

**МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ****СЕРИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК»****ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ****МОСКВА 1984****ВЫПУСК 4(126)**

Издание основано в 1972 году

Выходит 10 раз в год

УДК 656.614.3.004.4

Е.Б.КАРПОВИЧ,
мл.научный сотрудник
ЦНИИМФ

**ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕВОЗКИ
МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ НА МОРСКИХ СУДАХ**

Анализ многочисленных аварий судов показывает, что большое количество из них происходит с судами, перевозящими металлогрузы (явление смещения).

С целью разработки способов обеспечения несмещаемости ЦНИИМФ выполнил комплекс исследований, включающий изучение опыта перевозок (в первую очередь по материалам всех известных аварий), теоретические и модельные исследования в лабораториях института, проверку результатов в экспериментальных рейсах на судах Минморфлота СССР.

По результатам исследований в рамках Правил безопасности морской перевозки генеральных грузов ЦНИИМФ разработал, а Минморфлот утвердил Специальные требования к перевозке металлопродукции РД 31.11.21.23-82 [5], при выполнении которых обеспечивается несмещаемость перевозимой на судне металлопродукции.

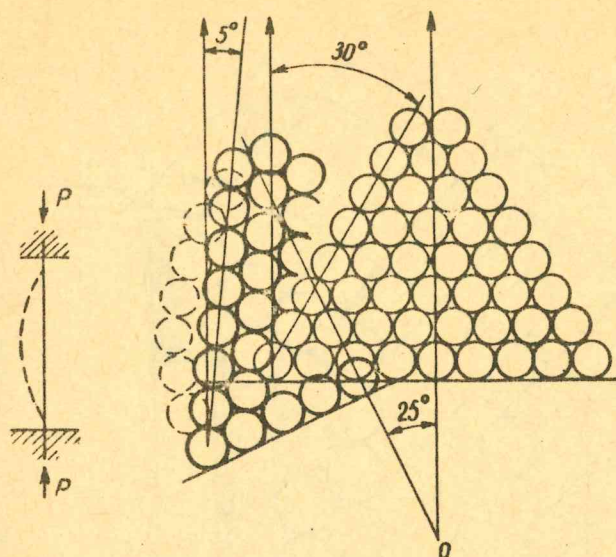
Каждому виду груза присущ свой характер смещения, требующий индивидуального способа крепления.

Трубы стальные, перевозимые поштучно на верхней палубе. Как показали исследования, штабель трапецеидальной формы из труб, уложенных вдоль судна на локовых крышках и верхней палубе, подвержен трем видам разрушений: раскатыванию при незакрепленном нижнем ярусе; потере устойчивости (выпадению) бокового слоя труб при наклонении; выкатыванию крайней верхней трубы под действием сил инерции на бортовой качке.

Первейшая забота при формировании штабеля должна быть уделена предотвращению раскатывания нижнего яруса труб. С этой целью каждую трубу нижнего яруса укладывают в специальные опоры, образованные из деревянных прокладок и клиньев, прибитых к ним с обеих сторон трубы. Число таких опор зависит от длины трубы. Высота клиньев над прокладками должна быть не менее 0,1 диаметра трубы.

При перевозке труб более чем в один ярус недостаточное количество клиньев не может быть компенсировано различного типа "башмаками" и "стензелями" или повышением прочности найтовов, так как это не исключает возможности перекатывания труб в условиях качки, при которой возникают импульсные динамические нагрузки, значительно превышающие массу штабеля и прочность найтовов.

В морской практике неоднократно имели место случаи, когда из-за низкого качества древесины клиньев или их неправильной установки трубы нижнего яруса перекатывались по прокладкам. Одним из показателей, свидетельствующих о начале такого перекатывания, является вращение вокруг продольной оси отдельных труб в верхних ярусах. При обнаружении перекатывания прежде всего необходимо дополнительно подклинить трубы нижнего яруса. При надлежащей подклинке разрушение штабеля начинается с потери устойчивости (выпадения) бокового слоя труб при наклонении судна [3] (рис.1). Аналогичное явление в теории сопромата называется потерей устойчивости стержня при продольном сжатии. Одним из способов повышения устойчивости стержня является уменьшение его длины. Применительно к штабелю труб повышение устойчивости бокового слоя достигается путем наложения дополнительных продольных найтовов 1 "шахлест" поперечных 2 на уровне около половины высоты штабеля (рис.2).



