

УДК 629.5.023.53
DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-80-86

МІЦНІСТЬ ЛЮКОВИХ ЗАКРИТТІВ

В.Ф. Сіряченко

к.т.н., доцент кафедри «Теорія і будова судна»

Є.А. Власенко

асистент кафедри «Теорія і будова судна»

Національний університет «Одеська морська академія»

Анотація. *Причини пошкоджень люкових закриттів можуть бути дуже різні: часткова втрата міцності в результаті корозії і дрібних експлуатаційних ушкоджень, перевантаження та інше. Тому, в процесі експлуатації виникає потреба в перевірці їх міцності. Для вирішення питання про міцність люкових закриттів на суднах, які перебувають в експлуатації, зазвичай вдаються до наближених методів оцінки їх залишкової міцності. Це часто призводить до помилкових висновків і значним економічним витратам. У дослідженні виконана балочна апроксимація конструкції люкового закриття. Розрахунки секції люкового закриття показали, що уявлення люкової кришки у вигляді однопрогонової балки призводить до заниження навантажень, перевезення локальних вантажних місць на люкових закриттях повинна супроводжуватися прямим розрахунком міцності.*

Робота присвячена оцінці деяких наближених прийомів розрахунку люкових закриттів і даються рекомендації щодо їх застосування.

Ключові слова: *люкові закриття, пошкодження, міцність, згинальні моменти, прогини, напруги.*

УДК 629.5.023.53
DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-80-86

ПРОЧНОСТЬ ЛЮКОВЫХ ЗАКРЫТИЙ

В.Ф. Сиряченко

к.т.н., доцент кафедры «Теория и устройство судна»

Е.А. Власенко

ассистент кафедры «Теория и устройство судна»

Национальный университет «Одесская морская академия»

Аннотация. *Причины повреждений люковых закрытий могут быть весьма разнообразны: частичная потеря прочности в результате коррозии и мелких эксплуатационных повреждений, перегрузка и прочее. Поэтому, в процессе эксплуатации возникает потребность в проверке их прочности.*

© Сиряченко В.Ф., Власенко Е.А., 2020

Для решения вопроса о прочности люковых закрытий на судах, находящихся в эксплуатации, обычно прибегают к приближенным методам оценки их остаточной прочности. Это зачастую приводит к ошибочным выводам и значительным экономическим издержкам. В исследовании выполнена балочная аппроксимация конструкции люкового закрытия. Расчеты секции люкового закрытия показали, что представление люковой крышки в виде однопролетной балки приводит к занижению нагрузок; перевозка локальных грузовых мест на люковом закрытии должна сопровождаться прямым прочностным расчетом.

Настоящая работа посвящена оценке некоторых приближенных приемов расчета люковых закрытий и даются рекомендации по их применению.

Ключевые слова: люковые закрытия, повреждения, прочность, изгибающие моменты, прогибы, напряжения.

UDC 629.5.023.53

DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-80-86

HATCH COVERS STRENGTH

Siriyachenko V.

Ph.D., associate professor of the department «Ship theory and arrangement»

Vlasenko I.

assistant of the department «Ship theory and arrangement»

National University «Odessa Maritime Academy»

Abstract. Practice shows that the hatch covers are damaged more often than other elements of the hull. Causes of damage can be very diverse, hatch covers ship partially lose its strength due to corrosion and minor damage, etc. Therefore, during cargo operation there is a need to test their strength. To assess the strength of hatch covers on ships in service, usually resort to approximate methods for their residual strength. This often leads to erroneous conclusions and significant economic costs. The study performed beam approximation of the hatch cover design. It is shown that the representation of hatch covers in the form of single-span beams leads to an underestimated load, transportation of local packages at the hatch should be accompanied by direct strength calculation.

The present work is devoted to assessing some approximate calculation techniques of hatch covers and provides recommendations on how to use them.

Keywords. hatch covers, damage strength, bending moments, deflection, strength.

