

ДЕФЕКТОСКОПИЯ НА СТРАЖЕ ИНТЕРЕСОВ СУДОВЛАДЕЛЬЦА



Михаил ФРАНЦЕВ,
директор АО «Нептун-Судомонтаж»,
канд. техн. наук

Национальный рынок страхования морских судов в своем развитии сталкивается с серьезными трудностями как организационного, так и экономического и технического характера. Существует большое количество страховых компаний, предлагающих услуги по страхованию морских рисков. Но в силу того что страхование судов весьма специфично, часто носит характер катастрофического, требует значительных финансовых резервов, широкой перестраховочной защиты, а также глубоких технических знаний, качество страхового продукта не всегда соответствует заявленному высокому уровню. Особенно уязвим такой развивающийся сектор, как страхование моторных яхт и катеров, которых, например, только в московском бассейне зарегистрировано около полутора тысяч.

Современные суда этого типа имеют главные размерения и характеристики, которые могут изменяться в довольно широких пределах. Длина их может достигать 25–30 м при мощности главных двигателей 5000 л.с. и более, обеспечивая скорость движения порядка 60–70 км/час. Подавляющее большинство моторных яхт и катеров имеют корпус, изготовленные из композиционных материалов, в первую

очередь стеклопластика [3]. Страхование таких судов отличается следующими особенностями:

- несмотря на то что стоимость отдельно взятой моторной яхты или катера может быть незначительной по сравнению, например, со стоимостью океанского судна, различные виды ответственности могут в несколько раз превышать стоимость судна;
- суда типа моторных яхт и ка-

Об авторе:

Францев Михаил Эрнстович. Родился в 1962 году. Окончил кораблестроительный факультет Горьковского института инженеров водного транспорта в 1982 году. Инженер-кораблестроитель, кандидат технических наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, 2006 год. Докторантура (диссертация подготовлена к защите) - Кафедра проектирования судов СПбГМТУ – 2007 – н/вр. 1985 – 1987 – старший инженер Главного управления Министерства Речного Флота РСФСР. 1988 – 1990 – заместитель главного инженера Медвежьегорской ремонтно-эксплуатационной базы флота (суда смешанного река-море плавания). 1990 – 1995 – заместитель начальника Опытного Производства ЦКБ «Нептун» Министерства судостроительной промышленности СССР. 1995 – н/вр. – директор инженеринговой компании «Нептун-Судомонтаж» полного цикла. 2006 – н/вр. (по совместительству) ст. эксперт, эксперт Московского филиала Российского Речного Регистра; член Научно-технического совета Российского Речного Регистра.

теров в большей мере, чем океанские суда, подвержены воздействию рисков: пожара, шторма, других природных опасностей, что увеличивает риск кумуляции убытка при наступлении страхового случая.



Рассмотрим проблему страхования casco данного типа судов. Известно, что страхование casco судов — вид морского страхования, обеспечивающий страховую защиту судовладельцев и иных лиц, имеющих отношение к эксплуатации судов в случае нанесения ущерба или гибели принадлежащих им или иным образом юридически связанных с ними судов, либо нанесение иного ущерба их имущественным интересам в связи с эксплуатацией судов. На страхование принимаются: корпус судна с его машинами, оборудованием и такелажем (оснасткой), фрахт (плата за морскую перевозку груза), расходы по снаряжению и другие расходы, связанные с

эксплуатацией судна, а также суда в постройке. Для судов типа моторных яхт и катеров наибольшее значение имеет страхование корпуса, машин и оборудования судов (Hull & Machinery Insurance).

Согласно Гражданскому кодексу Российской Федерации, имущество может быть застраховано по договору страхования в пользу лица (страхователя или выгодоприобретателя), имеющего основанный на законе, ином правовом акте или договоре интерес в сохранении этого имущества. При этом интерес в страховании судна принадлежит в первую очередь собственнику судна — судовладельцу. В случае сдачи судна в тайм-чартер (что

сейчас часто встречается) в зависимости от формулировки условий чартера страховой интерес может возникнуть у фрахтователя, если он берет на себя обязательства по страховке судна от тех или иных рисков.

По общему правилу, если в договоре страхования не установлено иное, убытки от повреждения судна подлежат возмещению в сумме, которая не должна превышать стоимость восстановления поврежденной или погибшей части судна за вычетом естественного износа этой части к моменту аварии. То есть в данном случае применяется принцип зачета «старого за новое». Таким образом, при страховании весьма актуальной становится

Определение технического состояния судовых корпусов из композиционных материалов методами неразрушающего контроля – эффективный способ снижения рисков при страховании судов.

