

УДК 629.5.083.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДЕФЕКТАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ ТИПА «ВАЛДАЙ 45Р»

Григорьев Иван Александрович^{1,2}, магистрант, техник-программист Центра стратегического развития внутренних водных путей и инфраструктуры, специалист транспортной безопасности.

e-mail: grigoryev-i.a@yandex.ru

Кашина Вера Владимировна¹, к.т.н., доцент каф. ПиТПС, старший научный сотрудник Центра стратегического развития внутренних водных путей и инфраструктуры.

e-mail: lrtof@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

² ООО «ВодоходЪ», Москва, Россия

Аннотация. В настоящее время суда на подводных крыльях получают новое развитие. В частности, широко используются для перевозки пассажиров на местных и региональных линиях суда типа «Валдай 45Р». Вместе с тем техническая эксплуатация этих судов требует особых подходов ввиду конструктивных особенностей судна и специфики эксплуатации. В настоящей статье рассматриваются основные особенности проведения дефектации различных элементов судов рассматриваемого типа. Выполняется углубленный анализ особенностей дефектации корпусных конструкций судов, изготовленных из легких сплавов, в сопоставлении с дефектацией стальных корпусов судов. Рассматриваются наиболее распространенные повреждения конструкций судов типа «Валдай 45Р», обусловленные спецификой распределения нагрузок, вызванных работой в режиме глиссирования.

Ключевые слова: судно на подводных крыльях, техническая эксплуатация, дефектация, классификационное общество, техническое состояние.

RESEARCH OF THE FEATURES OF IMPLEMENTING DEFECTS IN PASSENGER VESSELS OF THE «VALDAI 45R» TYPE

Ivan A. Grigoryev^{1,2}, Master's Degree student, Software Engineer at the Center for Strategic Development of Inland Waterways and Infrastructure, Transport Safety Officer.

e-mail: grigoryev-i.a@yandex.ru

Vera V. Kashina¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ship Design and Construction Technology, Senior Research Fellow at the Center for Strategic Development of Inland Waterways and Infrastructure.

e-mail: lrtof@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

² Limited Liability Company «Vodohod», Moscow, Russia

Abstract. Currently, hydrofoil vessels are undergoing new development. In particular, the Valdai 45R type vessels are widely used for passenger transportation on local and regional lines. However, the technical operation of these vessels requires special approaches due to their design features and specific requirements. This article explores the main aspects of defect inspection for various elements of these vessels. It provides an in-depth analysis of the defects in the hull structures of light alloy vessels, comparing them with the defects in steel hulls. The article discusses the most common structural damage to Valdai 45R-type vessels caused by the specific distribution of loads resulting from hydroplaning.

Keywords: hydrofoil vessel, technical operation, defecting, classification society, technical condition.

Суда типа «Валдай 45Р» проекта №23180 являются скоростными пассажирскими судами на подводных крыльях (далее - СПК), предназначенными для перевозки пассажиров на внутренних водных путях разрядов «Л» и «Р». Их проектантом является ОАО «ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева». На сегодняшний день построено более 20 единиц. Суда «Валдай 45Р» могут эксплуатироваться на полноводных реках по всей территории России, от Центральной части до Дальнего Востока. В настоящее время они работают в Нижегородской, Ленинградской, Саратовской областях, а также в Астрахани, Таганроге и Якутске [1]. Данные суда пользуются большим спросом у туристов, поскольку скорость хода позволяет преодолевать большее расстояние за тот же промежуток времени по сравнению с водоизмещающими судами.

Конструкция судов типа «Валдай» имеет ряд особенностей, характерных для СПК, что обуславливает специфику их технической эксплуатации в целом и ремонта в частности. Главная особенность СПК в сравнении с водоизмещающими типами судов - это способность совершать переход из водоизмещающего режима в глиссирующий - «на крыльях», что вместе с тем создает пиковые нагрузки на крыльевое устройство, вызывая усталостные дефекты. В период с 2023 по 2025 год зафиксированы случаи вывода судов типа «Валдай 45Р» в связи с неисправностями гидравлики и гребных винтов [2]. Среди ключевых конструктивных особенностей проекта можно выделить корпус судна, характеризующийся лекальными обводами, изготовленный из алюминиевого сплава 1561 с продольной системой набора корпуса, а также наличие высоконагруженного крыльевого устройства, с подруливающими поверхностями, выступающего за обводы корпуса, гидравлическую систему управления и два двигателя внутреннего сгорания высокой мощности [3]. Расчетные размерения: L (длина) =17,03 м, В (ширина) =3,60 м, Н (высота борта) =1,21 м.

