

Методика подбора типа и формы продуктового криогенного танка СПГ для речного танкера

Иванов Л.В., Кравченко Д.В., Михеенкова А.А. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – д. т. н. проф. Баранов А. Ю. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Предложена методика выбора типа формы, размеров и количества криогенных танков для размещения в корпусе конкретного судна. Методика применима при проектировании новых судов и модернизации малотоннажных речных танкеров.

Показано, что в качестве системы хранения груза рационально использовать независимые танки. Мембранные танки так как являются неотъемлемой частью корпуса судна, поэтому не подходят для проектов модернизации судов. Также сооружение мембранных судов требует эксплуатации специализированных верфей, что усложняет и удорожает их производство.

Независимые танки бывает трех основных типов: танки типа А, типа В и типа С. Танки типа А имеют полный вторичный барьер, танки типа В – частичный вторичный барьер в виде поддона, а танки типа С не имеют вторичного барьера и рассчитаны на работу под избыточным давлением. К танкам типа В применяются более строгие нормативы по прочности и долговечности, чем к танкам типа А. Танки типа В значительно легче, чем танки типов А и С. Из-за своей конструкции танки типа А и В могут иметь призматическую форму, что значительно повышает коэффициент использования полезного трюмного пространства.

Следует учитывать, что по действующим правилам призматические танки не могут выступать над поверхностью верхней палубы, в то время как танки типа С могут возвышаться над палубой, но не более чем на 3 метра или половину своего диаметра. Пространство пригодное для размещения танков формируется из двух частей: подпалубное и надпалубное.

Использование танков типа С оправдано при доле подпалубного пространства больше 0,7. По нормативам- расстояние между корпусом судна и металлической поверхностью призматических танков больше, чем для танков типа С. Для крупных судов доля подпалубного пространства значительно больше 0,7, а влияние нормативных расстояний, между корпусом и танками нивелируется за счет больших размеров корпуса судна.

Для повышения эффективности использования грузового пространства танка типа С выполняют не только в цилиндрической форме, распространены двудольные танки и мультидольные танки. Выбор формы для танка типа С зависит от ширины трюмного пространства. Габаритный диаметр танка вместе с теплоизоляцией составляет:

$$D = 2r = h_n + h_{п},$$

где h_n – высота надпалубного пространства, м; $h_{п}$ – высота подпалубного пространства, м.

Оптимальное расстояние между центрами долей в двудольном танке варьируется от $0,35R$ до $0,75R$. Это соотношение выведено на основании анализа напряжений, толщины стенок и стоимости сооружения танков подобной конструкции [21].

Предложены рекомендации по выбору формы танка типа С в зависимости от ширины трюмного пространства:

- цилиндрические танки – $b < 1,35 \cdot (h_n + h_p)$;
- двудольные танки – $1,35 \cdot (h_n + h_p) < b < 1,8 \cdot (h_n + h_p)$;
- мультидольные танки – $b > 1,8 \cdot (h_n + h_p)$.

Предложенная методика позволяет определить оптимальные сочетания типа и формы криогенных танков для СПГ при проектировании или реконструкции малотоннажных речных танкеров.