

Как следует из этого рисунка в зоне резонанса, т.е. при $\omega_k \approx \sigma$ коэффициент динамичности меньше коэффициента k_p . При $\omega_k < \lambda$ коэффициенты близки друг другу. При $\omega_k > \lambda$ коэффициент динамичности может превышать k_p . На практике чрезмерно гибких судов не бывает, поэтому диапазон $\omega_k / \sigma > 1,2$ интереса не представляет. Из рис.1 следует также, что кривые для различных судов достаточно близки друг другу, что позволяет получить некоторую регрессионную зависимость. Однако выполненных расчетов пока недостаточно для установления такой зависимости. Необходимо провести более глубокий анализ для судов всех классов и размеров, представленных в Правилах [1].

Список литературы:

- [1] Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах), т.2. – М.: Изд-во ОАО «Типография «Новости», 2008. – 406 с.
- [2] Гирин, С.Н. О влиянии некоторых волнообразующих факторов на изгибающие моменты судов смешанного плавания / С.Н. Гирин, А.М. Фролов // Вестник ВГАВТ, – Н. Новгород, 2007. – вып. 22. – с. 113–121.
- [3] Бельгова М.А. Изгибающие моменты для судов внутреннего плавания на волнении / М.А. Бельгова. – Л.: Судостроение, 1966. – 208 с.
- [4] Трянин И.И. Анализ волновых и вибрационных изгибающих моментов корпусов судов внутреннего плавания/ И.И. Трянин //Тр. 14 межд. науч.-пром. форума «Великие реки». Материалы науч.-метод. конф. «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Т. 1. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – с. 288–291.

В.В. Захарова, Е.Г. Бурмистров
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БЕЗБАЛЛАСТНЫХ СУДОВ

Анализируется проблема обеспечения технологичности корпусных конструкций принципиально новых безбалластных судов. Рассматриваются некоторые аспекты количественной оценки уровня технологичности безбалластных судов.

Применение балластных систем является необходимым для эффективной эксплуатации современных судов. Главным образом балластировка позволяет увеличивать осадку носом и кормой и изменять крен и дифферент судна.

Необходимый объем балластных вод определяется типом судна и его характерными конструктивными особенностями. На современных сухогрузных и пассажирских судах балласт составляет (15...20)%, а на танкерах – (30...40)% от водоизмещения судна [1].

Однако, использование жидкого балласта влечёт за собой ряд негативных последствий, основными из которых является завышение энергоёмкости балластного оборудования, перерасход ГСМ, экологическое загрязнение водоёмов чужеродными микроорганизмами и др.

Особого рассмотрения заслуживает проблема экологического загрязнения водоёмов чужеродными водными микроорганизмами, завозимыми в составе балластных вод. С каждым годом проблема набирает масштабы, в связи с увеличением тоннажа

перевозимых балластных вод судами. Привнесение чужеродных видов в водоемы влечет за собой не только негативное влияние на состояние экологии водоемов, но и отрицательное воздействие на экономическое благополучие регионов.

Проблема экологического загрязнения водоёмов, вызываемая сбросом балластных вод с судов, имеет выраженную актуальность не только для России, но и для всех стран с развитым судоходством. В связи с этим в 2004 г. мировым сообществом принята «Международная Конвенция по контролю и обработке судового водяного балласта и осадков» (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments) [2].

На данный момент существует ряд решений, направленных на предотвращение экологического загрязнения внутренних водоемов балластными водами с судов. К примеру, известны разработки, основанные на установке оборудования на судне, которое позволяет обезвредить и обеззаразить балластные воды на борту после приема или предотвратить попадание в балластные цистерны крупных микроорганизмов. Разработки в данной области ведутся учеными разных стран, но, тем не менее имеют ряд недостатков, основанных прежде всего на необходимости установки на судне дорогостоящего оборудования и значительных затратах на его эксплуатацию и закупку реагентов.

