

17.04.2020 г.

Объединение «Судомодельный»

2 год обучения

Тема: «Оружие подводной лодки».

## **Оружие подводной лодки. Заливка балласта. Дифференцировка модели.**

Основное ударное **оружие** многоцелевых АПЛ — торпедное (торпедные аппараты, торпеды и системы управления стрельбой). Из торпедных аппаратов (ТА) также могут выстреливаться унифицированные с торпедами по калибру противолодочные баллистические ракеты и крылатые ракеты как тактического, так и стратегического назначения, мины и самоходные приборы гидроакустического противодействия. На американских многоцелевых АПЛ типа «Improved Los Angeles» для использования крылатых ракет размещаются также забортные вертикальные пусковые установки.

Передовая технология подводных вооружений предвидела развитие сложных противолодочных средств. Это оружие включает дальнобойные торпеды, доставляемые телеуправляемой ракетой и несущие ядерные или обычные боевые части и ядерные глубинные бомбы, которые могут быть сброшены и с воздуха.

### **Глубинная бомба**

Советский Военно-Морской флот также развертывал по крайней мере два типа противолодочных ядерных глубинных бомб, которые доставляются тремя типами самолетов с крылом неизменяемой геометрии берегового базирования и двумя типами палубных вертолетов. Согласно оценкам, бывший Советский Союз имел в запасе приблизительно 400 ядерных глубинных бомб.

Глубинная бомба — один из видов оружия ВМФ, предназначенный для борьбы с погружёнными подводными лодками. Глубинная бомба — снаряд с сильным взрывчатым веществом или атомным зарядом, заключённым в металлический корпус цилиндрической, сфероцилиндрической, каплеобразной или др. формы. Взрыв глубинной бомбы разрушает корпус подводной лодки и приводит к её уничтожению или повреждению.



Такие глубинные бомбы мы устанавливаем на торпедных катерах.

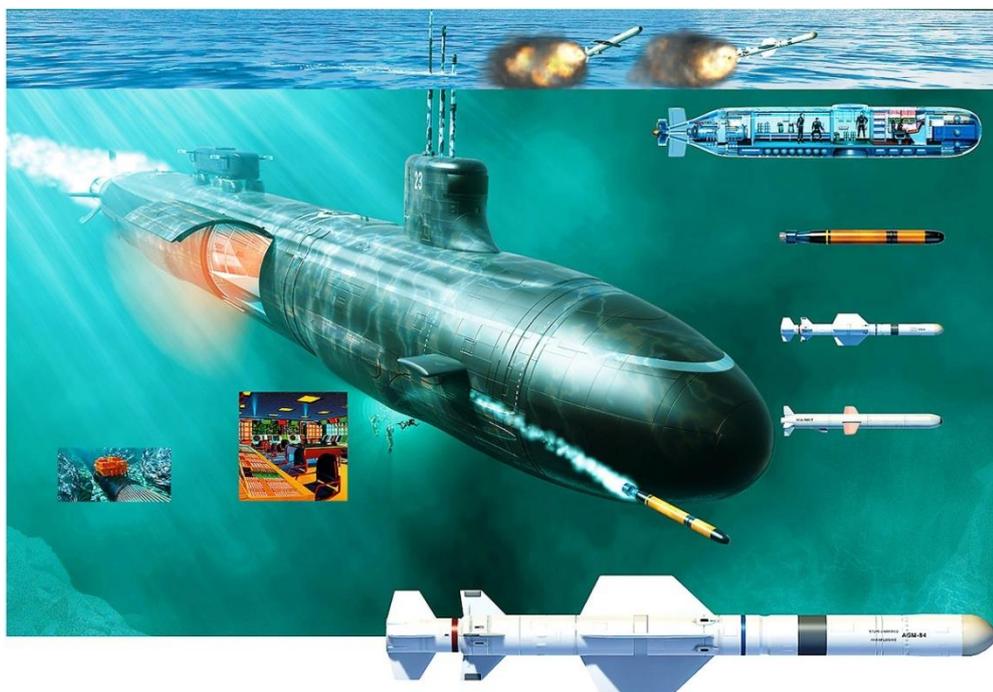
Появление первых глубинных бомб тесно связано с вводом в строй ведущими армиями мира подводных лодок. Субмарины могли скрытно перемещаться под водой и в первые

годы использования причиняли серьезный вред силам своего противника. Для противодействия тщательно замаскированным подводным силам, на флотах стали появляться глубинные бомбы. Сначала они были примитивны, свободно погружались на глубину и там взрывались в случае контакта с подводной лодкой. Но позже технологии постоянно совершенствовались, превратившись в действительно эффективное оружие, с которым подводный флот вынужден был считаться...

Вовсе не обязательно, чтобы глубинная бомба попала в подводную лодку или взорвалась тут же, около нее. Сила удара настолько велика, что заряд уничтожает подводную лодку на расстоянии до 10 метров, а на расстоянии до 20 метров взрыв причиняет ей серьезные повреждения, которые часто выводят из строя важнейшие механизмы – подводной лодки, приходится всплывать. Как же «стреляют» глубинными бомбами? На корме корабля устраиваются своего рода направляющие лотки-сбрасыватели, Бомбы уложены в эти лотки и при сбрасывании падают в «след» корабля. Существуют еще и бомбометы-«пушки» для стрельбы глубинными бомбами.

К концу Второй мировой войны в системах подводного оружия и связанных с ними средствах обнаружения был достигнут огромный прогресс.

С тех пор и подводные лодки, и надводные корабли, заранее определенные на роль борьбы с подводными лодками, получили все более и более сложные ракеты и ракетные системы с существенно большей дальностью.



Второй тип боеприпаса может точно наводиться на цель — как в случае самонаводящейся торпеды, фактически гарантирующей попадание, так что нет нужды в мощной боевой части. Дальность и скорость торпед устойчиво росла, и главное развитие виделось в использовании телеуправляемой ракеты для доставки торпеды или глубинной бомбы в пределах досягаемости цели. Такие системы могут использовать как обычный, так и ядерный боеприпас: хороший пример — американский SUBROC. Запущенный из

торпедных аппаратов ударных подводных лодок, он несет ядерную боевую часть мощностью в одну килотонну, которая имела радиус сплошного поражения 5...8 км.



Вовсе не обязательно, чтобы глубинная бомба попала в подводную лодку или взорвалась тут же, около нее. Сила удара настолько велика, что заряд уничтожает подводную лодку на расстоянии до 10 метров, а на расстоянии до 20 метров взрыв причиняет ей серьезные повреждения, которые часто выводят из строя важнейшие механизмы – подводной лодки, приходится всплывать. Как же «стреляют» глубинными бомбами? На корме корабля устраиваются своего рода направляющие лотки-сбрасыватели, Бомбы уложены в эти лотки и при сбрасывании падают в «след» корабля. Существуют еще и бомбометы-«пушки» для стрельбы глубинными бомбами.

### **Ракетное вооружение подводных лодок.**

Советский Военно-Морской флот развертывал три типа ракет с ядерным оружием и ракеты для противолодочных действий: FRAS-1, ядерная глубинная бомба SS-N-15 «Старфиш» и противолодочная управляемая ракета SS-N-16 «Стэлльон». Пусковая установка SUW-N-1 с двумя направляющими рельсового типа для ракет FRAS-1 развертываются на кораблях класса «Киев». Ракета — ядерный вариант ракеты малой дальности FROG-7 Советской Армии.

Баллистические **ракеты подводных лодок** (БРПЛ) — баллистические **ракеты**, размещаемые **на подводных лодках**, которые именуются как ПЛРБ и ПЛАРБ. Практически все БРПЛ оснащаются ядерными боезарядами и составляют Морские Стратегические Ядерные Силы (МСЯС) — одну из составляющих ядерной триады. Практически все реализованные штатные ПЛРБ являются атомными. Первые БРПЛ были малой и средней дальности. Современные БРПЛ обладают межконтинентальной дальностью.



## Теории в построении модели корабля.

В теории модели корабля разработаны общие характеристики поведения судна в плавании, которые и назвали мореходными качествами. К ним относят плавучесть и запас плавучести, остойчивость, непотопляемость, ходкость, маневренность, устойчивость на курсе и управляемость.