- - трубы в штабеле без крена;
- - трубы в штабеле, наклонном на 25° ;
- - трубы в момент начала разрушения бокового слоя

Для предотвращения проскальзывания продольного найтова между трубами и исключения его перетирания о торцевые кромки труб в местах перегиба найтова у торцов штабеля подкладывают деревянные или металлические прокладки. Для этой цели может служить закладное приспособление (рис.3), изготовленное на теплоходе "Джанкой" Азовского морского пароходства из стали Ст3 толщиной 6 мм и состоящее из распорного клина 1, упорной планки 2 и изогнутого желоба 3, соединенных электросваркой. Каждая из щечек клина и упорная планка представляют собой квадрат со стороной 100 мм. Желоб изготавливается из трубы диаметром не менее 1,2 диаметра найтова разрезанием ее вдоль продольной оси.

С целью повышения эффективности работы системы крепления штабеля труб рекомендуется сначала обтягивать найтовы, введенные "внахлест", затем поперечные.

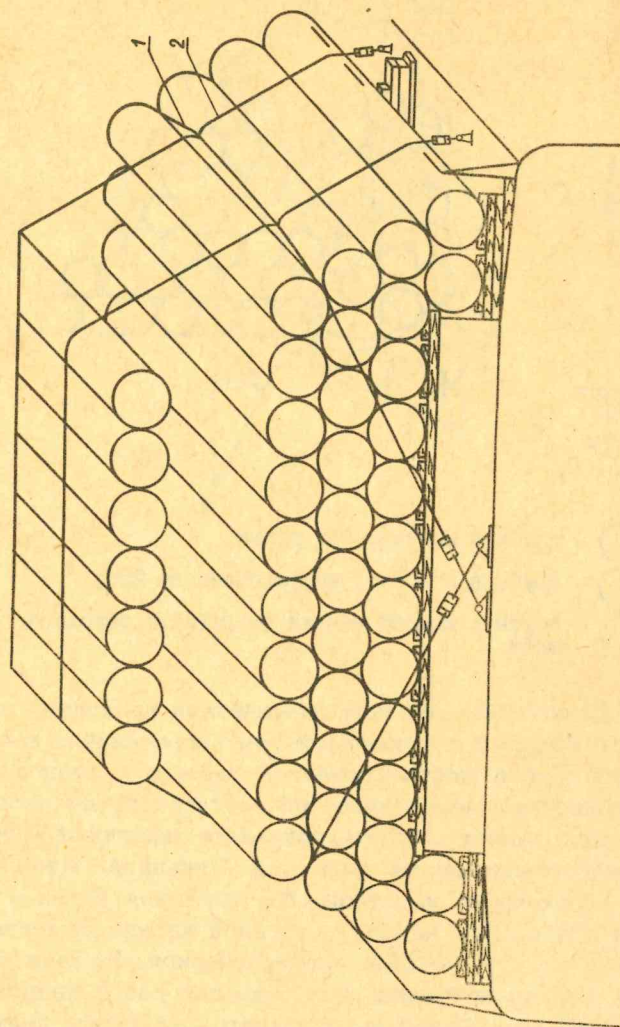


Рис. 2. Схема наложения дополнительных продольных нитов

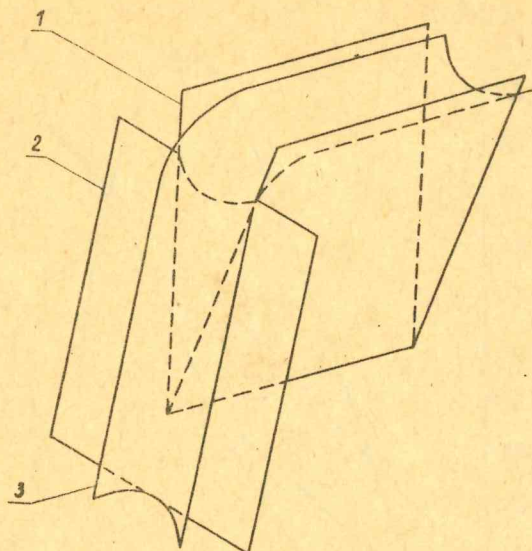


Рис.3. Закладное приспособление

Исходя из геометрии штабеля труб и характера его поведения при больших наклонениях, предотвращение всех форм разрушения имеет практический смысл лишь при наклонениях, не превышающих угла предельного динамического равновесия штабеля, учитывающего силы инерции на качке и определяемого по приложению 3 [5]. При углах наклонения больших этого значения мер, необходимых для предотвращения разрушения штабеля, практически не существует. В связи с этим признано допустимым ограничить углы крена судна с грузом труб на палубе в нормальных эксплуатационных условиях углами динамического крена, определяемыми по приложению 2 "Определение опрокидывающего момента" к части 1У "Остойчивость" Правил Регистра СССР [6], где дополнительно, как показано на рис.4, на перпендикуляре из точки В, отстоящей на один радиан от точки А, необходимо отложить вверх плечо кренящего момента от действия ветра $BC = \ell_{кр}$ и точку С соединить с точкой А. Перпендикуляр, опущенный из точки Е' пересечения прямой АС с диаграммой динамической остойчивости, покажет величину

