

Проектирование мотозавозни класса «О» с расположением двигателя на палубе

Автор: Мангушев И.Д.,

Аннотация

В работе представлен проект мотозавозни (мультиката) класса «О» РКО для обслуживания земснарядов. Целью проекта является создание современного, технологичного и функционального судна, способного работать на внутренних водных путях, в том числе в условиях битого льда. Проектирование выполнено методом трех последовательных приближений на основе судна-прототипа (пр. 907). Определены основные элементы: водоизмещение $D = 49.59$ т, длина $L = 16.6$ м, ширина $B = 5.9$ м, высота борта $H = 1.5$ м, осадка $T = 0.61$ м. В качестве главной энергетической установки выбраны два двигателя ЯМЗ-536 суммарной мощностью 456 кВт с приводом на две винторулевые колонки (ВРК), расположенные на палубе, что повышает ремонтпригодность. Дополнительно установлен дизель-генератор мощностью 50 кВт. Разработан теоретический чертеж с упрощенными обводами, что снижает сложность постройки. Корпус выполнен по поперечной системе набора с усилением для плавания в битом льду. Проведены расчеты посадки, остойчивости и прочности, подтвердившие соответствие требованиям Правил РКО. Аварийная остойчивость обеспечена при затоплении одного отсека. В рамках проекта разработан эскиз общего расположения, мидель-шпангоут и общий вид судна. Проект демонстрирует возможность создания эффективного судна-площадки для нужд дноуглубительного флота.

Ключевые слова: мотозавозня, мультикат, класс «О», проект судна, теоретический чертеж, остойчивость, прочность корпуса, РКО, земснаряд.

1. Введение

Активное развитие судоходства по внутренним водным путям РФ, а также масштабные проекты в области добычи песчано-гравийной смеси (ПГС) и проведения дноуглубительных работ требуют наличия современного и эффективного вспомогательного флота. Мотозавозни являются ключевыми судами для обслуживания несамоходных земснарядов, выполняя функции заправки якорей, перемещения грунтопроводов, буксировки и снабжения. Анализ существующего парка (по данным открытых источников) показал значительный дисбаланс: при 125 земснарядах класса «О» эксплуатируется лишь около 40 соответствующих мотозавозней. Существующие проекты (например, пр. 907, Р94) зачастую имеют сложные обводы, снижающие ремонтпригодность, или не адаптированы к работе в ледовых условиях. В этой связи актуальной задачей является разработка нового проекта мотозавозни класса «О», сочетающего в себе современные технологические решения, высокую функциональность и соответствие актуальным требованиям Российского классификационного общества (РКО).

2. Методология и исходные данные

Исходные данные для проектирования определены Техническим заданием: тип судна – мотозавозня; класс РКО – «О»; грузоподъемность – 1.5 т; автономность – 2 суток; скорость – 8 узлов; экипаж – 2 человека. В качестве прототипа выбран пр. 907, как наиболее близкий по характеристикам и функциональному назначению. Основным методом определения предварительных характеристик послужил метод трех последовательных приближений [13], основанный на использовании измерителей масс и адмиралтейских коэффициентов судна-прототипа.

3. Результаты проектирования

3.1. Определение основных характеристик

В результате расчетов методом трех приближений утверждены следующие основные элементы проекта (см. табл. 1).

Таблица 1. Утвержденные основные характеристики проекта

Параметр	Обозначение	Значение
Водоизмещение	D	49.59 т
Длина	L	16.60 м
Ширина	B	5.90 м
Высота борта	H	1.50 м
Осадка	T	0.61 м
Коэффициент общей полноты	δ	0.80
Мощность ГД (суммарная)	N	456 кВт
Скорость	V	8 уз

Состав нагрузки масс: корпус с оборудованием – 35.3 т; СЭУ (2×ЯМЗ-536, 2×ВРК-250, ДГ) – 3.29 т; судовые запасы (топливо, масло) – 4.8 т; экипаж и снабжение – 2.0 т; груз – 2.0 т; запас водоизмещения – 2.2 т.