Основным мореходным качеством корабля, как и модели, является его плавучесть, т. е. способность плавать на воде, неся на себе все предназначенные по роду службы грузы.

Мерой плавучести служит водоизмещение, которое заранее рассчитывают при разработке теоретического чертежа судна.

По закону Архимеда на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной воды. Выталкивающую силу, действующую на судно, называют силой поддержания. Точку приложения силы поддержания называют центром величины. К центру тяжести судна приложена сила тяжести, т. е. вес судна.

Под действием собственного веса судно погружается в воду до тех пор, пока сила поддержания (выталкивающая сила) не станет равной весу судна. Уравновешивая друг друга, вес и сила поддержания удерживают судно на плаву. Чтобы судно плавало в положении «на ровный киль», т. е. в вертикальном положении (без крена на борт или дифферента на нос или корму), центр тяжести (ц. т.) и центр величины (ц. в.), а также направления силы тяжести  $P$  и силы поддержания  $G$  должны располагаться на одной вертикальной линии (рис. 1).

Чтобы равновесие модели было устойчивым, точки ц. т. и ц. в. при крене должны располагаться так, чтобы возникал восстанавливающий момент сил  $P$  и  $G$ .

В условиях равновесия вес вытесненной воды, равный весу судна, называют весовым водоизмещением судна. Объем

вытесненной воды называют объемным водоизмещением.

Линию, по которой погружается обшивка корпуса судна с полным грузом и в положении «на ровный киль», называют грузовой, а также конструктивной ватерлинией.

Глубину погружения киля, т. е. расстояние от плоскости грузовой ватерлинии до самой нижней точки киля, называют осадкой судна  $T$ .

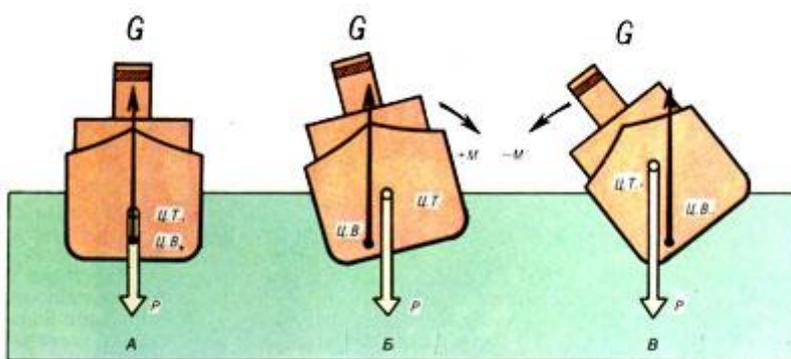


Рис. 1. 30. Распределение сил.

Если бы подводная часть судна образовывала прямоугольный параллелепипед шириной  $B$ , длиной  $L$  и с осадкой  $T$ , то его объемное водоизмещение было бы равным  $LxBxT$ . Но у судна той же длины  $L$ , наибольшей ширины  $B$  и с осадкой  $T$  объемное водоизмещение будет всегда меньше (рис. 2).

Число, показывающее, какую долю от объема параллелепипеда ( $LxBxT$ ) составляет объем судна с теми же главными размерениями  $L$ ,  $B$  и  $T$ , называют коэффициентом полноты водоизмещения  $\delta$ . Значения величины  $\delta$  для разных судов выработаны практикой судостроения. Разные типы судов характеризуют такие коэффициенты полноты водоизмещения:

Таблица 3

| Тип корабля                  | $\delta$  |
|------------------------------|-----------|
| Линкоры                      | 0,57—0,66 |
| Крейсера                     | 0,45—0,65 |
| Эсминцы                      | 0,40—0,54 |
| Канонерские лодки            | 0,52—0,54 |
| Большие пассажирские         | 0,57—0,71 |
| Средние и малые пассажирские | 0,65—0,76 |
| Большие грузовые             | 0,70—0,78 |
| Средние грузовые             | 0,70—0,78 |
| Речные пассажирские          | 0,70—0,89 |
| Винтовые буксиры             | 0,46—0,50 |
| Ледоколы                     | 0,46—0,52 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Рыболовные                       | 0,50—0,60 |
| Парусные грузовые                | 0,42—0,70 |
| Речное грузовое судно<br>(баржа) | 0,85—0,90 |

