

достаточно мала, но применяя данный способ, мы увеличиваем производительность за счёт высокой скорости резки; уменьшая долю ручного труда. Последним этапом в технологическом процессе является пакетирование металлолома, в связи с этим, можно предположить, что и высокая точность резки нам не так важна. На втором этапе также необходимо «дорезать» корпус газовыми резаками, либо плазменной резкой.

*С.В. Студнев, Т.А. Михеева, Е.Г. Бурмистров*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **РАЗРАБОТКА УКРУПНЁННОГО ПЕРЕЧНЯ ЭТАПОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗДЕЛКЕ КОРПУСОВ СУДОВ НА ЛОМ ВЗРЫВНЫМ МЕТОДОМ**

Утилизация отслуживших свой срок речных судов различных типов и назначения – актуальная и, одновременно, весьма сложная проблема. Это объясняется, с одной стороны, наличием в нашей стране большого количества разнообразных по конструкции судов – объектов разделки, а с другой – отсутствием чёткой и последовательной технологии разделки корпусов судов на лом. Технология разделки судов на лом представляет собой комплекс многих технических, технологических, финансовых и организационных задач применительно к такому сложному инженерному сооружению, которым является судно. В настоящее время только небольшое число предприятий по судоразделке обладают требуемой пропускной способностью, во много раз меньшей наличных ресурсов лома. Для предприятий, занимающихся разделкой судов, характерны низкие уровни организации труда и применяемой технологии, слабая техническая вооруженность, значительная вредность производства и интенсивное загрязнение окружающей среды [1].

При разработке укрупнённого перечня этапов и перечня основных технологических процессов по разделке судов учитывались следующие основные факторы:

- технические возможности предприятий по судоразделке;
- применяемые средства технологического оснащения;
- организация выполнения работ;
- трудоёмкость и продолжительность выполнения работ;
- примерная стоимость работ;
- влияние на окружающую и производственные среды.

При изучении процессов разделки судов были выделены 9 типовых технологических процессов (очистка, демонтаж механизмов и агрегатов, демонтаж оборудования помещений, разметка, резка корпуса на секции и блоки, резка на плоские элементы, резка металла в технологический кусок, погрузка на транспорт для переработки). Ограничения на применения тех или иных технологических схем разделки судов обусловлены шестью группами факторов: производственные условия базового предприятия; экономические показатели; конструктивно-технологические характеристики судна; технические возможности выполнения варианта; экологические характеристики; требования техники безопасности, пожарной безопасности и санитарии.

В связи с этим, задача выбора рациональной технологической схемы разделки судна решается в два этапа.

*На первом этапе* из всех возможных технологических схем разделки судна должны быть отобраны те, которые с учетом ограничений, могут быть использованы для конкретного судна и конкретных условий предприятия (стихийная разделка малыми средствами механизации и большим числом рабочих, по контролю и регулированию величин напряжений, возникающих в плоскости реза, использование энергии направ-

ленного взрыва кумулятивными зарядами, комплексная резка судна – до КВЛ – разукрупнение на плаву, а затем – подводная часть – на слипе).

На втором этапе производится сравнительный технико-экономический анализ отобранных вариантов технологических схем и выбирается наиболее эффективный из них.

В результате проведенных исследований установлено, что на предприятиях по разделке судов чаще всего применяется, вариант технологии, предусматривающий разделку корпуса судна секционным методом с применением газовой резки на плаву, с последующей разделкой днищевой части, которую поднимают из воды с помощью подъемных кранов, находящихся на берегу. При этом используется и механическая резка с помощью аллигаторных, гидравлических и пресс – ножниц, отличающаяся высокой производительностью и относительно малыми затратами для резки лома на заключительном этапе в технологический кусок.

Процесс разделки корпуса судна состоит из следующих основных этапов:

- 1 – подготовительный;
- 2 – разделка крупнотоннажных судов на крупные блоки и секции;
- 3 – разделка полученных блоков и секций на плоские секции и перекрытия (мелкие и средние суда могут быть разделаны на плоские секции без предварительной разделки на блоки и крупные секции);
- 4 – порезка плоских секций на товарный металл в соответствии с требованиями ГОСТ 2787-75 [3];

5 – контроль качества и отправка потребителю.

1. Операции подготовительного этапа

1.1. Приемка судна.

1.2. Буксировка и швартовка судна на предприятии.

1.3. Подготовка судна к разделке. Выполняются работы, обеспечивающие непотопляемость судна при разделке, пожарную безопасность, соблюдение правил техники безопасности и промсанитарии.

1.4. Демонтаж механизмов и агрегатов, оборудования помещений, снятие узлов и деталей из цветного металла.

2. Разделка корпуса судна на крупные блоки и секции

Разделка корпуса судна осуществляется после подъема его на берег с помощью слипа, склиза и других судоподъемных средств, в сухом или в плавучем доке.

Наиболее перспективной, экономичной и экологичной является технология разделки корпуса на блоки и крупные секции импульсным (взрывным) методом с применением контактных удлиненных зарядов с жидкой взрывчатой смесью [2]. При этом выполняются следующие операции.

2.1. Разбивка корпуса на блоки и секции. Производится с учетом таких факторов, как размеры конструктивных элементов судна (размеры и конструкции танков, трюмов, твиндеков, пиков, машинного отделения, расстояния между палубами в надстройке и т.п.); характеристики имеющихся на предприятии грузоподъемных и транспортных средств; а также ломоперерабатывающего оборудования.

2.2. Нанесение линий реза на корпус и подготовка поверхности. В соответствии с разбивкой корпуса на блоки и секции определяется общая длина реза с указанием толщин разрезаемых листов металла. Линии реза наносят на разрезаемые конструкции. При необходимости их очищают от продуктов обрастания и других загрязнений, препятствующих креплению оболочек КУКЗ.

2.3. Расчет параметров заряда и безопасных расстояний. Общая длина зарядов равна общей длине линий реза. Необходимо указать длину каждого из зарядов с учетом толщин разрезаемого металла. Масса заряда рассчитывается по формуле:

$$W = \sum W_i = k_{cp} k_m S_i^2 l_i, \quad (1)$$

где  $W_i$  – масса ЖВС в каждом заряде, кг;

$k_{cp}$  – коэффициент, учитывающий влияние среды (при резке в воздушной среде  $k_{cp}=0,5$ ; при резке под водой  $k_{cp}=1,0$ );

$k_m$  – коэффициент, зависящий от свойств разрезаемого материала (для Ст3  $k_m = 8000$ , для сталей 09Г2 и 10ХСНД – 10000, для брони – 20000);

$S_i$  и  $l_i$  – соответственно толщина и длина разрезаемого металла.

При расчете формы заряда следует учитывать, что калибр (диаметр) заряда должен быть вдвое больше толщины металла, а толщина слоя ЖВС в заряде должна быть не менее размера критического диаметра.

Безопасные расстояния определяются по формуле [2]

$$r = k \sqrt{Q_3}, \quad (2)$$

где  $r$  – безопасное расстояние, м;

$k = 15$  при проведении взрывов на полигонах, специальных участках и т.п.;  $k = 80$  при проведении взрывов на гражданских объектах (в цехе, в непосредственной близости от зданий, сооружений и т.п.);

$Q_3$  – энергия взрыва, выраженная в килограммах тротилового эквивалента.

Если величина заряда превышает 1000 кг, резку следует выполнять в условиях полигона.

2.4. Изготовление оболочек.

2.5. Крепление оболочек. Вдоль линий реза оболочки крепятся с помощью магнитов, липкой ленты или липкого слоя, нанесенного на перегородку заряда во время его изготовления.

2.6. Подготовка и заливка жидкой смеси.

2.7. Резка. Инициирование взрыва производится подачей напряжения от штатных подрывных машинок типа КПМ-1. При этом капсула с катализатором разрушается, катализатор попадает в смесь, происходит взрыв и, как следствие, резка металла.