Актуальность. Причины повреждений люковых крышек могут быть весьма разнообразны. Люковые закрытия на эксплуатируемых судах подвержены коррозии и после многократных ремонтов могут частично терять свою несущую способность. Значительно усложняют проблему вероятность неправильного размещения груза на люковых закрытиях, превышение допустимой нагрузки, а также возможные ошибки проектирования. Последствия потери несущей способности люковых закрытий и их разрушения могут быть катастрофичны. Расчетное определение допускаемых нагрузок на люковые закрытия выполняется в соответствии с требованиями Международной Конвенции о Грузовой Марке 1966 года, измененной Протоколом 1988 года (пересмотренной в 2003 году) [1]. Однако данная методика не всегда в полной мере охватывает все особенности конструкции люковых закрытий и варианты приложения расчетных нагрузок. Более детальную картину можно получить, используя прямые методы расчета, в частности, используя метод конечных элементов. Сравнение результатов, полученных с использованием прямого метода расчета и рекомендованного Конвенцией позволит получить оптимальную конструкцию либо предельную нагрузку в случае расчета для существующих конструкций.

Изложение основного материала. Для двух судов: т/х «Эвалуна» и т/х «OCEAN PRIDE» по заказу судовладельца были выполнены расчеты прочности люковых закрытий по рекомендациям Международной Конвенции и прямым расчетом конструкции по методу конечных элементов (МКЭ) в балочной аппроксимации. Расчеты выполнялись по программе SCAD 21.1 методом Гаусса (программа имеет сертификат о типовом одобрении).

В первом случае исследовались причины повреждений люковых закрытий. При перевозке нестандартных грузов зачастую возникает проблема его размещения на люковых закрытиях. Имеющаяся информация о допустимой нагрузке содержит, как правило, сведения по равномерно распределенной нагрузке. Давление от груза, опирающегося на относительно малые по площади фундаменты, начинает превышать допустимую нагрузку, приводя к остаточным деформациям. В качестве расчетной принята средняя секция люковой крышки, имеющая размера 5,08x11,38 м, как наиболее нагруженная. Расчетная схема поперечного сечения секции показана на рис. 1.

Секция рассматривалась как обобщенная балка, свободно опертая концами на продольные комингсы. Ее характеристики: масса по динамометру – 10,1 т, нагрузка от собственного веса – 0,168 т/м², нагрузка от веса влившейся воды – 3,5 т/м², суммарная погонная нагрузка – 18,63 т/м, допустимый прогиб – 6,4 см.

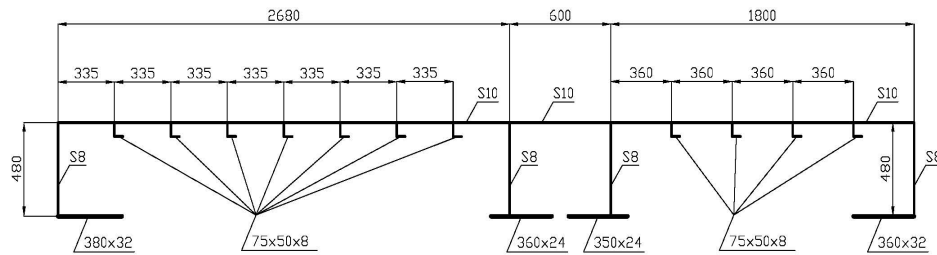


Рис. 1. Расчетная схема секции крышки т/х «Эвалуна»

Прогиб балки определялся по формуле $f = 5pl^4 / 384 EI$, равен 3,26 см.

Наибольший изгибающий момент в крышке: $M = pl^2/8$, равен 299,5 тм, соответствующие нормальные напряжения – $\sigma = M/W$, равны 1004 кг/см^2 , допускаемые напряжения – 1880 кг/см^2 (где M – действующий изгибающий момент; W , I – момент сопротивления и момент инерции поперечного сечения секции крышки; p – суммарная погонная нагрузка; l – длина пролета секции; E – модуль упругости).

Для контроля полученных результатов секция была рассчитана как решетка, рис.2, состоящая из пяти поперечных балок, средней контейнерной балки и двух продольных опорных балок. В балках учтена сдвиговая и крутильная жесткость, уголки $75 \times 50 \times 8$ включены в толщину листа настила.

