

при температурах выше $+10^{\circ}\text{C}$ или ниже -2°C может привести к снижению качества и большим потерям.

Системы принудительной вентиляции грузовых помещений должны обеспечивать равномерность воздухообмена из расчета $30-40 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$ [2].

Все остальные мероприятия по обеспечению сохранности груза при морской перевозке были разработаны в процессе исследования и вошли в нормативный документ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метлицкий Л. В. Основы биохимии плодов и овощей. М., «Экономика», 1976.
2. Балаков И. П., Пантелеева Е. К. Методы оценки эффективности систем принудительной вентиляции судов, перевозящих плодоовощи. Труды ЦНИИМФ, вып. 225. Л., «Транспорт», 1977.

Е. Б. Карнович

СТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ШТАБЕЛЯ ТРУБ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

В настоящее время происходит значительный рост морских перевозок труб для газо- и нефтепроводов. Высокий удельно-погрузочный объем таких труб обуславливает низкий коэффициент использования грузоподъемности судов, занятых их перевозками. Стремление улучшить использование флота приводит к необходимости погрузки труб на верхнюю палубу и крышки люков судов. Чтобы не превысить допустимые нагрузки на судовые конструкции, имеющие конечную прочность, необходимо знать характер распределения и интенсивность нагрузки, оказываемой штабелем на опорную поверхность. Рассмотрению этих вопросов и посвящена настоящая статья.

Как и в работе [1], в качестве теоретической модели принимаем абсолютно твердые трубы одинакового диаметра, соприкасающиеся по всей длине линий контактов. При этих допущениях условия взаимодействия труб в штабеле не зависят от их длины и задача может быть сведена к плоской, т. е. к рассмотрению поперечного сечения штабеля. В работе [1] были рассмотрены силы, вызывающие раскатывание штабеля по горизонтальной плоскости, и обоснована необходимость закрепления нижнего яруса труб от раскатывания. Поэтому здесь будем рассматривать штабель с закрепленным от раскатывания нижним ярусом труб.

Проследим на примере штабеля с семью трубами в основании, как изменяется интенсивность нагрузки с ростом числа ярусов при горизонтальном положении опорной поверхности, т. е. при угле крена $\theta = 0^{\circ}$.

