



Что показала дефектоскопия?

Опыт эксплуатации малых стеклопластиковых судов зарубежной постройки в российских условиях (имеется в виду пресноводная Центрально-Европейская Россия. – *Прим. ред.*) выявил ряд специфических недостатков их корпусных конструкций. В нашем климате снижается долговечность корпусов, утрачивается качество поверхностей подводной и надводной частей корпуса, что быстро приводит к развитию осмоса. Причем все три стадии этого процесса могут проходить в течение довольно короткого срока, в зависимости от технологии формования корпуса и примененных материалов. Так, в корпусах, изготовленных по технологии напыления, осмос развивается значительно быстрее, чем, например, в корпусах, изготовленных методом контактного формования из тканых армирующих материалов. Известно, что в настоящее время многие корпуса изготавливают по смешанной схеме, с применением одновременно и метода напыления внешних слоев, и метода контактного формования внутренних слоев, непосредственно прилегающих к набору. Во внешних слоях таких корпусов, которые изготовлены методом напыления и вступают в непосредственный контакт с водой, выше вероятность развития осмоса.

В соответствии с нормативными документами в качестве дефектов

Михаил Францев,

инженер-кораблестроитель, канд. техн. наук,
член Научно-технического совета Российского Речного Регистра

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ дефекты корпусов СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ СУДОВ*

конструкционных стеклопластиков, требующих повышенного внимания в процессе эксплуатации, рассматриваются расслоения в следующих элементах конструкций:

- между слоями армирующего стеклопластикового материала в виде заполненных газом пустот;
- там же в виде участков непропитанного или недостаточно пропитанного связующим армирующего материала;
- между средними и внешними слоями обшивки;
- между декоративным и основными слоями изделия;
- в узлах соединений как по плоскости контакта между соединяемыми элементами и соединительными элементами (накладками, приформовочными угольниками), так и в самих соединительных элементах.

Эти дефекты могут быть выявлены методами неразрушающего контроля с применением соответствующего дефектоскопического оборудования.

В рамках проведенного исследования все связи судового корпуса могут быть отнесены к двум основным группам:

- наружная обшивка, настилы палуб, платформ и полотнища переборок;
- продольный и поперечный набор: вертикальный киль, стрингеры, флоры, шпангоуты и бимсы, фундаменты.

Для каждой из групп установлены свои нормы допускаемых дефектов. Допускаемыми считаются такие, которые снижают физико-механические характеристики стеклопластика не более чем на 10–15%. Дефекты типа «расслоение» нормируются отдельно для каждой из двух групп конструкций.

Проявления осмоса существующими нормативными документами в настоящее время не регламентируются, так как они требуют дополнительного исследования. Однако расслоение, возникающее как заключительная стадия осмотических изменений, может рассматриваться в соответствии с изложенными выше принципами.

Выявление внутренних дефектов корпусов судов из композиционных материалов в виде расслоений и трещин на ранних стадиях возникновения, их своевременное устранение в целом повышают безопасность эксплуатации судна. Для достоверной оценки технического состояния корпуса такого судна требуется выявление дефекта в судовой корпусной конструкции, измерение его параметров и соотнесение с нормами годности.

В настоящее время группа специалистов Российского Речного Регистра работает над определением дефектов корпусов судов возрастом старше пяти лет из композиционных материалов, находящихся в эксплуатации под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра. Кроме выполнения собственно операций дефектоскопии они занимаются научно-техническим, аналитическим и методическим обеспечением этих работ и обработкой полученных результатов. Речным Регистром утверждена и введена в действие «Временная методика исследования корпусов СДПП (глиссирующих) методами неразрушающего контроля» с целью выявления дефектов типа «расслоение» и ряд других нормативных документов. За прошедший год в соответствии с «Временной методикой» исследованы корпуса нескольких де-

* Начало см. в «Кия» № 212.

сятков судов. На всех освидетельствованных судах были выявлены расслоения и трещины, вызванные сочетанием постоянно действующих эксплуатационных факторов. При этом зафиксировано увеличение количества и рост геометрических размеров дефектов с увеличением возраста судна. На некоторых судах старше пяти лет встречаются дефекты, размеры которых в соответствии с нормативами признаются недопустимыми. Накоплена определенная статистика возникновения внутренних дефектов типа «расслоение» при аварийных повреждениях корпуса судна без существенного нарушения декоративного слоя.

Положениями «Временной методики» осмотические изменения поверхностей корпуса не рассматриваются. В то же время, как было сказано выше, заключительной стадией подобных изменений является возникновение внутренних дефектов типа «расслоение». Поэтому участки поверхности корпуса, на которых обнаруживаются осмотические изменения, подвергаются тщательному исследованию методами неразрушающего контроля с целью поиска внутренних дефектов этого типа.

