



ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

**ОСТОЙЧИВОСТЬ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА
МАССЫ КОРАБЛЯ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ**

ОСТ В5. 0193-75

Издание официальное

МОСКВА

О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т

Остойчивость надводных кораблей

Определение положения центра

массы корабля опытным путём.

ост В5.0193-75

Взамен ОН9-884-69

Утвержден Министерством

28 ноября 1975 г.

Срок введения установлен

с 1 июля 1976 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает правила подготовки и проведения кренования по окончании постройки надводных кораблей, катеров и вспомогательных судов (см. п. 2.12), а также правила обработки результатов кренования.

Стандарт распространяется на кренование надводных кораблей и катеров стандартным водоизмещением свыше 25 тс.

Стандарт не распространяется на кренование катеров водоизмещением меньше 25 тс, кораблей со специальными обводами и плавучих средств типа плавучих кранов, доков и т.п. Кренование перечисленных типов кораблей, плавучих средств и катеров водоизмещением меньше 25 тс производится на основании опыта проектанта и согласования с заказчиком.

Номенклатура подлежащих кренованию кораблей на каждом предприятии - строителе регламентируется ОН9-503-65 (ч. I, разд. IV, п. п. 42 и 43).



1. Общие положения.

1.1. Стандарт регламентирует правила кренования готового корабля перед сдачей его заказчику.

1.2. Для проведения кренования назначают, по согласованию с заинтересованными предприятиями, специальную комиссию во главе с председателем комиссии.

В состав комиссии обязательно должны входить представители заказчика корабля, а при креновании головного корабля — представитель КБ — автора проекта, который, как правило, назначается председателем комиссии.

1.3. Комиссия начинает свою работу не менее чем за 5-10 дней до начала кренования.

1.4. Комиссия по проведению кренования несет полную ответственность за качество кренования и достоверность его результатов.

1.5. Требования председателя комиссии в части подготовки, проведения и обработки результатов кренования, не противоречащие настоящему стандарту, обязательны для предприятия-строителя, командования корабля и конструкторского бюро, проектировавшего корабль.

1.6. Председатель комиссии согласовывает с командованием корабля все вопросы, связанные с прекращением на время кренования работы корабельных механизмов, агрегатов, устройств и систем, а также вопросов, связанных с участием в креновании личного состава корабля, установлением различных сигналов и размещением личного состава во время кренования.

1.7. При необходимости, в силу каких-либо исключительных обстоятельств, некоторых отступлений от положений настоящего стандарта, а также отступлений, связанных с обеспечением безопасности корабля

в период кренования (например, работе отдельных механизмов, устройств или систем на тяжелых кораблях), эти отступления обязательно должны быть согласованы с заказчиком, предприятием-строителем и КБ-автором проекта корабля и специально отмечены в протоколе кренования.

1.8. Приведенные в приложении формы протокола, актов и т.д. являются рекомендуемыми. При использовании других форм протокола, актов и т.д. в них обязательно должны быть включены сведения, имеющиеся в рекомендуемых формах, в том числе все первичные записки проводимых при креновании взвешиваний, замеров, осмотров, подписанные непосредственными исполнителями.

2. Нагрузка корабля при креновании.

2.1. Кренование кораблей производят при водоизмещении, возможно более близком к стандартному, как оно определено нормалью ОН9-405-63. Количество недостающих грузов не должно превышать 2%, а излишних грузов (без учета кренбалласта) - 4% от стандартного водоизмещения.

Примечание. Из перечисленных в подпункте "Д" определения стандартного водоизмещения (нормаль ОН9-405-63) статей нагрузки на корабле во время кренования разрешается иметь запасы топлива и смазочного масла только для катеров и самоходных шлюпок.

2.2. Весь персонал предприятия-строителя и монтажных организаций, со всем его багажом, инструментами и материалами должен перед кренованием съехать с корабля, за исключением вахты предприятия, обеспечивающей безопасность корабля, и персонала предприятия-строителя, непосредственно принимающего участие в креновании.

2.3. Все не входящие в нагрузку корабля предметы (грузы) должны быть удалены, за исключением крен-балласта и специального оборудо-

вания для кренования (стеллажи для крен-балласта, бачки с мазутом для весков и т.п.).

2.4. Все топливо должно быть удалено с корабля полностью, включая мертвые запасы в цистернах.

В случае острой необходимости, по решению комиссии по проведению кренования, на корабле может быть оставлено некоторое количество топлива для обеспечения повседневных нужд команды (варка пищи и пр.). В этом случае оставленное топливо (мазут) должно быть размещено не более чем в двух цистернах, расположенных симметрично относительно диаметральной плоскости. К моменту кренования цистерны с оставленным топливом должны быть запрессованы, а клапаны расходных трубопроводов опломбированы.

2.5. Вся котельная вода из цистерн должна быть удалена с корабля полностью, а котельная вода в теплых ящиках должна быть на рабочем уровне.

2.6. Смазочное масло может быть оставлено в расходных цистернах по рабочий уровень, а в запасных цистернах только при условии запрессовки последних. Из незаполненных полностью цистерн масло должно быть удалено.

2.7. Вся пресная мыльевая вода из цистерн должна быть удалена с корабля полностью.

Примечание. Как исключение разрешается во время кренования оставить запрессованной одну цистерну мыльевой воды.

2.8. Питьевую воду разрешается оставлять на корабле, при этом к моменту кренования цистерны питьевой воды (за исключением расходных) должны быть запрессованы.

2.9. Вода в котлах (главных и вспомогательных), испарителях, опреснителях, холодильниках и прочих установках должна быть на рабочем уровне.

2.10. Все трубопроводы и системы должны быть в рабочем состоянии, но их клапаны перекрыты так, чтобы исключить всякое перебивание жидкостей, и наиболее важные из них, по усмотрению комиссии по проведению кренования, опломбированы, в том числе обязательно на расходных трубопроводах запрессованных цистерн.

2.11. Все снабжение и запасные части, а также остальные переменные грузы - боезапас, провизия, съёмные устройства, приспособления и прочее, хранящиеся по штату на корабле и находящиеся на нем в момент кренования - должны быть закреплены на местах, предусмотренных проектом.

2.12. Кренование судов вспомогательного флота производится при нагрузке, возможно более близкой к нагрузке порожнем, но с полным снабжением и с водой по рабочий уровень, в котлах, холодильниках и прочих установках для судов с паросиловой энергетической установкой.

В остальных требованиях к нагрузке во время кренования указанных судов те же, что и для кораблей.

Примечание: Суда, у которых в порожнем состоянии метацентрическая высота меньше 0,25 м, креноются с водяным балластом при условии запрессовки забалластированных цистерн. Подлежащие балластированию цистерны выбираются из условия достижения метацентрической высоты порядка 0,25 м при возможно меньшем количестве балласта.

3. Подготовка крен-балласта.

3.1. Для кренования применяется только твердый крен-балласт.

3.2. Общее количество потребного крен-балласта определяется из условия, чтобы при расположении всего крен-балласта на одном борту (на отведенных для него местах) крен корабля составлял 3-4°.

3.3. В качестве крен-балласта могут быть применены как специально изготовленные балластыны, так и чушки металла правильной формы. Не разрешается применять в качестве крен-балласта такие болванки или куски металла неправильной формы или сложной конфигурации, для которых определение перемещения центра массы^{*)} балласта при его переносе затруднено.

В качестве крен-балласта разрешается также применять специально изготовленные контейнеры с балластом (крен-контейнеры) при условии, что закрепление балласта внутри контейнера (например, бетонирование) гарантирует отсутствие его смещения внутри контейнера. Крен-контейнер должен иметь форму параллелепипеда. Разрешается применять крен-контейнеры в форме кругового цилиндра только при условии, что их заполнение заведомо однородно, например, только бетон без включения металлических балластин. При многократном применении крен-контейнеров на каждый из них завод составляет паспорт.

Положение центра массы крен-контейнера по высоте должно быть определено достаточно надежным способом и указано на самом контейнере и в паспорте. При повторном применении контейнера определение этой характеристики не требуется.

3.4. Крен-балласт разделяют на шесть групп приблизительно одинакового веса, которые размещают симметрично относительно диаметральной плоскости на открытой палубе в местах, позволяющих удобно перемещать каждую группу с борта на борт.

При несимметричной архитектуре надводной части корабля размещение групп крен-балласта (крен-контейнеров) может быть несимметричным относительно диаметральной плоскости, однако в любом случае оно должно быть таким, чтобы не создавать начального крена.

На малых кораблях, где размещение на открытой палубе шести групп

*) "Центр массы" ДМ соответствует понятию "Центр тяжести".

крен-балласта невозможно, допускается разделение крен-балласта на четыре группы

Крен-балласт по длине корабля должен быть размещен так, чтобы дифферент корабля не изменялся более чем на 0,001 длины корабля.

Как правило, крен-балласт размещают в местах, где возможно непосредственное измерение плеча его переноса. Отступление от этого правила разрешается комиссией по проведению кренования, причем в этом случае должно быть обращено особое внимание на правильное измерение плеч переноса крен-балласта.

3.5. Каждая группа крен-балласта (крен-контейнера) должна быть взвешена и все входящие в нее балластные промаркированы так, чтобы исключить возможность путаницы. Взвешивание должно производиться на весах с наименьшей номинальной грузоподъемностью, допускающей взвешивание данного груза.

Запрещается определение веса групп крен-балласта по весу одной балластной или по среднему весу нескольких балластных.

4. Устройства для замера углов крена.

4.1. Основными средствами замера углов крена являются либо вески, либо инклинографы, причем в каждом случае должны использоваться однородные средства. Для контрольного измерения крена могут быть применены средние марки углубления, а также квадранты, однако их показания не включают в обработку результатов кренования.

4.2. Минимальное количество весков или инклинографов для замера крена равно трем.

4.3. Вески или инклинографы должны быть расположены в различных

местах по длине корабля. Располагать их в диаметральной плоскости не обязательно.

4.4. Длина весков (см. п. 4.9) должна быть не меньше четырех метров. Если на кораблях водоизмещением меньше 600 т окажется невозможным установить все три веска четырехметровой длины, то часть из них может быть заменена по решению комиссии, проводящей кренование, весками меньшей длины.

* Использование весков короче трех метров запрещается.

4.5. Вески должны быть изготовлены из мягкой проволоки диаметром до 0,3 мм.

4.6. Особое внимание должно быть обращено на закрепление веска в точке подвеса. Во-первых, должно быть обеспечено неизменное положение точки подвеса относительно корабля, особенно при вынесении точки подвеса на временные козлы. Во-вторых, закрепление веска должно обеспечивать свободу вращения его около неизменной оси.

4.7. Для ускорения затухания колебаний веска ниже его грузина подвешивают крылатку, опускаемую в бачок с мазутом, который не должен стеснять перемещений веска, а крылатка не должна задевать за днище бачка.

При креновании в холодную погоду необходимо проверить, не является ли вязкость мазута чрезмерной. Рекомендуется, чтобы отклоненный на $4-5^{\circ}$ весок совершил до остановки несколько колебаний. Если вязкость данного мазута окажется чрезмерной, он должен быть заменен менее вязким или разжижен соляром.

Мазут для заполнения бачков должен быть предварительно профильтрован через сито.

4.8. Для замера отклонений веска служит строганная рейка, устанавливаемая в его нижней части. Рейку крепят к штергену, надежно при-

крепленному к корпусным конструкциям, или к бачку, надежно прикрепленному к корпусу. Рейка должна быть перпендикулярна диаметральной плоскости корабля и находиться на расстоянии до 5 мм от нити веска, причем нить при наклонах корабля не должна задевать рейки.

Рейку по высоте размещают так, чтобы при наибольших отклонениях веска во время кренования его грузик находился ниже рейки. На рейку прикрепляют соответствующей длины металлическую измерительную линейку с клеймом госповерки, служащую шкалой для отсчета отклонений веска. В исходном положении корабля весок должен находиться около середины линейки.

Рекомендуется весок размещать в корму от рейки, а нуль шкалы линейки располагать с левого борта. В этом случае положительному приращению угла крена будет соответствовать положительное приращение отсчета положения веска по линейке. При других комбинациях взаимного размещения веска и линейки соответствие знаков приращений угла крена и отсчетов по линейке устанавливается на месте.

Разрешается отклонение веска отсчитывать не по измерительной линейке, а фиксировать отметкой на рейке. В этом случае измерительная линейка на рейку не устанавливается.

4.9. Длину веска измеряют в исходном положении корабля от точки подвеса до линейки на рейке (или рейки).

4.10. Применяемые для замера углов крена инклинографы должны быть вполне исправны и иметь свидетельства о тарировке. Применять не вполне исправные или не имеющие свидетельства о тарировке инклинографы запрещается.

4.11. Инклинографы должны быть установлены на достаточно жестких корпусных конструкциях, исключающих появление местных деформаций при перемещениях людей вблизи места их установки. Запрещается

устанавливать инклинографы вблизи мест расположения крен-балласта.

