



Задания, ответы и критерии оценивания

Глубина погружения подводной лодки — важнейшая тактическая характеристика и основной параметр подводной лодки, определяющий её возможности действий под водой, скрытность и неуязвимость. Чем выше глубина погружения, тем меньше вероятность обнаружения подводной лодки и поражения её соответствующим противолодочным оружием. Глубина определяется характеристиками прочного корпуса подводной лодки, а также сложностью и габаритами системы погружения и всплытия.

Глубины погружения лодки классифицируются следующим образом:

Перископная глубина погружения — глубина погружения, на которой возможно использование перископа подводной лодки для наблюдения за обстановкой на поверхности воды. Как правило, для использования на перископной глубине рассчитаны и остальные выдвижные устройства подводных лодок, такие, как шноркель, навигационные комплексы, антенны радиосвязи.

Испытательная глубина погружения — глубина, на которой подводная лодка может без ограничений находиться в обычных мирных условиях. Она определяется на ходовых испытаниях подводной лодки. Обычно составляет от половины до двух третей от расчетной глубины.

Рабочая глубина или Максимальная оперативная глубина — максимальная глубина, длительное пребывание на которой не нарушает работы систем и устройств подводной лодки. Как правило, составляет 80—85% предельной глубины погружения. Увеличение рабочей глубины подводных лодок являлось насущной проблемой для кораблестроителей XX века, так как напрямую влияло на скрытность и живучесть подводных лодок. Прогресс в этой области напрямую зависел от прогресса в создании высокопрочных материалов и технологий их обработки. Современные рабочие глубины составляют порядка 300 метров.

Расчётная — номинальная глубина, указываемая в тактико-технических требованиях к подводной лодке. На её основе конструкторское бюро рассчитывает толщину металлического корпуса, водоизмещение субмарины и прочие параметры. Поскольку конструкторы в свои расчёты включают коэффициенты запаса прочности, расчётная глубина всегда меньше предельной глубины. Отношение предельной глубины к расчётной называют коэффициентом безопасности, обычно этот коэффициент равен составляет от 1,4 до 2,2.

Предельная глубина — максимальная глубина, погружение на которую не сопровождается остаточными деформациями прочного корпуса подводной лодки. Предельная глубина вычисляется конструкторами, но не всегда является точной.

Экипаж подводной лодки может подвергнуться серьёзным физиологическим проблемам, если давление воздуха внутри будет равняться давлению воды снаружи корпуса: при высоком давлении кислород станет токсичным и опасным. Поэтому если внутри поддерживается нормальное атмосферное давление, корпус должен выдерживать любую силу давления, создаваемую толщей воды — намного большую, чем атмосферное давление — и избегать возникновения остаточных деформаций. Давление воды снаружи возрастает с глубиной, а, следовательно, вероятность возникновения деформаций также возрастает.

Задание 1. Произведите расчет всех классифицируемых глубин для современной подводной лодки. **(15 баллов).**

Решение.

рабочая глубина – 300 м.

$$\begin{aligned} \text{предельная глубина} &= \frac{300}{0,8} \div \frac{300}{0,85} \\ &= 375 \div 353 \text{ м.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{расчетная глубина} &= \frac{353}{2,2} \div \frac{375}{1,4} \\ &= 160 \div 268 \text{ м.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{испытательная глубина} &= \frac{1}{2} * 160 \div \frac{2}{3} * 268 \\ &= 80 \div 179 \text{ м.} \end{aligned}$$

перископная глубина – 5 ÷ 20 м.

Задание 2. Оцените давления, которые должен выдерживать корпус лодки на данных глубинах. **(15 баллов).**

Решение.

давление $p = \rho gh + P_a$

$$\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_a = 10^5 \text{ Па}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

перископная – 151500 ÷ 306000 Па

испытательная – 924 кПа ÷ 2844 кПа

расчетная – 1,7 МПа ÷ 2,9 МПа

рабочая – 3,2 МПа

предельная – 3,7 МПа ÷ 3,9 МПа

Задание 3. Оцените, на какой глубине человек ещё может руками, т.е. без помощи вспомогательных механизмов, открыть изнутри крышку выходного люка лодки. При открывании нужно преодолеть силу давления воды на крышку люка. Параметры, необходимые для оценки, разумным образом выберите сами. **(20 баллов)**.

Решение.

размер люка = 10^{-1} м^2

сила, прикладываемая человеком = 10^3 Н

давление: $P = \frac{F}{S} = \frac{10^3}{10^{-1}} = 10^4 \text{ Па}$

глубина: $h = \frac{p}{\rho g} = \frac{10^4}{10^3} = 1 \text{ м.}$

перископные глубины

Задание 4. Предложите способы, позволяющие всплывать подводной лодке с рабочих глубин. Механизм, конструктивные особенности, техническая реализация, возможно, экономическая целесообразность **(50 баллов)**.

Оценка предложенных способов производится по следующим критериям:

- Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. **(15 баллов)**
- Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. **(15 баллов)**
- Возможность практического осуществления предложенных решений. **(10 баллов)**
- Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. **(10 баллов)**