проблема объективной оценки технического состояния страхового судна, в первую очередь его корпуса, как наиболее важного элемента, и соответственно, правильного определения его остаточной стоимости с учетом физического износа. Как правило, оценкой технического состояния корпуса судна для страховой компании занимаются специалисты (сюрвейеры), в своих выводах опирающиеся на технические документы классификационных обществ, осуществляющих техническое наблюдение за судами. На внутренних водных путях России таким обществом является Российский Речной Регистр, а на морских путях — Российский Морской Регистр судоходства. Документ, отражающий пригодность судна к эксплуатации, выданный соответствующим классификационным обществом, является основанием для заключения договора страхования судна от ущерба. При этом бывает когда в дальнейшем при наступлении страхового случая, связанного с причинением большого ущерба, страховые компании затрачивают массу усилий на опротестование такого документа.

В связи с этим перед классификационными обществами, осуществляющими техническое наблюдение и надзор за судами, из-

готовленными из композиционных материалов, в частности Российским Речным Регистром, а также судовладельцами и страховыми компаниями, осуществляющими страхование судов, встают вопросы достоверной оценки технического состояния корпусов таких судов. Все перечисленные субъекты отечественного судоходства с этой проблемой в массовом порядке столкнулись впервые [1, 2, 4].

В соответствии с практикой, сложившейся в мировом судоходстве, одним из достоверных критериев оценки технического

состояния корпуса судна является выявление и учет имеющихся в нем различных эксплуатационных дефектов и износов. Развитие эксплуатационных дефектов в корпусной конструкции ведет к снижению ее прочностных качеств и способности противостоять неблагоприятным эксплуатационным воздействиям. Для корпусов судов, изготовленных из традиционных материалов, величина дефекта или износа определяется, как правило, по изменению геометрических размеров поперечного сечения связей корпуса и связанных с ними механических характеристик (площадь сечения, момент инерции и сопротивления сечения). По достижении определенных размеров дефекта или износа, напряжения, действующие

Дефекты эксплуатационной природы возникновения

Таблица

Дефекты, возникающие в процессе эксплуатации в штатном режиме	
Внешние дефекты	сколы
	наружные трещины декоративного слоя
	отслоение декоративного слоя
	эрозионный износ декоративного слоя
	поверхностный осмос
	изменение структуры декоративного слоя
Внутренние дефекты	конструкционные трещины
	расслоения 1-го рода
	расслоения 2-го рода (осмотические)
Аварийные дефекты	
Внешние дефекты	потертости
	разрушение декоративного слоя
	поверхностные царапины и трещины
Внутренние дефекты	расслоение 1-го рода
Нарушение геометрии	утрата целостности конструкции



шие в конструкции в районе его расположения, превышают пределы прочности, установленные проектантом и изготовителем судна как предельно допустимые. Это может привести к разрушению конструкции при расчетных режимах движения и к непропорциональному увеличению зоны аварийных разрушений при нештатных эксплуатационных ситуациях. Такие корпуса получают оценку ограниченной годности, а в дальнейшем – непригодности к эксплуатации [1, 2, 4].

Большую часть мирового малотоннажного флота составляют суда, имеющие корпуса из неметаллических композиционных материалов, в первую очередь стеклопластика. Это справедливо и для флота моторных яхт и катеров, эксплуатирующихся в России. Максимальный срок гарантийных обязательств, устанавливаемых производителем для корпусов судов из композитов, поставляемых на российский рынок, составляет один год на конструктивную целостность

и пять лет – на возникновение необратимых осмотических изменений в корпусе. По окончании гарантийного срока, установленного изготовителем на корпусные конструкции судна, оценка их технического состояния является обязанностью и прерогативой классификационных обществ, осуществляющих техническое наблюдение за судном, и предметом специальных процедур.

В настоящее время способ определения технического состояния корпуса судна из композиционных материалов в процессе эксплуатации обоими Классификационными обществами, осуществляющими техническое наблюдение за судами из композиционных материалов, базируется только на визуальном внешнем осмотре. При этом – например, в соответствии с Правилами Российского Речного Регистра – техническое состояние пластмассового корпуса признается негодным в случаях расслоения обшивки и отслоения приформовок от обшивки и

элементов набора, а также появления трещин по обшивке и набору [1, 2, 4].