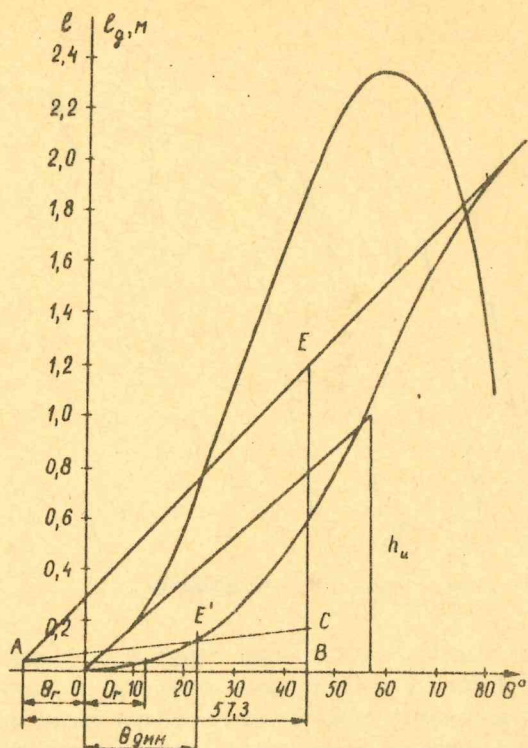


Рис. 4. Определение угла динамического крена

ну угла динамического крена, которая не должна превышать угол предельного динамического равновесия штабеля труб.

Прочность системы крепления штабеля труб выбрана такой, чтобы в случае получения судном аварийного крена* (угол наклона превышает угол предельного динамического равновесия штабеля) наитовы рвались, штабель труб уходил за борт, придавая судну дополнительный запас плавучести и остойчивости.

В случаях комбинированной загрузки, когда в трюмах размещен тяжелый груз, а на верхней палубе трубы, судно обладает повышенной остойчивостью и резкой качкой с малым

* Крен из-за посадки на мель, пробоины в борту и т.д.

периодом, вследствие чего расчетный угол динамического крена часто превышает угол предельного динамического равновесия штабеля труб. Если такое превышение не достигает 10° , а высота надводного борта удовлетворяет требованиям п.2.2.2 [5], для повышения устойчивости штабеля необходимо системы крепления дополнить найтовыми, пропущенными сквозь каждую трубу в боковых слоях штабеля. Для регулируемой отдачи, в случае аварии, дополнительных найтовов в их состав необходимо включать глаголь-гаки или другие подобные устройства.

Прокат профильный. Выполненные исследования поведения незакрепленного штабеля, сформированного из связок или пакетов профильного проката, показали, что при амплитуде бортовой качки, приближающейся к углу трения пары сталь - древесина ($\sim 24^\circ$), начинается уплотнение связок поверхностного слоя к пониженному борту. Возникают силы, взаимодействия между связками, приводящие к выдавливанию одной из них вверх в свободное пространство над грузом, вслед за этим происходит лавинообразное обрушение всех связок поверхностного слоя и далее - связок нижележащих слоев. Из этого следует, что основная задача системы крепления состоит прежде всего в недопущении выдавливания одной из связок проката или ограничении смещения груза в поверхностном слое (исключение возможности обрушения).

