

Выручку за восстановленные изделия сложно оценить в силу её непредсказуемости, поэтому она не учитывается. Рассмотрим затратную часть: Заработная плата непосредственно бригаде по подъёму и разделке, согласно вышеприведённым расчётам, составит около 32 долларов США на тонну или 14 500 долларов на указанный объём в 450 тонн. К этому добавляем заработную плату обслуживающего и вспомогательного персонала, которую можно определить приблизительно в 5 000 долларов. Итого ориентировочно 20 000 долларов. Расход горюче-смазочных материалов (ГСМ) при работе всех механизмов составит около 400 кг дизельного топлива в сутки или 12 тонн в месяц, что при средней его стоимости 500 долларов за тонну (вместе с доставкой) обойдётся в 6 000 долларов ежемесячно. Продукты питания из расчёта 10 долларов в день на человека – 3 000 долларов. Расходные материалы: электроды, катоды для плазменных резаков, спецодежда и прочее – 20 000 долларов (с большим запасом). Транспортировка на переплавку – 18 000 долларов из расчёта 40 долларов за тонну (возможна отправка контейнерами либо использование собственного судна, в последнем случае транспортные расходы существенно снизятся). Согласно приблизительным подсчётам, чистая прибыль должна составить около 85 000 долларов США в месяц, в последующем, по мере отработки технологического процесса, возможно увеличить прибыль до 100 000–110 000 долларов США в месяц.

Список литературы:

- [1] Жумыкин А.П., Шамарин Ю.Е. Утилизация судов и кораблей. – К.: 1997. – 108 с.
 [2] ГОСТ 2787-86 «Металлы вторичные. Общие технические условия».
 [3] Правила безопасности при заготовке и реализации металлома.

С.Н. Гирин, В.А. Костюченко
 ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СУДОВЫХ БАЛОК НЕСИММЕТРИЧНОГО ПРОФИЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

В соответствии с Правилами Российского Речного Регистра [1] при вычислении момента сопротивления и момента инерции поперечного сечения несимметричной балки с отогнутым фланцем площадь фланца предлагается умножать на редуцированный коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{12 \left(\frac{l}{10\eta h} \right)^4 \left(\frac{f_{cm}}{f_{\phi}} \right)^2 \frac{t}{b}}{3}} \quad (1)$$

где l – пролет балки, см;
 η – коэффициент, зависящий от вида закрепления концов;
 h – высота стенки, см;
 f_{cm} – площадь поперечного сечения стенки, см²
 f_{ϕ} – площадь поперечного сечения фланца, см²
 t – толщина фланца, см;
 b – ширина фланца, см.

В работе [2] был выполнен сравнительный анализ результатов, получаемых с использованием этой формулы, и с помощью метода конечных элементов (МКЭ). МКЭ решалась задача определения напряженно-деформированного состояния пластины, подкрепленной ребрами, установленными на одинаковых расстояниях, загруженной равномерно распределенной поперечной нагрузкой. В силу регулярности рассматривалась часть пластины между продольными осями симметрии с одним ребром жесткости двух вариантов поперечного сечения, показанных на рис. 1.

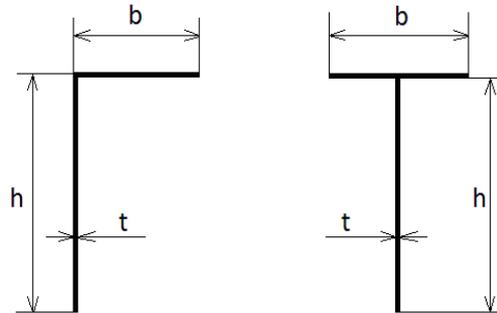


Рис. 1. Тавровый и угловой профили

В рассмотрение вводятся три редукционных коэффициента, вычисляемые по формулам:

$$\varphi_{on} = \frac{\sigma_{on}^m}{\sigma_{on}^y}; \quad \varphi_{np} = \frac{\sigma_{np}^m}{\sigma_{np}^y}; \quad \varphi_w = \frac{W_m}{W_y}. \quad (2)$$

Здесь

φ_{on} , φ_{np} – редукционные коэффициенты, на которые умножается ширина фланца (полки уголкового профиля) при вычислении напряжений в опорном и пролетном сечениях ребра соответственно;

φ_w – редукционный коэффициент фланца при вычислении прогиба ребра;

σ_{on}^m , σ_{np}^m , W_m – напряжения в опорном и пролетном сечении, а также максимальный прогиб ребра таврового профиля;

σ_{on}^y , σ_{np}^y , W_y – то же для ребра уголкового профиля.