В отличие от других материалов, применяемых для изготовления корпусов судов, слоистые композиты типа стеклопластика в процессе старения практически не изменяют своего внешнего вида и размеров, но в них возникают внутренние дефекты типа «расслоение». В ряде случаев состарившийся расслоившийся стеклопластик с восстановленным декоративным покрытием внешне мало отличается от нового материала, поэтому анализ изменения геометрических размеров сечения конструкции из композиционных материалов в процессе эксплуатации не имеет смысла.

Корпус современного судна из композиционных материалов, эксплуатируемого, как правило, в условиях высоких динамических нагрузок, – это система поверхностей, образующих объемно-прочную конструкцию. И корпус без палубы, и палуба без корпуса не обладают достаточ-

ной прочностью и жесткостью. Только после соединения их в единое целое – установки в жесткий контур продольных и поперечных переборок – они приобретают необходимый набор качеств. При этом каждая из поверхностей корпуса и палубы имеет свой набор механических свойств. Эти свойства могут изменяться как по толщине поверхности, так и по ее площади. Возникающие в подобной конструкции внутренние дефекты типа «расслоение» являются фактором, который ухудшает эксплуатационные качества корпусных конструкций и сокращает срок службы корпусов судов из композиционных материалов [3, 5, 6].

Наблюдение за динамикой развития внутренних дефектов типа «расслоение» в корпусах судов из композиционных материалов в процессе их эксплуатации методами неразрушающего контроля позволяет получить объективную информацию об изменении технического состояния корпуса в процессе эксплуатации.

Для определения технического состояния корпусов судов из композитов была разработана «Временная методика исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глицсирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа «расслоение», которая была утверждена Российским Речным Регистром письмом № 07-01.9-153 от 24.01.07 г. На базе Московского филиала Российского Реч-

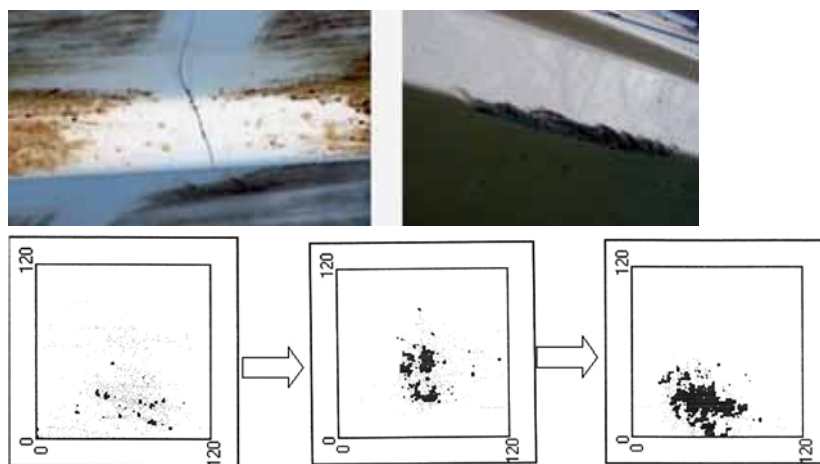
ного Регистра в 2007–2011 гг. были выполнены операции дефектоскопии 130 корпусов судов, изготовленных из композиционных материалов, подлежащих очередному освидетельствованию по достижении пяти лет и более с момента постройки. Дефектоскопии подвергались корпуса судов, бывших в эксплуатации, а также принимаемых на учет под техническое наблюдение московского филиала Российского Речного Регистра. Кроме того, обследовались находящиеся на учете суда, корпуса которых получили аварийные повреждения в результате различных происшествий. Был выполнен ряд экспертиз для органов суда и арбитража. Обследованные корпуса судов из композитов имели ресурс использования в среднем не более 200 часов движения в навигацию или не более 1000 часов за пять лет. Выполненная работа сопровождалась аналитической и ме-

тодической обработкой полученных результатов. Способ оценки технического состояния корпуса судна из композитов в процессе эксплуатации, использующий результаты исследования методами неразрушающего контроля, защищен патентом РФ № 2354964 от 16.10.2007 г. [1, 2, 4]

Эксплуатационные дефекты судовых корпусных конструкций из композиционных материалов можно классифицировать по причине возникновения следующим образом:

- дефекты, возникающие вследствие силовых воздействий на конструкцию;
- дефекты, возникающие вследствие воздействия на конструкцию воды;
- дефекты, возникающие вследствие температурных воздействий на конструкцию;
- дефекты, возникающие вследствие воздействия на конструкцию излучения;

Рис. 2. Внешние и внутренние дефекты корпуса судна из композиционных материалов



Большую часть мирового малотоннажного флота составляют суда, имеющие корпуса из неметаллических композиционных материалов, в первую очередь стеклопластика. Максимальный срок гарантийных обязательств составляет один год на конструктивную целостность и пять лет – на возникновение необратимых осмотических изменений в корпусе.

