

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИСПЫТАНИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СУДОВЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЯ

г. Нижний Новгород, ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

В статье кратко анализируются достоинства и недостатки существующих методов испытания судовых корпусных конструкций на герметичность. Обосновывается необходимость совершенствования методов таких испытаний. Описывается вариант использования для этих целей усовершенствованного турбулентного течейскаателя.

Условия эксплуатации судов требуют обеспечения герметичности их корпуса и отдельных его частей. Проникновение забортной воды даже в незначительных количествах внутрь судна в ряде случаев приводит к серьезным последствиям. Поэтому надёжность и качество строящихся судов в равной мере зависит не только от правильности проектирования корпусных конструкций, но и от качества их изготовления, в большинстве случаев включающего обеспечение требований герметичности.

За последние годы в судостроении внедрены новые сварочные материалы и сварочное оборудование, что позволило значительно улучшить качество сварных корпусных конструкций. Значительный прогресс достигнут в области разработки и применения методов контроля качества сварных швов. Однако, несмотря на повышение качества сварки и использование более совершенных методов контроля сварных швов, проверка герметичности корпусных конструкций остается обязательным и очень важным технологическим этапом постройки любого судна.

Высокие требования к герметичности современных судов, их большая насыщенность механизмами, устройствами, приборами, трубопроводами, электрическими кабелями и т.п. сделали испытания на герметичность весьма сложным процессом, требующим больших затрат времени и средств.

Контроль качества является одной из важнейших функций комплексной системы управления качеством выпускаемой продукции и от совершенствования контроля, его технического оснащения зависит эффективность всей системы. Именно за счёт применения новой техники служба контроля качества может достаточно эффективно выполнить свою основную функцию. При решении задачи повышения качества важнейшую роль играют методы и средства неразрушающего контроля, позволяющие без повреждения объектов контроля оценить широкий круг показателей.

В судостроении, где контроль качества только сварных соединений занимает 5% от трудоёмкости контроля узлов и материалов, неразрушающие методы находят самое широкое распространение [1]. Они используются как для обнаружения внутренних и поверхностных дефектов сварных соединений судовых корпусных конструкций, так и сквозных дефектов, нарушающих герметичность. Несмотря на совершенствование методов локального контроля качества сварки, применение этих методов позволяет оценивать качество сварных швов только на проверяемых участках, но не характеризует степень герметичности контролируемой конструкций в целом. Контроль герметичности корпусных конструкций требует довольно значимых затрат времени и средств, так как строящиеся суда имеют большую протяжённость межсекционных соединений, а к герметичности корпусов многих типов судов предъявляются высокие

требования. Поэтому, наряду с различными конструктивными и технологическими мероприятиями по обеспечению герметичности, особое значение приобретает выбор наиболее рациональных и эффективных методов и средств обнаружения течей судовых корпусных конструкций.

Вопросам разработки методов и средств контроля герметичности изделий в различных отраслях промышленности посвящены исследования Л.Е. Лёвиной, В.И. Карпова, В.Б. Протопопова. В судостроении исследованиями методов контроля герметичности занимались В.Ф. Соколов, А.Я. Розин, В.С. Захаров и др. Исследовалась эффективность испытаний корпусов судов наливом воды и надувом воздуха; параметры испытательного давления воздуха, обеспечивающего проверку герметичности судовых корпусных конструкций; факторы, влияющие на изменение давления в испытываемых объемах; возможность оценки герметичности отсеков судов при испытаниях их надувом воздуха и т.д.

В настоящее время при испытаниях корпусов судов на герметичность используются следующие методы [2]: налив воды под напором; налив воды без напора; надув воздухом; поливание струей воды под напором; поливание рассеянной струей воды; обдув струей сжатого воздуха; смачивание керосином; применение вакуумных камер.

Испытания наливом воды, получившие широкое распространение благодаря своей простоте и надёжности, весьма трудоёмки и дороги, требуют значительных расходов воды и затрат времени на её налив и слив, а также на выполнение экологических требований при сливе воды. Наряду с этим после испытаний наливом перед окрашиванием корпусных конструкций необходимо проведение дополнительных работ по их зачистке от продуктов коррозии. Кроме того весьма затруднительно выполнение испытаний водой в холодный период года – воду необходимо подогревать и принимать необходимые меры по удалению конденсата при отпотевании корпусной конструкции. Налив воды в отсеки или цистерны большого объёма на стапеле приводит к значительным нагрузкам на корпус строящегося судна и часто требует установки дополнительных временных подкреплений. В результате метод гидравлический испытаний является сдерживающим фактором в строительстве судна, т. к. задерживается начало монтажных и достроечных работ.

