



## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СМЕЩЕНИЯ РАЗЖИЖЕННОГО ГРУЗА В ТРЮМАХ

В. М. Мельниченко, курсант,  
e-mail: 456mel@mail.ru

Б. С. Гуральник, канд. техн. наук, доц.,  
e-mail: boris.guralnik@mail.ru

БГАРФ ФГБОУ ВО «Калининградский  
государственный технический университет»

При перевозке навалочных грузов происходят аварии, вызванные их разжижением, причины чего сегодня, к сожалению, исследованы недостаточно. В данной статье выполнен анализ нескольких аварий, связанных с гибелью судов при разжижении грузов в трюмах, проведены опыты по определению скорости смещения сильно вязкого вещества-аналога глиноподобного груза.

*навалочные и насыпные грузы, трюм, аварии, разжижение, смещение*

Несмотря на постоянное совершенствование международных и отечественных правил перевозки навалочных грузов, периодически происходят аварии с судами, перевозящими навалочные и насыпные грузы. К сожалению, очень часто данные аварии заканчиваются гибелью судна, большей части или всего экипажа.

В рассмотренных авариях на суда загружали, видимо, гомогенный и не содержащий лишней влаги груз. Далее, во время рейса, под действием качки и судовой вибрации в верхней части и на поверхности штабеля начинает выделяться влага, содержащаяся в грузе.

При рассмотрении многих аварий специалисты отмечали [1], что глубина увлажнённого груза в текучем состоянии может составлять от 50 – 70 см до одной трети или 40% штабеля груза в зависимости от его начального влагосодержания.

Проведённый анализ показал [2], что схематически развитие аварий при разжижении груза происходит, как показано на рис. 1.

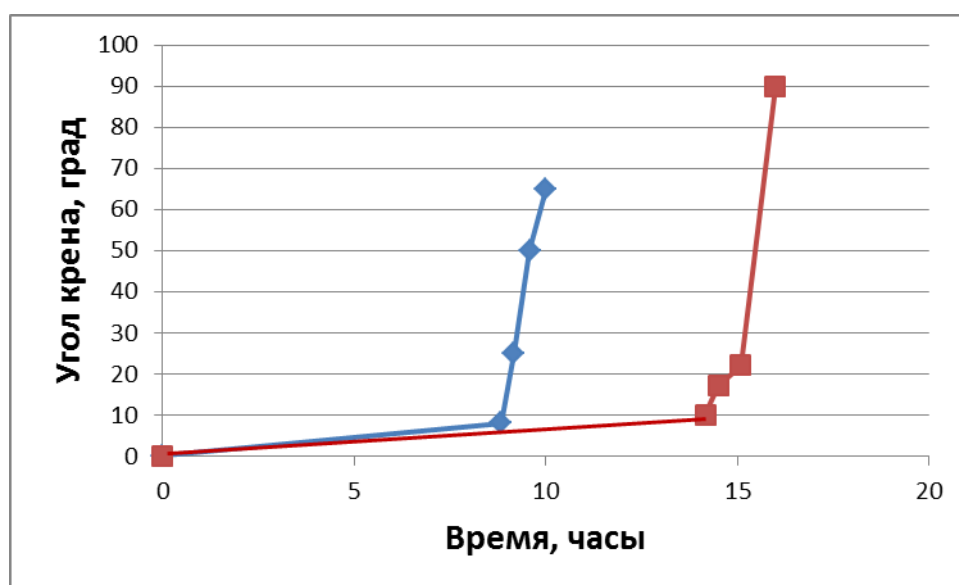


Рисунок 1 – Схема развития аварий при разжижении груза

Анализ многочисленных аварий показал, что в данных инцидентах можно выделить две стадии: первую, когда судно получает начальный крен  $4 - 10^\circ$ , и заключительную, при которой происходит быстрое, от нескольких минут до часа, возрастание его крена до  $45 - 90^\circ$  и опрокидывание (рис. 1). Как следует из описаний аварий, начальный крен на аварийных судах появлялся «вдруг», неожиданно.

Проведённые расчёты показали, что для роста углов крена на аварийных судах перед опрокидыванием на судне дедеветом 11000 т должно было сместиться около 330 т груза, а на балкере дедеветом 53000 т – 1400 т. По нашему мнению, смещение данных масс за такое ограниченное время маловероятно.

На рис. 2 показаны разжижившиеся бокситы в трюме № 4 м/в «Orchid Island» [3]. М/в «Orchid Island» вышел по окончании загрузки в Kauntan (Malaysia) на следующий день после отправления м/в «Bulk Jupiter», затонувшего с грузом бокситов.



Рисунок 2 – Бокситы после разжижения в трюме м/в «Orchid Island»

На рис. 2 видно, что при разжижении груз в трюме осел и свободная вода и глиноподобная масса скапливаются на выровнявшихся склонах штабеля груза и в его блюде [3].

Многие авторы рассматривали смещение грузов при разжижении, используя решения из механики грунтов. Однако этот подход не согласуется с данными на рис. 1 и проведёнными расчётами. При опрокидывании аварийных судов на них должно было происходить обрушение больших масс груза за ограниченное время, т. е. груз должен обладать высокой подвижностью.

Для оценки возможности быстрого смещения глиноподобной массы были проведены опыты с сильно вязким веществом. В этих опытах использовалась ёмкость, заполненная вязкой смесью по свойствам сходной с глиноподобной массой.

В 1-й серии опытов данная ёмкость помещалась на платформу под заданным углом и измерялась скорость перемещения вещества. При этом время перемещения фиксировалось с помощью секундомера. В данных опытах платформа устанавливалась под углами  $5 - 40^\circ$ . При каждом значении угла опыт повторялся три раза.