Охватывающие найтовы, рекомендуемые японским Стандартом [1] для крепления подобных грузов не предотвращают выдавливания связки, так как не обладают жесткостью при восприятии боковых нагрузок. Вытеснение же связки из укладки приведет к обрушению слоя в сторону пониженного борта и появлению из-за этого кренящего момента, который может опрокинуть судно даже при сохранении целостности охватывающих найтовов.

Задача обеспечения несмещаемости подобного рода грузов вполне решается применением способов закрепления свободной поверхности штабеля, приведенных в приложении 5 [5].

Для гибких, мягких и круглых связок применяется "прошивка" двух поверхностных слоев двумя "строчками" стальных канатов. Такая прошивка делит поверх-

ностный слой на несколько групп и крепит каждую группу к связкам нижележащего слоя [2]. Разделение поверхностного слоя на группы резко снижает вероятность выдавливания связки в одной из групп, а если все же это явление произойдет, то масса сместившегося груза и расстояние его смещения будут ограничены в пределах одной группы, что не создаст опасных кренящих моментов.

При перевозке плотных и жестких пакетов проката предотвратить выдавливание можно поперечной укладкой на поверхностный слой таких же пакетов, выполняющих в этом случае функции ребер жесткости. Если имеются брусья сечением не менее 100x100 мм достаточной длины (не менее 4 м), их можно применять вместо пакетов так же, как и отдельные штучные прокатные изделия крупных сечений (типа швеллеров, двутавров и т.п.). Основное внимание при использовании этого способа необходимо уделять плотности прилегания поперечных пакетов (бруса) к поверхности штабеля и качеству увязочных средств (канатов, ленты или проволоки), которые должны закладываться на глубине не менее двух слоев от поверхности штабеля, каждый из которых отделен от основной массы груза междуслойными деревянными прокладками.

Проволока-катанка в мотках и пакетах. Этот вид металлопродукции в отличие от других видов обладает упругой деформацией, возникающей под действием сил тяжести от мотков, расположенных в верхней части штабеля и перераспределения этих сил в условиях качки (изменение направления силы тяжести и влияние сил инерции).

Чтобы ограничить возможное смещение этого груза всю его массу до выхода в море сжимают специальной сеткой или стропинг-методом настолько, чтобы все дополнительные нагрузки не вызывали изменение состояния груза. При упорядоченной укладке роль "покрывала" выполняют поперечные ряды пакетов (мотков), сквозь которые пропущены наитовы, натянутые между противоположными бортами судна.

Чугун в чушках и металлолом. Особое место среди прочих видов металлопродукции занимают чугун в чушках и металлолом, перевозимые навалом.

Общим для этих грузов является свойство смещаемости в случае погрузки тонким слоем на металлический настил.

Способы же обеспечения несмещаемости из-за разницы удельно-погрузочных объемов и разной степени сцепляемости в корне отличаются.

Удельно-погрузочный объем металлолома в среднем $1,45 \text{ м}^3/\text{т}$. Это позволяет создавать необходимую (не менее 1 м) высоту слоя груза в трюмах, опирающегося на борта судна, что достаточно для обеспечения несмещаемости. В твиндеках универсальных судов, где выполнить это требование затруднительно, несмещаемость достигается совместной загрузкой ломом трюма и твиндека при открытых люковых крышках твиндечной палубы. Из-за высокой сцепляемости [4] лом, находящийся в просвете твиндечного люка, играет роль шифтингбордсов, препятствуя смещению с одного борта на другой груза, погруженного на металлический настил твиндечной палубы.

Чугун в чушках относится к грузам с малым удельно-погрузочным объемом ($0,31 \text{ м}^3/\text{т}$), что по условиям местной прочности не позволяет его погружать с высотой слоя, достаточной для обеспечения несмещаемости. Поэтому для ограничения смещения чугуна применяется клеткование палуб. В настоящее время разработаны и проходят эксплуатационную проверку на судах Черноморского морского пароходства более экономичные методы обеспечения несмещаемости чугуна, основанные на применении некоторых видов материалов, обладающих повышенным коэффициентом трения скольжения.

На основании изложенного, основные принципы обеспечения несмещаемости металлогрузов можно сформулировать следующим образом:

- 1) подклинка нижних слоев груза (трубы, рулоны стали, мотки-пакеты проволоки-катанки и т.п.) или исключение трения сталь по стали установкой деревянных прокладок, устройства клеток или фальшпайолов;
- 2) создание устойчивого штабеля, способного выдерживать, не разрушаясь, статические и динамические нагрузки, возникающие в процессе морской перевозки (трубы, пакеты и связки проката, стальных листов и т.п.), способ формирования которого должен учитывать форму, размеры и прочность грузовых мест;

3) закрепление свободной поверхности штабеля плотной укладкой груза, догрузкой другого плотно уложенного и надежно закрепленного груза или одним из способов, рекомендуемых РД 31.11.21.23-82 для соответствующих видов металлопродукции.

В настоящее время в ЦНИИМФ и ЦКБ Минморфлота СССР начинается разработка Карт технологических условий перевозки (КТУП) отдельных видов грузов на конкретных типах судов, в которых на основе максимального учета особенностей груза, судна и направления перевозки будут приведены схемы размещения и крепления груза на судне с характеристиками средств крепления и сепарации.

Необходимость разработки КТУП в каждом конкретном случае определяет Главфлот Минморфлота СССР по заявке пароходства.

Разработкой КТУП завершается создание системы нормирования "Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов", состоящей из Части 1 "Общие требования" - РД 31.11.21.16-80 и Части II "Специальные требования к перевозке генгрузов по категориям и группам", в том числе "Металлопродукция" - РД 31.11.21.23-82, "Пакеты" - РД 31.11.21.13-79, "Железобетонные изделия и конструкции" - РД 31.11.21.17-80, "Контейнеры" - РД 31.11.21.18-80 и "Подвижная техника" - РД 31.11.21.19-81.

Все замечания по затронутым в статье проблемам следует направлять по адресу: 193015, Ленинград, ул. Красной конницы, 6, Лаборатория генгрузов.

Литература

1. A Working Standard for the Stowage and Securing of Export Steel Cargoes. The Iron and Steel Institute of Japan. The Japanese Shipowners' Association. The Japan Marine Surveyors and Sworn Measurers' Association. 1975. p.128.
2. Барановский М.Е., Войнаровский Ю.М., Карпович Е.Б. Способ размещения связок арматурной стали в трюме судна. Авт. свид. № 640906. Оpubл. в Бюллетене патентной информации ЦНИИПИ № 1, 1979.

3. Карпович Е.Б. Исследование устойчивости штабеля труб. Тр.ЦНИИ морского флота. Л.: Транспорт, 1977, вып.225, с.20-27.

4. Карпович Е.Б. Морская перевозка металлолома навалом. Тр.ЦНИИ морского флота. Л.: Транспорт, 1982, вып.272, с.52-55.

5. Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов. Ч.П. Специальные требования к перевозке генеральных грузов по категориям и группам. Металлопродукция РД 31.11.21.23-82. Сборник правил перевозок и тарифов морского транспорта СССР. Вып.95, ММФ, 1983.

6. Регистр СССР. Правила классификации и постройки морских судов. Л.: Транспорт, 1981. 960 с.

УДК 656.614.3.004.4

О.В.ЗЛОБИН,
инженер
Ростовского ЦПКБ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ МОРЕМ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Объем перевозок на судах морского флота тяжеловесных и крупногабаритных грузов, в том числе металлопродукции (слитки, листовая сталь в пачках, рулонах и т.д.), значительно увеличился. Эти грузы должны размещаться и крепиться в строгом соответствии со "Специальными требованиями к перевозке генгрузов по категориям и группам" "Металлопродукция" РД 31.11.23-82 [4].

Имеется много разновидностей грузов металлопродукции, размещение и крепление которых сопровождается определенными трудностями. Немаловажную роль в этом играет малая приспособленность используемых под перевозку сухогрузных судов. Так, например на судах типа "50-летие Комсомола" большие потери времени происходят при загрузке металлопродукцией подпалубных пространств. Для