

– принимаемые решения должны принадлежать области Парето – это является необходимым условием корректности многокритериальной задачи;

– судно рассматривается как система. Важно структурное представление системы. Поскольку игнорирование структуры ведет к устранению роли внутрисистемных связей, которые определяют взаимодействие между элементами системы.

– частные критерии должны быть приведены к сравнимому виду.

Однако следует указать еще на одну особенность, которая не учитывается при использовании многокритериальных методов при проектировании судов. Коэффициенты α_i в формуле (4) можно рассматривать как коэффициенты приведения частных критериев к аддитивному виду, то есть к сравнимым единицам измерения. Такие коэффициенты вводятся Захаровым И.Г. в «принципе паритета», однако они только переводят частные критерии в соизмеримый масштаб, не учитывая характер зависимости каждого частного критерия от варьируемых параметров. Возможен случай, когда зависимость одного из частных критериев может резко изменять участки монотонности, как следствие этот критерий будет более чувствителен к изменению оптимальных решений, задача становится однокритериальной и теряется смысл постановки задачи как многокритериальной. Поэтому целесообразно введение коэффициентов, которые будут учитывать характер зависимости частных критериев от варьируемых параметров и которые позволят избежать перерождение задачи из многокритериальной в однокритериальную.

Список литературы:

- [1] Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля. – Л.: Судостроение, 1987. – 136 с.
- [2] Соловьев В.И. Методы оптимальных решений: Учебное пособие. М.: Финансовый университет, 2012. 364 с.
- [3] Карпенко А.П. Метод справедливого компромисса для решения задач многокритериальной оптимизации [Электронный ресурс]/А.П. Карпенко//База и Генератор Образовательных Ресурсов МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Режим доступа: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=MO/ch1104.mod/?cou=MO/base.cou>.
- [4] Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
- [5] Пашин В.М. Оптимизация судов. – Л.: Судостроение, 1983.

Е.Г. Бурмистров, Т.А. Михеева
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ОБОСНОВАНИЕ СТОИМОСТИ РАБОТ ПРИ РАЗДЕЛКЕ НА ЛОМ КОРПУСОВ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО И СМЕШАННОГО «РЕКА–МОРЕ» ПЛАВАНИЯ

В настоящее время средний возраст грузового флота в России – 32 года, пассажирского – 33 года, круизного – 41 год, более 75 процентов самоходных грузовых судов и буксиров имеют возраст свыше 25 лет. За последние пять лет выбытие грузового флота превышало ввод новых судов в 20 раз. Сложившаяся ситуация вынуждает владельцев судов и судоходных компаний всё чаще сталкиваться с вопросом осуществления утилизации морально и физически устаревших судов [1]. В связи с этим важно знать, каким образом и в какой последовательности необходимо проводить утилизацию судов.

Утилизация судна включает следующие основные этапы:

- подготовка судна;
- разделочные работы на плаву, в сухом доке или на специально оборудованном полигоне;
- сортировочные работы на площадке;
- покупка (продажа) и вывоз образовавшегося металлолома.

Каждый этап состоит из ряда технологических процессов. Наиболее сложный, трудоёмкий и экологически напряжённый – это этап разделочных работ. Важно учитывать специфику разделочных работ в зависимости от разделки на месте или буксировки судна к месту разделки, а также от нахождения судна на плаву либо в затопленном состоянии. От перечисленных особенностей зависит стоимость разделочных работ.

Необходимо отметить, что все работы начинаются только после заключения договоров между владельцем судна и предприятием, выполняющим его утилизацию, либо портовыми властями и предприятием по очистке акватории порта.

Подготовка судна.

Судоразделка начинается с подготовки судна. В целях обеспечения безопасности проведения работ место стоянки судна ограждается специальными заграждениями. Затем приглашаются специалисты для обследования судна на наличие и количества на его борту следующих составляющих:

- помещений или закрытых ёмкостей, которые содержат опасные газы или воздушные примеси;
- легковоспламеняющиеся материалы или химикаты;
- неметаллические материалы – стекло, дерево, керамику и т.д.;
- масло, остатки топлива, нефтесодержащие смеси;

Специалистами составляется план по снятию и удалению всех имеющихся неметаллических материалов или жидкостей, исходя из их классификации по степени токсичности. Следует отметить, что данные работы выполняются только специалистами, которые имеют специальный допуск и соответствующую спецодежду. Для каждого факта вывоза демонтированного с судна материала составляется акт, в котором указывается наименование груза, время и дата вывоза. После окончания этих работ осуществляется вторичная инспекция судна с целью оценки возможности безопасного выполнения второго этапа работ, связанных с газовой резкой на борту судна.

В случае, если судно затоплено, то его обследуют водолазы, которые составляют по результатам обследования расчёты затрат на его подъём.