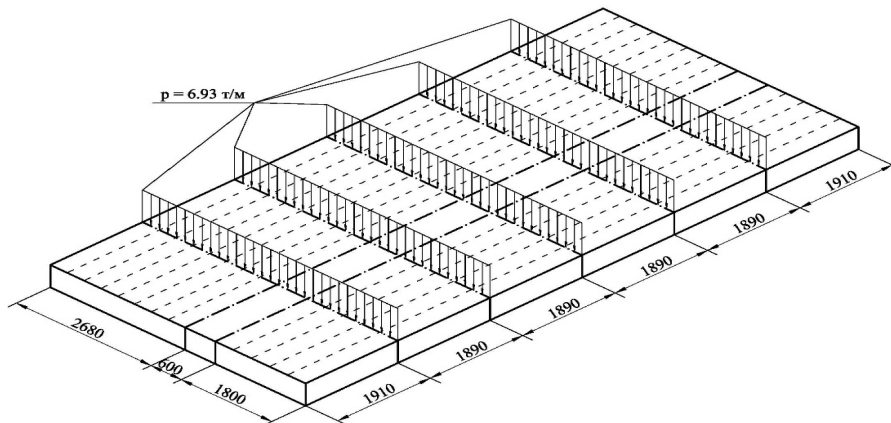


Рис. 2. Схема решетки секции крышки т/х «Эвалуна»

Погонная нагрузка $p = 6,93$ т/м прикладывалась к поперечным балкам, продольные балки принимались свободно опертыми на продольные комингсы люка, поперечные балки закреплены по концам на продольных балках за счет крутильной жесткости последних. Расчетная схема решетки дана на рис. 2.

Таблица

Сравнительная таблица полученных результатов для т/х «Эвалуна»

Наименование	Балка	Решетка
Прогиб, см	3,26	5,03 – средняя продольная балка
Допустимый прогиб, см	6,4	6,4
Изгибающий момент, тм	299,5	123
Перерезывающая сила, т	-	32,5
Действующие напряжения, кг/см ²	1004	1505 – средняя продольная балка 623 – поперечная балка
Допускаемые напряжения, кг/см ²	1880	1880

Во втором случае была проверена несущая способность люковых крышек по Международной Конвенции. Продольные балки рассматривались как изолированные, свободно опертые на продольные комингсы. В прямом расчете нагрузка прикладывалась к продольным балкам. При равномерной нагрузке результаты совпадают с удовлетворительной точностью. Расчетная схема поперечного сечения секции крышки приведена на рис. 3.

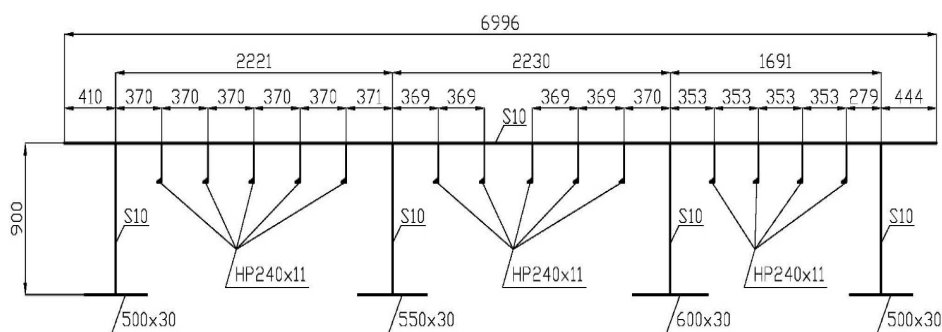


Рис. 3. Расчетная схема секции крышки т/х «OCEAN PRIDE»

Было установлено, что поперечные безопорные балки № 1 практически не поддерживают продольные несущие балки № 2 и № 3, незначительное закрепление их концов реализуется только за счет крутящих моментов балок № 3. Прочные размеры поперечных балок должны назначаться по условию достаточной опоры для подкрепляющих настил полособульбов. При перевозке сосредоточенных грузов, т.е. при локальной нагрузке поступают обычно так. Размеры опорной площади назначаются по величине допустимого давления на крышку и веса груза. Напряжения в конструкции получаются значительно меньше допускаемых значений, которые установлены для случая равномерного нагружения всей площади крышки. По этой причине при перевозке локальных грузов проверочные расчеты прочности должны осуществляться прямым расчетом, а подкладки под груз передавать усилия на несущие балки № 2, № 3. Расчетная схема решетки дана на рис.4.