Отметим, что на аварийных и погибших судах перед затоплением крен возрастал от начального крена  $4 - 10^\circ$  до углов  $20 - 40 - 90^\circ$ .

Предварительные опыты показали, что при установке платформы под углами  $5 - 10^\circ$  смещение испытуемого вещества практически не наблюдалось.

На рис. 3 и 4 показано смещение испытуемого продукта в емкости, установленной под углами 25 и 30°.

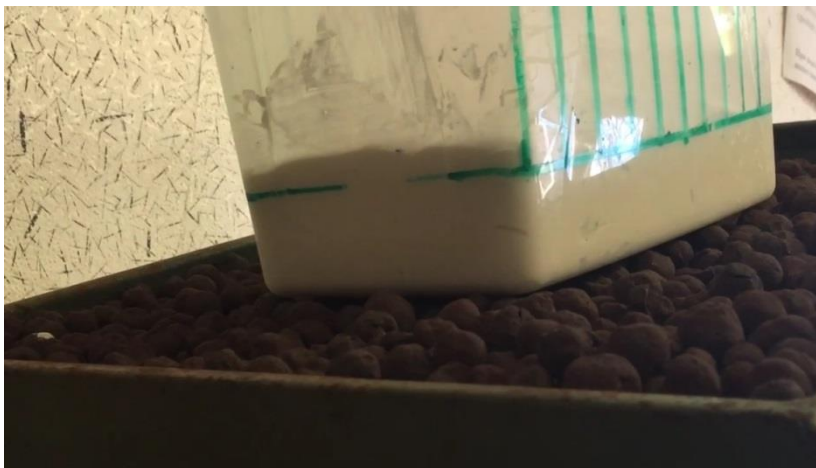


Рисунок 3 – Ёмкость, установленная под углом 25°



Рисунок 4 – Ёмкость, установленная под углом 30°

Результаты замеров скорости перемещения глиноподобной массы приведены на рис. 5.

Как видно из рис. 5, скорости перемещения испытуемого вещества при углах крена, которые наблюдались на аварийных судах, лежат в пределах 1,18 - 1,90 мм/с или 4,25 - 6,84 м/ч.

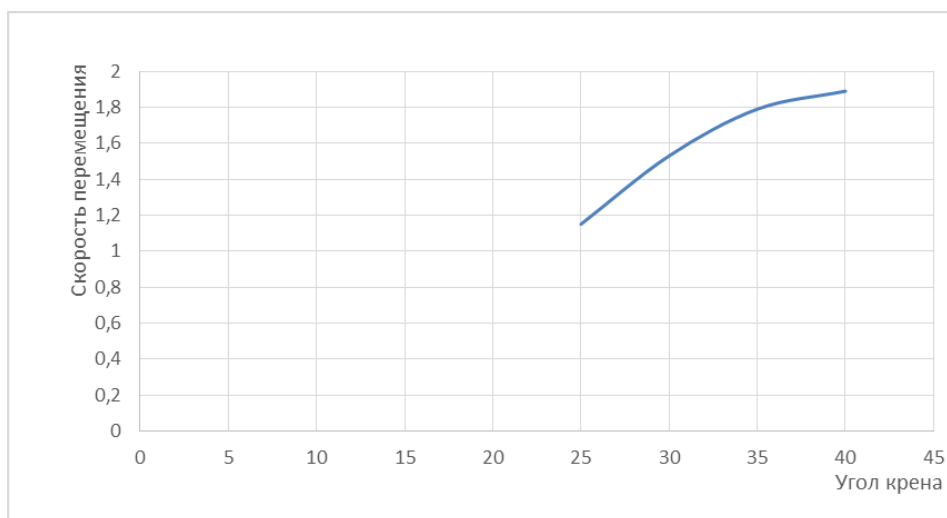


Рисунок 5 – Скорость перемещения испытуемого вещества при различных углах крена

Полученные в опытах скорости свидетельствуют о том, что смещение глиноподобной массы не может быть причиной быстрого нарастания крена в условиях аварий, а физические причины, вызывающие данные аварии, требуют дополнительного исследования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксютин, Л. Р. Аварии судов от потери остойчивости / Л. Р. Аксютин, С.Н. Благовещенский. – Ленинград: Судостроение, 1975. – 197 с.
2. Гуральник, Б. С. К вопросу о безопасности балкера при разжижении груза / Б. С. Гуральник, А. К. Сирота, И. В. Якута // Известия Калининградского государственного технического университета. - 2018. - № 51. - С.121-127.
3. Report of the marine safety investigation into the loss of a bulk carrier in the South China Sea on January 2<sup>nd</sup> 2015. Bahamas Marine Authority. 2015. - 64 p.

#### RESEARCH OF SOME LAWS OF DISPLACEMENT LIQUID CARGO IN THE HOLD

V. M. Melnichenko, cadet,  
456mel@mail.ru

B.S. Guralnik, Ph.D. tech. sciences, associate professor,  
boris.guralnik@mail.ru  
Navigational Faculty,  
BFFSA, Kaliningrad State Technical University

When transporting bulk cargo, accidents occur that are caused by the dilution of these cargoes, the causes of which, unfortunately, have not been sufficiently studied today. This article analyzes several accidents related to the loss of ships during liquefaction of cargo in the holds, experiments are carried out to determine the displacement rate of a highly viscous substance, an analogue of clay-like cargo.

*bulk cargo, hold, accident, liquefaction, displacement*