Существуют также решения, основанные на сдаче балластных вод на береговые очистные сооружения или на длительном нахождении балластных вод на судне. Но привнесение в действие данных мер повлечет за собой значительные финансовые затраты и усложнение процесса эксплуатации судна.

Исходя из перечисленных недостатков вышеприведенных методов перспективными представляются разработки в области создания безбалластных судов. Известны разработки ученых Японии и Америки [3, 4], направленные на уход от классического принципа балластировки или, другими словами, создание концепции безбалластного судна.

Данная концепция предполагает, в частности, что традиционные балластные цистерны будут заменены системой (комплексом) трубопроводов или шахт, проходящих в корпусе судна ниже ватерлинии. В принципиальной конструкции безбалластного судна, разработанной американскими учеными, поступление воды в шахты предусматривается самотёком через систему шпигатов, расположенную в носовой оконечности ниже ватерлинии. Её отвод снова в водоём предусматривается осуществлять через подобную же систему шпигатов, расположенную в районе кормовой оконечности. Однако, более рациональным представляется решение, предусматривающее наличие приемных и выпускных шпигатов в пределах каждого водонепроницаемого отсека, что при необходимости, позволит обеспечить изменение дифферента судна.

Концептуальная схема безбалластного судна приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Концептуальная схема безбалластного судна

Управление задвижками, открывающими и закрывающими шпигаты, должно осуществляться дистанционно из центрального поста управления судном.

При проведении разработок в области создания концепции безбалластного судна целесообразно рассматривать несколько вариантов ее исполнения.

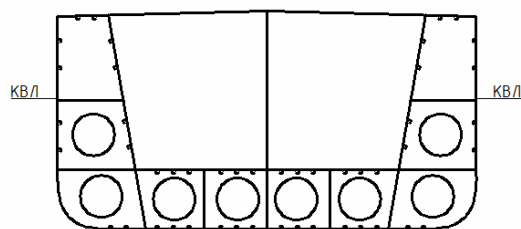


Рис. 2. Схема размещения балластных шахт в корпусе безбалластного судна

1. Конструкция в виде шахт, идущих вдоль корпуса судна от носа к корме ниже ватерлинии, которые образованы корпусными конструкциями судна. При этом сохраняются традиционная система набора в районе прохождения шахт.

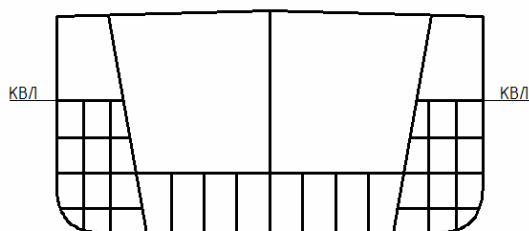


Рис. 3. Сотовая конструкция балластных отсеков безбалластного судна

2. Конструкция сотового типа. Имеет некоторое сходство с конструкцией шахт, но при этом предусматривается дробление шахт листовыми конструкциями на меньшие по сечению шахты (соты). Данное решение позволит обеспечить более гибкую балластировку и больший диапазон посадок судна. Каждая из малых шахт должна быть изолирована и иметь собственный впускной и выпускной клапаны с целью автономного их заполнения и опорожнения.

3. Конструкция балластной системы, образованная системой трубопроводов, идущих от носа судна к корме ниже ватерлинии. Их заполнение и опорожнение также предусмотрено осуществлять через систему клапанов, расположенных в носовой и кормовой оконечностях судна.

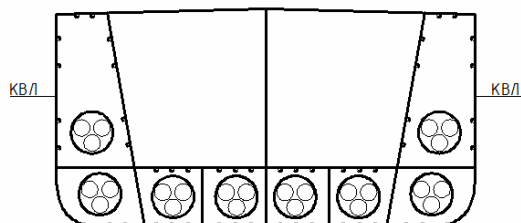


Рис. 4. Схема прохождения балластных трубопроводов в корпусе безбалластного судна

С целью выбора оптимального варианта исполнения данные конструкции балластных отсеков должны быть проанализированы по следующим показателям:

- эффективность с точки зрения предотвращения экологического загрязнения водоемов балластными водами;
- гидродинамические характеристики;
- технологичность.