4.12. Инклинографы должны быть надежно закреплены, чтобы исключить возможность их смещения во время кренования. Плоскость наклонения маятника инклинографа должна быть перпендикулярна диаметральной плоскости корабля.

4.13. Запись углов крена инклинографом ведется в самом крупном масштабе, которому соответствует крайнее нижнее положение перемещающейся оси записываемого устройства.

5. Подготовка корабля к кренованию.

5.1. Во время кренования корабль должен иметь дифферент, соответствующий нагрузке в момент кренования. Никаких мер для спрямления дифферента принимать не нужно.

Начальный угол крена не должен превышать $0,5^{\circ}$. Измерение начального крена производится секстансом на контрольной площадке. Если будет обнаружено, что начальный крен превышает $0,5^{\circ}$, производится тщательное обследование причин, вызывающих крен, и принимаются меры для его устранения.

5.2. Соответствующая подготовка к кренованию цистерн для жидких грузов является одним из основных условий высококачественного кренования и ей должно быть придано особое значение.

5.3. Все цистерны (топливные, водяные, масляные), жидкие грузы из которых в соответствии с разд. 2 должны быть удалены, тщательно осушают (включая мертвые запасы) и очищают до полного удаления всех остатков. Очистка цистерн, особенно топливных, должна исключать появление в них через некоторое время свободных поверхностей из-за

постепенного стекания жидкости, оставшейся на стенках.

5.4. Те цистерны, которые в соответствии с разд.2 должны быть запрессованы, заполняют полностью, вплоть до появления жидкости в воздушных трубках. При этом необходимо принять все возможные меры, предотвращающие оставление в цистерне воздушных подушек. Через 3-6 ч после запрессовки цистерны должны быть подвергнуты контролю, и обнаруженные при этом воздушные подушки должны быть самым тщательным способом уничтожены.

В каждом конкретном случае способы устранения воздушных подушек в цистернах устанавливает комиссия по кренованию. По указанию комиссии из запрессовываемых цистерн могут быть взяты пробы жидких грузов (кроме воды) для последующего лабораторного определения их объемных весов.

5.5. На все цистерны жидких грузов (топлива, масла, воды) составляет акт об их состоянии. Непосредственно перед кренованием проводят контрольный осмотр этих цистерн, результаты которого также фиксируют в акте. Данные акта используют при составлении ведомостей излишних и недостающих грузов.

5.6. Все трюмы, особенно трюмы машинных и котельных отделений, и все отсеки корабля должны быть тщательно осушены и вычищены.

5.7. Все установки (котлы, холодильники и пр.), трубопроводы и системы приводят в состояние, указанное в разд.2.

5.8. На все мелкие расходные и другие цистерны (баки) для воды, топлива и масла составляют акт, в котором указывают количество жидкости в каждой из них по рабочий уровень и координаты ее центра массы по длине, ширине и высоте.

Непосредственно перед кренованием проверяют и фиксируют фактическое количество жидкости в каждой из этих цистерн для учета их при

составлении ведомостей излишних и недостающих грузов.

5.9. Все остальные переменные грузы: боезапас, провизия, съемные устройства и приспособления, снабжение, запасные части и прочее, по всем подразделениям корабля, комплектуют и закрепляют на штатных местах, предусмотренных проектом, и вносят в ведомости переменных грузов. В ведомостях указывают наименования грузов, их веса и координаты центра массы каждого веса по длине, ширине и высоте.

5.10. На все излишние, недостающие (по отношению к стандартной нагрузке) и не принадлежащие к кораблю (оборудование для кренования) грузы составляют ведомости, в которых указывают наименования грузов, их веса и координаты центра массы каждого веса по длине, ширине и высоте.

5.11. Координаты центра массы не принадлежащих кораблю грузов определяют на месте замерами до ближайших переборок и палубы и последующим пересчетом по чертежам общего расположения.

5.12. По усмотрению комиссии по проведению кренования веса грузов, перечисленных в пп. 5.9 и 5.10, определяют либо взвешиванием (кроме боезапаса), либо по технической документации на эти грузы.

5.13. При замере углов крена весками последние устанавливают в соответствии с указаниями разд. 4. Проверку правильности установки весков и измерение их длины производят члены комиссии по проведению кренования. Измерение длины весков обязательно актируют. Должно быть обеспечено нормальное освещение шкалы веска.

5.14. При замере углов крена инклинографами их установку и закрепление производят в соответствии с указаниями разд. 4.

Проверку установки инклинографов производят и актируют члены комиссии по проведению кренования.

5.15. Крен-балласт разбивают на группы, взвешивают и актируют.

согласно указаниям разд. 3, под руководством членов комиссии по проведению кренования.

При использовании крен-контейнеров последние также взвешивают непосредственно под руководством членов комиссии, независимо от наличия данных по предыдущему взвешиванию.

Взвешивание крен-балласта (крен-контейнеров) обязательно актируют, причем в акта должны быть указаны маркировка каждой группы и характеристика весов, на которых производилось взвешивание.

5.16. Для взвешивания должны быть применены весы и гири, прошедшие в установленном порядке госповерку. Применение весов и гирь, не имеющих клейма госповерки или с просроченными клеймами, воспрещается. Перед взвешиванием весы проверяют нагрузкой контрольными гирями и составляют соответствующий акт с участием членов комиссии.

5.17. Для размещения крен-балласта на корабле изготавливают деревянные стеллажи по числу групп крен-балласта. Каждый стеллаж должен иметь дно, спинку и боковые стенки. На каждом стеллаже должно быть достаточно места для размещения двух групп крен-балласта, разделяемых средней вертикальной стенкой.

5.18. Стеллажи для балласта устанавливают спинками к борту, причем их спинки должны быть параллельны диаметральной плоскости, а основания параллельны основной плоскости.

Каждую пару стеллажей устанавливают по разным бортам, по возможности, точно друг против друга. На стеллажах указывают маркировку соответствующей группы крен-балласта.

5.19. Крен-балласт размещают в стеллажах ровными рядами, вплотную к задней стенке стеллажа на одной его половине. На одном борту балласт укладывают в носовых, а на другом - в кормовых половинах стеллажей. При укладке крен-балласта обязательно провернут

маркировку, нанесенную во время взвешивания, и состав каждой группы.

5.20. В случае применения крен-контейнеров под ними должен быть установлен деревянный настил, параллельный основной плоскости.

Крен-контейнеры устанавливаются параллельно диаметральной плоскости корабля. Одна из боковых стенок контейнеров маркируется краской и служит базой для измерения его перемещения при креновании. Для установки контейнеров на настиле наносят линии параллельно диаметральной плоскости корабля. С этими линиями совмещаются маркированная боковая стенка контейнера, причем перемещения крен-контейнера следует производить только поступательно, так, чтобы маркированная стенка все время была обращена в сторону одного и того же борта.

В случае применения крен-контейнеров в форме круговых цилиндров на месте их установки на настиле наносят две концентрические окружности: диаметр внутренней окружности по наружной кромке должен быть равен наружному диаметру контейнера, диаметр наружной окружности по внутренней кромке - на 20 мм больше.

5.21. При устройстве специальных дорог для перемещения крен-контейнеров на тележках каждая пара контейнеров (правого и левого борта) перемещается по одной дороге. Вес тележки включается в вес соответствующего контейнера, причем взвешивание тележек производится в соответствии с указаниями пп. 5.15 и 5.16.

Тележки должны иметь стопорные устройства, гарантирующие стопорение тележки с контейнером при крене 8° .

5.22. Перед кренованием предприятие-строитель представляет комиссии акт приемки главных размерений корабля на стапеле, акт приемки на стапеле или в сухом доке марок углубления, справку отдела технического контроля, характеризующую (недокат, перекат)

использованный при постройке корпуса металл. Если марки углубления награшены, комиссия проверяет их соответствие по кернам.

5.23. Для замера осадки по маркам готовят шесть специальных шлангов. Каждый из них представляет собой отрезок резинового шланга длиной 5-6 м, открытый с обеих концов. На нижний конец шланга крепят груз для его погружения. Верхний конец шланга надевают на стеклянную трубку (внутренний диаметр не менее 5 мм) длиной до 25 см с нанесенными на ней сантиметровыми и полусантиметровыми делениями.

5.24. Подготавливают шесть плотиков или шлюпок для замера с них осадки по маркам.

5.25. Производят выборочное взвешивание личного багажа экипажа корабля отдельно для рядовых, старшин и офицеров. Результаты взвешивания актируют.

5.26. Производят подготовку к определению периода боковой качки на тихой воде согласно указаниям разд.7.

5.27. Разрабатывают план размещения во время кренования личного состава корабля и участников кренования. Каждый человек на корабле должен знать определенное место, на котором он обязан находиться от команды (сигнала) "Приготовиться к замерам" до команды (сигнала) "Окончить замеры". Исч. правило, весь личный состав, не занятый вахтенной и дежурной службой или обслуживанием нужд кренования (перевоска балласта, наблюдение за швартовыми и пр.), должен находиться на штатных местах в жилых помещениях. Составляют списки размещения участников кренования и личного состава во время кренования с указанием координат местонахождения людей и представляют комиссия. Эти данные используют при составлении ведомостей излишних и недостающих грузов.

5.28. Устанавливают три сигнала: "Приготовиться к замерам", "Начать замеры", "Окончить замеры". Сигналы должны быть хорошо слышны во всех помещениях и на палубе. Между сигналами "Приготовиться к замерам" и "Окончить замеры" всякое перемещение по кораблю категорически запрещается, причем все люди должны находиться на отведенных для них местах. О значении сигналов оповещают весь личный состав.

5.29. Устанавливают способы связи наблюдателей (у весков, у маров углубления, у швартовов и пр.) и руководителей переноса крен-балласта с командным пунктом руководителя кренования.

5.30. С началом подготовки корабля к кренованию запрещается прием и снятие с корабля, а также перемещение в пределах корабля каких-либо грузов без ведома председателя комиссии по проведению кренования.

6. Проведение кренования.

6.1. Для проведения кренования корабль отводят в место, защищенное от волн, вызванных ветром и проходящими мимо судами, и устанавливают на одном или двух швартовах, поданных прямо по носу и прямо по корме через полуклюзы в диаметральной плоскости, либо на носовой и кормовой тросовых растяжках, заведенных в специальные рымы, временно устанавливаемые на уровне ватерлинии в диаметральной плоскости. Ничто не должно препятствовать свободному крену корабля.

Если при креновании используется плавучий кран, последний должен не касаться корабля и не быть связан с ним швартовами между

сигналами "Приготовиться к замерам" и "Окончить замеры".

6.2. Глубина воды под килем кренуемого корабля должна быть 4-5 м (при использовании для кренования доков = 2 м). Допускается уменьшение указанной величины до 2 м при условии, что при накренинии корабль не коснется грунта и что нижняя часть корабля не находится в слое жидкого ила. Соблюдение первого условия тщательно проверяют водолазным осмотром. Для проверки второго условия предварительно берут пробы воды с глубины 3 м и с глубины, примерно на 1 м большей осадки кренуемого корабля, а затем в лаборатории сравнивают объемные веса проб при одинаковой температуре.

6.3. Непосредственно перед кренованием проводят водолазное обследование состояния подводной части корабля, глубины под килем, отсутствие помех накрениния корабля на оба борта, а в зимнее время - дополнительно обмерзания подводной части. Результаты водолазного обследования фиксируют актом.

6.4. При креновании корабля в зимнее время должна быть образована майна достаточных размеров, обеспечивающая свободное накрениение корабля на оба борта и перемещение вокруг него плотиков или шлюпок для замера осадок по маркам углубления.

Кроме того, в этом случае должна быть произведена тщательная очистка надводной части корабля от снега и льда.

6.5. При наличии течения корабль устанавливает носом против течения.

6.6. В промежутках между сигналами "Приготовиться к замерам" и "Окончить замеры" швартовы должны быть потравлены до полной слабины. Если скорость течения не превышает 0,5 м/с, то указанные в п.6.1 тросовые растяжки не травятся; при большей скорости течения эти растяжки также должны быть потравлены до полной слабины.

6.7. Запрещается проводить кренование при скорости ветра более 3,0 м/с.

6.8. От начала до полного окончания кренования всякое сообщение корабля с берегом прекращается. Сходни должны быть убраны.

6.9. Механизмы, агрегаты, устройства и системы во время кренования работать на корабле не должны. Питание корабля электроэнергией с берега должно осуществляться по кабелю, поданному на корабль в диаметральной плоскости.

Примечания: 1. Разрешается работа во время кренования стояночного дизель-генератора от расходной цистерны.

2. На тяжелых кораблях может быть допущена работа отдельных механизмов, систем или устройств, если это необходимо для обеспечения безопасности корабля. В этом случае расходование топлива должно производиться из неширокой цистерны с малой свободной поверхностью и расположенной возможно ближе к диаметральной плоскости корабля. Это отступление разрешается сторонами в порядке, указанном в пп. 1.5 и 1.6. настоящего стандарта.