МКЭ выполнен численный эксперимент по определению редукционных коэффициентов φ_{on} , φ_{np} , φ_w для следующих соотношений сторон профилей:

$$b/h = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0. \quad l/h = 10; 13; 16; 19; 22; 25.$$

$$t/h = 0,010; 0,012; 0,014; 0,016; 0,018; 0,020.$$

Расчеты выполнены для предусмотренных Правилами случаев закрепления концов стержня: жесткое защемление обоих концов, свободное опирание обоих концов, жесткая заделка одного и свободное опирание другого конца.

На рис. 2–4 представлены графики редукционных коэффициентов, вычисленных по формулам (1) и (2) для стержня с жестким защемлением концов. Аналогичные графики получены для остальных случаев опирания. На этих рисунках обозначено: φ_{on} , φ_{np} , φ_w – значения редукционных коэффициентов при постоянном значении $h = 500$ мм и варьировании b ; φ_{on2} , φ_{np2} , φ_w2 – значения редукционных коэффициентов при постоянном значении $b = 300$ мм и варьировании h .

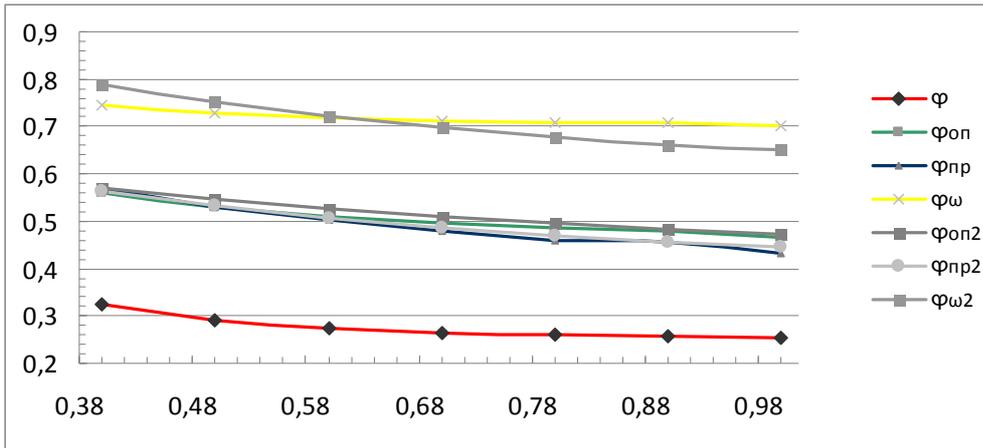


Рис. 2. Величины редуционных коэффициентов жестко защемленного по концам ребра в зависимости от соотношения b/h