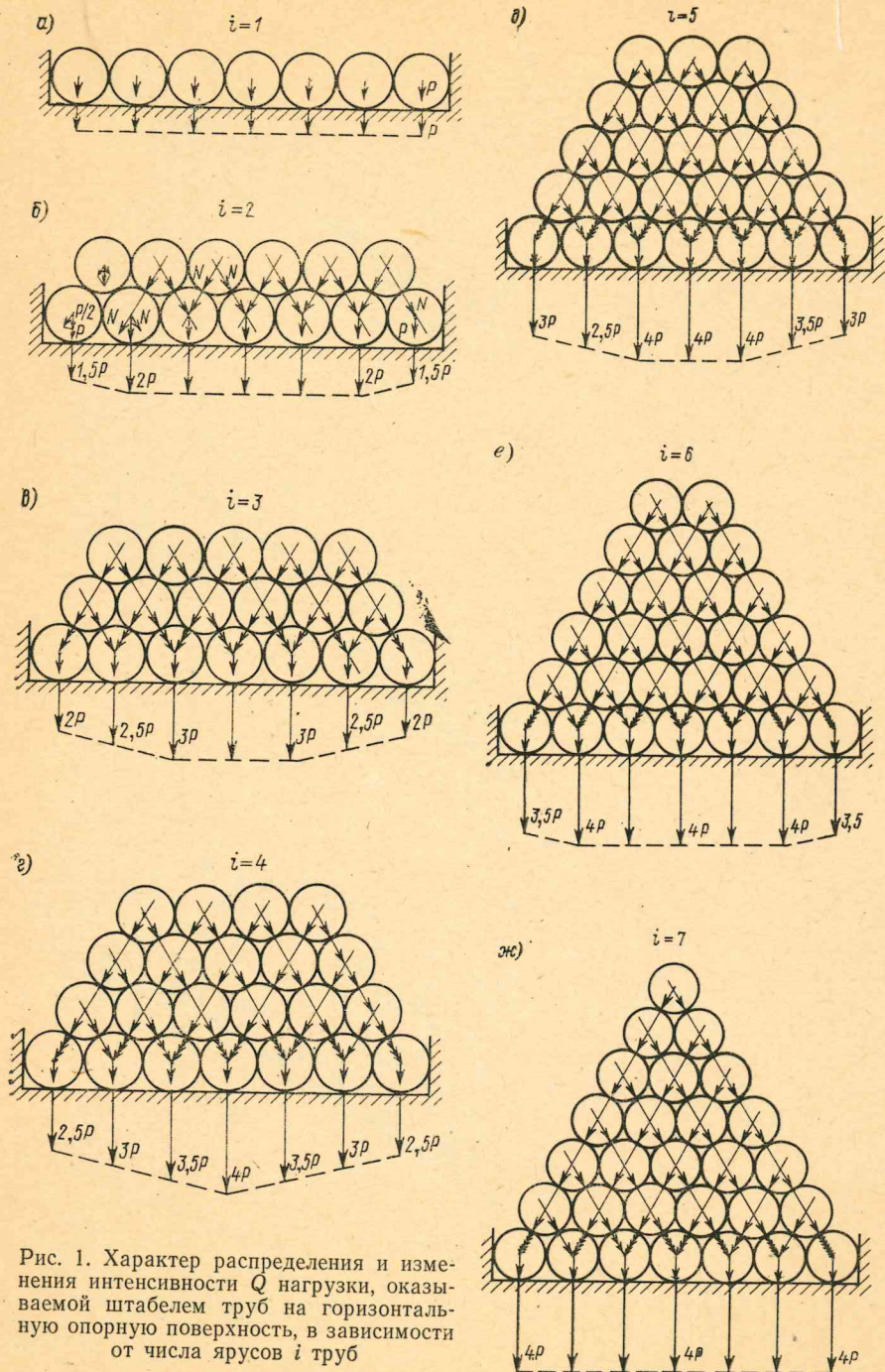


Рис. 1. Характер распределения и изменения интенсивности Q нагрузки, оказываемой штабелем труб на горизонтальную опорную поверхность, в зависимости от числа ярусов i труб

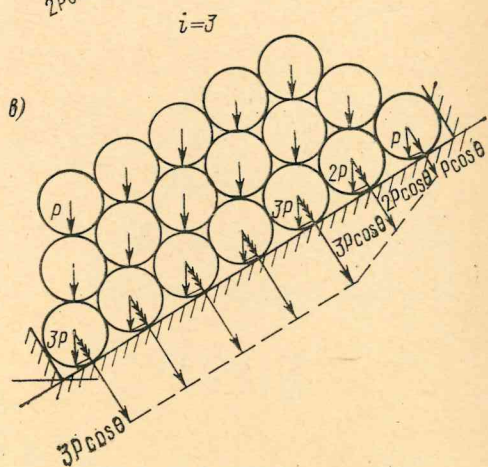
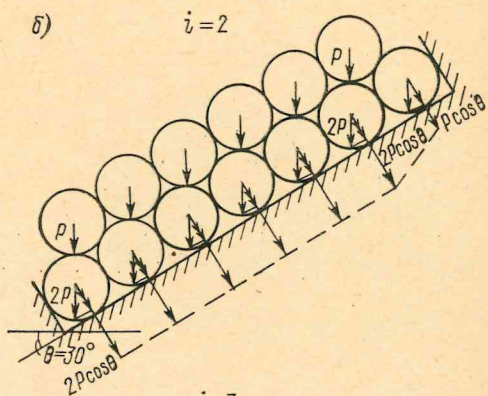
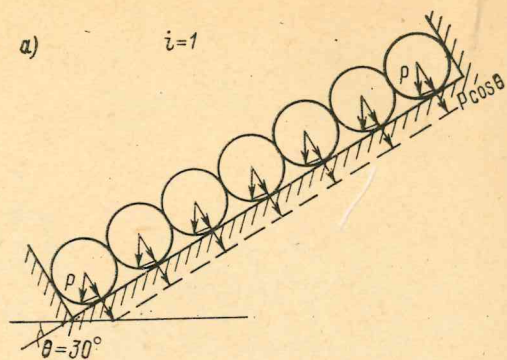
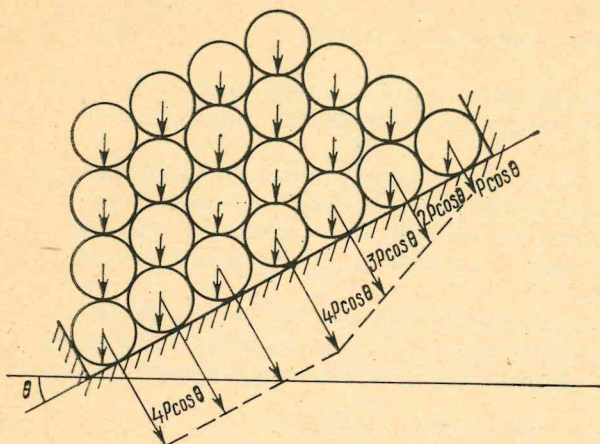
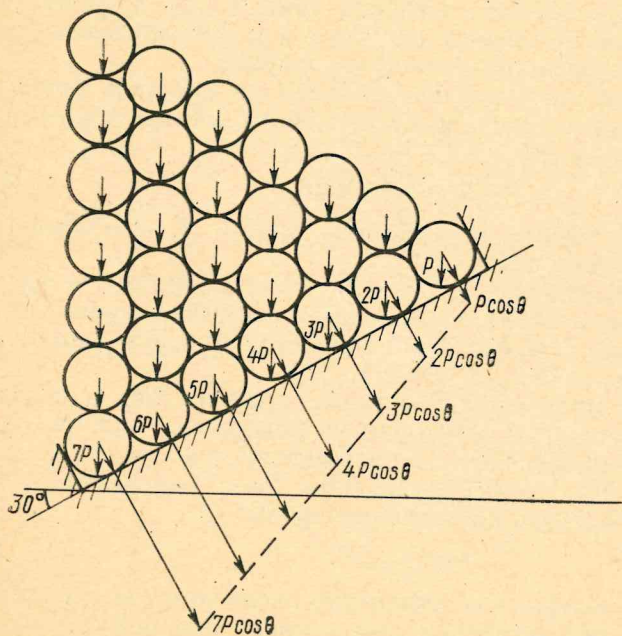