6.10. Все легко перемещающиеся грузы должны быть закреплены. Артиллерийские установки, торпедные аппараты, подъемные краны и стрелы, выстрелы, забортные трапы и т.п. крепят по-походному.

6.11. Непосредственно перед началом кренования производят проверку подготовки корабля, обязательно включающую:

а) осмотр по предварительно составленным спискам всех цистерн, отсеков, трюмов, трубопроводов, механизмов и прочего для контроля правильности подготовки жидких грузов к кренованию;

б) осмотр по предварительно составленным спискам верхней палубы, полубака, мостиков и всех помещений на корабле для контроля наличия на корабле и размещения переменных грузов; при этом осматриваются ранее составленные ведомости излишних, недостающих и не принадлежащих кораблю грузов;

в) проверку размещения личного состава по сигналу "Приготовиться к замерам".

6.12. Повторная проверка состояния корабля в период кренования должна быть произведена обходом сразу после окончания кренования.

6.13. Проверяют правильность установки весков и измеряют их длины или проверяют правильность установки и исправность инклинографов согласно указаниям разд.4. Измерение каждого веса производят независимо два лица и обязательно актируют. Длину веса принимают равной среднему арифметическому двух измерений.

6.14. Проверяют правильность установки стеллажей для кренбалласта или крен-контейнеров и замеряют плечи переноса балласта, т.е. расстояния, на которые перемещаются перпендикулярно к диаметральной плоскости центр массы каждой группы при ее переносе с борта на борт.

Для каждой группы крен-балласта плечи переноса измеряют в трех местах, и все замеры обязательно актируют. Плечо переноса принимается равным среднему арифметическому трех измерений.

В случае применения крен-контейнеров в виде параллелепипеда их перемещение производится только поступательно, т.е. маркированная боковая сторона контейнера все время должна быть обращена в сторону одного борта. Плечо переноса крен-контейнера равно расстоянию между маркированной стороной в данном и предыдущем его положениях. Измерение плеча переноса производят перпендикулярно диаметральной плоскости у обеих кромок контейнера и результаты замеров усредняют. В случае применения крен-контейнеров круглой формы плечо переноса измеряют перпендикулярно диаметральной плоскости как расстояние между центрами основания контейнера в данном и предыдущем

его положениях. Измерение производят дважды и результаты замеров осредняют. В тех случаях, когда непосредственное измерение плеч переноса невозможно, описанные выше измерения производят независимо две группы лиц, и результаты замеров осредняют. Все первичные замеры обязательно актируют.

6.15. Все замеры длин должны быть произведены только рулеткой со стальной лентой, имеющей клеймо, без переноса рулетки. При измерении расстояний больше 20 м должна применяться двадцатиметровая рулетка.

6.16. Все отсчеты при измерении осадок и углов крена производят только в промежутке между сигналами "Начать замеры" и "Окончить замер". Вне этого промежутка времени производить отсчеты запрещается. В промежутках между теми же сигналами измеряют скорость и направление ветра и определяют направление корабля.

6.17. Замеры осадок по маркам углубления производят дважды - непосредственно перед началом кренования и сразу после его окончания. Осадку замеряют одновременно на всех марках углубления. На каждой марке замеры производят два наблюдателя, находящиеся на палубе или на шлюпке. Замеры производят шлангами (п.5.22), нижний конец которых погружают на глубину, а стеклянную трубку подводят к маркам углубления. Отсчеты берут от ближайшей выходящей кромки цифр марок углубления до уровня воды в стеклянной трубке с точностью до 0,5 см по делениям на этой трубке. Для удобства отсчетов воду в трубке можно подкрашивать. При замере осадок отсчеты по маркам углубления берут трижды.

При размахах колебаний поверхности воды на марках углубления, не превышающих 5 см, для замеров осадок вместо шлангов разрешается применять измерительную линейку.

6.18. Общее количество перемещений крен-балласта при креновании должно быть равно 12, причём каждая группа крен-балласта перемещается дважды, а при четырёх группах крен-балласта две из них — четыре раза. Перемещение крен-балласта производят по заранее составленной схеме при обязательном выполнении следующих условий: балласт поочередно должен полностью размещаться на каждом борту и конечное размещение балласта (после всех перемещений) должно быть тождественно исходному. Рекомендуемые варианты: вариант 1 — сначала группы правого борта поочередно переносят на левый; далее, группы левого борта переносят на правый, а затем в том же порядке, группы крен-балласта перемещают на исходные места; вариант 2 — группы крен-балласта правого борта по одной переносят на левый борт, а затем возвращают на исходные места, после чего ту же операцию повторяют с группами крен-балласта левого борта. При четырёх группах крен-балласта дополнительно перемещаемые две группы должны поочередно размещаться на каждом борту.

При перемещениях каждая группа крен-балласта размещается в стеллажах одинаковым способом.

6.19. Замеры положения весков для определения углов крена берут перед началом переноса балласта и после переноса каждой группы. Таким образом, таких отсчетов должно быть тринадцать.

6.20. При визуальном отсчете отклонений веска на каждом веске работают два наблюдателя: один неотрывно смотрит на веск., не меняя точки зрения, и воздух произносит отсчеты, которые записывает другой наблюдатель.

При отметке положений веска на рейке на каждом веске может работать один наблюдатель.

6.21. Отсчеты положения веска берут после того, как размах

колебаний (расстояние между крайними положениями нити) станет меньше 15 мм.

Для определения положения веска записывают отсчеты в обоих крайних положениях веска не менее чем для трех последовательных размахов, т.е. три последовательных крайних положения нити на одну сторону и три — на другую. Отсчеты берут визуально по шкале на линейке с точностью до миллиметра.

При каждом замере угла крена указанная процедура повторяется трижды.

Разрешается вместо отсчетов по линейке фиксировать положение нити веска непосредственно на рейке или закрепленной полоске плотной (чертежной) бумаги. В этом случае также отмечают карандашом крайние положения нити не менее чем для трех последовательных размахов.

На рейке (полоске бумаги) предварительно наносят риску, от которой производят все измерения; целесообразно эту риску поместить вне диапазона, в котором перемещается нить веска при креновании. Ординаты отметок положения нити, отсчитанные от этой риски по измерительной линейке, тождественны указанным выше отсчетам положения веска по линейке.

6.22. После каждого замера крена один из наблюдателей докладывает руководителю кренования об окончании замера и вслед за этим представляет ему на просмотр записи наблюдений.

6.23. При замере крена весками рекомендуется вести оперативный контроль за ходом кренования, включающий две операции.

Во-первых, контролируется разброс показаний отдельных весков. Для этого сопоставляются замеренные всеми весками приращения угла крена после перемещения каждой группы крен-балласта (п.8.8), кото-

рне не должны различаться более чем на $0,1^{\circ}$. При большей разнице рекомендуется выяснить причины расхождения и после их устранения повторить кренование заново либо, если причина расхождения в грубой ошибке отсчета, — сделать два дополнительных перемещения какой-либо группы крен-балласта, аннулировав ошибочный отсчет.

Во-вторых, контролируется согласование последовательных замеров угла крена, для чего ведется специальный график (приложение I к протоколу). По оси абсцисс графика откладывается отсчитываемый от исходного положения корабля (до начала переноса крен-балласта) суммарный угол крена, осредненный по показаниям всех весков (п.8.8); по оси ординат — суммарный кренящий момент, созданный всем перемещенным с начала кренования балластом. Каждому замеру крена на таком графике будет соответствовать точка. Чем лучше все нанесенные точки укладываются на одной прямой, тем нормальнее протекает кренование. При наличии значительного разброса точек на графике рекомендуется внимательно проанализировать возможные причины разброса и принять необходимые меры к их устранению. Следует иметь в виду, что возрастающее отклонение точек (по мере абсолютного увеличения крена) в разные стороны от указанной прямой при крене на правый и левый борт свидетельствует о наличии нелинейности в рассматриваемой зависимости.

Оперативный контроль служит только вспомогательным средством. Качество кренования окончательно оценивают по данным математической обработки его результатов (разд.8).

6.24. При замере углов крена инклинографами их барабаны включают по сигналу "Начать замеры" и выключают по сигналу "Окончить замеры". Желательно все записи расположить в пределах одной ленты. Если на одной ленте запись не вмещается, то при смене ленты запись

при данном положении крен-балласта обязательно должна быть сделана как на старой, так и на новой лентах. Для этого предусматриваются соответствующие команды.

На ленте каждого инклинографа одновременно указывают его номер, положение подвижной оси записывающего устройства и масштаб записи углов крена, который переписывается из тарифовочного свидетельства прибора. На ленте также прочерчивается пишущим устройством прибора базовая линия. Эта линия прочерчивается зааретированным маятником при вращении барабана.

Для выбора момента подачи сигналов рекомендуется устанавливать на командном пункте руководителя кренования дополнительный, четвертый инклинограф для наблюдения за качаниями корабля.

6.25. Перед началом кренования и после его окончания измеряют температуру забортной воды на глубине 3-4 м и с той же глубины берут пробу для последующего определения ее объемного веса в лаборатории. Определение объемного веса забортной воды производят с учетом ее температуры.

6.26. После окончания кренования производят определение периода бортовой качки корабля согласно указаниям разд.7.

6.27. Все непосредственно произведенные при креновании замеры обязательно фиксируют и укрепляют подписью лиц, производивших замеры. Эти записи являются первичными документами для обработки результатов кренования. При отсутствии этих документов обработка результатов кренования запрещается.

7. Определение периода бортовой качки корабля.

7.1. Определение периода бортовой качки корабля на тихой воде

обязательно производят при каждом креновании на не стесненной с боков акватории при глубине воды под килем не менее половины осадки кренуемого корабля. При необходимости корабль отводится на соответствующую акваторию непосредственно после окончания кренования.

7.2. Основным средством для определения периода качки является запись затухающих колебаний корабля либо гироскопическими кренографами, либо инклинографами. Разрешается определять период качки с помощью секундомеров. В этом случае период должен быть замерен одновременно не менее чем тремя наблюдателями.

Раскачку корабля производят не менее трех раз, причем каждый раз замеряют время возможно большего числа, но не менее четырех последовательных полных колебаний. В зависимости от имеющихся ориентиров за моменты начала и конца отсчета принимают либо моменты прохождения кораблем вертикального положения, либо моменты максимального наклонения корабля.

7.3. Применяемые для записи качки инклинографы должны удовлетворять всем требованиям, указанным в разд.4. Кроме того, у них должна быть проверена и заактирована окружная скорость барабана с лентой для записи. Запрещается применять для записи качки инклинографы, скорость вращения барабана которых непостоянна.

7.4. Проверку окружной скорости барабана производят следующим образом: освобождают маятник инклинографа и включают часовой механизм вращения барабана. Затем по двухстрелочному секундомеру через каждые 30 с маятнику сообщает легкий отрывистый толчок, и одновременно записывает показание секундомера в момент толчка. Для записи показаний секундомера в момент толчка останавливает его вторую стрелку. Всего должно быть сделано не менее 10 толчков. Указанный опыт повторяют трижды, причем все записи ведут на одной и той же ленте,

для чего перед каждым опытом перо несколько смещается по ширине ленты за счет изменения наклона всего прибора установочными винтами в его основании.

На снятой с барабана ленте измеряют расстояния между отметками начала первого и шестого, второго и седьмого, третьего и восьмого и т.д. толчков. Одновременно вычисляют по записям показаний секундомера время между соответствующими толчками. Скорость движения ленты равна расстоянию, деленному на время. За скорость движения ленты в течение первого опыта принимают среднее арифметическое пяти его частных результатов. Аналогично определяют среднюю скорость ленты во втором и третьем опытах.

За истинную скорость движения ленты инклинографа принимают среднее арифметическое средних скоростей в каждом опыте. Истинную скорость движения ленты инклинографа считают постоянной, если:

- а) средние скорости в каждом опыте отличаются от нее не более чем на 1%;
- б) частные скорости в каждом опыте отличаются от средней скорости в этом же опыте не более чем на 3%.

7.5. Если гироскопические кренографы не имеют отметки времени от контактных часов, то скорость протяжки ленты в них должна удовлетворять тем же требованиям, что и для инклинографов.

Определение истинной скорости протяжки ленты в этом случае производят так же, как это предусмотрено п.7.4, только отметки на ленте делают не штатным пинцетом устройства прибора, а от руки по линейке, неподвижно соединенной с прибором.

При наличии на приборе отметок времени от контактных часов или камертона скорость движения ленты не проверяется.

7.6. Для записи качки корабля его предварительно раскачивают

перебежками команды. Для этого назначают людей из расчета 15-20 человек на каждые 1000 т водоизмещения (на кораблях с большой остойчивостью количество людей на каждые 1000 т должно быть увеличено), которые по единой команде (сигналу) должны перебежать с борта на борт. Сигнал должен подаваться так, чтобы раскачивающая команда пересекала диаметральной плоскости в момент достижения кораблем максимального крена, а следовательно, начинала перебежку несколько ранее этого момента. При этом раскачивающая команда должна всегда бежать в гору.