Понятие технологичности конструкции включает в себя следующие основопола-

гающие характеристики конструкции: стоимость, металлоемкость, трудоемкость исполнения, ремонтпригодность, унификация сборочных единиц и др.

Исходя из многогранности понятия технологичности можно сделать вывод об актуальности проведения разработок и исследований в области обеспечения максимально возможной технологичности корпусных конструкций безбалластного судна.

В общем случае под технологичностью конструкции принято понимать совокупность свойств конструкции изделия, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции является одним из ключевых параметров её качества. Для количественной оценки уровня технологичности изделия, как правило, используют следующие показатели [5]:

- стоимость изготовления изделия;
- трудоёмкость изготовления;
- массу изделия;
- сроки изготовления;
- ремонтпригодность изделия.

Для упрощения, снижения стоимости, продолжительности и трудоемкости ремонта и технического обслуживания корпусов безбалластных судов, в районе расположения балластных шахт должно предусматриваться внедрение решений, позволяющих снизить затраты на проведение дефектации конструкций, ремонтных работ и контроля качества отремонтированной конструкции. Кроме того следует разрабатывать конструкцию таким образом, чтобы замена и ремонт изношенных участков могли быть произведены в кратчайшие сроки.

Ввиду того, что область проектирования безбалластных судов является мало освоенной, технологичность корпусных конструкций этого типа судов целесообразно сопоставлять с технологичностью корпусных конструкций единиц флота, эксплуатирующегося с применением стандартных балластных систем. Данное сравнение позволит оценить степень изменения технологичности корпусных конструкций при переходе к иному принципу балластировки.

Перечень действий, направленных на проведение полноценных разработок в области достижения максимальной технологичности корпусных конструкций безбалластных судов представлен в таблице 1.

Задачи по обеспечению технологичности корпусных конструкций судов должны решаться как в отношении всего корпуса в целом, так и отдельных его составляющих (элементов, узлов, секций и блоков).

Таблица 1

Перечень действий, обеспечивающих проведение полноценных разработок в области достижения максимальной технологичности корпусных конструкций безбалластных судов

№ п/п	Наименование действия	Состав действия
1	Сбор, изучение и анализ информации о степени технологичности известных аналогов	1.1. Изучение информации о технологичности конструкций традиционных балластных систем и корпусов судов; 1.2. Изучение информации о технологичности корпусных конструкций разработанных безбалластных судов
2	Установление требований к технологичности разрабатываемой конструкции изделия	Определение требуемого уровня технологичности корпусных конструкций безбалластного судна в отношении каждого показателя.
3	Выбор номенклатуры базовых показателей технологичности	Определение перечня приоритетных показателей технологичности корпусных конструкций безбалластного судна

№ п/п	Наименование действия	Состав действия
4	Расчёт значений базовых показателей технологичности	4.1. Проведение расчетов показателей технологичности для каждого типа аналога; 4.2. Расчет показателей технологичности для каждого типа конструкции безбалластного судна.
5	Сопоставление и анализ результатов расчёта показателей технологичности	5.1. Проведение сопоставления значений показателей технологичности предлагаемых вариантов корпусной конструкции безбалластного судна; 5.2. Сопоставление значений показателей технологичности всех видов проектируемой конструкции с показателями технологичности корпусных конструкций судов, эксплуатирующихся с применением традиционного принципа балластировки; 5.3. Сопоставление значений показателей технологичности всех видов проектируемой конструкции с показателями технологичности корпусных конструкций судов, эксплуатирующихся с применением традиционного принципа балластировки; 5.4. Определение наиболее выгодного, с точки зрения технологичности, типа корпусной конструкции безбалластного судна; 5.5. Определение и выбор из предлагаемых вариантов корпусных конструкций оптимального, с применением интегрированной оценки показателей технологичности, экономической, экологической и эксплуатационной эффективности и стоимости создания.