Зная коэффициент полноты водоизмещения  $\delta$ , можно рассчитать объемное водоизмещение судна или его модели  $V$  по формуле:

$$V = L \cdot B \cdot T \cdot \delta$$

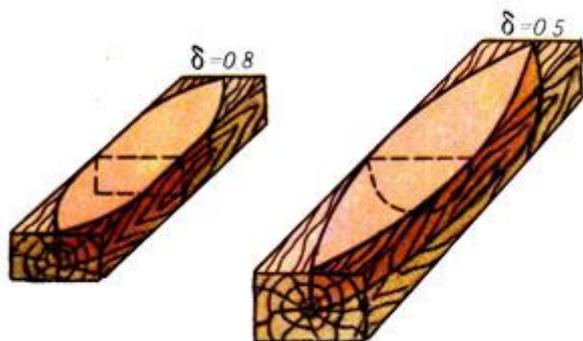


Рис. 2. Два корпуса судна с различными коэффициентами полноты.

Пример. Главные размерения модели крейсера выбраны равными  $L = 17,5$  дм;  $B = 2,2$  дм;  $T = 0,8$  дм. Определить объемное и весовое водоизмещение модели в пресной воде.

Решение. Для крейсера принимаем среднее значение коэффициента полноты (по таблице) равным  $\delta = 0,55$ .  
Находим  $V = 17,5 \times 2,2 \times 0,8 \times 0,55 = 16,9$  дм<sup>3</sup>.

Так как плотность пресной воды  $\rho = 1$  кг/дм<sup>3</sup>, то масса вытесненной воды или весовое водоизмещение будет равно:  
 $D = \rho \cdot V = 16,9$  кг. Это соответствует весу  $P = 16,9$  кг.

Запас плавучести — объем надводной части корабля (судна) от конструктивной (грузовой) ватерлинии до верхней водонепроницаемой палубы.

Запас плавучести увеличивает непотопляемость судна или модели только при условии, если водонепроницаемая часть корпуса судна будет оборудована водонепроницаемыми поперечными, а иногда и продольными переборками. Эти переборки разделяют корпус судна на водонепроницаемые отсеки. Тогда в случае затопления одного или нескольких отсеков, например через пробоину, весь запас плавучести не будет израсходован, и судно (или модель) все же останется на плаву.

Итак, непотопляемость модели можно обеспечивать запасом

плавучести, целостью и водонепроницаемостью надводного борта, делением корпуса водонепроницаемыми переборками и устройством двойного дна (рис. 3).



*Запуск радиоуправляемой модели ракетного катера. На переднем плане чемпион СССР, мастер спорта СССР международного класса В. Дьячихин.*

Обеспечением непотопляемости моделисты иногда пренебрегают при постройке самоходных моделей кораблей и судов, поэтому случаи их затопления на соревнованиях — не редкость. Особенно часто от столкновения с посторонними плавающими предметами модель получает большой крен, зачерпывает воду и тонет.

Чтобы этого не случилось, на моделях совершенно необходимо часть свободных отсеков делать водонепроницаемыми или заполнять их пенопластом. Модель с такой системой, если и зачерпнет воду, все же останется на плаву.

Очень часто опрокидываются на циркуляции скоростные радиоуправляемые модели. Чтобы обеспечить их непотопляемость, необходимо всю палубу делать водонепроницаемой (хотя бы заклеивать борта и люки липкой лентой).



*Рис. 3. Разделение судна (модели) водонепроницаемыми переборками.*

Существуют нормы отношения высоты надводного борта к осадке, соблюдение которых обеспечивает необходимый запас плавучести, что вместе с устройством водонепроницаемых отсеков дает определенную гарантию

непотопляемости судна или модели.

Остойчивость — способность судна (или модели) возвращаться в положение «на ровный киль» после прекращения действия сил, создающих крен. Особенно важно при постройке модели обеспечить ее поперечную стойчивость, т. е. обеспечить устойчивое равновесие по отношению к положению «на ровный киль».

У моделей с почти прямоугольной формой шпангоутов в середине корпуса — центр величины (ц. в.) всегда смещается к накрененному борту. Поэтому при малых углах крена возникает восстанавливающий момент  $+M$  (рис. 4, Б). Но если центр тяжести (ц. т.) окажется расположенным слишком высоко от киля, то при некотором угле крена возникает опрокидывающий момент  $-M$  (рис. 4, В). Следовательно, моделист должен стремиться так расположить на модели грузы и балласт, чтобы центр тяжести был как можно ниже. Если при самом большом крене, при котором уровень воды достигает палубы, модель сама возвращается в положение равновесия, то стойчивость достаточна для того, чтобы при маневрировании, на волне или от небольшого удара при столкновении модель не опрокинулась.

Поворотливость и стойчивость на курсе, т. е. способность под действием руля изменять направление или при нейтральном положении руля идти заданным курсом — качества противоречивые. Если поворотливость очень большая и судно легко изменяет курс, то его трудно удерживать на курсе. Такое судно, как говорят, «рыскает», т. е. все время беспорядочно уклоняется от курса, и рулевому приходится постоянно работать рулем. Рыскающая модель вообще не сможет пройти заданным курсом. Улучшить ее стойчивость можно за счет поворотливости. Мерой поворотливости служит отношение диаметра круга, описываемого судном (при полностью переложеном руле), к длине судна (корабля).

Поворотливость модели тем лучше, чем меньше ее длина и больше ширина (меньше отношение  $L/B$ ). Поворотливость модели улучшается с уменьшением ее осадки и увеличением площади пера руля (согласно Всесоюзной классификации площадь пера руля можно увеличить не более как в два раза по сравнению с масштабной). Удифферентование модели на нос и расположение рулей непосредственно за винтами также улучшает поворотливость модели. Эффективнее действуют рули «авиационной» формы сечения.

Применение специальных подруливающих устройств или работа винтами «враздрай» (один винт работает на передний

ход, а второй — на задний) позволяет уменьшить диаметр циркуляции и даже разворачивать модель на одном месте.

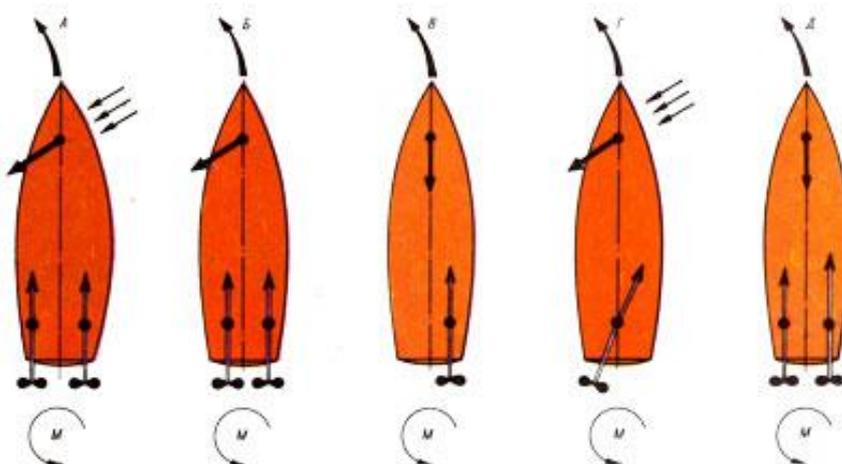
Радиоуправляемые модели фигурного курса должны быть очень поворотливыми. Потому судомodelисты строят модели короткими и широкими, т. е. с малым отношением  $L/V$  (обычно это модели морских и речных буксиров, торпедных катеров, катеров-ракетоносцев и т. п.). Оснащают их подруливающими устройствами различных систем.

Устойчивость модели на курсе будет тем лучше, чем длиннее и уже модель корабля и чем глубже ее осадка, больше площадь пера руля и сильнее подрезан нос корабля.

Устойчивость на курсе лучше у моделей с бульбом для уменьшения волнового сопротивления. (Бульб — грушевидное, иногда выступающее вперед утолщение корпуса в месте соединения киля с форштевнем.)