Суда типа «Валдай 45Р» созданы на основе уже существующих и получивших широкое распространение на различных линиях эксплуатации СПК таких как «Ракета» и «Метеор».

Дефектация, как базовый и ключевой этап технического освидетельствования, обеспечивает выявление скрытых и явных износов и повреждений судна, создавая условия для выполнения качественного ремонта, продления срока службы судна и обеспечения его безопасной эксплуатации.

Учитывая конструктивные особенности СПК, процесс дефектации требует адаптации методик, применяющихся для водоизмещающих судов с корпусами, изготовленными из стали. Необходимо учитывать и материал корпуса, и характерное наличие повышенных динамических нагрузок на элементы судна. Исследование особенностей дефектации элементов СПК важно для обеспечения безопасной эксплуатации судов в и соответствии нормам правил организации, уполномоченной федеральным органом исполнительной



власти в области транспорта на классификацию и освидетельствование судов, согласно ст. 35 Кодекса внутреннего водного транспорта от 07.03.2001 № 24-ФЗ [4].

Процесс дефектации СПК, как и других судов, делится на подготовительный, основной и заключительный этапы.

Подготовительный этап включает в себя докование или слипование, зачистку корпуса, разметку шпангоутов на корпусе, разборку движительно-рулевого комплекса (далее - ДРК) и т.д.

Основной этап заключается в визуальном осмотре, проведении дефектации инструментальным, ультразвуковым и магнитопорошковым методами с целью проверки элементов судовых конструкций, входящих в состав корпуса, ДРК, систем, устройств и механизмов, на наличие трещин, износов, остаточных деформаций и прочих дефектов. Кроме того, проводятся проверка валов на биение и гидравлические испытания на герметичность (как правило после проведения ремонтных работ). С учетом особенностей конструкции СПК, важно выполнять осмотр на изменение прогибов и эрозию лопастей винтов и крыльевого устройства [4].

Дефектация судов внутреннего плавания регулируется Правилами освидетельствования судов в процессе их эксплуатации (далее – ПОСЭ), утв. ФАУ «Российское Классификационное Общество», где указаны все требования к проведению визуально-измерительного, ультразвукового и других видов контроля и выявления дефектов при определении технического состояния судна [5].

Дефектация корпусных конструкций судов типа «Валдай 45Р» производится в соответствии с требованиями ПОСЭ, касающимися дефектации корпусов судов из легких сплавов [5]. Так для корпусных конструкций, изготовленных из алюминиево-магниевых сплавов средние остаточные толщины основных групп связей нормируются следующим образом:

- обшивка днища и набор днища, а также настил палубы (тента, надстройки) – не менее 0,8 от значения проектной толщины t ;
- обшивка и набор борта – не менее 0,75 от значения проектной толщины t .

При этом для судов II группы, длиной менее 25 м, к которым относятся суда типа «Валдай 45Р» допускается уменьшение указанных значений норм средних остаточных толщин групп связей на 0,1t от указанного выше.

Отдельная процедура для определения минимальных значений остаточных толщин связей при дефектации корпусов судов, изготовленных из легких сплавов ПОСЭ не предусматривается.

Выявляемые в процессе дефектации дефекты корпусных конструкций можно условно разделить на две группы: учитываемые и неучитываемые при определении технического состояния. Так нормы местных остаточных деформаций представлены в табл.3.6.3 ПОСЭ и составляют 0,2 для относительной протяженности вмятин по ширине корпуса в одном сечении b_i/B отдельно для палубы и днища и 0,4 для относительной протяженности вмятин по высоте бортов в одном сечении $\Sigma h_i/H$ отдельно для каждого борта. Под Σb_i и h_i понимается протяженность (размер) отдельной вмятины по ширине судна и высоте борта соответственно. Также при определении технического состояния корпусов судов, изготовленных из алюминиево-магниевых сплавов, учитываются:

- значения отношения стрелки прогиба вмятины к ее наименьшему размеру в плане, превышающему 0,07;
- максимальные стрелки прогиба гофрировок, превышающие 0,05 расстояния между балками судового набора;
- максимальные стрелки прогиба бухтин, превышающие 0,07 расстояния между балками судового набора.