На данном этапе исследований степень технологичности различных вариантов исполнения конструкций корпуса безбалластных судов целесообразно оценивать по следующим показателям:

- стоимость изготовления корпусных конструкций судна с безбалластным принципом эксплуатации;
- металлоёмкость (масса конструкции);
- трудоёмкость их изготовления;
- скорость их изготовления;
- степень унификации элементов корпусных конструкций;
- ремонтпригодность.

Для исследуемых вариантов исполнения корпусных конструкций безбалластных судов, в первом приближении, оценку показателей технологичности можно представить в виде, отображенном в таблице 2.

Таблица 2

Сопоставление показателей технологичности*

Вариант исполнен корпусной конструкции в районе балластного отсека	Металлоёмкость	Стоимость изготовления	Трудоёмкость изготовления	Время изготовления	Степень унификации сборочных единиц	Ремонтпригодность
Балластные шахты	-	-	-	+	+	+
Система трубопроводов	-	-	-	+	+	-
Сотовый тип конструкции	-	+	+	+	+	+
Традиционное судно(включая оборудование)	+	+	-	+	-	+

- *Оценка показателей технологичности проведена экспертным путем
- + – допустимый уровень технологичности по рассматриваемому показателю
- – недопустимый уровень технологичности по рассматриваемому показателю.

Выводы:

1. Развитие концепции безбалластного судна является актуальным в настоящее время;
2. Требуется проведение тщательных разработок в области поиска приемлемого архитектурно-конструктивного решения при создании безбалластного судна;
3. Необходимым является планирование и проведение всесторонних компьютерных и натурных экспериментов с целью выявления характеристик безбалластных судов;
4. Необходимо проведение исследований в области разработки научных (теоретических) основ оценки и обеспечения технологичности корпусных конструкций безбалластных судов;
5. На основании оценочных данных, приведенных в таблице 2 можно сделать вывод о наиболее высоких показателях технологичности при соетовом исполнении корпусных конструкций и при установке балластных шахт;
6. Важным является проведение работ по выбору оптимального варианта решения с учетом рассмотрения показателей технологичности в совокупности с другими характеристиками при применении различных видов конструкций.

Список литературы:

- [1] Сустретова Н.В. Обеспечение экологической безопасности балластных вод на судах смешанного «река–море» плавания: Дисс. канд. техн. наук: 03.02.08 – Нижний Новгород, 2011. – 140 с.
- [2] Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими, 2004 г., – СПб.: ЗАО ЦНИИ МФ, изд. 2005 г. – 120 с.
- [3] Американцы спроектировали грузовое судно без балласта. Интернет: [<http://www.dived.ru/events/amerikantsyi-sproektirovali-sudno-bez-ballasta>. Html].
- [4] Патент US №2003/0019413 A1 Система безбалластного судна. Оpubл. 30.07.2002. Бюл. №21. МПК: В63В 39/03, В63В 43/06.
- [5] ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделия изделий. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – С. 4–20.

О.К. Зяблов, Е.В. Фунтикова
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ОБМЕРА КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДРК СУДНА С ЭКСПЛИКАЦИЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ

Рассматриваются вопросы графического моделирования объектов ремонта в составе электронных актов дефектации по корпусу и ДРК судна в рамках развития автоматизированной системы технологической подготовки судоремонтного производства.

Важнейшими этапами жизненного цикла судна, на которых в значительной мере формируется его качество, являются процессы поддержания и восстановления технико-эксплуатационных характеристик. Выполнение этих процессов связано с принятием и реализацией технологических решений, служащих основой для разработки соот-