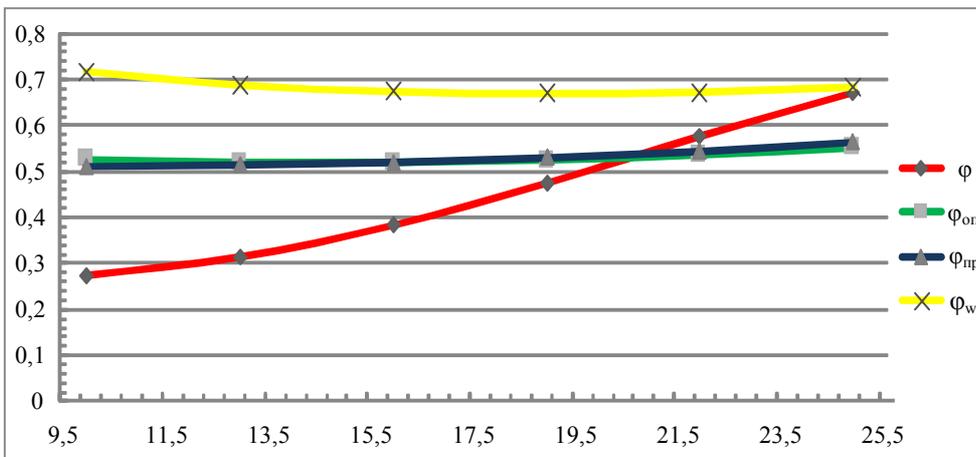


Рис. 3. Величины редуционных коэффициентов жестко защемленного по концам ребра в зависимости от соотношения l/h

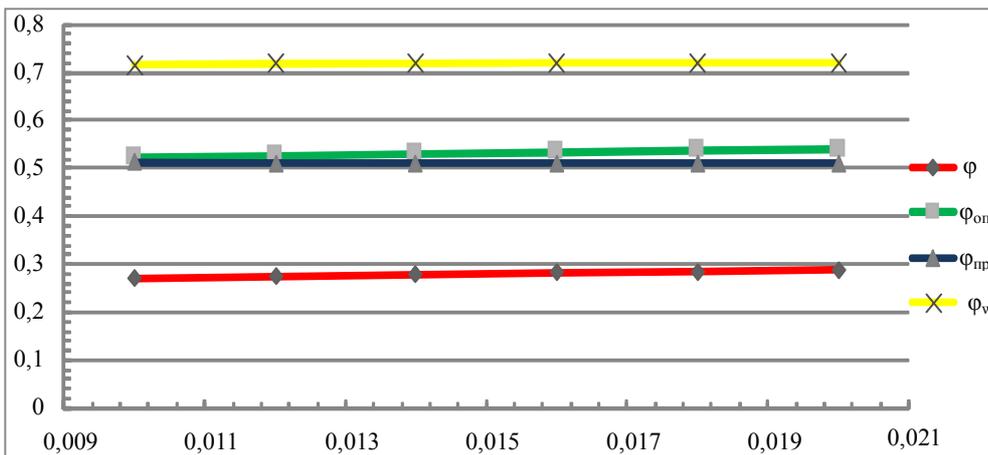


Рис. 4. Величины редуционных коэффициентов жестко защемленного по концам ребра в зависимости от соотношения t/h

Анализ полученных результатов показал:

– Формула для редуционного коэффициента (1), обладает значительной погрешностью по сравнению с результатами, полученными МКЭ. В большинстве случаев формула Правил занижает значения редуционного коэффициента.

– Формулой (1) устанавливается одинаковое значение редуционного коэффициента при вычислении момента инерции и момента сопротивления поперечного сечения стержня с несимметричной формой поперечного сечения, тогда как расчеты на ЭВМ показали, что редуционный коэффициент при вычислении момента инерции всегда выше, чем при вычислении момента сопротивления.

– Имеет место слабая зависимость редуционного коэффициента от толщины стенки и полки ребра, как в выполненном численном эксперименте, так и при использовании формулы Правил.

– Формула Правил устанавливает существенное влияние на редуционный коэффициент длины ребра в диапазоне $l/h = 10-25$. Такой вывод вызывает сомнение, поскольку влияние длины стержня должно сказываться при $l/h < 10$. Численный эксперимент подтвердил слабое влияние длины стержня в рассматриваемом диапазоне.

– Формула Правил и численный эксперимент дают примерно одинаковый характер влияния отношения b/h на изменение редуционного коэффициента. При этом численный эксперимент показал незначительное влияние конкретных значений b и h в отношении, т.е. независимость параметра b/h .

– Численный эксперимент в отличие от формулы Правил устанавливает незначительное влияние на величину редуционного коэффициента характера закрепления концов стержня.

В связи с этим, можно предложить достаточно простые регрессионные зависимости для редуционных коэффициентов при вычислении момента инерции и момента сопротивления поперечного сечения ребра с несимметричным поперечным сечением, в которых единственным фактором будет представлено отношение b/h . Предлагается простейшая квадратичная зависимость

$$y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2. \quad (3)$$

Коэффициенты $a_0 - a_2$ находятся методом наименьших квадратов на основании данных численного эксперимента. Определение коэффициентов выполнено с использованием пакета STATISTICA 6.0.