Дополнительно производится проверка заклепочных соединений (в случае их применения при постройке судна, что характерно для других типов СПК), в ходе которой выявлению подлежит ослабление заклепочных соединений, приводящее к нарушению непроницаемости конструкций. Важной особенностью дефектации корпусов судов из легких сплавов в сопоставлении со стальными является выявление очагов межкристаллитной и пленочной коррозии, проявляющейся в образовании серого налета, глубоких язв, вспучиваний и расслоения металла. В случае, если суммарная ширина листов, подверженных таким повреждениям, превышает 0,2 ширины основных групп связей в данном сечении, их наличие учитывается при определении технического состояния.

Сравнение требований, предъявляющихся к дефектации корпусов из легких сплавов с требованиями для стальных корпусов судов, позволяет выявить ряд ключевых особенностей, перечень основных из которых представлен в форме табл.1. В соответствии с тем, что суда типа «Валдай 45Р» относятся ко II группе, нормирование толщин представлено с учетом требований, предъявляемых к ней, в т.ч. при длине судна менее 25,0 м.

Таблица 1. Сопоставление требований, предъявляемых к определению технического состояния корпусов судов из легких сплавов и стальных корпусов

Наименование нормируемой величины	Требования для корпусов из легких сплавов (II группы, длиной менее 25,0 м))	Требования для стальных корпусов (II группы)
Нормы средних остаточных толщин основных групп связей:	В соответствии с табл. 3.6.2 ПОСЭ	В соответствии с табл. 3.5.3 ПОСЭ
-Обшивка днища, набор днища	0,80 t- 0,10t=0,70 t	0,6t (0,55 t – для поперечного рамного набора)
-Настил палубы (тента надстройки), набор палубы	0,80 t- 0,10t=0,70 t	0,6t (0,55 t – для поперечного рамного набора)
-Обшивка борта, набор борта	0,75 t- 0,10t=0,65 t	0,55 t
-Комингсы грузовых люков, участвующие в общем изгибе, обшивка поперечных переборок, поперечные фермы.	нет	0,55 t
Нормы местных остаточных деформаций конструкций:	В соответствии с табл. 3.6.3 ПОСЭ	В соответствии с табл. 3.5.4 ПОСЭ
Относительная протяженность вмятин по ширине корпуса в одном сечении $\Sigma b_i/B$ отдельно для палубы и днища	0,20	0,35
Относительная протяженность вмятин по высоте бортов в одном сечении $\Sigma h_i/H$ отдельно для каждого борта	0,40	нет
Допустимые стрелки прогиба вмятин на различных элементах и группах связей	Отношение стрелки прогиба вмятины к ее наименьшему размеру в плане f/l превышает 0,07 — для корпусов из алюминиево-магниевого сплавов (п.3.6.4.2)	100-150 мм в зависимости от расположения
Нормы минимальных остаточных толщин элементов	нет	В соответствии с табл. 3.5.5 ПОСЭ



Продолжение Таблицы 1

Максимальные стрелки прогиба гофрировки	Не более 0,05 расстояния между балками судового набора для алюминиево-магниевых сплавов (п.3.6.4.3)	Не более 0,1 расстояния между балками набора, а для конструкций палубы, днища и ширстречного пояса при поперечной системе набора в средней части корпуса более 0,05 (п.3.5.6.4)
Максимальные стрелки прогиба бухтин	Не более 0,07 расстояния между балками судового набора для алюминиево-магниевых сплавов соответственно (п.3.6.4.4)	Не более 0,1 расстояния между балками судового набора

Из представленной таблицы видно, что практически все нормируемые параметры являются более жесткими при дефектации судов из легких сплавов и, в частности, для алюминиево-магниевых сплавов. Нормы остаточных толщин, выраженные в долях от проектной толщины элемента или группы элементов, для них выше в среднем на 10-15%. Требования к допустимой относительной протяженности вмятин и стрелкам прогиба гофрировок и бухтин также так-же являются более жесткими. Вместе с этим, не производится нормирование минимальных остаточных толщин элементов.

