не имеющими всасывающего трубопровода.

Современные грузовые системы можно классифицировать по частоте применения на танкерах и по эффективности:

1) линейные грузовые системы, выполняющие функции зачистных. Ими оборудован основной состав мирового танкерного флота;

2) грузовые системы с погружными грузовыми насосами, также выполняющими функции зачистных систем, не имеющие всасывающего трубопровода. Только фирма FRAMO оборудовала ими более 2000 судов;

3) кольцевые грузовые системы. Применяются на танкерах-продуктовозах и бункеровщиках, количество которых ограничено;

4) грузовые системы с перепускными переборочными клинкетами. Танкеры, оборудованные такими системами, были экспериментальными. В настоящее время не эксплуатируются.

Изучение грузовых систем с погружными грузовыми насосами не входит программу подготовки специалистов по танкерам. С учетом развития грузовых систем и их ранжировки рекомендуется внести коррективы в программу обучения, включив информацию о новых грузовых системах, сосредоточиться на подготовке по наиболее распространенным типам грузовых систем в соответствии с предложенной ранжировкой. ■

Источники

1. Баскаков С.П., Конаков А.Г., Развозов С.Ю. Основы безопасности эксплуатации танкера: учебник / под общ. ред. С.П.Баскакова. СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О.Макарова, 2015. 804 с.
2. Костылев И.И.Денисенко Н.И., Петухов В.А. Безопасность эксплуатации технологических комплексов танкеров: учеб.-справ. пособие. СПб.: Элмор, 2001. 192 с.
3. Марковский Р.Р. Технология морских перевозок наливных грузов и работы нефтеналивного терминала: практич. пособие. СПб.: МОПСАР, 2008. 352 с.
4. Модельные курсы ИМО 1.01,1.02,1.04.
5. Радченко П.М. Технические средства наливных судов и их эксплуатация: учеб.-справ. пособие. Ч. 2. Специальные системы. Владивосток: МГУ им. адм. Г.И.Невельского, 2005. 389 с.