Указанных недостатков лишены испытания надувом воздуха. К настоящему времени воздушные испытания являются одним из основных методов контроля герметичности корпусных конструкций. Однако эти испытания имеют недостатки к которым, в первую очередь, следует отнести необходимость обеспечения специальных мер безопасности и относительно высокую трудоёмкость процесса обнаружения всевозможных неплотностей. Последнее объясняется тем, что на поверхность испытываемых соединений корпусных конструкций необходимо нанести пенообразующие индикаторы типа мыльных растворов и полимерных составов. При обеспечении условий доступности к контролируемым соединениям метод воздушных испытаний позволяет осуществлять контроль герметичности отсеков корпуса судна с законченными в них монтажно-достроечными работами.

В составе всего комплекса традиционных испытаний корпусных конструкций методы испытаний на герметичность поливом водой и обдувом струёй сжатого воздуха имеют ограниченное применение по причине низкой чувствительности. Также ограничены по применению и испытания смачиванием керосином и жидкостями на его основе из-за возможности использования этих методов только для проверки герметичности сварных соединений и из-за их пожароопасности и экологической вредности.

Все сказанное свидетельствует о необходимости совершенствования методов испытаний судовых корпусных конструкций на герметичность. Этот вывод подтверждается также тем, что, несмотря на относительно небольшое удельное значение трудоёмкости выполняемых испытаний (8-10% от общей трудоёмкости корпусных работ), они оказывают существенное влияние на технологию, организацию и сроки постройки судна в целом.

В связи с указанными выше недостатками традиционных методов испытаний на герметичность в практике отечественного и зарубежного судостроения и других производств за последние годы начали применять инструментальные методы контроля герметичности. Эффективность применения таких методов контроля герметичности подтверждается зарубежным опытом постройки судов и кораблей различного типа и назначения.

Важным этапом в развитии и использовании инструментальных методов контроля герметичности можно считать применение течеискателей, действие которых основано на различных физических и химических явлениях.

На кафедре Проектирования и технологии постройки судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ» разработаны усовершенствованный турбулентный течеискатель и методика его применения на отечественных судовых поверхностях. Принцип работы течеискателя основан на турбулизации ламинарного потока воздуха в чувствительном элементе при воздействии на него струи воздуха, исходящей из течи испытываемой конструкции.

Принципиальная схема течеискателя приведена на рис. 1 [3].