При вычислении момента инерции поперечного сечения ребра с несимметричным профилем (с отогнутым фланцем) ширина фланца должна быть умножена на редуционный коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\varphi_w = 0,872 - 0,440 \frac{b}{h} + 0,217 \left(\frac{b}{h}\right)^2. \quad (4)$$

При вычислении момента сопротивления поперечного сечения ребра с несимметричным профилем (с отогнутым фланцем) ширина фланца должна быть умножена на редуционный коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\varphi_\sigma = 0,755 - 0,556 \frac{b}{h} + 0,257 \left(\frac{b}{h}\right)^2. \quad (5)$$

При получении формулы (4) использованы 42 значения численного эксперимента, при этом средняя погрешность результатов с использованием формулы составила 3,4% при максимальной погрешности 7,8%.

При получении формулы (5) использованы 70 значений численного эксперимента, при этом средняя погрешность результатов с использованием формулы составила 1,7% при максимальной погрешности 5,3%.

Формулы (4) и (5) могут быть рекомендованы при выполнении расчетов прочности и жесткости судовых балок с несимметричным профилем поперечного сечения вместо формулы (10), рекомендуемой Речным Регистром, которая может давать значительную (свыше 60%) погрешность.

Список литературы:

- [1] Российский Речной Регистр. Правила. Т. 2. – М.: По Волге, 2008. – 406 с.
[2] Гирин С.Н., Костюченко В.А. Сравнительный анализ редуцированных коэффициентов судовых балок несимметричного профиля поперечного сечения. – В сб.: Труды 15-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2013». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – с. 328–331.

С.Н. Гирин, Е.П. Роннов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

УЧАСТИЕ КАФЕДР В ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ ПО ЗАКАЗАМ ПРОИЗВОДСТВА: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

В последние годы совместными усилиями кафедры проектирования и технологии постройки судов (ПППС) и кафедры сопротивления материалов, конструкции корпуса и строительной механики корабля (СМ, КК и СМК) ФБОУ ВПО «ВГАВТ» выполнен ряд работ, которые носят расчётно-проектировочный характер.

Например, в 2012 году выполнен техно-рабочий проект универсального модульного понтона с железобетонной обшивкой и металлическим набором, предназначенного для возведения на нём различных надстроек общей массой до 1,5 тыс. т. Понтон может собираться из нескольких модулей общей длиной до 92 м. Конструкция и технология изготовления понтона разработаны таким образом, чтобы его изготовление было возможно не только в условиях судостроительного производства, но и на специально подготовленных площадках с минимальным технологическим оснащением. Модули могут изготавливаться и спускаться на воду отдельно, а затем сращиваться на плаву. Следует отметить, что заказчик проекта летом 2013 года приступил к его реализации и изготовил несколько модулей.

В текущем учебном году коллективом двух кафедр выполнен технический проект модернизации танкера «Ленанефть 2022» по установке двойного дна и технорабочий аналогичный проект для танкера «Ленанефть 2038», который в зимний период был реализован на Кирельской РЭБ.

Кафедрой СМ, КК и СМК выполнен ряд проектов водных перевозок крупногабаритных грузов на судах внутреннего плавания, среди которых стоит выделить перевозку реакторов массой около 1000 т с причала Ижорского завода на реке Ижора до причала на Волге около г. Кстово для Кстовского нефтеперегонного завода на сравнительно небольшом судне-площадке проекта 559Б «Окский-42».

Совместными усилиями кафедры СМ, КК и СМК и ОАО «Судоремонтно-судостроительная корпорация» в текущем году был разработан техно-рабочий проект подъёма второго дна и устранения общего перегиба корпуса танкера «Волгонефть - 111», который также был реализован на судовой верфи в зимний период. Следует подчеркнуть, что это уже третье судно, модернизированное по аналогичным проектам за последние годы.