Как для стальных, так и для корпусов судов, изготовленных из легких сплавов при определении технического состояния в обязательном порядке принимается во внимание наличие общего остаточного прогиба или перегиба корпуса, при сопутствующем образовании разрывов, трещин, потери устойчивости балок продольного набора и их книц, резкими поперечными складками палубного настила, обшивки днища, бортов или другими признаками наметившегося перелома. Кроме того, основанием для присвоения статуса технического состояния «негодное» является нарушение непроницаемости наружной обшивки, настилов палуб и второго дна, обшивки внутренних бортов и непроницаемых переборок, а также наличие разрывов и трещин балок набора и сварных швов, соединяющих балки между собой и обшивкой.

Помимо корпусных конструкций, особых подходов при дефектации и повышенного внимания требуют и некоторые другие элементы судов типа «Валдай 45Р» и других СПК. Так, наиболее распространенными выявляемыми дефектами на судах рассматриваемого типа являются кавитация лопастей винтов, вызванная высокими скоростями на рабочих режимах и различные дефекты систем управления, обусловленные, в том числе, высоким насыщением ими судна и высокой вибрационной нагрузкой [6]. Крыльевые устройства судов на подводных крыльях также испытывают большие нагрузки в процессе эксплуатации, являясь крайне ответственным элементов. Они, в соответствии с требованиями ПОСЭ, выборочно осматриваются при освидетельствовании металлических корпусов в рамках очередного освидетельствования. Большое внимание уделяется деталям валовой группы. Техническое состояние признается негодным в случаях, когда выявляется скручивание баллера рулей судов на подводных крыльях, при том, что для других типов судов допускается скручивание баллера до 10° при условии отсутствия трещин. Повышенная вибрация крыльев требует крайне внимательного подхода к дефектоскопии гребных валов на усталостные трещины [6]. В остальном требования ПОСЭ преимущественно идентичны для всех типов судов.

Одной из наиболее характерных проблем, связанных в обеспечении условий для дефектации и дальнейшего ремонта судна является вынужденная специфика подъема судна на берег, вызванная главной особенностью таких судов – наличием подводных крыльев.

Примечательно, что в Российской Федерации отсутствуют специализированные приспособления (судоподъемные сооружения) для подъема таких судов из воды. Судоремонтным предприятиям и судовладельцам приходится находить альтернативные классическим решения данного вопроса, которые, как правило, являются более ресурсозатратными и трудноорганизуемыми по сравнению с подъемом классических водоизмещающих судов.

В целом важно отметить, что безопасная и эффективная эксплуатация судов на подводных крыльях и судов типа «Валдай 45Р» обеспечивается качественным проведением их дефектации и ремонта. Это требует развития технологий в этой области, начиная с обеспечения материально-технической базы заводов возможностью подъема из воды таких судов. Кроме того, необходимо проведение исследований в области формирования рискориентированных подходов в процессе ремонта и облуживания таких судов, в том числе с применением полного спектра превентивных мер. Для раннего выявления и предупреждения дефектов, способствующих скорому выводу судна из эксплуатации, целесообразным является применение комплексного мониторинга с датчиками (акселерометры).

Список литературы:

1. Водный транспорт. Проект 23180, тип Валдай 45Р. – URL: <https://fleetphoto.ru/projects/3115/> (дата обращения: 29.03.2026)
2. У второго в Самаре судна типа «Валдай 45Р» приостановлено действие свидетельства классификационного общества. Portnews.ru. – URL: <https://portnews.ru/news/352836/> (дата обращения: 29.03.2026)
3. Грибов К.В. Скоростные суда на подводных крыльях для Дальневосточного бассейна (обзор) / К.В. Грибов, Г.А. Федорев // Вестник инженерной школы ДВФУ, №1 (30) 2017. – С. 98-115.
4. Кодекс внутреннего водного транспорта от 07.03.2001 № 24-ФЗ
5. Российское классификационного общества. Правила освидетельствования судов в процессе их эксплуатации. М. – 2019. – 160с.
6. В ЦКБ по СПК теперь устанавливают инновационные гребные винты на «Валдаях 45Р». Flagman-news.ru. – URL: https://flagman-news.ru/news/cudoctroenie/_v_ckb_po_cpk_teper_uctanavlivaut_innovacionnye_grebnye_vinty_na_valdayah_45r.html (дата обращения: 29.03.2026)