Рис. 2. Характер распределения и измене
оказываемой штабелем труб при наклоне
сти от числа

в) $i=4$



г) $i=7$



ния интенсивности Q нормальной нагрузки, опорной поверхности на угол θ в зависимости от числа труб i

Давление верхних труб на нижние передается через реакции в точках касания, которые изображены на рис. 1 наклонными стрелками и определяются по формуле $N = P/2 \cos 30^\circ$, где P — вес трубы, тс.

Приводя эти реакции к центру тяжести каждой трубы нижнего яруса получаем, что их вертикальная составляющая будет равна: $N \cos 30^\circ = 0,5P$.

Суммируя вертикальные составляющие, получаем интенсивность нагрузки на опорную поверхность под каждой трубой нижнего яруса.

Из рис. 1, а, б, в следует, что интенсивность нагрузки, оказываемой штабелем на опорную поверхность, в начальной стадии растет с увеличением числа ярусов. Затем на определенном уровне (рис. 1, г) она достигает максимального значения под серединой штабеля.

Максимальное значение интенсивности нагрузки Q , которое может быть достигнуто под штабелем, зависит от веса труб P и от их числа n в основании штабеля и определяется по формуле

$$Q_{\max} = P \left(\frac{n}{2} + 0,5 \right). \quad (1)$$

Дальнейшее увеличение числа ярусов (рис. 1, д, е) вплоть до формирования полного штабеля (рис. 1, ж) приводит не к увеличению максимального значения, а к выравниванию уже достигнутой интенсивности по всей его ширине.

Максимальная нагрузка, допускаемая на площадь опорной поверхности, равную площади центрального сечения трубы, определяется по формуле

$$P_{\max} = d \times l \times q, \quad (2)$$

где d — диаметр трубы, м; l — длина трубы, м; q — удельная допустимая нагрузка, тс/м².

Приравняв выражения (1) и (2), можно рассчитать число труб в основании штабеля, позволяющее построить полный штабель, максимально использующий допустимую нагрузку на опорную поверхность, $n = 2 P_{\max} / (P - 1)$.

Наибольший практический интерес представляет определение числа i ярусов труб, максимально возможного при укладке в штабель и не приводящего к превышению удельных допустимых нагрузок. Для этого необходимо $P_{\max}$, определенное по формуле (2), разделить на вес одной трубы:

$$i = P_{\max} / P. \quad (3)$$

Рассмотрим теперь, как изменится распределение интенсивности нагрузки под штабелем при наклоне опорной поверхности на некоторый угол крена θ . На рис. 1 опорная поверхность наклонена на угол $\theta = 30^\circ$, являющийся критическим для штабеля, сформированного путем свободной укладки труб [1].

На рис. 2 показано, что при наклонении опорной поверхности интенсивность нормальной нагрузки колеблется от $P \cos \theta$ до $iP \cos \theta$, достигая крайних значений под боковыми трубами (рис. 2, д), т. е. в районе опор судовых конструкций. Это не приводит к превышению допустимых напряжений (нормальных и касательных) в несущих балках, вызываемых допустимой равномерно распределенной нагрузкой [2].

При перевозках труб на верхних палубах судов число труб в основании штабеля n всегда значительно больше числа i ярусов труб, рассчитанного по формуле (3), поэтому распределение интенсивности нагрузки, изображенное на рис. 2, г, является наиболее общим случаем. Из рис. 2, г следует, что с накрениванием опорной поверхности интенсивность нормальной нагрузки уменьшается и нигде не превышает $P_{\max}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпович Е. Б. Исследование устойчивости палубного штабеля труб в условиях морской перевозки. Труды ЦНИИМФ, вып. 225. Л., «Транспорт», 1977.
2. Механизированные закрытия судовых грузовых люков. Авт.: Васильев А. Л., Королев В. В., Машенко В. В., Симоненко А. С. Л., «Судостроение», 1977.

П. С. Быков

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ ОПАСНОСТИ ГРУЗОВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХ ОПАСНЫЕ ПАРЫ ИЛИ ГАЗЫ

Практика морских перевозок опасных грузов в таре показала, что в результате ряда причин, зависящих от свойств этих грузов и условий перевозок, в грузовом помещении происходит скопление легковоспламеняющихся, токсичных, коррозионных или вредных для организма человека паров или газов, которые в зависимости от продолжительности и условий рейса судна могут образовывать опасные концентрации за определенный период времени.

Исследований по определению количества диффундирующих через стенки или неплотность укупорки паров или газов в свободный объем грузового помещения и причин, их вызывающих, до настоящего времени проводилось весьма мало, несмотря на актуальность данной проблемы.

Степень безопасности рейса при морской перевозке летучих опасных грузов зависит от возможности образования опасных концентраций: