



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОРСКОГО ФЛОТА



Неочевидные свойства перевозимых морем генеральных грузов и их влияние на безопасность перевозки

*Карпович Евгений Борисович,
заведующий лабораторией крепления грузов
АО «ЦНИИМФ», к.т.н.*

ТРАДИЦИИ
ИННОВАЦИИ
ОПЫТ



Как показывает практика перевозок различными видами транспорта проявление **неочевидных (неожиданных для перевозчика и стивидоров)** свойств грузов продолжает иметь место. Приводимый ниже, но не исчерпывающий, перечень таких грузов включает в себя:

- древесностружечные и древесноволокнистые плиты в пачках;
- насыпные грузы в мягких контейнерах;
- лесные грузы на верхней палубе;
- различные виды металлопродукции в пакетах и поштучно.

На некоторых из перечисленных грузов остановимся коротко, на отдельных - более подробно с учётом начинающегося зимнего сезона года.

Из последних, к сожалению неоднократных, случаев со смертельным исходом, два из которых показаны на Рис. 1 и Рис. 2, необходимо отметить смещение древесноволокнистых плит в пачках при автоперевозках:



Рис. 1.



Рис. 2.

Характер смещения таких грузов, представленный на рисунке 3, был изучен нами ещё в 1984 году, и были разработаны соответствующие меры минимизации его опасных последствий при морской перевозке (См. 4-М, том 2, книга 3, стр. 336. ЦНИИМФ, 2012).

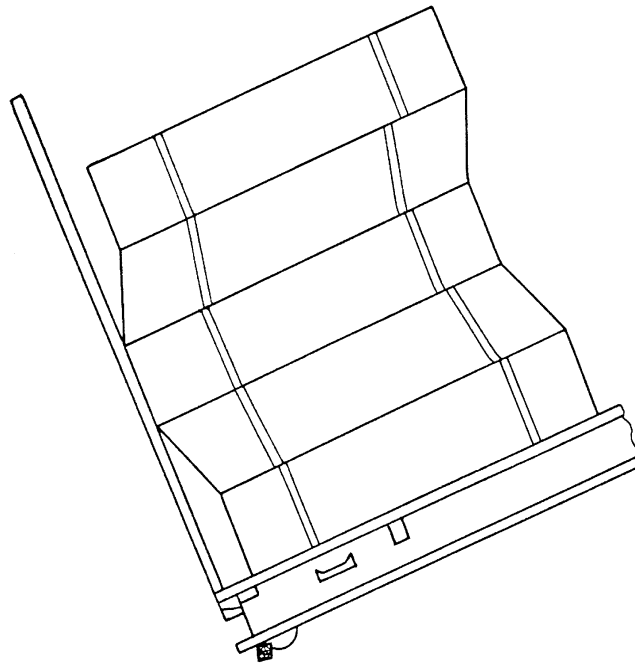


Рис. 3. Смещение плит ДВП и ДСП внутри пакетов при наклоне основания штабеля

Неоднократно имели место случаи смещения мягких контейнеров (МКР) с насыпными грузами на судах. С целью определения транспортных характеристик и свойств каждого вида насыпного груза в МКР лабораторией регулярно производятся соответствующие исследования (Рис.4):



Рис. 4.

По результатам исследований МКР с минеральными удобрениями был разработан способ ограничения их смещения на рефрижераторных судах путем устройства в диаметральной плоскости судна временной продольной «переборки» (Рис. 5) из закрепленных определенным образом погруженных МКР (Рис. 6):