Когда амплитуда качки корабля достигает $5-8^{\circ}$, перебегающих останавливают в диаметральной плоскости и включают приборы, которые записывают затухающие колебания корабля.

Разрешается производить расначивание корабля и любым другим способом при условии, что в момент записи он совершает свободные колебания.

Опыт повторяют трижды. На каждой записи колебаний корабля указывают, каким прибором она сделана и какова скорость движения ленты или частота импульсов, подаваемых контактными часами.

7.7. По записи колебаний корабля период его бортовой качки на тихой воде определяют следующим образом.

Измеряют в миллиметрах расстояние λ между возможно большим числом $N+1$ наибольших наклонений корабля на один и тот же борт в пределах колебаний, ясно выраженных на записи. Если скорость движения ленты равна v мм/с, то период качки корабля будет:

$$T_0 = \frac{\lambda}{v} \text{ с.} \quad (1)$$

Если на записи велась отметка времени, то тогда по этим отметкам определяют время t_i , в секундах, соответствующее расстоянию λ .

В этом случае:

$$T_0 = \frac{t_1}{n} c \quad (2)$$

7.8. При использовании секундомеров период бортовой качки в данном опыте определяется как среднее арифметическое его значений, вычисленных по показаниям каждого секундомера.

7.9. Истинный период бортовой качки корабля на тихой воде принимается равным среднему арифметическому значений периодов, определенных по каждой записи или по показаниям секундомеров во всех трех опытах.

8. Обработка результатов кренования.

8.1. В качестве исходных расчетных данных для обработки результатов кренования применяют:

- а) кривые площадей шпангоутов $\omega(x)$;
- б) кривые статических моментов площадей шпангоутов относительно основной плоскости $M_{xy}(z)$;
- в) кривые кубов ординат шпангоутов $y^3(z)$;
- г) кривые элементов теоретического чертежа.

Все указанные кривые должны быть рассчитаны и вычерчены с учетом выступающих частей и в соответствии с требованиями, предусмотренными РС-715-67. Указания этого РТМ должны приниматься во внимание и при нижеследующих расчетах с применением данных кривых.

Применяемые кривые должны быть рассчитаны с учетом плазовых данных или результатов обмера корпуса, если последние имеются.

8.2. Из тройного замера осадки на каждой марке углубления, произведенного перед началом кренования, определяют среднее арифмети-

ческое, которое и принимается за значение углубления на этой марке перед началом кренования. Аналогичным образом определяют углубления на каждой марке после окончания кренования.

Углубление корабля по носовым маркам до или после кренования определяют как среднее арифметическое соответствующих углублений носовых марок правого и левого бортов. Так же определяют углубления по средним и кормовым маркам.

Значения углубления на какой-либо одной марке, например, носовой марке правого борта, полученные перед началом кренования и после его окончания, не должны различаться более чем на 15 мм для малых кораблей и 30 мм для больших кораблей при условии, что соответствующие средние углубления (по углублениям марок правого и левого бортов) до и после кренования не должны различаться более чем на 10 мм для малых кораблей и 15 мм для больших кораблей.

За окончательное значение углубления корабля по носовым маркам принимают среднее арифметическое из углублений по этим маркам до и после кренования с округлением до 5 мм для малых кораблей и до 10 мм для больших кораблей; так же поступают для средних и кормовых марок. Углубления должны отсчитываться от основной линии.

8.3. По углублениям на носовых, средних и кормовых марках определяют стрелку прогиба корабля в момент кренования. Для этого на чертеж кривых площадей шпангоутов в соответствующих местах по длине, на которых размещены марки углубления, наносят определенные выше углубления по носовым, средним и кормовым маркам. Точку, соответствующую средним маркам, соединяют двумя прямыми с точками на носовых и кормовых марках. Точки пересечения этих прямых с носовым и кормовым перпендикулярами (нулевым и двадцатым теоретическими шпангоутами) принимаются определяющими углубление на перпендикулярах.

Затем точки углубления носового и кормового перпендикуляров соединяют прямой. Стрелку прогиба принимают равной разности между углублением по средним маркам, измеренным во время кренования, и углублением в плоскости того же шпангоута, определяемым указанной прямой. Если стрелка прогиба больше 15 см, в результатах обработки данных кренования должна быть учтена поправка на приведение корабля в выпрямленное положение (см. п. 8.18).

8.4. Тангенс угла дифферента корабля во время кренования принимается равным:^{х)}

$$\operatorname{tg} \Psi_k = \frac{T_{нк} - T_{кк}}{L}, \quad (3)$$

где $T_{нк}$, $T_{кк}$ — определенные выше углубления на носовом и кормовом перпендикулярах соответственно;

L — длина корабля между перпендикулярами.

8.5. На чертеже кривых площадей шпангоутов прочерчивают ватерлинию корабля, соответствующую его посадке в момент кренования. За указанную ватерлинию принимается квадратичная парабола, вершина которой располагается на миделе. Ее построение осуществляется следующим способом: от прямой, соединяющей точки погружения перпендикуляров (см. п. 8.3), на каждом теоретическом шпангоуте откладывают расстояния, указанные в таблице в долях от стрелки прогиба. Таблица составлена для 21 равноотстоящего шпангоута.

х) Здесь и в последующем изложении индексом "к" обозначены величины, относящиеся к состоянию корабля в момент кренования.

Номера шпангоутов										
10.	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9		
f/f_m										
I	0,990	0,960	0,910	0,840	0,750	0,640	0,510	0,360	0,190	0

f - стрелка прогиба на данном шпангоуте;

f_m - стрелка прогиба, измеренная на средней марке углубления.

Полученные точки соединяют по рейке плавной кривой, которую и принимают за ватерлинию корабля в момент кренования.

Примечание: Вместо параболы разрешается пользоваться формой упругой линии корабля, полученной в расчете общей прочности.

По кривым площадей шпангоутов вычисляют объемное водоизмещение корабля по ватерлинии в момент кренования. Весовой водоизмещение в момент кренования вычисляют с учетом объемного веса забортной воды, который принимают равным среднему арифметическому объемных весов в начале и в конце кренования.

8.6. Метacentрическую высоту в момент кренования определяют по способу наименьших квадратов по кренящим моментам, соответствующим перемещению каждой группы крен-балласта, и по вызываемым этими моментами приращениям угла крена.

8.7. Кренящий момент, соответствующий перемещению каждой группы крен-балласта (крен-контейнера), вычисляют как произведение ее (его) веса на перемещение ее (его) центра масс.

Создаваемый перемещением крен-балласта кренящий момент считается положительным, если балласт перемещается с левого борта на правый.

8.8. При пользовании весками приращение угла крена, вызываемое перемещением данной группы крен-балласта, определяют следующим образом: из шести записанных показаний какого-либо веска (три крайних наклона в одну сторону и три - в другую) определяют среднее арифметическое, которое принимают за отсчет веска при данном наблюдении. Из тройного отсчета, произведенного для одного и того же угла крена на каждом веске, определяют среднее арифметическое, которое и принимают за отклонение данного веска. Разность отклонений данного веска после и до перемещения какой-либо группы крен-балласта, деленную на длину веска, принимают за приращение угла крена от переноса этой группы крен-балласта по показаниям данного веска.

Расчетное приращение угла крена принимают равным среднему арифметическому приращений угла крена, определенных по показаниям каждого веска.

Приращение угла крена считается положительным, если при данном перемещении балласта правый борт опускается.

8.9. При пользовании инклинографами приращение угла крена, вызываемое перемещением данной группы крен-балласта, определяют следующим образом: на ленте инклинографа при каждом замере будут записаны малые колебания корабля. По этой записи проводят среднюю линию колебаний, обязательно параллельную базовой линии. Для проверки правильности нанесения средней линии в сомнительных случаях используют один из следующих критериев:

а) площадь, ограниченная записью колебаний и средней линией, одинакова по обе стороны от последней при целом числе периодов колебаний;

б) среднее арифметическое отсчитываемых от средней линии ординат максимумов и минимумов записи колебаний равно нулю, если этим

ординатам приписываются разные знаки, и количество максимумов и минимумов одинаково.

Расстояние между двумя соседними средними линиями, деленное на масштаб углов (расстояние, соответствующее углу в 1°), принимает за измеренное данным инклинографом приращение угла крена в градусах, соответствующее перемещаемой в промежутке между записями группе крен-балласта. Затем приращения угла крена переводят в радианы. Расчетное приращение угла крена принимают равным среднему арифметическому приращений угла крена, определенных по записям каждого инклинографа.

8.10. Поперечную метацентрическую высоту корабля в момент кренования вычисляют по формуле:

$$h_k = \frac{\sum \delta m_i \delta \theta_i}{D_k \sum \delta \theta_i^2} \quad (4)$$

где δm_i - создаваемый каждым перемещением одной группы крен-балласта кренящий момент;

$\delta \theta_i$ - соответствующее этому моменту приращение угла крена (в радианах);

D_k - весовое водоизмещение корабля;

суммы распространяются на все опыты, произведенные во время кренования; число опытов равно числу переносов крен-балласта, т.е. 12.

Поперечная метацентрическая высота по одному опыту равна

$$h_i = \frac{\delta m_i}{D_k \delta \theta_i} \quad (5)$$

Среднеквадратичная ошибка h_i от случайных погрешностей равна

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum (h_k - h_i)^2}{n-1}} \quad (6)$$

где Π — число опытов.

Если для какого-либо опыта

$$|h_k - h_i| > 2,5G_i, \quad (7)$$

то такой опыт исключается из обработки с соответствующим изменением общего числа опытов и повторным вычислением величины h_k .

Кренование должно быть признано неудовлетворительным и повторено, если в соответствии с этим условием подлежат исключению более двух опытов.

8. II. Для учета нелинейности момента остойчивости формы значения δm_i заменяются приведенными значениями δm_i^* по формуле

$$\delta m_i^* = \delta m_i - \Delta \delta m_i, \quad (8)$$

где $\Delta \delta m_i$ рассматривается как алгебраическая величина, определяющая зависимость

$$\Delta \delta m_i = \Delta M_{\Phi}(\theta_i) - \Delta M_{\Phi}(\theta_{i-1}), \quad (9)$$

$$\theta_i = \sum_{j=1}^i \delta \theta_j, \quad (10)$$

причем $\delta \theta_j$ есть среднее приращение (со своим знаком) угла крена при каждом переносе крен-балласта (п. 8.8). Здесь $\Delta M_{\Phi}(\theta)$ представляет собой алгебраическую разность при данном значении θ ординат диаграммы момента остойчивости формы $M_{\Phi}(\theta)$ и начальной касательной к этой диаграмме; $\Delta M_{\Phi}(\theta)$ положительна, если при данном θ начальная касательная располагается ниже $M_{\Phi}(\theta)$. [Одинаковым значениям θ разных знаков соответствует разные знаки $\Delta M_{\Phi}(\theta)$]. За начальную касательную к кривой $M_{\Phi}(\theta)$ принимается прямая, проходящая через начало координат и первую расчетную точку.

Используемая диаграмма остойчивости формы $M_{\Phi}(\theta)$ рассчитыва-

ется для исходной ватерлинии, точно соответствующей ватерлинии в момент кренования, в том числе по дифференцу, с шагом интегрирования по θ в 1° или $1,5^\circ$, но не более. Диаграмма рассчитывается по плазовым данным до углов крена $5-6^\circ$, предпочтительней на ЭЦМ, и затем вычерчивается в масштабе, позволяющем по обоим осям уверенно отсчитывать три значащих цифры. При ручном расчете ширина теоретического корпуса должна быть не менее 1200 мм.

Метацентрическая высота корабля в момент кренования далее вычисляется по схеме, изложенной в п.8.10, с заменой δm_i на δm_i^* .

Учет нелинейности момента остойчивости формы разрешается вводить в обработку результатов кренования в любых случаях, однако это разрешение не должно трактоваться как обязательная норма.

Косвенным признаком, свидетельствующим о необходимости проверки влияния нелинейности момента остойчивости формы, является один из нижеследующих:

- отмеченное в п.6.23 отклонение экспериментальных точек на графике в разные стороны от прямой для правого и левого борта;
- пересечение ватерлинией в момент кренования скулы корабля;
- заметное различие конфигураций ватерлинии в момент кренования и равнообъемной с ней ватерлинии при крене 5° .

8.12. Качество кренования в целом признается удовлетворительным, если с учетом исключенных опытов выполняется условие:

$$\frac{\Delta h_k}{h_k} \leq 0,03 \quad (11)$$

где

$$\Delta h_k = \sqrt{\frac{\sum (h_k - h_i)^2}{n(n-1)}} \quad (12)$$

причем n означает число опытов, включенных в обработку.

Если данное условие не выполняется, кренование признается неудовлетворительным и должно быть повторено заново.

8.13. По кривым погруженных площадей шпангоутов с нанесенной ватерлинией в момент кренования вычисляют абсциссу центра величины корабля $X_{ск}$.

8.14. На чертеж кривых статических моментов площадей шпангоутов M_{xy} наносят ватерлинию в момент кренования и вычисляют аппликату центра величины корабля $Z_{ск}$.

8.15. На чертеж кривых кубов ординат шпангоутов y^3 наносят ватерлинию в момент кренования и вычисляют:

момент инерции относительно продольной оси площади проекции ватерлинии на основную плоскость:

$$J_{fk}^* = \frac{2}{3} \Delta L \sum y_i^3 ; \quad (13)$$

проекцию поперечного метацентрического радиуса на плоскость шпангоута:

$$z_k^* = \frac{J_{fk}^*}{V_k} \quad (14)$$

где V_k - объемное водоизмещение корабля в момент кренования.

При желании вычислить значение поперечного метацентрического радиуса в момент кренования это может быть сделано по формуле

$$z_k = z_k^* \sqrt{1 + t_q^2 \psi_k} \quad (15)$$

8.16. Координаты центра массы корабля в момент кренования определяют по формулам

$$z_{qk} = z_{ск} + z_k^* - \frac{h_k}{\sqrt{1 + t_q^2 \psi_k}} ; \quad (16)$$

$$X_{\phi k} = X_{ск} - \left(z_k^* - \frac{h_k}{\sqrt{1 + \tan^2 \psi_k}} \right) \tan \psi_k, \quad (17)$$

где h_k — поперечная метацентрическая высота корабля, определенная выше (п.8.10).

8.17. Если имеются кривые метацентрических функций

$$\varphi(z) = m_{xy}(z) + \frac{2}{3} y^3(z), \quad (18)$$

то вычисление аппликаты поперечного метацентра в момент кренования

$$Z_{mk} = Z_{ск} + \frac{z_k}{\sqrt{1 + \tan^2 \psi_k}} = Z_{ск} + z_k^* \quad (19)$$

может быть выполнено с применением этих кривых.

Для этого на чертеж кривых метацентрических функций наносят ватерлинию в момент кренования и вычисляют

$$Z_{mk} = \frac{\Delta L \sum \varphi_{ik}}{V_k}, \quad (20)$$

где $\sum \varphi_{ik}$ — исправленная сумма ординат кривых φ для расчетных шпангоутов, причем эти ординаты должны сниматься на уровне ватерлинии в момент кренования.

Дальнейшее вычисление $Z_{\phi k}$ проводят в соответствии с указаниями п.8.16.

8.18. Если дифферент корабля в момент кренования менее 0,005 длины корабля и стрелка прогиба не превышает 15 см, определение координат центра массы корабля в момент кренования может быть произведено с применением кривых элементов теоретического чертежа в следующем порядке:

а) по грузовому размеру определяют среднее углубление $T_{ср.к}$, соответствующее вычисленному по указаниям п.8.5 объемному водоизмещению V_k , а затем по надлежащим кривым — значения аппликаты поперечного метацентра Z_{mk} , абсцисс центра величины $X_{ск}$ и продольного метacentрического радиуса R_k , соответствующие углублению $T_{ср.к}$;

б) координаты центра масс корабля в момент кренования вычисляют по формулам:

$$Z_{qk} = Z_{mk} - h_k ; \quad (21)$$

$$X_{qk} = X_{ск} + R_k \operatorname{tg} \psi_k , \quad (22)$$

причем значение $\operatorname{tg} \psi_k \approx \psi_k$ должно быть взято с соответствующим знаком.

Изложенный в настоящем пункте способ не следует применять в тех случаях, когда обводы корабля в окрестностях ватерлинии в момент кренования заметно отличаются от прямообортных обводов.

8.19. Если в момент кренования стрелка прогиба корабля f_m превышает 15 см, вычисленное в соответствии с указаниями п.8.15 значение аппликаты центра масс корабля Z_{qk} должно быть исправлено на величину ΔZ_{qk} равную:

$$\Delta Z_{qk} = \delta \frac{\psi_{изг.}}{K_{изг.}} f_m \quad (23)$$

где $\psi_{изг.}$ — коэффициент полноты площади кривой изгибающих моментов на тихой воде, вычисленный с учетом масштабов по осям этой кривой;

$$K_{изг.} = \frac{DL}{M_{изг.}} ; \quad (24)$$

$M_{изг}$ — наибольший изгибающий момент на тихой воде для весового водоизмещения корабля D .

Значения $\chi_{изг}$, $M_{изг}$ заимствуются из расчетов общей прочности корабля при проектном стандартном водоизмещении.

Окончательно аппликата центра массы корабля в момент кренования в рассматриваемом случае равна

$$Z_{qk}^* = Z_{qk} + \Delta Z_{qk} \quad (25)$$

причем поправка ΔZ_{qk} всегда положительна независимо от направления изгиба (прогиб или перегиб) корабля.

8.20. По полученным весовому водоизмещению и координатам центра массы корабля в момент кренования, а также ведомостям недостающих излишних и не принадлежащих кораблю грузов вычисляют фактические стандартное водоизмещение корабля и соответствующие ему координаты центра массы, а затем соответствующие фактическому стандартному водоизмещению посадку и начальную остойчивость корабля.

8.21. Расчет водоизмещения, остойчивости и посадки корабля для всех других потребных случаев нагрузки производят с учетом фактического состояния корабля при стандартной нагрузке.

8.22. По метацентрической высоте h_k (в м) и периоду бортовой качки $T_{вк}$ (в с) в момент кренования вычисляют коэффициент C по формуле:

$$C = h_k T_{вк}^2 \quad \text{м.с}^2 \quad (26)$$

При последующей эксплуатации корабля его поперечная метацентрическая высота h_k (в м) при любом состоянии нагрузки приближенно может быть определена по формуле:

$$h_1 = \frac{C}{T_{в1}^2} \quad (27)$$

где $T_{в(с)}$ - период бортовой качки корабля на тихой воде при рассматриваемой нагрузке.

8.23. Результаты кренования, включая фактические характеристики кренуемого корабля при стандартном водоизмещении, оформляют "Протоколом кренования", рекомендуемый образец которого приведен в приложении.

"Протокол кренования" составляется комиссией по проведению кренования и подписывается всеми членами комиссии. Этот протокол является официальным документом, фиксирующим результаты кренования.

К протоколу прилагают акты, ведомости и другие документы, фиксирующие результаты осмотров, взвешиваний, измерений и т.д., причем к первому экземпляру протокола обязательно прилагают подлинники этих документов, подписанные непосредственными исполнителями (к последующим экземплярам протокола прилагают их копии). К протоколу прилагают также расчеты, связанные с обработкой результатов кренования.

8.24. Функции комиссии по проведению кренования ограничиваются установлением фактически стандартного водоизмещения кренуемого корабля и координат его центра массы.

Вся последующая корректировка технической документации на данный корабль по результатам кренования производится предприятием - автором проекта.

Приложение

ПРОТОКОЛ КРЕНОВАНИЯ КОРАБЛЯ

г. _____

" " _____ 19__ г.

1. Опыт кренования проведен в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ В5.0193-75.

2. Кренование производилось комиссией, назначенной _____

в составе:

Председателя _____

Заместителя председателя _____

Членов: _____

Результаты работы комиссии по подготовке корабля к кренованию отражены в актах - приложения 1, 2 к протоколу.

3. Обязанности экипажа корабля и персонала предприятия во время подготовки и проведения кренований по согласованию с председателем комиссии объявлены совместным приказом (распоряжением) командира корабля и ответственного сдатчика № _____

от " " _____ 19__ г.

4. Кренование производилось в _____

(указать место кренования)

Начало кренования _____ ч _____ мин " " _____

19__ г.

Конец кренования _____ ч _____ мин " " _____

19__ г.

5. Корабль во время кренования был установлен _____

(на какой акватории, на каком расстоянии от стенки и соседних кораблей,

на каких швартовах, начальным крен, глубина под килем,

скорость течения и его направление относительно корабля)

В момент производства замеров углов крена швартовы имели слаби-
цу, достаточную для беспрепятственного наклона корабля на обе
борта.

Условия подводной части корпуса и отсутствие подводных пре-
пятствий свободному наклону корабля (в зимнее время - отсут-
ствие обмерзания подводной части корпуса) зафиксированы в акте воде-
лазного обследования - приложение 3 к протоколу.

Примечание: При креновании в зимнее время дополнительно указывается
ледовая обстановка на месте кренования, размеры и способ
образования майны, меры по предохранению майны от замер-
зания, отсутствие касания льда.

6. Погода во время опыта:

скорость ветра в начале опыта м/с

скорость ветра в конце опыта м/с

направление ветра относительно корабля

атмосферные осадки

температура воздуха °С

температура воды °С

Подробные данные о ветре изложены в приложении 4^к протоколу.

7. Объемный вес забортной воды

(по данным какой лаборатории или с помощью каких приборов)

(к протоколу прилагается справка)

8. Кренование производилось твердым балластом, крен-балласт размещен в шести группах на _____ палубе.

Акты взвешивания крен-балласта, замеров плеч переноса и схема переноса изложены в приложениях 5, 6 и 7 к протоколу. (При использовании крен-контейнеров – аналогичные данные, включая краткую характеристику самих контейнеров).

9. Замеры осадок корабля по маркам углубления, считая от основной, производились непосредственно перед кренованием и после его окончания. Результаты замеров оформлены записью замеров осадок – приложение 8 и актом – приложение 9 к протоколу.

Окончательные значения отсчитываемых от основной плоскости осадок корабля на марках углубления во время кренования приведены в нижеприведенной таблице:

До кренования		После кренования		Среднее расчетное значение осадки
левый борт	правый борт	левый борт	правый борт	
Метры				
Носовая марка				
Средняя марка				
Кормовая марка				

Размещение марок углубления по длине корабля:

- носовая марка на _____ м в нос от I теоретического шпангоута;

- средняя марка на _____ м в _____ (нос, корму) от IO теоретического шпангоута;

- кормовая марка на _____ м в корму от I9 теоретического шпангоута.

10. Замеры длин и отклонений весков (акты правильности установок и показания инклинографов) при креновании корабля изложены в приложениях 10-15 к протоколу.

Окончательные значения приращений кренящих моментов при каждом перемещении крен-балласта и соответствующих им приращений угла крена приведены в нижеследующей таблице:

Но- мер от- сче- та	После какого перемещения крен-балласта производится отсчет	Вес крен- бал- ласта тс	Пле- чо пере- меще- ния крен- бал- ласта, м	При- раще- ние крен- яще- го мо- мента тс.м	Приращение угла крена, град			
					весок № 1 (инкли- нограф № 1)	весок № 2 (инкли- нограф № 2)	весок № 3 (инкли- нограф № 3)	рас- чет- ное зна- чение
1	1 группа на ЛБ							
2	3 группа на ЛБ							
3	5 группа на ЛБ							
4	2 группа на ПБ							
5	4 группа на ПБ и т.д.							

11. Определение периода бортовой качки производилось раскачива-
нием корабля перебежками с борта на борт группы (матросов, рабочих)

в количестве _____ человек (или другим способом).

Замеры периода бортовой качки производились инклинографами (секундомерами), показания которых оформлены в акте - приложении 16 к протоколу.

Средняя величина периода бортовой качки _____

12. Кренование корабля производилось при нагрузке, близкой к стандартной, которая приведена в расчете _____ (не расчета). Грузы излишние и недостающие по сравнению со стандартной нагрузкой и грузы, не принадлежащие кораблю (оборудование для кренования), учтены в приложенных к протоколу ведомостях и акте (приложения 17-20 к протоколу). Определение веса грузов производилось _____ (взвешиванием или иным способом и каким именно).

13. Все жидкие грузы, не входящие в стандартную нагрузку, с корабля удалены (за исключением указанных далее), а цистерны зачищены. В соответствии с отраслевым стандартом ОСТ В5.0193-75 и по решению комиссии (такие-то) цистерны были запрессованы, что подтверждено оформлением актов (приложения 21 и 22 к протоколу). Жидкие грузы из мелких расходных цистерн не удалялись и учтены в отдельной ведомости, проверенной комиссией - приложения 23 и 24 к протоколу.

14. Прекращение работы механизмов, устройств и систем на время кренования (за исключением механизмов, обеспечивающих нужды кренования), а также приведение на рабочий уровень воды и других жидкостей в механизмах, трубопроводах и системах контролировалось оформлением акта (приложение 25 к протоколу).

По решению комиссии во время кренования работали следующие механизма (системы, устройства): _____

15. Определение веса команды корабля с багажом, а также, лиц, принимавших участие в креновании, производилось на основании акта взвешивания (приложение 26 к протоколу).

Размещение команды корабля и лиц, принимавших участие в креновании, определено ведомостью (приложение 27 к протоколу).