- дефекты случайного характера (аварийные) [3].

Классификация дефектов корпусов судов из композиционных материалов эксплуатационной природы возникновения приведена в табл. 1. Данная классификация позволяет отнести все обнаруженные дефекты к одной из групп, принадлежность к каждой из которых определяет причину возникновения дефекта, ожидаемый характер его поведения и дальнейшего развития, а также способы и технологии его устранения. Существование в процессе эксплуатации в корпусе судна из композитов дефектов всех групп тесно взаимосвязано между собой. Возникновение одних дефектов может породить возникновение и развитие других дефектов.

Внешние дефекты корпусных конструкций из композитов (см. рис. 2) по своей природе имеют случайный характер возникновения. Взаимосвязь между частотой их возникновения, количеством и размерами, а также продолжительностью и интенсивностью эксплуатации судна на качественном уровне абсолютно понятна.

Внутренние дефекты корпус-

ных конструкций из композитов (рис. 2) по своей природе также имеют случайный характер возникновения. При проведении операций дефектоскопии с использованием методов неразрушающего контроля, как правило, внутренние дефекты типа «расслоение» обнаруживались на всех обследованных корпусах судов, изготовленных из композиционных материалов. Их количество и концентрация на единице площади поверхности корпуса судна зависит от места расположения, возраста корпуса судна, конструкции, состава связующих и армирующих материалов, а также примененных схем и технологических процессов формования обшивки и связанных с ними механических характеристик судовых корпусных конструкций, изготовленных из композиционных материалов, условий и интенсивности эксплуатации судна. Дефектоскопом выявляются дефекты типа «расслоение» различных размеров. Прибор позволяет измерять величину одиночного дефекта площадью от 4 мм². Как правило, количество выявляемых внутренних дефектов типа «расслоение рода» площадью 4 мм² и

более составляло в среднем 150–170 дефектов на один корпус. В ряде случаев в корпусе обнаруживалось до 500 дефектов и более. Площади обнаруженных дефектов изменяются в диапазоне от 4 до 2500 мм² [1, 4].

Наибольшая часть внутренних дефектов типа «расслоение» на судах в возрасте от 5 до 10 лет была выявлена на поверхности корпуса в подводной части. Наибольшее количество дефектов находится в районе переменной ватерлинии. В районе надводного борта внутренние дефекты на корпусах судов в возрасте от 5 до 10 лет выявлены в основном только в местах воздействия сосредоточенных нагрузок (аварийные, навалы, швартовки и пр.). В ряде случаев выявляются места концентрации напряжений (район различных вырезов). На корпусах судов, имеющих возраст 16–30 лет и более, внутренние дефекты типа «расслоение» выявлены практически по всей поверхности корпуса. Выполненными расчетами установлена взаимосвязь между концентрацией внутренних дефектов типа «расслоение» на корпусе судна, характеристиками его энерговооруженности и ресурсом использования [1].

Осмотические изменения в виде расслоений при проведении операций дефектоскопии, как правило, встречались на судах, находящихся в эксплуатации со сроком службы восемь лет и более. Межнавигационный поверхностный ремонт корпусных конструкций, ликвидирую-

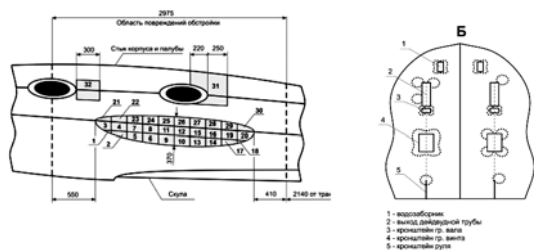


Рис. 3. Расположение дефектов типа «расслоение» в зоне пятна контакта при аварийном столкновении и в местах концентрации напряжений, а также в районе выступающих частей при отсутствии нарушений непроницаемости

ший внешне 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 корпуса и обнаруженные расслоения под свежими слоями краски.