Юному корабелу следует помнить, что, чем ниже надводный борт модели и чем меньше боковая площадь надстроек и рубок, тем меньше ветер сносит ее с курса. Чем дальше в нос и корму разнесено наиболее тяжелое оборудование модели, тем больше ее поворотная инерция, а поэтому лучше устойчивость на курсе. Кроме того, благоприятно влияют на устойчивость модели дифферент ее на корму, устройство бортовых килей, сильно развитые дейдвуды и киль в корме, правильное расположение рулей в струе винта.

Все усилия обеспечить хорошую устойчивость модели на курсе можно свести к нулю, если при постройке корпуса, установке механизмов и окончательной отделке подводной части допустить дефекты, ухудшающие ее качества.



*Рис. 4. Дефекты, отрицательно влияющие на устойчивость модели на курсе: А — несимметричность обводов корпуса; Б, В — несимметричность расположения гребных винтов; Г — гребные винты установлены под углом к ДП; Д — различие*

*шага или диаметра гребных винтов, создающих различную тягу.*

Не следует забывать, что устойчивость на курсе будет плохой, если обводы корпуса несимметричны по отношению к диаметральной плоскости и если несимметрично расположить по отношению к ней гребные винты или оси гребных валов (рис. 33, А—Д).

Устойчивость на курсе будет хуже, если шаг или диаметры гребных винтов, а, следовательно, силы тяги их будут разными. Сильно ухудшает устойчивость на курсе смещение оси пера руля по отношению к гребным винтам, наклонное положение пера руля по отношению к диаметральной плоскости; короткий руль, перо которого не пересекает всего потока от гребного винта; неправильное размещение балласта, создающее крен модели (модель уходит в сторону, противоположную крену).

Ходкость или способность корабля развивать определенную скорость при заранее рассчитанной мощности главных Двигателей — одно из важных мореходных качеств модели. Из двух однотипных моделей наибольшей ходкостью обладает та, которая разовьет наиболее высокую скорость при одинаковой мощности главных двигателей. Скорость движения корабля и модели будет зависеть от величины сопротивления воды движению судна, мощности главных двигателей, работы движителей, состояния поверхности моря и ряда других причин.

Сопротивление воды всегда направлено в сторону, противоположную движению корабля, которое должен преодолевать упор, создаваемый движителем.

Полное встречное сопротивление движению модель испытывает в виде сопротивления трения, сопротивления формы (вихревого) и волнового сопротивления. Все составляющие полного сопротивления взаимосвязаны и влияют друг на друга.

Сопротивление трения существует благодаря вязкости воды. Частицы жидкости, непосредственно соприкасающиеся с поверхностью корпуса, увлекаются им и передают энергию движения корпуса более далеким слоям жидкости. С увеличением шероховатости подводной части модели увеличивается и сопротивление трения.

Движущаяся поверхность обшивки испытывает вихревое сопротивление, которое в носовой части судна наибольшее, к середине падает, а в кормовой части повышается. Величина вихревого сопротивления зависит от формы подводной части корпуса, в частности, от степени заострения кормовой оконечности судна. При движении судна у поверхности воды возникают волны, на образование которых также расходуется часть энергии. Поэтому,

чтобы уменьшить расход энергии, поверхность модели отделяют как можно лучше. Благодаря этому увеличивается скорость хода при той же мощности двигателей.

[P](#)