16. В результате обработки данных кренования (приложение 28 к протоколу) в момент кренования зафиксированы следующие характеристики корабля:

объемное водоизмещение _____ м³
весовое водоизмещение _____ тс
поперечная метацентрическая высота _____ м
критерий качества кренования _____
апликата центра массы корабля _____ м
абсцисса центра массы корабля _____ м

17. Особые замечания комиссии по подготовке и проведению кренования (если таковые будут).

18. Комиссия признает проведенное кренование качественным и считает установленным следующие фактические данные по стандартному водоизмещению (приложение 28 к протоколу):

весовое водоизмещение _____ тс
апликата центра массы корабля _____ м

Примечание. К первому экземпляру протокола прилагаются подлинники всех актов и записей первичных замеров.

Председатель комиссии:

Заместитель председателя комиссии:

Члены комиссии:

Приложение I к протоколу

А К Т

готовности корабля _____ к кренованию

" " _____ 19__ г.

Комиссией, назначенной приказом _____

от " " _____ 19__ г.

за № _____, произведена проверка готовности корабля и проведение опыта кренования. Установлено, что корабль _____ подготовлен к кренованию в полном соответствии с отраслевым стандартом ОСТ В5.0193-75 (или с такими-то отступлениями и изложением оснований для этих отступлений).

Все документы, подтверждающие готовность корабля _____ к кренованию, прилагаются.

Приложения:

Председатель комиссии:

Заместитель председателя комиссии:

Члены комиссии:

Приложение 2 к протокоду

А К Т

подготовки корабельных помещений и палуб к кренованию

" " _____ 19. ____ г.

Члены комиссии по кренованию проверили состояние всех корабельных помещений, коридоров и открытых палуб корабля _____ и установили, что к моменту кренования:

- 1) все помещения, коридоры, трюмы и открытые палубы очищены от строительного мусора, воды и заводских материалов;
 - 2) заводское оборудование и другие нештатные предметы удалены, за исключением крен-балласта и вспомогательного оборудования для кренования, вес которых учтен в ведомостях грузов, не принадлежащих кораблю.
- _____
- _____
- _____

Примечание. В зимнее время дополнительно фиксируется очистка наружных надводных частей корабля от снега и льда.

Проверку произвели:

Приложение 3 к протоколу

А К Т

водолазного обследования при креновании корабля _____

" " _____ 19 ____ г.

Водолазное обследование подводной части корабля и прилегающей акватории произвел: _____

Обследованием установлено, что подводная часть корпуса корабля и все выступающие части находятся в нормальном состоянии.

Примечание: В зимнее время дополнительно фиксируется отсутствие обледенения подводной части. При наличии обледенения указывается его район, толщина льда и примерная поверхность обледенения.

В месте отшвартовки корабля для кренования рельеф дна (ровный, с уклоном в такую-то сторону, имеются отдельные поднятия дна в таких-то районах и т.д.), грунт твердый (илистый и т.п.). Подводных препятствий, могущих создать помехи на кренам корабля при креновании, не имеется (или имеются такие-то препятствия).

Минимальная глубина воды под килем _____ м.

В результате обследования подводной части корабля и прилегающей акватории установлено, что подводные помехи для кренования отсутствуют.

Подписи:

Приложение 4 к протоколу

А К Т

замеров скорости, направления ветра и положения
 корабля при креновании _____
 (наименование корабля)

" " _____ 19 ____ г.

Замеры произвели: _____

Замеры производились одновременно с замерами угла крена.

Номер замера	Скорость ветра, м/с	Направление ветра относительно корабля		Направление корабля	Время замера ч. мин.
		угол	борт		
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Примечание: Направление ветра определяется указанием угла между диаметральной плоскостью корабля и вектором скорости ветра, считая от носа на левосторонний борт.

Подпись:

Приложение 5 к протоколу

А К Т

завезивания крен-балласта для корабля _____

" " _____ 19__ г.

Завезивание производили: _____

Завезивание крен-балласта производилось на _____
(тип и адрес точ-

ности)

весах грузоподъемностью _____, изготовления _____
 завода, заводской № _____, прошедших последнюю государ-
 ственную проверку " " _____ 19__ г. Использовавшиеся гири
 прошли последнюю государственную проверку " " _____ 19__ г.
 Перед завезиванием крен-балласта весы были проверены нагрузкой
 контрольными гирями _____

(результаты проверки)

Номер группы	Вес группы, кгс	Количество балласта в группе	Маркировка
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Примечание: При использовании крен-контейнеров указывается их форма и количество их частей, массы над основным с пояснением, каким способом это количество определено (или со ссылкой на паспорт крен-контейнера).

Подпись: _____

Приложение 6 к протоколу

А К Т

замеров плеч переноса групп крен-балласта при креновании
корабля _____

" " _____ 19__ г.

Замеры производили: _____

Номер группы	Расположение группы (палуба, борт, шп.)	Возвышение ЦМ группы над палубой, м	Замеры плеч переноса, м			Сумма трех замеров	Среднее плечо переноса группы
			1	2	3		
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Приложение: Схема расположения и перемещения групп крен-балласта.

Подпись:

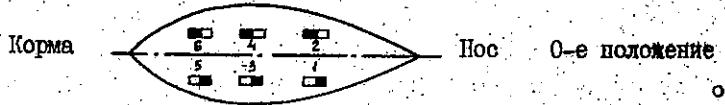
Примечание: При непрямом замере плеч переноса кратко указывается использованный метод замера. При использовании крен-контейнеров форма соответственно изменяется.

Приложение 7 к протоколу

СХЕМА

перемещения крен-балласта при креновании корабля

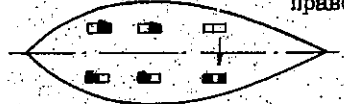
" " _____ 19__ г.



1-е положение: 1-я группа - налево



7-е положение: 1-я группа - направо



2-е положение: 3-я группа - налево



8-е положение: 3-я группа - направо



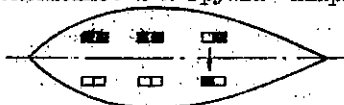
3-е положение: 5-я группа - налево



9-е положение: 5-я группа - направо



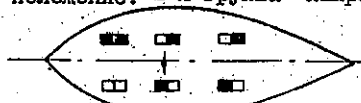
4-е положение: 2-я группа - направо



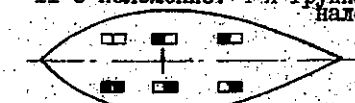
10-е положение: 2-я группа - налево



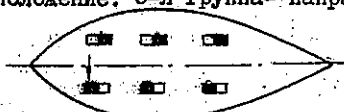
5-е положение: 4-я группа - направо



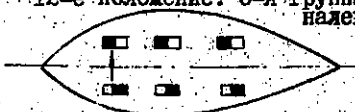
11-е положение: 4-я группа - налево



6-е положение: 6-я группа - направо



12-е положение: 6-я группа - налево



Приложение 7 к протоколу

Перед каким отсчетом	Какая группа крен-балласта и в каком направлении перемещается	Размещение групп крен-балласта после перемещения	
		левый борт	правый борт
0	Исходное положение	2,4,6	1,3,5
I	1-я группа - налево	1,2,4,6	3,5
2	3-я группа - налево	1,2,3,4,6	5
3	5-я группа - налево	1,2,3,4,5,6	-
4	2-я группа - направо	1,3,4,5,6	2
5	4-я группа - направо	1,3,5,6	2,4
6	6-я группа - направо	1,3,5	2,4,6
7	1-я группа - направо	3,5	1,2,4,6
8	3-я группа - направо	5	1,2,3,4,6
9	5-я группа - направо	-	1,2,3,4,5,6
10	2-я группа - налево	2	1,3,4,5,6
11	4-я группа - налево	2,4	1,3,5,6
12	6-я группа - налево	2,4,6	1,3,5

Подпись:

Приложение 8 к протоколу

З А П И С Ь

замеров осадок перед кренованием корабля
после кренования

_____ на _____
(носовой, средней, кормовой)
марке углубления _____ борта

" " _____ 19__ г.

Замеры производил: _____

1-й замер: на _____ см	} ниже нижней кромки марки (такой-то)
2-й замер: на _____ см	
3-й замер: на _____ см	

Подпись:

Приложение 9 к протоколу

А К Т

замеров осадок на каждой марке углубления
при креновании корабля _____

" " _____ 19__ г.

Осадки отсчитывались от основной с учетом чертежа марок углубления №

Замеры обрабатывали _____

Перед кренованием

По записям первого наблюдателя	Среднее	По записям второго наблюдателя	Среднее	Среднее из записей обоих наблюдателей
М				
Носовая марка правого борта				
Носовая марка левого борта				
Средняя марка правого борта				
Средняя марка левого борта				
Кормовая марка правого борта				
Кормовая марка левого борта				

После взвешивания				
По записям первого наблюдателя	Среднее	По записям второго наблюдателя	Среднее	Среднее из записей обоих наблюдателей
М				
Носовая марка правого борта				
				0
Носовая марка левого борта				
Средняя марка правого борта				
Средняя марка левого борта				
Кормовая марка правого борта				
Кормовая марка левого борта				

Подпись:

Приложение 10 к протоколу

А К Т

замера длин весков и проверки правильности установки измерительных реек на корабле

" " _____ 19__ г.

Длины весков замерялись стальной рулеткой от точки подвеса (качания) до верхней кромки шкалы измерительной линейки, укрепленной на мерительной рейке.

Замеры и проверку производили: _____

Номер веска	Место установки веска	Длина веска l , мм		
		первое измерение	второе измерение	расчетное значение
1				
2				
3				

В результате проверки зафиксировано, что закрепление шергелей с измерительными рейками исключает их смещение при креновании, а измерительные рейки установлены перпендикулярно диаметральной плоскости.

Подписи:

Приложение II к протоколу

В А П И С Ь

замеров отклонения веса № _____, установленного _____ (место ур-
тановки) при креновании корабля _____

" " _____ 19__ г.

Замеры производил: _____

Отсчет №

Номер замера к	Отсчеты отклонений веса в последо- вательных крайних положениях, мм						Сумма, мм	Отсчет вес- на, мм
	вправо	B_{11}	B_{12}	B_{13}				
1	вправо	B_{11}	B_{12}	B_{13}			$\sum_{i=1}^n (B_{1i} + B'_{1i})$	$B_1 = \frac{\sum (B_{1i} + B'_{1i})}{2n}$
	влево	B'_{11}	B'_{12}	B'_{13}				
2	вправо	B_{21}	B_{22}	B_{23}				B_2
	влево	B'_{21}	B'_{22}	B'_{23}				
3	вправо	B_{31}	B_{32}	B_{33}				B_3
	влево	B'_{31}	B'_{32}	B'_{33}				
сумма трех отсчетов: $B_k, \text{мм}$								$\sum_{k=1}^3 B_k$
отклонение № _____ веса, мм								$\frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 B_k$

- Примечания: 1. По приведенной форме производится запись 13 отсчетов с № 0 по 12.
2. Все данные вписываются в таблицы с точностью до 1 мм.
3. Отклонение веса подсчитывается сразу по окончании данного отсчета.
4. Если отклонения веса отмечаются на рейке, это специально оговаривается и в данную форму вносятся результаты расшифровки отметок. В этом случае для каждого отсчета производится только один замер, и за отклонение веса принимается число B в последнем столбце.

Подпись:

Приложение 12 к протоколу.

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ

отклонений весков и приращений угла крена при креновании корабля

" " " " 19 ____ г.

По записям наблюдателей у весков ведомость составлена

(Фамилия)

Номер отсчета	Весок № 1		Весок № 2		Весок № 3		Значение угла крена на 0°1к, раз
	Длина веска l_1 , м	Отклонение веска, в: мм	Длина веска l_2 , м	Отклонение веска, в: мм	Длина веска l_3 , м	Отклонение веска, в: мм	
0							
1							
2							
.							
.							
11							
12							

Примечания: 1. Приращение отклонения веска с учетом знака вычисляется по формуле: $\delta b_1 = b_1 - b_0$
 2. Приращение угла крена вычисляется по формуле: $\delta \theta_1 = \theta_1 - \theta_0$, знак вычисляется так, чтобы получить надлежный знак δb_1 .
 3. Расчетное приращение угла крена вычисляется по формуле $\delta \theta_1 = \frac{1}{2} \delta \theta_{1к}$
 4. Если отклонение веска симметрично относительно на рейке, в форму выносятся соответствующие изменения.

Подпись:

Приложение 13 к протоколу

А К Т

проверки правильности установки инклинографов при креовании
 корабля _____

" " _____ 19__ г.

Проверку производили: _____

Для замера углов крена установлены инклинографы.

№ п/п	Заводский № инклинографа, место изгото- товления	Тарировоч- ное свиде- тельство (кем, когда выдано, но- мер)	Положение под- вижной оси за- писывающего устройства, масштаб записи углов	Исправ- ность инкли- ногра- фа	Место установ- ки (в каком месте, на ка- ких конструк- циях)
1					
2					
3					

Установка и закрепление всех инклинографов _____
 (соответствует)

_____ требованиям отраслевого стандарта.

Подпись:

Приложение 14 к протоколу

ВЕДОМОСТЬ
показаний инклинографов при креновании корабля

" " 19__ г.