Корпуса судов, изготовленные из композиционных материалов, в процессе эксплуатации часто испытывают воздействия сосредоточенной нагрузки аварийного характера на корпусные конструкции при столкновениях, неудачных швартовках, навалах на причальные сооружения, а также касании грунта при посадке на мель. Аварийные повреждения являются частой причиной возникновения дефектов типа «расслоение» в корпусных конструкциях даже при отсутствии нарушения их герметичности, а в некоторых случаях и при отсутствии повреждения декоративного слоя. (Схема расположения внутренних дефектов типа «расслоение» в районе пятна аварийного контакта на корпусе судна из композитов при столкновении с гидроциклом – на рис. 3 слева.) При этом

корпус судна полностью сохранил свою геометрию и водонепроницаемость.

На отдельных высокоскоростных судах методами неразрушающего контроля были обнаружены дефекты типа «расслоение» по всей длине под фундаментами главных двигателей. Как правило, внутренние дефекты типа «расслоение» выявляются в районах расположения выступающих частей, особенно кронштейнов нижних опорных подшипников гребных валов. Реже дефекты такого типа выявляются в районе дейдвудов, гельмпортов рулей и водозабор-

ников систем охлаждения главных и вспомогательных двигателей. (Расположение внутренних дефектов типа «расслоение» на выступающих подводных частях корпуса на рис. 3 справа.)

Обобщенная схема расположения наиболее нагруженных и уязвимых элементов судна из композиционных материалов, использующая результаты обследований более чем 130 корпусов судов из композиционных материалов, приведена на рис. 4 [1, 4].

Перечисленные дефекты являются фактором, который ухудшает эксплуатационные ка-



С точки зрения возмещения убытков при гибели или повреждении судового корпуса из композитов, содержащего эксплуатационные дефекты, объективная оценка его технического состояния с использованием методов неразрушающего контроля позволяет минимизировать объем ущерба за счет правильного учета естественного износа корпуса при заключении договора страхования.

чества судовых корпусных конструкций, сокращает срок службы корпусов судов из композитов, снижает их стойкость к различным эксплуатационным и аварийным воздействиям. Как сказано выше, по достижении внутренним дефектом типа «расслоение» определенных размеров, напряжения, действующие в судовой конструкции в районе его расположения, превышают пределы прочности, установленные проектантом и изготовителем судна в качестве предельно допустимых. Это может привести как к разрушению конструкции при расчетных режимах движения, так и к непропорциональному увеличению зоны аварийных разруше-



Рис. 4. Расположение дефектов эксплуатационной природы на корпусе судна из композитных материалов

ний при нештатных эксплуатационных ситуациях. В этом заключается физический смысл естественного износа корпуса судна из композиционных материалов. Экономическая интерпретация естественного износа – в снижении остаточной стоимости корпуса судна в довольно широких пределах.

С точки зрения возмещения убытков при гибели или повреждении судового корпуса из композитов, содержащего эксплуа-

тационные дефекты, объективная оценка его технического состояния с использованием методов неразрушающего контроля позволяет минимизировать объем ущерба за счет правильного учета естественного износа корпуса при заключении договора страхования.

Изложенные примеры свидетельствуют о необходимости выявления дефектов стеклопластиковых корпусов судов для объективной оценки технического состояния корпуса и связанного с ней правильного учета необходимых параметров его естественного износа при заключении договора морского страхования casco. Косвенно объективная оценка технического состояния корпуса при страховании повышает безопасность эксплуатации судна из композитов.

Литература

- Францев М.Э. Проектная оценка эксплуатационных нагрузок и характеристик долговечности корпусов судов из композиционных материалов / М.Э. Францев // Морской вестник. 2008. № 4(28). С. 93–98.
- Францев М.Э. Проектные рекомендации по определению наиболее нагруженных и уязвимых элементов корпуса судна из композиционных материалов / М.Э. Францев // Конструкции из композиционных материалов. 2011. № 3. С. 86–97.
- Францев М.Э. Способ оценки технического состояния корпуса судна из композитов в процессе эксплуатации / М.Э. Францев // Контроль. Диагностика. 2009. № 11. С. 61–68.
- Францев М.Э. Эксплуатационные дефекты корпусов стеклопластиковых судов / М.Э. Францев // Катера и яхты. 2008. № 2(212). С. 90–93.
- Францев М.Э. Эксплуатационные дефекты корпусов стеклопластиковых судов / М.Э. Францев // Катера и яхты. 2008. № 3(213). С. 102–105.
- Францев М.Э., Данияев А.А. Друг судовладельца – дефектоскоп / М.Э. Францев, А.А. Данияев // Катера и яхты. 2010. № 3(225). С. 149–151.
- Францев М.Э., Данияев А.А. Ресурс композитов – новые данные / М.Э. Францев, А.А. Данияев // Катера и яхты. 2012. №1(235). С. 63–65.