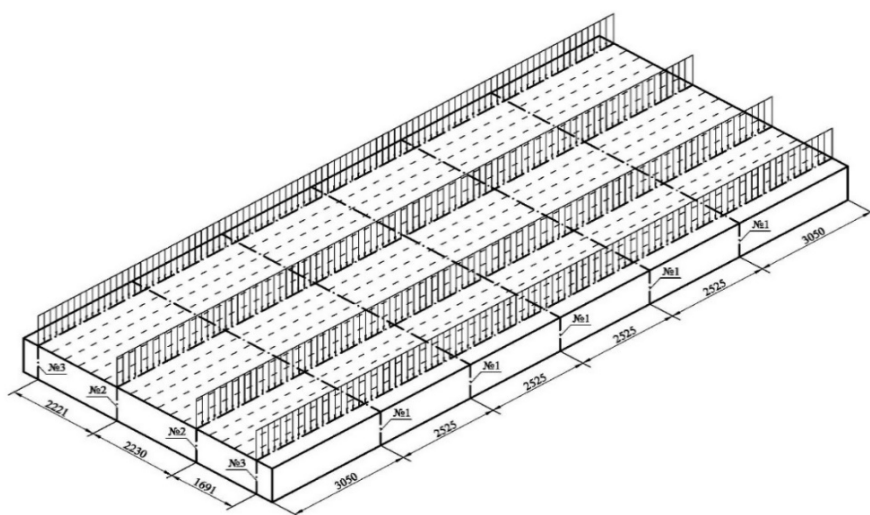


Рис. 4. Схема решетки секции крышки т/х «OCEAN PRIDE»

Выводы. Результаты расчетов с помощью МКЭ позволяют сделать следующие выводы: поперечные балки слабо участвуют в работе конструкции и почти не поддерживают продольные, т.е. перераспределение нагрузки за счет поперечных балок очень слабое. Напряжения следует контролировать не только в несущих, но и в поперечных связях. Представление люковой крышки в виде однопролетной балки приводит к ошибочным результатам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Международная конвенция о грузовой марке 1966 года, измененная Протоколом 1988 года к ней (пересмотренная в 2003 году).*
2. Курдюмов А.А. *Прочность корабля.* Л.: Изд-во Судостроение, 1956. С.383.
3. Бакстон И.Л., Дагитт Р.П., Кинг Дж. *Судовое оборудование для ведения грузовых операций.* Л.: Изд-во Судостроение, 1987. С. 333.
4. *Правила классификации и постройки морских судов. Регистр судоходства Украины.* К., 2011.
5. *Правила о грузовой марке морских судов. Регистр судоходства Украины.* К., 2011.

REFERENCES

1. *Mezhdunarodnaya konventsiya o gruzovoy marke 1966. (2016) [International Convention on Load Lines, amended by the 1988 protocol with 2003 redactions]. St.Petersburg: CNIIMF. (in Russian).*
2. *Kurdyumov A.A. (1956) Prochnost' korablya [The strength of the ship]. Leningrad: Sudostroyeniye. (in Russian).*
3. *Buxton I.L., Dagitt R.P., King J. (1987) Sudovoye oborudovaniye dlya vedeniya gruzovykh operatsiy [Ship equipment for cargo operations] Leningrad: Sudostroyeniye. (in Russian).*
4. *Pravila klassifikatsii i postroyki morskikh sudov (2011) [Rules for the classification and construction of ships]. Kiev: Shipping Register of Ukraine. (in Russian).*
5. *Pravila o gruzovoy marke morskikh sudov (2011) [Rules of load lines of ship]. Kiev: Shipping Register of Ukraine. (in Russian).*

Стаття надійшла до редакції 20.02.20

Посилання на статтю: Сіряченко В.Ф., Власенко Є.А. Міцність люкових закриттів // Вісник Одеського національного морського університету: 36. наук. праць, 2020. № 1(61). С. 80-86. DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-80-86.

Article received 20.02.20

Reference a JournalArtic: Siryachenko V., Vlasenko I. Hatch covers strength // Herald of the Odessa national maritime university: 1(61), 80-86. DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-80-86.