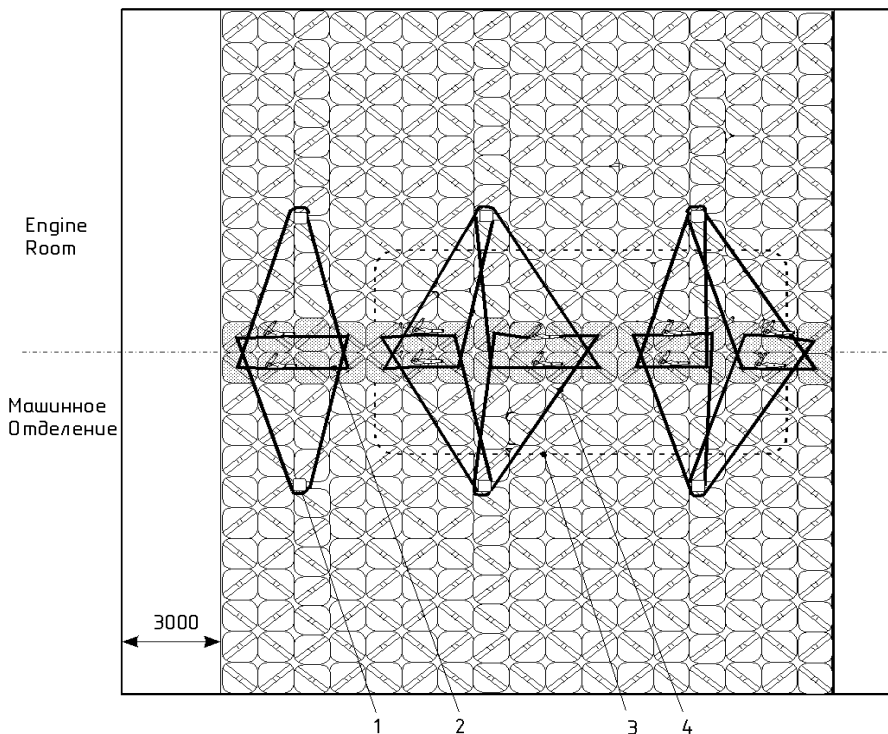


Рис. 5.



Рис. 6.

Из многократных случаев смещения пакетированных пиломатериалов при морской перевозке на верхней палубе судов можно привести следующие два, произошедшие по двум разным причинам (Рис. 7 и Рис. 9):



Рис. 7.

По нашему мнению, причиной смещения пиломатериалов в пакетах (Рис.7) явилась замена инвентарных стропов из стального каната на синтетические, обладающие, как показали наши исследования, пониженным коэффициентом трения по сравнению с тем, который был принят к учету при разработке схемы укладки на верхней палубе без использования стэнзелей. Угол трения составил $15,6^\circ$ (Рис. 8), вместо 27° для стали.



Рис. 8.

Но и наличие стэнзелей, в определённых условиях, не в состоянии предотвратить смещение пакетов, как видно на рис. 9. Как показали наши исследования, причиной снижения коэффициента трения могут оказаться вполне природные явления.



Рис. 9.



Как выяснилось, погрузка на верхнюю палубу и ЛК судна (Рис. 9) пиломатериалов в пакетах производилась в северной части Ботнического залива Балтийского моря при температуре воздуха -20°C и ниже в течение нескольких дней. В этих условиях оказались заморожены и корпус судна, и груз. После погрузки судно благополучно следовало во льду за ледоколом по Ботническому заливу.

После выхода на открытую воду в Балтийское море при не самом значительном волнении произошел сдвиг практически всего каравана на левый борт с изгибом нескольких стезелей и потерей части палубного груза.

Выполненное вскоре в Лаборатории крепления грузов ЦНИИМФа исследование выявило, что причиной соскальзывания груза явилось практически одновременное появление тончайшей водяной плёнки между металлической поверхностью люковых крышек и уплотнёнными изморозью, снегом и льдом на нижней поверхности деревянных прокладок под пакетами пиломатериалов.

Таяние кристаллов льда, контактировавших с металлической поверхностью люковых крышек, нагревшейся при выходе судна на чистую воду до температуры выше 0°C , привело к изменению агрегатного состояния воды: десублимации - переходу из твёрдого состояния в жидкое, с одновременной потерей трения между контактирующими поверхностями.



Опасность этого явления, видимо, была известна и ранее, поскольку в учебнике для высших инженерных морских училищ «Управление судном» и его техническая эксплуатация» под редакцией А.И. Щетининой (Москва, Транспорт. 1975г.) на стр. 125 указано: «При расчетах (*крепления грузов*) силы трения, как препятствующие смещению груза, во внимание не принимаются.»

Имея практический опыт морской перевозки грузов, приступая в 1975 г. к научным исследованиям условий, обеспечивающих безопасность перевозок, докладчик в лабораторных условиях ЦНИИМФа первым делом занялся изучением явления трения.

Объектами изучения были определены в первую очередь сухое (dry) и влажное (wet) статическое трение между поверхностями стали и древесины. Уже первые эксперименты в лаборатории показали, что при увлажнении поверхности стали и/или самих деревянных прокладок из пиломатериалов, как наиболее часто используемой при перевозках пары трения, так называемое «влажное» трение не бывает в статике ниже чем «сухое».



Изучение явления десублимации привело к необходимости поиска способов предотвращения его отрицательных последствий. По результатам исследований наиболее практичным было признано предварительное посыпание контактирующих участков люковых крышек тонким слоем сухого песка фракции 1-2 мм. Такой размер песчинок вполне перекрывает толщину водяной пленки и обеспечивает контакт трения между металлической поверхностью корпуса судна и нижней поверхностью деревянных прокладок.

Толщина слоя льда под прокладкой в данном случае значения не имеет, т.к. в любом варианте таяние льда происходит со стороны металла, а верхний слой ледяной прослойки сохраняет сцепление с древесиной прокладок, обладающей низким коэффициентом теплопередачи (Рис. 10 и Рис. 11).

Результаты исследований послужили основанием для срочного издания Службой Ространснадзора Минтранса РФ Циркуляра от 9.12.2004 № МС-262 с целью предложить практичную альтернативу отказу от учета коэффициента трения скольжения при таких перевозках.

Об этом мы говорили на Дальневосточной Конференции посвященной безопасности морских перевозок лесных грузов. Материалы конференции были опубликованы в газете «Морские Вести России» № 17-18 2006 г.



Рис. 10. Песок держит лёд на стали.

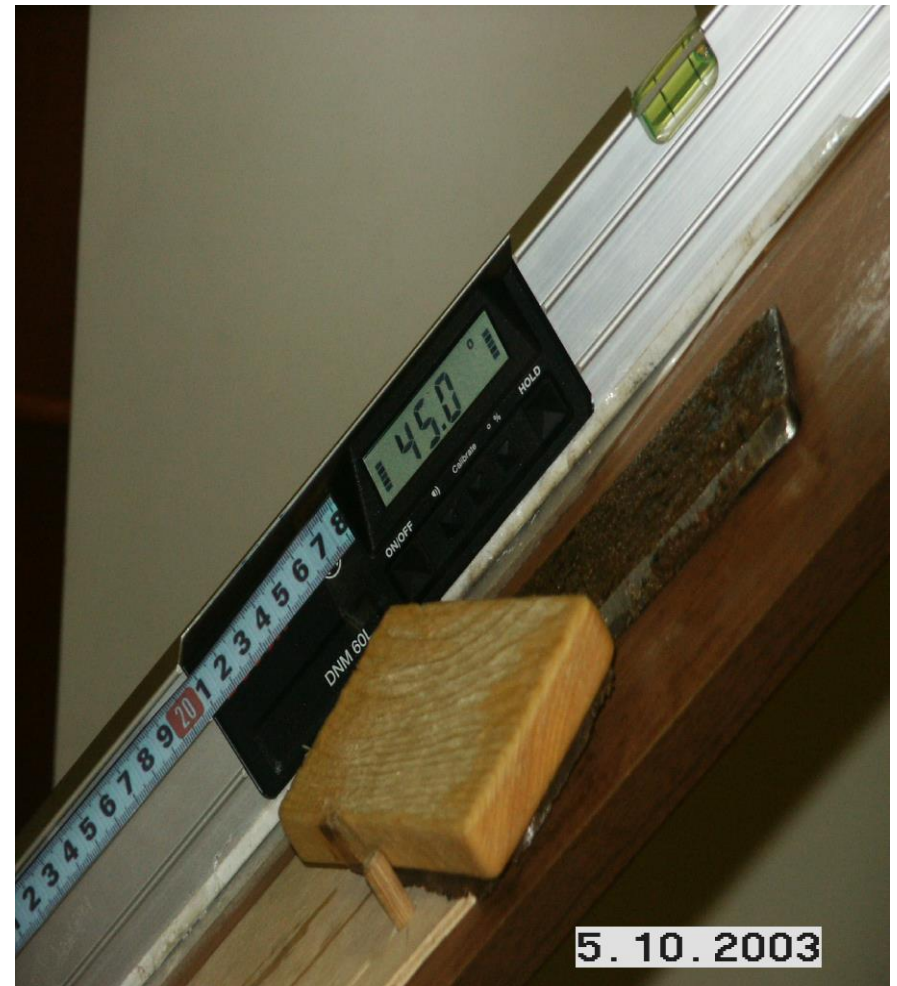


Рис. 11. Лёд ползёт по песку.



Аналогичные явления наблюдались не только при перевозках лесных грузов на верхней палубе (ВП), но и различных видов металлопродукции в грузовых помещениях и на ВП судов, когда и сам корпус судна, и деревянные прокладки, и сам груз находятся в промерзшем состоянии, когда контактные поверхности покрыты изморозью, снегом и/или льдом.

Одним из первых, изученных в лаборатории, был случай загрузки среднего балкера пакетами стальных листов на деревянных прокладках. Пакеты были тщательно уложены в трюм №1 в несколько ярусов в устойчивый штабель. Штабель структурообразующего груза был закреплен к судовым обухам горизонтальными и вертикальными найтовыми, прочность которых была определена исходя из наличия нормального трения между пакетами стальных листов нижних ярусов и деревянными прокладками пакетов, на них установленных.

По оценке представителя признанной организации и администрации судна груз был уложен и закреплен в соответствии с требованиями информации о грузе; был оформлен соответствующий ДОБУК.



Через несколько дней рейса судна в море на не слишком значительном волнении при регулярном осмотре грузовых помещений было обнаружено смещение груза пакетов в трюме №1 в виде ослабевших найтовов, из-под которых выскользнули несколько пачек, содержимое которых рассыпалось по трюму в виде отдельных тонких стальных листов.

Сразу же после получения с судна сообщения о случае смещения пачек стального листа, в порту на площадке закрытого склада с образцами аналогичного груза, были проведены эксперименты по определению угла статической устойчивости штабеля с участием сотрудников лаборатории крепления грузов ЦНИИМФа .

На складе внешне сами пакеты были чистыми и сухими, температура воздуха как на складе, так и наружная была несколько ниже -0°C , так как снег вокруг склада не таял.

Погрузчиком были выставлены три стопки из пакетов в 2 яруса.

Погрузчиком производили наклон каждой стопки путем подъема вилами одной из сторон нижнего пакета и фиксировали угломером угол наклона стопки, при котором начиналось соскальзывание верхнего пакета (Рис. 12).



Рис. 12.



Рис. 13.



При наклоне каждой стопки смещение верхнего пакета происходило значительно раньше, чем ожидалось, в среднем около 12° , вместо нормального угла трения древесины по стали равного 27° .

Осмотр состояния нижних поверхностей деревянных прокладок каждого из соскользнувших пакетов показал наличие на них остатков льда или очень плотного снега (Рис. 13).

А лед, который, видимо, образовался на нижней части деревянных прокладок в процессе перевозки пакетов ещё на открытом подвижном ж/д составе, сохранился во все время хранения в порту и погрузки на судно в условиях отрицательных температур воздуха и воды.

Когда судно попало в зону плюсовых температур забортной воды, произошло последовательное нагревание металлических конструкций корпуса судна, воздуха и самого металлического груза в грузовых помещениях.

Произошло таяние тонкого слоя льда под деревянными прокладками пакетов. При совсем незначительной качке судна пакеты начали двигаться относительно друг друга, найтовы ослабели, пачки начали выскользывать, падать вниз и рассыпаться на отдельные листы.

Последний, из нам известных, случай смещения по причине десублимации произошел при перевозке свай длиной 28 м из стальных труб 1420 мм, погруженных в два трехъярусных штабеля на люковых крышках судна (Рис. 14 и Рис. 15).

Погрузка в порту производилась, по записям в судовом журнале, при морозе от -18°C до -27°C и отрицательной температуре -0°C забортной воды.



Рис. 14. Вид на Левый борт.



Рис. 15. Вид на Правый борт.



Рис. 16.

Положение соскользнувших к Левому борту штабелей свай и брусьев под ними.
Вид на ЛБ.



Рис. 17.

Положение штабелей свай после сдвига к ЛБ и пачки шпунта после сдвига к ПрБ.
Вид на ПрБ.



Рис. 18. Положение штабелей свай и прокладок под ними на Правом борту после падения шпунта за борт.



Рис. 19. Положение штабелей и прокладок под ними на Правом борту при падении последней сваи.



Вниманию всех участников размещения и крепления грузов на судах!

При отрицательных температурах воздуха и воды следует тщательно производить очистку опорных поверхностей металлического корпуса судна и деревянных прокладок между грузом и судном, посыпать поверхности судна в местах размещения прокладок тонким слоем сухого песка с размером фракций 1-2 мм.

Спасибо за внимание!



**ТРАДИЦИИ
ИННОВАЦИИ
ОПЫТ**