Необходимо заметить, что межнавигационный поверхностный ре-

монт корпусных конструкций, в ходе которого ликвидируются внешние проявления осмоса, не устраняет образовавшихся в этом месте расслоений и не прерывает, по-видимому, дальнейшего развития процесса осмотических изменений. Об этом косвенно свидетельствует разрушение окрасочного покрытия на отремонтированных участках и обнаружение характерных расслоений под нанесенными свежими слоями краски (рис. 1 и 2).

При дефектоскопии визуальным осмотром были обнаружены внешние дефекты декоративного слоя и видимые дефекты выступающих корпусных конструкций. Как правило, их появление – результат либо осмотических изменений, либо механических воздействий на подводную часть корпуса. Весьма распространены такие виды дефектов, как сколы и выбоины продольных реданов или скулы (рис. 3–5), вызванные механическим воздействием твердых предметов в процессе эксплуатации (касание твердого грунта, контакт со сваями, бетонными элементами гидросооружений и пр.) В дальнейшем при своевременном выявлении дефектов такого вида и правильном ремонте ущерб для технического состояния корпуса от них может быть сведен к минимуму (рис. 6). В

то же время длительное существование подобных дефектов в погруженном состоянии ведет к быстрому намоканию окружающих их корпусных композитных конструкций и ускоренному развитию в них осмотических изменений.

Большую опасность для технического состояния корпуса судна из композитных материалов представляют дефекты в виде трещин, вышедших на наружную поверхность корпуса сквозь декоративный слой (см. рис. 4). Появление таких трещин вызывается избыточными напряжениями, действовавшими в обшивке корпуса. Проведенный косметический ремонт трещины, не устранивший при этом причину ее возникновения, не может воспрепятствовать ее росту в дальнейшем (рис. 7).

К этой же категории может быть отнесен эрозионный износ декоративного слоя, ведущий к обнажению армирующих материалов, а также к быстрому намоканию окружающих дефект судовых конструкций из композиционных материалов и ускоренному развитию в них осмотических изменений. Необходимо отметить, что развитые осмотические изменения поверхностных слоев при дефектоскопии в 2007 г. были обнаружены в основном на судах,



Рис. 1. Разрушение ремонтного слоя краски в районе осмотических изменений в обшивке днищевой части корпуса яхты «Princess 52» 1998 г. выпуска

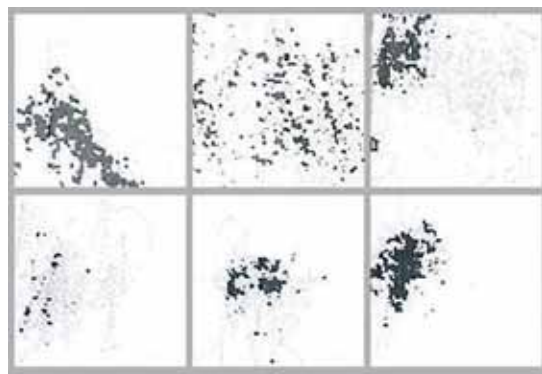


Рис. 2. Расслоения, выявленные методами неразрушающего контроля, на месте осмотических изменений обшивки в днищевой части «Princess 52», «Marine Projects»



Рис. 3. Скол продольного редана катера «Azimut 42»



Рис. 4. Поперечная трещина редана катера «Bella»



Рис. 5. Скол скулы катера «Regal 2150 LSE»



Рис. 6. Реставрированный скол продольного редана катера «Sunseeker 44 Camarque»



Рис. 7. Трещина в районе mortar гребного вала катера «Sunseeker 44 Camarque» после поверхностного ремонта



Рис. 8. Зона контакта при аварийном столкновении – нарушения непроницаемости отсутствуют

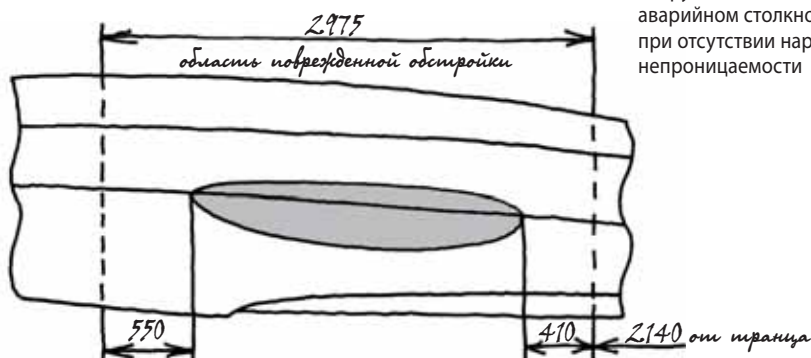


Рис. 9. Зона расслоений вокруг пятна контакта при аварийном столкновении при отсутствии нарушений непроницаемости



Рис. 10. Расположение на корпусе зон высокой концентрации дефектов

находящихся в эксплуатации семь-восемь лет и более.

Таким образом, внешние дефекты (кроме выходящих на поверхность корпуса трещин), которые можно быстро устранить, не оказывают существенного влияния на техническое состояние корпуса судна из композиционных материалов в ходе эксплуатации. Поэтому они не могут служить надежным и достоверным критерием его оценки. Лишь при дефектоскопии в соответствии с «Временной методикой» выявляются внутренние дефекты типа «расслоение» в различных частях корпуса.

Неразрушающий контроль судовой конструкции осуществляется со стороны слоя, обладающего меньшей жесткостью, т.е. декоративного. Как было сказано выше, в многослойных судовых конструкциях, выполненных из таких материалов, обнаруживаются как внутренние дефекты типа «расслоение», расположенные внутри элемента конструкции, так и зоны нарушения соединений отдельных элементов с остальной конструкцией.

В 2007 г. методами неразрушающего контроля расслоения были обнаружены на всех обследованных корпусах судов (см. рис. 2). Их количество и концентрация на единице площади поверхности корпуса, по всей видимости,

зависят от района расположения, возраста корпуса судна, конструкции и схемы формования обшивки, механических характеристик корпусных конструкций, условий и интенсивности эксплуатации.

При этом в среднем на одном корпусе было обнаружено 150–170 внутренних дефектов типа «расслоение» площадью по 4 мм² и более. Количество дефектов, площадь которых превысила нормы годности, установленные в соответствии с «Временной методикой», на отдельных судах достигало 20–25% общего количества обнаруженных дефектов. Их площадь изменяется от 4 до 1600 мм².

Наибольшая часть внутренних дефектов типа «расслоение» на судах в возрасте от пяти до десяти лет была выявлена на поверхности подводной части корпуса. В районе надводного борта внутренние дефекты на корпусах этих судов выявлены в основном в местах воздействия сосредоточенных нагрузок (аварийные навалы, швартовки и пр.).

На корпусах судов, имеющих возраст 16–24 года, внутренние дефекты типа «расслоение» выявлены практически по всей поверхности корпуса. Большое количество дефектов имеют площадь, превышающую установленные нормы.

Из общего числа судов, находящихся под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, прошедших процедуру дефектоскопии в 2007 г., два судна подверглись столкновениям с другими транспортными средствами (гидроциклами), а несколько имели навалы бортом или транцем на сваи, причальные сооружения и другие объекты. Одно судно проходило дефектоскопию при внеочередном освидетельствовании после аварийного происшествия. Вследствие удара гидроцикла в борт судна декоративный слой получил минимальные повреждения (рис. 8). Внутри судна из-за прогиба бортового перекрытия возникли разрушения обшивки и судовой мебели, примыкавших к борту. При этом была обнаружена зона расслоений, возникшая вокруг пятна контакта (рис. 9).

На основании полученных результатов можно сделать следующий вывод: аварийные повреждения являются частой причиной возникновения дефектов типа «расслоение» в корпусных конструкциях даже при отсутствии существенных повреждений декоративного слоя. Корпуса судов в ходе эксплуатации нередко испытывают воздействия сосредоточенной нагрузки случайного характера при швартовках, навалах на причальные сооружения,

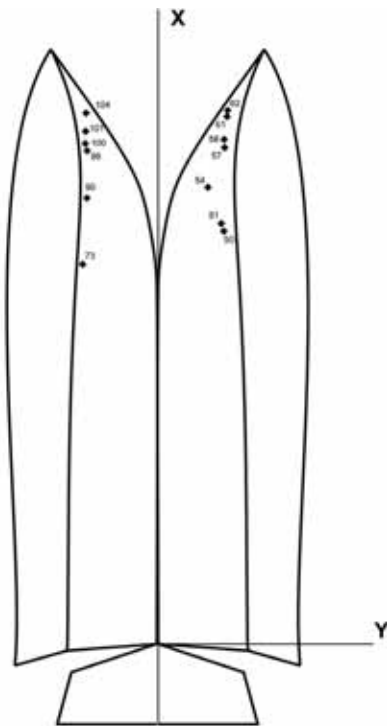


Рис. 11. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера «Sunseeker 44 Camargue» 2001 г.