3. Разделка блоков и крупных секций

Мелкие и средние суда могут быть разделены на плоские элементы еще на первом технологическом этапе разделки. Блоки, объемные и крупногабаритные секции, на которые разделяются крупные суда, должны быть порезаны на плоские элементы. Такая разделка производится либо импульсным методом, либо с помощью гидравлических навесных ножниц.

4. Переработка лома до габаритных размеров

Порезка лома до размеров, соответствующих ГОСТ 2787-75 [3], осуществляется механическим методом на гидравлических ножницах фирм «Оберлендер», «Линдеманн», «Харрис» или «Веццани». Судовой лом перерабатывается, как правило, на класс А-3, т.е. согласно [3] «кусовой стальной лом и отходы с содержанием безвредных примесей не более 1,5 % по массе и размерами кусков не более 800x500x500 мм; вес куска должен быть не менее 1 кг; трубы с наружным диаметром более 150 мм должны быть сплюснены или разрезаны по образующей».

5. Контроль качества и отгрузка лома потребителю

Качество лома контролирует заводская лаборатория в соответствии с требованиями ГОСТ 2787-75[3]. Отгрузка его потребителю осуществляется кранами, оборудованными магнитными шайбами или скреперами.

#### Список литературы:

[1] Воинов В.А., Данилов А.Т., Мацкевич В.Д. О путях решения проблемы утилизации судов // Судостроение. – 1994. – № 2–3. – С.40–41.

[2] Бабанин В.Ф., Прокофьев О.П. Перспективы использования направленного взрыва для разделки корпусов судов // Судостроение. – 1993. – № 1. – С. 37–39.

[3] ГОСТ 2787-75. Металлы черные вторичные. – Введен 01.07.77.

*А.Г. Шабала*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛОПАСТИ ВОЗДУШНОГО ВИНТА, РАБОТАЮЩЕГО В ОДНОРОДНОМ ПОТОКЕ, В СРЕДЕ ANSYS V1.4**

В последнее время растет интерес к средствам математического моделирования течений жидкостей и газов, позволяющих прогнозировать характеристики течений и параметры работы устройств на стадии их проектирования, до изготовления в металле. Раздел науки, решающий проблему моделирования течений с тепломассопереносом в различных технических и природных объектах, называется вычислительной гидродинамикой (ВГД), в англоязычной литературе – CFD (Computational Fluid Dynamics). Методы ВГД предполагают расчет течений жидкостей и газов путем численного решения уравнений Навье – Стокса и уравнения неразрывности, описывающих наиболее общий случай движения этих сред (для турбулентных течений – уравнений Рейнольдса). В настоящее время существуют десятки компьютерных программ, предназначенных для решения задач вычислительной гидродинамики. Тенденцией развития ведущих программных продуктов является реализация в каждом из них набора математических моделей, позволяющих как можно более полно моделировать все встречающиеся на практике физические эффекты. Пользователь подключает нужные модели на стадии постановки задачи несколькими щелчками мышки, задавая затем соответствующие граничные условия и прочие требуемые данные. Программные продукты позволяют адекватно моделировать сложные физические эффекты различной природы, в том числе для задач, в которых проведение физического моделирования крайне затруднительно [1].

Ansys – универсальная программная система конечно-элементного анализа, является довольно популярной у специалистов в сфере автоматических инженерных расчетов и конечно-элементного решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций, задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей [2].

В данной статье рассматривается структура расчета лопасти воздушного винта в программном комплексе Ansys v.14, более конкретно – в модуле Fluid Flow (FLUENT).

*Структура расчета в модуле Fluid Flow (FLUENT):*

1. Создание/импорт геометрии;
2. Создание расчетной сетки;
3. Выбор параметров расчета;
4. Расчет в модуле FLUENT;
5. Обработке результатов.

Для расчета была выбрана модель воздушного двухлопастного винта фиксированного шага диаметром 1 м, номинальным углом установки лопасти 6,22 градусов, представленная на рисунке 1.