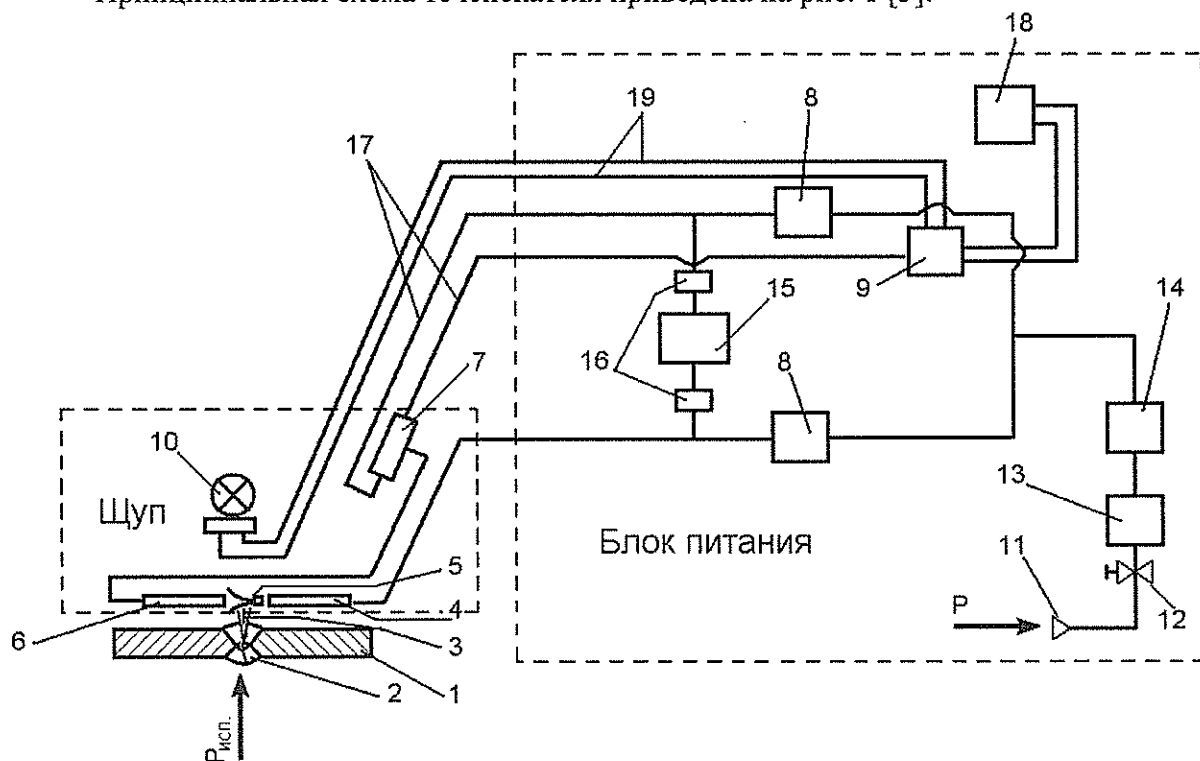


Рис. 1. Принципиальная схема течеискателя с питанием от цеховой магистрали сжатого воздуха

Течеискатель работает следующим образом. Во время испытаний конструкции на герметичность щуп течеискателя, который оканчивается чувствительным элементом, перемещается вдоль контролируемого соединения конструкции, находящейся под испытательным давлением. В случае отсутствия неплотности 2, из которой бы выходила струя воздуха 3, ламинарный поток 5 почти полностью попадает в приёмный канал 6 чувствительного элемента (чувствительный элемент состоит из

сопла 4, в котором формируется ламинарный поток 5 и приёмного канала 6. Из приёмного канала пневматический сигнал подаётся в канал управления турбулентного усилителя 7; давление на выходе турбулентного усилителя в этом случае равно нулю. При этом и на входе пневмоэлектрического преобразователя 9 пневматический сигнал отсутствует – пневмоэлектрический преобразователь не «срабатывает» и на светодиод 10 напряжения от батареи 18 не поступает; светодиод не горит. Таким образом, схема работает до тех пор, пока чувствительный элемент не встречается со струёй воздуха 3, выходящей из течи контролируемого соединения. В этом случае струя воздуха, воздействуя на ламинарный поток питания 5, турбулизует его. Тогда давление на выходе приёмного канала 6 мгновенно принимает нулевое значение и пневматический сигнал в канал управления турбулентного усилителя 7 не поступает, а на выходе турбулентного усилителя появляется пневматический сигнал. Этот сигнал приходит на вход пневмоэлектрического преобразователя 9, с которого уже электрический сигнал поступает на светодиод 10, который загораясь, сигнализирует об обнаруженной течи.

Питание течеискателя воздухом может осуществляться от цеховой магистрали сжатого воздуха. В этом случае воздух от магистрали 11 через вентиль 12 поступает на центробежный фильтр-влагоотделитель 13, где очищается от влаги и паров масла. Давление воздуха регулируется и стабилизируется с помощью регулятора давления 14. Далее очищенный воздух низкого давления через регулируемые пневмосопротивления 8 попадает в сопло питания 4 чувствительного элемента и для питания турбулентного усилителя 7. Величины давления воздуха, необходимые для устойчивой работы течеискателя, устанавливаются с помощью напоромера 15, который подключается с помощью пневмопереключателей 16. Воздух к составляющим элементам прибора подаётся по трубкам 17, электрический сигнал от батареи 18 – по проводам 19.

Описанная конструкция течеискателя и метод его использования в 1,15-1,3 раза снижает трудоёмкость проведения испытаний по сравнению с существующими, в том числе зарубежными, течеискателями, при более надёжном обнаружении неплотностей в испытываемых конструкциях. Его применения на верфях может способствовать дальнейшему повышению качества судовых корпусных конструкций.

Список литературы:

1. ОСТ 5Р. 1180-93 «Суда. Методы и нормы испытаний на непроницаемость и герметичность».
2. **Глозман, М.К.** Практика применения стандарта «Испытание непроницаемости корпусов морских стальных судов гражданского флота. Методы и нормы». Труды ЛКИ, вып. XVIII. – 1958 г.
3. **Захаров В.С.** Разработка технологии испытаний на герметичность судовых корпусных конструкций с использованием турбулентного течеискателя : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.08.04 / Захаров Вениамин Сергеевич. – Николаев. кораблестроит. ин-т им. С.О. Макарова. – Горький, 1989. – 20 с.