### **Изготовление формы для отливки балласта.**

Балласт мы будем лить в гипсовую форму, не самый лучший, но самый доступный материал. Нам нужна коробочка, в которой мы сначала отольем гипсовую форму. Не факт, что у вас это получится с первого раза или у вас завалялась коробка подходящего размера, а точнее две, поэтому сделаем сразу порядочную многоразовую опоку. Для её изготовления потребуются пластик и жести. Конструкция и детали показаны на рисунке. Стенки нижней части сделаны из жести, лучше из толстой оцинковки, чем из консервной банки. Если размеры балласта позволяют, то можно использовать потолочный профиль для гипсокартона, отрезав лишнее. Чтобы гипс легче отделялся от жести, наклеим на внутреннюю поверхность обыкновенный скотч. Вот теперь можно идти в магазин за гипсом или алебастром, что найдете. Собираем опоку без верхних планок, в случае необходимости, дополнительно фиксируем детали опоки малярным скотчем. Опытным путем определяем, сколько гипса потребуется для заливки нижней части опоки с учетом модели. Мало – плохо, и много – плохо. Консистенция разведенного гипса должна позволять при тряске выходить пузырькам воздуха, который неизбежно окажется внутри при замешивании гипса, но и не слишком жидкой, иначе форма будет не прочной. Разводим гипс, заливаем в опоку, трясем, устанавливаем модель, трясем, оставляем в покое. Когда гипс потеряет текучесть, но не окончательно затвердеет, аккуратно не вращая, вынимаем модель. Когда гипс затвердеет, шпателем или металлической линейкой выравниваем верхнюю поверхность формы, именно поэтому стенки опоки сделаны из жести, у нас должна получиться форма, с границей по диаметральной плоскости модели. Толстым сверлом делаем два углубления, наносим разделительный слой, используя мыло, пену для бритья или любой крем. Устанавливаем верхние стенки опоки, малярным скотчем заклеиваем стык между ними и нижними стенками. Аккуратно устанавливаем модель обратно, точно так же как она стояла раньше, заклеиваем прорези опоки для установки модели. Снова разводим гипс и заливаем верхнюю часть формы, не забываем трясти для выхода воздуха. Когда гипс затвердеет, разбираем опоку, разделяем форму и вынимаем модель. Если на внутренней поверхности формы нет следов от воздушных пузырьков, значит, у нас пока всё получилось, и форма выдержит по крайней мере 3-5 отливок. Если за окном зима, кладем форму на батарею и забываем на неделю, если лето, то сушим в духовке при самой низкой возможной температуре. Ещё пару усилий и можно будет лить балласт.

### **Закладной элемент.**

Пока форма сохнет, сделаем закладной элемент, ведь неправильно, если потратив столько усилий только на подготовку, нам придется ещё и «дырки ковырять». Есть два пути:

делать закладной элемент или одноразовый, или многоразовый. Многоразовый, делаем из алюминиевой пластины нужной толщины, можно склепать и из двух более тонких. Не забываем придать боковым сторонам небольшую конусность  $\sim 0,5-1$  мм, чтобы легче вынимать закладной элемент из отливки. Закладной элемент для отверстия крепления кия делаем из проволоки, гвоздя, скрепки и тому подобное, нам не важен диаметр, главное задать направление отверстия. Под эту «железяку» в торце закладного элемента сверлим отверстие глубиной 5-7 мм.

Если с алюминиевой пластиной возникнут непреодолимые проблемы, то придется делать одноразовый закладной элемент для кия. Делается он из того же гипса, правда придется сделать еще одну формочку для отливки и сделать сразу несколько закладных элементов, не факт что у вас всё получится с первого раза. В этом случае закладной элемент для отверстия сразу заливается в гипс.

Всё что нужно для отливки балласта мы сделали, осталось кое-что достать: во-первых нужен свинец (бесплатный – старый аккумулятор, условно бесплатный – шиномонтаж или база цветмета, платный – рыболовный магазин); во-вторых нужна какая-нибудь площадка с ручкой, можно подобрать что-нибудь из кухонного инвентаря или купить в магазине инструментов ковшик для мастики. Только не надо детской самодеятельности типа расплавим в консервной банке.

В наших условиях, когда модель небольших размеров в качестве балласта можно использовать небольшой брусок древесины, который, после дифференцировки, можно будет закрепить к корпусу модели. Часто судомodelисты в качестве балласта используют пластилин. С ним легко работать – можно переставить, убрать лишний вес или добавить для веса (после проведения дифференцировки модели), а также пластилин прилипает к корпусу (днищу).



Даниил Бочкарев и Василий Гайдеек проводят испытание на остойчивость модели на воде.

### Задание по теме.

| Задание:<br>ответить на вопросы             | Вопросы<br>(выбрать правильный ответ)   | Отметить<br>здесь |
|---|---|-------------------|
| Что из перечисленного является системой ПЛ? | 1. Перископ<br>2. Погружение и всплытие<br>3. Ракетное вооружение<br>4. Акустика. | +                 |

**Ответы на задания присылаем на мою почту или в ВК.**