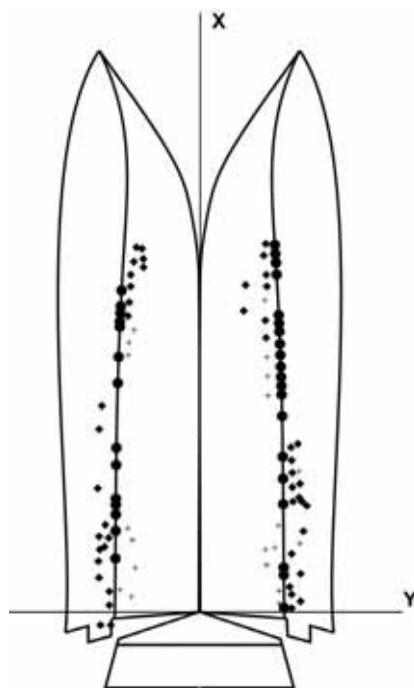


Рис. 12. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера «Four Winns 238 Vista», 2000 г.

касания грунта и т. п. В ряде случаев воздействие сосредоточенной нагрузки не влечет нарушения герметичности, а иногда отсутствуют даже существенные повреждения декоративного слоя. В то же время динамическое воздействие сосредоточенной нагрузки при столкновении на корпусную конструкцию, даже обладающую достаточной прочностью, сопровождается деформацией днищевого, бортового или кормового перекрытий в месте контакта, характеризующейся большой стрелкой прогиба в малом пролете.

Дефекты типа «расслоение» чаще всего возникают в районе переменной ватерлинии, причем наиболее интенсивно в носовой части (рис. 10). Более разреженное скопление дефектов фиксируется в глубоко погруженной части корпуса, при этом площади многих дефектов в зоне расслоений вокруг пятна контакта значительно превышали предельно допустимые значения, установленные «Временной методикой».

Как правило, количество выявляемых внутренних дефектов типа «расслоение» площадью 4 мм² и более, обнаруженных при проведении операций дефектоскопии, на судах, обследованных в 2007 г., составляло в среднем 150–170 на один корпус. При этом количество дефектов, площадь которых превысила нормы годности, установленные

«Временной методикой исследования корпусов СДПП (гλισсирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение», на отдельных судах составило до 20–25% общего количества. Площади обнаруженных дефектов на судах, обследованных в 2007 г., изменяются в диапазоне от 4 до 1600 мм². Изображения некоторых наиболее крупных из обнаруженных дефектов площадью от 100 до 1600 мм² приведены на рис. 11–12. Необходимо отметить, что внутренние дефекты типа «расслоение», площадь которых превышает нормы годности, выявлены в 2007 г. на судах, изготовленных из композиционных материалов, имеющих срок эксплуатации не более пяти лет. По сообщениям представителей владельцев судов, общее количество часов их эксплуатации на момент освидетельствования составляло в среднем не более 200 в навигацию, или не более 1000 за пять лет, в связи с чем можно предположить достаточно низкий ресурс работы их корпусных конструкций.

Приведенные примеры свидетельствуют о необходимости как можно более раннего выявления дефектов стеклопластиковых корпусов для своевременного их устранения и повышения безопасности эксплуатации судна.

www.aeroboat.ru
 классические аэроботы "Тайфун"
 каютные аэроботы "Тайфун-К"
 прочные алюминиевые корпуса
 каютные утепленные модификации

Владивосток 8 9025 577272
 Владивосток (4232) 63 90 11
 Москва (495) 395 69 11
www.alumboat.narod.ru

MERCURY
 MerCruiser

МОТОСЕРВИС
 Авторизованный дилер

- Продажа стационарных двигателей
- Сертифицированный гарантийный сервис-центр
- Установка и обслуживание двигателей
- Продажа запчастей и аксессуаров

www.mercury-ms.ru mdiesel@df.ru
 Москва, Дмитровское шоссе, 45/2
 Тел. (495) 482-7701, 482-4311

MERCURY
 №1 на воде

МОТОСЕРВИС
 Официальный дилер

mdiesel@df.ru
www.mercury-ms.ru
www.mdiesel.ru
 тел. (495) 482-77-01,
 482-43-11, 485-11-00
 факс (495) 481-69-00

- 2х и 4х тактные моторы мощностью 2,5-275 л.с.
- Стационарные двигатели

MERCURY
 MerCruiser

- запасные части и аксессуары
- сертифицированный гарантийный сервис-центр