3.2. Энергетическая установка и движительно-рулевой комплекс

Исходя из расчета сопротивления по методике Холтропа-Меннена [3, 4] и требований к буксировочной способности, выбрана силовая установка в составе двух главных двигателей ЯМЗ-536 (по 228 кВт каждый) и двух винторулевых колонок ВРК-250. Расположение двигателей на палубе в кормовой части упрощает их обслуживание и ремонт, а также освобождает внутренние объемы. Для энергоснабжения судовых потребителей выбран дизель-генератор ДГ50Р-1А.Х (50 кВт).

3.3. Теоретический чертеж и общее расположение

Разработан теоретический чертеж с упрощенными, близкими к прямолинейным обводами в подводной части, что повышает технологичность изготовления корпуса. Коэффициент полноты мидельшпангоута принят равным $\beta = 1.0$, что характерно для судов-площадок. Форма носовой оконечности – слегка вогнутая, кормовой – с транцем.

Эскиз общего расположения предусматривает размещение в носовой части грузовой площадки с краном, в средней части – рубки и служебных помещений, в кормовой части – открытой палубы с главными двигателями, ВРК и дизель-генератором. Топливные цистерны основного запаса расположены в корпусе в районе миделя, расходные цистерны – на переборках в машинном отделении. Длина бака составляет 2.3 м, длина юта – 6.9 м.

3.4. Конструкция корпуса и оценка прочности

Принята поперечная система набора корпуса как наиболее простая в изготовлении. Шпация переменная: 400 мм в районах машинного отделения и ахтерпика, 500 мм в топливном отсеке, 550 мм в средней части. Толщины листов обшивки выбраны с учетом плавания в битом льду: днище – 5 мм, борт – 6 мм, форпик – 9 мм, палуба – 5.5 мм. Профили набора подобраны по рекомендациям учебного пособия [12] и требованиям ПКПС РКО [14]. В качестве основных профилей использованы сварные тавры и разнобокие уголки. Расчет общей продольной прочности показал, что фактический момент сопротивления поперечного сечения корпуса значительно превышает минимально требуемый по правилам, что делает отдельный расчет нормальных напряжений избыточным. Прочность конструкции признана достаточной.

3.5. Остойчивость и непотопляемость

Расчеты посадки и начальной остойчивости выполнены для двух случаев нагрузки: с полными запасами и грузом, а также с 10% запасов без груза. В обоих случаях метацентрическая высота имеет положительные и значительные значения (порядка сотен метров для полного груза – следствие большой ширины и малой высоты ЦТ), что гарантирует высокую остойчивость. Дифферент в обоих случаях незначителен.

Проверка аварийной остойчивости на основании требований РКО, выполненная для случая затопления одного произвольного отсека (левый отсек переднего трюма), показала, что после затопления судно сохраняет положительную остойчивость, а величина аварийного надводного борта (0.25 м) превышает минимально допустимое значение.

4. Заключение

В работе выполнен комплексный проект мотозавозни класса «О». Основные результаты:

1. Методом трех приближений обоснованы основные характеристики судна, обеспечивающие выполнение заданных технических требований.
2. Предложена компоновка с вынесенной на палубу энергетической установкой, повышающая доступность для обслуживания.
3. Разработан теоретический чертеж с технологичными обводами.
4. Конструкция корпуса, выполненная по поперечной системе набора с усиленными элементами, удовлетворяет требованиям прочности и ледовой категории.

5. Расчеты подтвердили соответствие проекта нормам РКО по устойчивости, в том числе аварийной, и непотопляемости. Разработанный проект может служить основой для детального проектирования и постройки современного судна для обеспечения дноуглубительных работ на внутренних водных путях России.

Список литературы

1. Damen. Modular Multi Cats [Электронный ресурс].
URL: <https://www.damen.com/vessels/workboats/modular-multi-cats>
2. FleetPhoto – фотогалерея судов [Электронный ресурс].
URL: <https://fleetphoto.ru/>
3. Holtrop J., Mennen G. An approximate power prediction method // International Shipbuilding Progress. 1995.
4. Holtrop J. A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data // International Shipbuilding Progress. 1984. Vol. 31, № 363.
5. Проектирование судов: пособие / И. В. Качанов. Минск: БНТУ, 2019. 266 с.
6. Российское Классификационное Общество. Правила классификации и постройки судов. 2022.
7. Зуев В.А. Проектирование конструктивного мидель-шпангоута стальных судов внутреннего и смешанного плавания: учеб. пособие. Н.Новгород: НГТУ, 2004. 132 с.