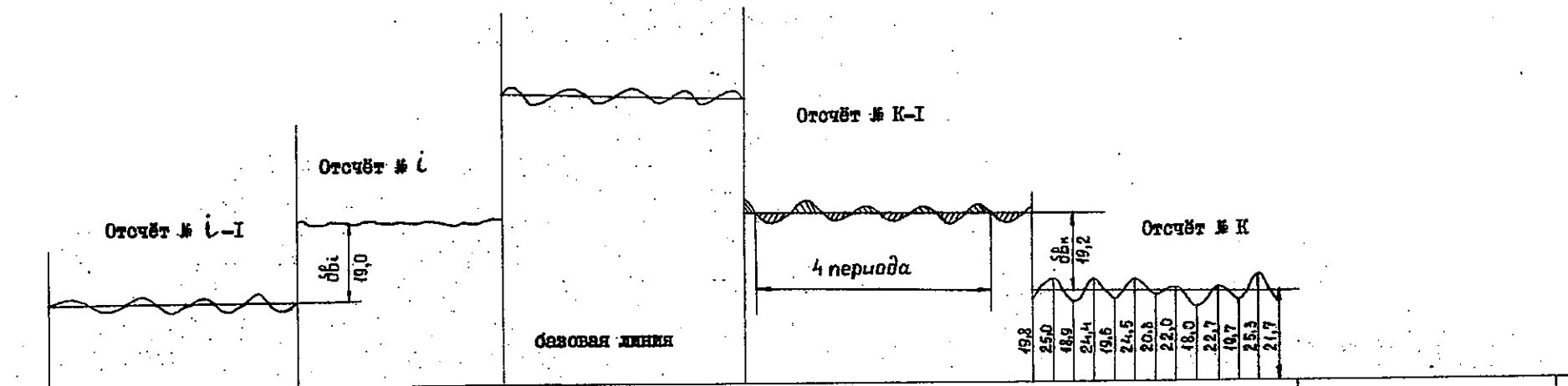
Замеры производили: _____

Номера отсчетов	Инклинограф № 1 (заводской №) M ₁ = мм/град.		Инклинограф № 2 (заводской №) M ₂ = мм/град.		Инклинограф № 3 (заводской №) M ₃ = мм/град.		Среднее значение
	δx_i	$\delta \theta_i = \frac{\delta x_i}{57,3 M_1}$	δx_i	$\delta \theta_i = \frac{\delta x_i}{57,3 M_2}$	δx_i	$\delta \theta_i = \frac{\delta x_i}{57,3 M_3}$	
	мм	рад	мм	рад	мм	рад	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Примечания: 1. Приращение угла крена вычисляются с указанием знака.
2. В первом экземпляре протокола прилагается подлинники инклинограмм.

Наблюдатели: у инклинографа № 1 _____
 у инклинографа № 2 _____ (ПОДПИСЬ)
 у инклинографа № 3 _____

ПРИМЕРЫ
различных способов обработки инклинограммы



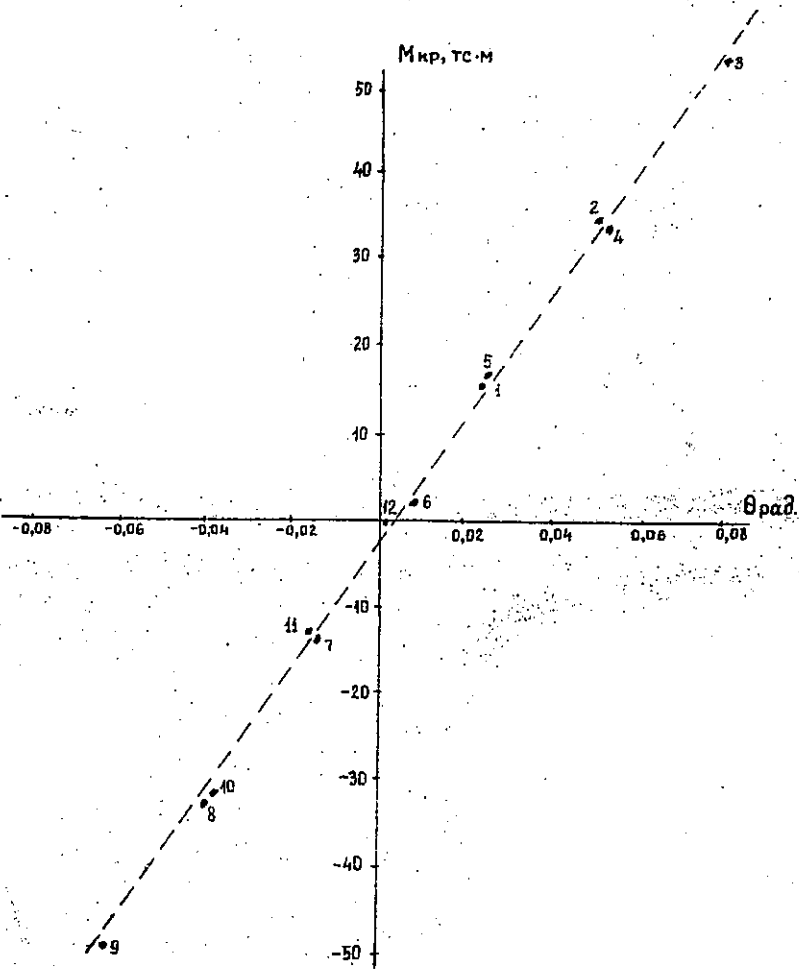
Средние линии колебаний
проведены непосредствен-
но на глаз

Равенство в разную
сторону зафиксированных
площадей проверено пла-
ниметрированием

Средняя линия колебаний
проведена по расчёту

19,8	25,0
18,9	24,4
19,6	24,5
20,8	22,0
18,0	22,7
19,7	25,3
$\Sigma = 260,7$	
$\frac{\Sigma}{12} = \frac{261}{12} = 21,7$	

Приложение 15 к протоколу
Г Р А Ф И К
оперативного контроля за ходом кренования



Приложение I6 к протоколу

А К Т

замера собственного периода бортовой качки
при креновании корабля.....
....." ".....19.....г.

I. Проверка скорости движения ленты

_____ (наименование прибора)

Проверку производили: _____

Подное наименование прибора _____

Место изготовления _____, заводский № _____

Время измерялось _____ секундомером _____

(двухстрелочным)

завода _____

Опыт	Первый		Второй		Третий	
	номера отметок	время по секундо- меру, с	расстоя- ние отме- ток от первой отметки, мм	время по се- кундо- меру, с	расстоя- ние отме- ток от первой от- метки, мм	время по се- кундо- меру, с
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Опыт	Первый			Второй			Третий			
	Номера отметок	Расстоя- ние между отметка- ми Δl мм	Время между отмет- ками Δt с	$\frac{\Delta l}{\Delta t}$ мм с	Рас- стоя- ние между отмет- ками Δl мм	Время между отмет- ками Δt с	$\frac{\Delta l}{\Delta t}$ мм с	Рас- стоя- ние между отмет- ками Δl мм	Время между отмет- ками Δt с	$\frac{\Delta l}{\Delta t}$ мм с
I-6 2-7 3-8 4-9 5-10										
Суммы: Средняя скорость в данном опыте, мм/с Наибольшее отклонение настных скоростей от средней, %										
Опыт	Средняя скорость в опыте, мм/с			Отклонения средних ско- ростей в каждом опыте от истинной скорости, %						
I 2 3										
Сумма										
Истинная скорость движения ленты, мм/с.										

II. Замеры периода бортовой качки

Замеры производились.....
 (по записи колебаний корабля,
 секундомерами)
 Замеры производили:

Опыт i	I замер			2 замер			3 замер			Среднее значение периода в опыте $T_{\theta} = \frac{\sum T_{\theta i}}{3}$ с
	число полных колебаний n	суммарное время T, с	период с $T_{\theta i} = \frac{T}{n}$	число полных колебаний n	суммарное время T, с	период с $T_{\theta i} = \frac{T}{n}$	число полных колебаний n	суммарное время T, с	период с $T_{\theta i} = \frac{T}{n}$	
1										
2										
3										
Среднее значение собственного периода бортовой качки по всем опытам										

$$T_{\theta} = \frac{\sum T_{\theta i}}{3} \text{ с}$$

Примечание: Если замеры производились секундомерами, то первая часть акта опускается, а во второй указываются технические характеристики применявшихся секундомеров.

Подпись:

Недостающие до стандартной нагрузки грузы

№ п/п	Наименование	Кол-во	вес, тс	как опре- де- лен вес	Непосредственно за- меренные координаты ЦМ груза (от чего отсчитаны, в каком направлении), м			Координаты ЦМ груза, м		
					по дли- не	по шири- не	по высо- те	от миде- ля	от деа- мет- раль- ной плос- кости	от основ- ной плос- кости

Примечания: 1. Абсиссы в нос от миделя считаются положительными, в корму — отрицательными.

2. При проверке наличия переменных грузов несколькими бригадами каждая из них составляет отдельный акт.

Подписи:

Приложение 21 к протоколу

А К Т

проверки подготовленности цистерн жидких грузов и
коффердамов к кренованию

" " _____ 19__ г.

Комиссия по кренованию проверила состояние цистерн жидких грузов и коффердамов корабля _____ и установила, что к моменту кренования:

1) цистерны и коффердамы осушены (включая мертвые запасы) и зачищены, за исключением цистерн, в которых решением комиссии на время кренования оставлены и опрессованы жидкие грузы, а именно:

2) клапаны приемных и расходных трубопроводов запрессованных цистерн перекрыты и опломбированы;

3) вес жидкостей в запрессованных цистернах учтен в ведомостях изливных грузов.

Председатель комиссии:

Заместитель председателя комиссии:

Ч л е н ы :

А К Т

проверки состояния жидких грузов при креновании

" " _____ 19__ г.

Члены комиссии _____

произвели тщательный осмотр состояния основных и запасных цистерн жидких грузов, результаты проверки сведены в таблицу.

№ п/п	Наименование цистерн жидких грузов (шифр)	Жидкий груз (есть, нет)	Зачистка цистерны	При наличии жидкого груза		
				Количество жидкого груза, тс	свободная поверхность (есть, нет)	отметка о повторной проверке запорных цистерн

Подпись: _____

Приложение 23 к протоколу

ВЕДОМОСТЬ СОСТОЯНИЯ МЕЛКИХ РАСХОДНЫХ ПИСТЕР

№ № п п	Наименование пистерны	Род жидкости	Расположение пистерны (борт, палуба, район шпангоута)	Вес жидкости в пистерне при креовании	Плечи			Моменты			Примечание
					Х от IO теоретич. шп.	У от III	Z от ОII	M _x	M _y	M _z	
				тс	м			тс.м			

Примечание: Плечи по длине отсчитываются от IO теоретического шпангоута, плюс - в нос. минус - в корму от него.

Подпись :

А К Т

проверки состояния малых расходных и других цистерн, бачков и т.п.

" " _____ 19__ г.

Члены комиссии _____

проводили проверку состояния малых расходных и других цистерн, бачков, и т.п., результаты проверки сведены в таблицу

№ № и п	Наименование цистерн	Род вид- кост- ти	Распо- ложе- ние цистер- ны до шпанго- ута и борта	Вы- сота цис- терны по чер- тежу. л	Запол- нение цистер- ны в рабочем состоя- нии	Заполне- ние цис- терны в момент креню- вания	Координаты цистерн, м		
							X	Y	Z
					КГС				

Подпись:

Приложение 25 к протоколу

А К Т

подготовки механизмов, трубопроводов и систем к креованию корабля _____

" " _____ 19__ г.

Члены комиссии непосредственно перед креованием произвели осмотр и проверку, а также замер рабочих уровней жидкости в механизмах, трубопроводах и системах и установили, что ко времени креования:

1) работа механизмов, агрегатов, устройств и систем прекращена, за исключением

(каких именно и на каком основании)

2) вода и другие жидкости в механизмах и аппаратах находятся на рабочем уровне ;

3) трубопроводы и системы находятся в рабочем состоянии, а клапаны их перекрыты и по выбору комиссии опломбированы, что исключает возможность переливания жидкости.

Перечень опломбированных клапанов : _____

Подпись:

А К Т

взвешивания личного состава с имуществом

" " 19 г.

Взвешивание производили: _____

Произведено взвешивание трех групп личного состава по _____ человек в каждой (двух групп матросов, старшин и одной группы офицеров) с их личным имуществом двух групп лиц, принимавших участие в креновании. При взвешивании определено:

Номер группы	Наименование группы	Вес людей	Вес багажа	Средний вес человека с багажом (без багажа), кгс
		кгс		
1.	Матросы с личным имуществом			
2	Старшины с личным имуществом			
3	Офицеры с личным имуществом			
4	Лица, принимавшие участие в креновании			
5	То же			

Подписи:

ВЕДОМОСТЬ

размещения команды корабля и лиц, принимающих участие в креновании

№№ п/п	Наименование помещения	К-во чел.	Вес Р. ТС	Плечи			Моменты			Приме- чание
				У от ЛО т. шп.	У от ДП	У от ОП	М _x	М _y	М _z	
				М			ТС.М			

Примечание: вес людей определяется по среднему весу (приложение 26).