Разделочные работы на плаву, в сухом доке или на специально оборудованном полигоне

В первую очередь, по-возможности, выполняются разделочные работы на плаву. Для выполнения этих операций используется газорезательное оборудование (электрокислородная резка), причём, только для резки больших фрагментов палуб, внешнего корпуса и надстройки. Иногда используется метод взрыва. Во время резки каждый фрагмент поддерживается при помощи кранового оборудования, а затем грузиться на транспортное устройство или на палубу технологического понтона. В случае необходимости производится очистка фрагментов от ила, песка, кораллов, ракушек и водорослей посредством струи воды, подаваемой под высоким давлением. Демонтируются узлы, детали, кабели, трубопроводы, выполненные из цветных металлов, либо как изделия, пригодные для дальнейшего использования. С помощью плазменного, газоплазменного или иного оборудования крупные фрагменты судна разделяются на более мелкие. После этого все фрагменты доставляются на специально оборудованный полигон для дальнейшей разделки. По окончании разделки и демонтажа надстройки, части оборудования и верхних палуб, судно помещается в сухой док, на слип, либо перемещается на разделочный полигон, где производится демонтаж и резка оставшихся частей.

Сортировочные и разделочные работы на площадке

На площадке выполняются окончательные работы по резке фрагментов корпуса или надстройки, а также сортировка полученных металлов. Лом цветных металлов разделяется, сортируется и складывается. Изделия, пригодные для дальнейшей эксплуатации, передаются в механический цех, а после реставрации направляются на реализацию. Решается вопрос, каким видом транспорта будет доставляться металлолом на переработку. От вида транспорта зависит размер «металлургического куска» или габариты лома, на который разделяют судно. Кроме того, каждый металлургический комбинат имеет свои технические требования на переработку и использование получаемого лома.

Покупка (продажа) и вывоз образовавшегося металлолома

Каждое специализированное на переработке лома черного вторичного металла производство имеет свои технические требования к размеру и массе принимаемого от поставщиков сырья. Например, в основе технических требований Череповецкого металлургического комбината ОАО «Северсталь» лежат требования основного ГОСТ 2787-86 «Металлы вторичные. Общие технические условия»[2].

Основные размеры подготавливаемых к отправке металлургических партий лома назначаются соответствующим разделом «Лом для последующей переработки». Эти размеры и должны быть нормой для проведения процесса разделки судов:

- 5A1 – 1500 x 500 x 500, мм
- 5A2 – 3000 x 2000 x 1000, мм
- 5A3 – 8000 x 2500 x 2000, мм

Технические условия предусматривают возможность приема лома и по другим габаритам, согласованным с предприятием. Технические условия допускают прием лома в форме плавающих средств 5AC1 («баржа») или 5AC2 («самоходные»).

Разделка судна завершается покупкой металлолома перерабатывающим предприятием и вывозом его с территории полигона [3].

- При выполнении разделки судна на месте затраты могут составить:
- обследование судна специалистами (водолазное) – 8 чел/час – 32 долл.
 - резка одного фрагмента (подводная) – 8 чел/час-32 долл.
 - остроповка и подъём (со дна на поверхность) – 2 чел/час – 8 долл.
 - очистка – 3 чел/час-12 долл.
 - демонтаж цветного металла и оборудования – 4 чел/час – 16 долл.
 - разделка – 16 чел/час – 64 долл.
 - сортировка и складирование – 2 чел/час – 8 долл.
 - разделка цветного лома – 8 чел/час – 32 долл.

Таким образом, общие трудозатраты по разделке 5-тонного фрагмента составит 43 чел/час, не считая 8 чел/часов на проведение обследования. Это обследование производится только один-два раза за всё время проведения работ по разделке судна, что при средней заработной плате 4 доллара США в час составит 172 доллара на 5 тонн готового судового лома. К этой сумме следует добавить заработную плату вспомогательного персонала, которая может составить около 600 долларов в месяц для повара и матроса-разнорабочего (1200 долларов), а также по 1000 долларов в месяц для членов экипажа вспомогательного буксирного судна. Бригада, состоящая из 10 человек, способна в среднем на переработку 15 тонн лома в сутки или 450 тонн в месяц. Выходные дни при вахтовом методе не предусматриваются. Члены экипажа в свободное от вахт время также принимают участие в разделке лома. Закупочная стоимость чёрного лома на 15.05.2013 в среднем составляла 200 долларов США в месяц, цветного (усреднённая, т.к. на судах применяются разнородные металлы и сплавы) – 3 800 долларов за тонну. Таким образом, при данном соотношении цен месячный объём добычи силами такой бригады составит в денежном эквиваленте 67 500 долларов США за чёрный лом и 85 500 за цветной. Всего 153 000 долларов США.

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 металлолома.

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.