Подпись:

РАСЧЁТ

по данным кренования водоизмещения и координат центра массы корабля _____ при стандартном водоизмещении

Настоящий расчёт выполнен в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ В5.0193-75. Исходными данными для расчёта служили:

- а) протокол кренования от " " _____ 19 ____ г.
- б) кривые площадей шпангоутов, чертёж № _____
- в) кривые статических моментов площадей шпангоутов, чертёж № _____
- г) кривые кубов ординат, чертёж № _____
- д) нагрузка корабля, чертёж № _____
- е) расчёт общей прочности, чертёж № _____

Кривые построены с учётом выступающих частей и в соответствии с требованиями РС-715-67.

I. Водоизмещение, координаты центра величины и поперечный метацентрический радиус корабля в момент кренования.

Расчётные осадки корабля, считая от основной, в момент кренования:

по носовым маркам $T_n = 3,19$ м
 по средним маркам $T_{ср} = 3,57$ м
 по кормовым маркам $T_k = 4,27$ м

Максимальная стрелка прогиба корабля, определённая графически на чертеже кривых площадей шпангоутов:

$$f_m = 0,18 \text{ м}$$

Расчётные осадки на носовом и кормовом перпендикулярах, определённые графически:

$$T_{нк} = 3,20 \text{ м}$$

$$T_{кк} = 4,29 \text{ м}$$

Тангенс угла дифферента в момент кренования:

$$\tan \psi_k = \frac{3,20 - 4,29}{102,0} = -1,07 \cdot 10^{-2}$$

Для нанесения на чертёж изогнутой ватерлинии вычислены стрелки прогиба на теоретических шпангоутах (табл. I).

Таблица I

Номера шпангоутов										
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9		20
f / f_m										
1,000	0,990	0,960	0,910	0,840	0,750	0,640	0,510	0,360	0,190	0
Стрелка прогиба $f_{i,m}$										
0,180	0,178	0,173	0,164	0,151	0,135	0,115	0,092	0,065	0,034	0

Объёмное водоизмещение корабля с учётом выступающих частей, координаты его центра величины и поперечный метацентрический радиус в момент кренования вычислены по изогнутую ватерлинию с использованием указанных выше кривых.

Суммирование произведено в табл. 2. При суммировании учтено, что на кривых величины, относящиеся к 0 и 20-му шпангоутам, указаны умноженными на 0,5.

Таблица 2.

Номера столбцов									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Номера шпангоутов	Множители	Погруженные площади шпангоутов м ²		$w_i - w_i$; $w_i(w_i - w_i)$		Статические моменты погруженных площадей шпангоутов,		Кубы ординат шпангоутов, м ³	
		Носовых w_i	Кормовых w_i	м ²		Носовых $w_i y_i$	Кормовых $w_i y_i$	Носовых y_i^3	Кормовых y_i^3
0;20	10	0	0,16	-0,16	-1,6	0	0,7	0	0,1
1;19	9	2,48	7,24	-4,76	-42,8	4,8	23,4	0,3	5,3
2;18	8	6,00	13,60	-7,60	-60,8	10,7	38,5	2,5	17,2
3;17	7	9,31	18,17	-8,86	-62,1	18,1	48,4	7,8	37,9
4;16	6	13,77	22,40	-8,63	-51,7	26,8	55,5	17,6	64,0
5;15	5	18,12	25,40	-7,28	-36,4	35,7	60,0	32,8	94,8
6;14	4	21,65	27,58	-9,93	-23,7	43,1	62,1	55,7	123,5
7;13	3	24,50	28,74	-4,24	-12,7	49,3	63,7	81,7	143,9
8;12	2	26,68	29,33	-2,65	-5,3	54,2	63,4	110,6	157,5
9;11	1	28,06	29,47	-1,41	-1,4	57,8	62,5	131,1	157,5
10	0	29,03		-	0	60,4		148,9	
Сумма		381,69			-298,5	839,0		1390,7	

Объёмное водоизмещение корабля в момент кренования

$$V_k = 5,10 \cdot 382 = 1947 \text{ м}^3$$

Объёмный вес забортной воды при креновании

$$\gamma = 1,0154 \frac{\text{тс}}{\text{м}^3}$$

Весовое водоизмещение корабля в момент кренования

$$D_k = 1,0154 \cdot 1947 = 1977 \text{ тс}$$

Координаты центра величины корабля в момент кренования после приведения его в неизогнутое положение

$$X_{ск} = \frac{\Delta L \sum v_i}{\sum m_i + \sum v_i} = -\frac{299}{382} 5,10 = -3,99 \text{ м,}$$

$$Z_{ск} = \frac{\sum v_{ih} + \sum v_{ih}}{\sum m_i + \sum v_i} = \frac{839}{382} = 2,20 \text{ м.}$$

Проекция поперечного метацентрического радиуса в момент кренования на плоскость шпангоута

$$Z_{\kappa}^* = \frac{2}{3} \frac{\sum \kappa_i + \sum \kappa_i}{\sum m_i + \sum v_i} = \frac{2 \cdot 1594}{3 \cdot 382} = 2,43 \text{ м,}$$

а поперечный метацентрический радиус

$$Z_{\kappa} = \frac{Z_{\kappa}^*}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi_{\kappa}}} = \frac{2,43}{\sqrt{1 + 0,0004}} = 2,43 \text{ м.}$$

Абсцисса поперечного метацентра в момент кренования

$$Z_{mk} = 2,20 + 2,43 = 4,63 \text{ м.}$$

2. Поперечная метацентрическая высота корабля в момент кренования

Приращения угла крена и соответствующие им приращения кренящих моментов указаны в протоколе кренования. Вычисление поперечной метацентрической высоты корабля в момент опыта по способу наименьших квадратов выполнено в табл. 3.

Таблица 3

Номера столбцов								
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
№ замечаний	Приращение кренящего момента δm_i ТС, М	Приращение крена $\delta \theta_i \cdot 10^4$ рад.	$\frac{11}{111}$	$h_i = \frac{1V \cdot 10^3}{D_{\kappa}}$ М	$\delta m_i \delta \theta_i \cdot 10^2$	$(\delta \theta_i)^2 \cdot 10^2$ рад. ²	$(h_{\kappa} - h_i) \cdot 10^3$ М	$(h_{\kappa} - h_i)^2 \cdot 10^4$ М ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-16,07	-2,40	6,70	0,339	38,6	5,76	+ 1,9	3,6
2	-18,89	-2,64	7,15	0,362	49,9	6,97	- 0,4	0,2
3	-17,26	-2,59	6,66	0,337	44,7	6,71	+ 2,1	4,4
4	+18,18	+2,61	6,97	0,353	47,4	6,81	+ 0,5	0,3
5	+18,75	+2,72	6,89	0,349	51,0	7,40	+ 0,9	0,8

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6	7	8	9
6	+12,81	+1,68	7,62	0,385	21,5	2,82	-2,7	7,3
7	+16,07	+2,26	7,11	0,360	36,3	5,11	-0,2	0,0
8	+18,89	+2,75	6,87	0,347	51,9	7,56	+1,1	1,2
9	+17,26	+2,36	7,31	0,370	40,7	5,57	-1,2	1,4
10	-18,18	-2,45	7,42	0,375	44,5	6,00	-1,7	2,9
11	-18,75	-2,41	7,78	0,394	45,2	5,81	-3,6	13,0
12	-12,81	-1,89	6,78	0,343	24,2	3,57	+1,5	2,2
Сумма					495,5	70,09		37,3

Среднеквадратичное значение метацентрической высоты

$$h_k = \frac{\sum \delta m_i \delta \theta_i}{D_k \sum \delta \theta_i^2} = \frac{\sum v_i \cdot 10^{-2}}{D_k \sum v_i^2 \cdot 10^{-4}} = \frac{496 \cdot 10^{-2}}{1977 \cdot 10^2 \cdot 10^{-4}} = 0,358 \text{ м.}$$

Среднеквадратичная погрешность одного наблюдения

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum (h_k - h_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum v_i^2 \cdot 10^{-4}}{n-1}} = \sqrt{\frac{37,3 \cdot 10^{-4}}{11}} = 1,85 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Так как $2,5\sigma_1 = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ м,}$

то все наблюдения, как видно из VIII столбца, должны быть включены в обработку.

Критерий качества кренования

$$\frac{\Delta h_k}{h_k} = \frac{1}{h_k} \sqrt{\frac{\sum (h_k - h_i)^2}{n(n-1)}} = \frac{1}{0,36} \sqrt{\frac{37,3 \cdot 10^{-4}}{12 \cdot 11}} = 0,014.$$

Следовательно, качество кренования удовлетворительное.

Таким образом, поперечная метацентрическая высота корабля в момент кренования

$$h_k = 0,36 \text{ м.}$$

3. Вычисление коэффициента для определения метацентрической высоты по периоду бортовой качки

Собственный период бортовой качки корабля в момент кренования

$$T_{ок} = 9,48 \text{ с}$$

Коэффициент С:

$$C = h_k T_{ок}^2 = 0,36 (9,48)^2 = 32,3 \text{ мс}^2$$

Приближенное определение поперечной метацентрической высоты корабля при другой нагрузке может быть произведено по формуле:

$$h_i = \frac{32,3}{T_{oi}^2}$$

где $T_{oi}(с)$ - собственный период бортовой качки корабля при данной нагрузке,

$h_i(м)$ - соответствующая этой нагрузке поперечная метацентрическая высота.

4. Координаты центра масс корабля во время опыта

Из расчёта общей прочности (черт. № _____) для стандартной нагрузки, к которой близка нагрузка корабля во время опыта, наибольший изгибающий момент на тикой воде

$$M_{изг.} = 6,42 \cdot 10^3 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

коэффициент полноты эшпона изгибающих моментов

$$\varphi_{изг.} = 0,532$$

Таким образом

$$K_{изг.} = \frac{D_k L}{M_{изг.}} = \frac{1,977 \cdot 102}{6,42 \cdot 10^3} = 31,4$$

Приращение аппликаты центра масс корабля при приведении его в неизогнутое состояние

$$\Delta Z_g = 8 \frac{\varphi_{изг.}}{K_{изг.}} f_m = 8 \frac{0,532}{31,4} \cdot 0,18 = 0,024 \text{ м}$$

Абсцисса центра масс корабля при нагрузке в момент ошгта после приведения его в неизогнутое состояние

$$Z_{qk} = Z_{mk} - \frac{h_k}{\sqrt{1+tq^2\psi_k}} + \Delta Z_q = 4,63 - \frac{0,36}{\sqrt{1+0,0001}} + 0,02 = 4,29 \text{ м.}$$

Абсцисса центра масс корабля при нагрузке в момент ошгта

$$X_{qk} = X_{ck} - (z_k - h_k) \frac{tq \psi_k}{\sqrt{1+tq^2\psi_k}} = -3,99 + (2,43 - 0,36) \cdot 0,011 = -3,97 \text{ м.}$$

5. Фактические вес и координаты масс корабля при стандартном водоизмещении.

Вычисление фактических веса и координат центра тяжести корабля при стандартном водоизмещении произведено по данным кренования и расчёта нагрузки (черт. № _____).

Вычисления произведены в табл. 4.

Таблица 4.

Наименование нагрузки	Вес тс	По длине		По высоте	
		плечи м	моменты тс.м	плечи м	моменты тс.м
Корабль в момент ошгта	1977	-3,97	-7840	4,29	8,90
Недостающие грузы	65,5	—	-138	—	+263
Излишние грузы	-58,8	—	+43	—	-254
Не принадлежащие кораблю грузы	-17,8	—	+5	—	-127
Стандартная нагрузка по данным кренования	1966	-4,04	-7930	4,26	8362
Стандартная нагрузка по расчёту	1961	-4,01	-7880	4,24	8320
Поправки по данным кренования к расчёту нагрузки.	+5	—	-50	—	+42

Примечание: Плечи по длине отсчитываются от 10 теоретического шпангоута, плечи по высоте - от основной плоскости.

Расчёт произвели:

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	2.
2. Багрузка корабля при креновании	3.
3. Подготовка крен-балласта	5.
4. Устройства для замера углов крена.....	7.
5. Подготовка корабля к кренованию.....	10.
6. Проведение кренования.....	16.
7. Определение периода бортовой качки корабля..	24.
8. Обработка результатов кренования.....	28.
Приложение: протокол кренования корабля.....	41.

Заказ 10. 26.03.76г. Тираж 250 экз.

Заказ Э. 26.01.1977г. Тираж 200 экз.-Допечатка.