

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПРОЕКТОВ КОРАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

М. А. Долматов, Ю. А. Галанин, В. А. Козлов, Г. А. Тюменцев (Санкт-Петербург)

Одной из основных задач, решаемых при создании продукции для судостроительной отрасли, является обеспечение на самых ранних стадиях проектирования ее комплексного анализа с точки зрения обеспечения процессов изготовления, эксплуатации, ремонта и обслуживания. При традиционном подходе проектными организациями для решения этой задачи применяются полномасштабные натурные макеты, воссоздающие размещение продукции в месте ее предполагаемой установки на заказах – судовых и корабельных помещениях. Временные и финансовые затраты на создание и корректировку подобных макетов могут быть значительными и зависят от типа, сложности и насыщенности макетируемого изделия и помещения.

АО «ЦТСС» первая организация судостроительной отрасли России, которая начала применять в практике своей деятельности методы электронного макетирования и электронного эргономического анализа. Применение этих методов позволяет отказаться от натурального макетирования и выполнять комплексную эргономическую оценку продукции на этапе проектирования с учетом так называемого «человеческого» фактора.

Данные методы базируются на применении средств трехмерного моделирования (систем типа CAD/CAM/PLM) в комплексе со специализированными пакетами инженерного (эргономического) анализа, позволяющие создавать электронные макеты на основе 3D моделей, полученных из систем CAD/CAM/PLM, и выполнять эргономические исследования на антропометрически точных электронных манекенах персонала.

За период с 2005 года АО «ЦТСС» накоплен значительным опыт применения специализированных пакетов эргономического анализа DELMIA (модуль Human) и Unigraphics Jack при анализе компоновочных решений по проектируемым изделиям (глубоководный аппарат «БЕСТЕР-1» и др.), а также при разработке технологий монтажа/демонтажа сложного оборудования в насыщенных корабельных помещениях в рамках договоров с предприятиями отрасли [1].

Опыт выполненных работ показал, что использование пакетов эргономического анализа сопряжено со значительными трудозатратами на трассировку действий электронных манекенов, производимых в «ручном» режиме при проведении исследования.

В 2014 году на базе АО «ЦТСС» был введен в эксплуатацию Центр виртуальных исследований (ЦВИ) [1], позволяющий значительно расширить возможности при выполнении исследований разрабатываемой продукции.

Наличие в составе программно-аппаратного комплекса ЦВИ таких современных средств интерактивного взаимодействия с CAD/CAM/PLM, в т.ч. пакетами электронного эргономического анализа, как «костюм» виртуальной реальности, позволяет значительно сократить длительность работ по оценке разрабатываемых проектных решений за счет автоматизации трассировки действий персонала, обрабатываемых с использованием электронных манекенов в среде виртуальной реальности.

В 2017 году в рамках СЧ ОКР «Крумкол» на базе ЦВИ АО «ЦТСС» выполнен комплекс работ по проверке соответствия корабельной арматуры, разработанной КБ «Армас», общим эргономическим требованиям. В качестве исследуемого объекта был выбран клапан DN50. В качестве исходных данных использовались 3D модели клапана DN50 с приводом (рисунок 1) и монтажной рамы, экспортированные из исходной среды разработки Сгео, габаритные и монтажные чертежи.

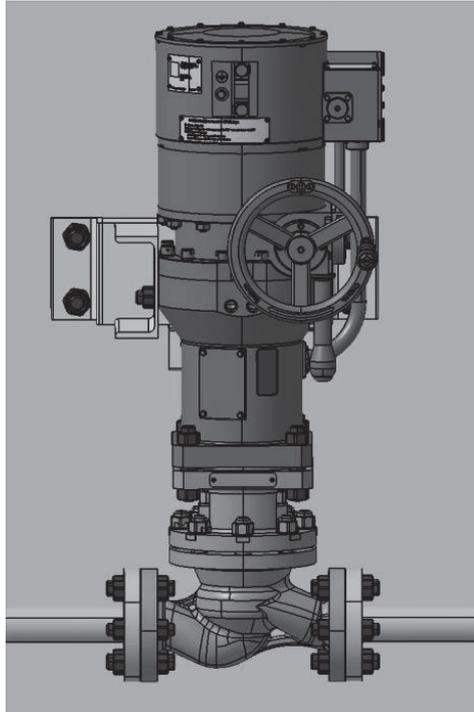


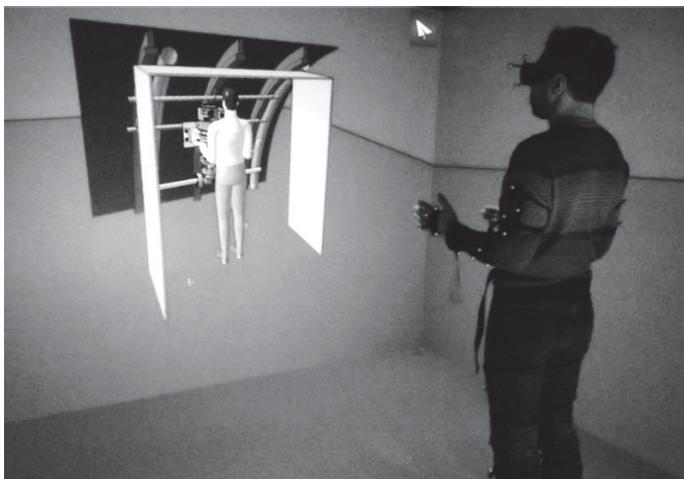
Рис. 1 . 3D модель клапана DN50 с приводом

На основе исходных данных были воссозданы 3D модели основных элементов затеснения, ограничивающих предполагаемое место установки клапана в помещении:

- основные корпусные конструкции;
- фрагмент трубопроводов, проходящих через помещение;
- фрагмент электрокабелей, проходящих через помещение;
- подвесы для электрокабелей;
- фундамент для крепления клапана с приводом;
- питающий и отводящий трубопроводы.

Разработка моделей выполнялась в среде специализированного CAD пакета Rhinoceros с последующим экспортом в универсальный формат передачи STEP.

В обеспечение проведения запланированного комплекса эргономических исследований в среде пакета DELMIA (модуль Assembly) выполнено создание электронных макетов для трех вариантов пространственного размещения клапаном с приводом.



**Рис. 2. Проведение исследования в ЦВИ АО «ЦТСС»
(в режиме синхронизации с «костюмом» виртуальной реальности)**

В среде пакета DELMIA (модуль Human) была подготовлена библиотека электронных манекенов, охватывающих шесть ростовых групп персонала, сформированных на основе имеющихся статистических данных по антропометрическим параметрам экипажей кораблей.

Комплекс эргономических исследований выполнялся с использованием инструментальных возможностей пакета DELMIA (модуль Human) и программно-аппаратного комплекса ЦВИ АО «ЦТСС».

Проверка клапанов на соответствие общим эргономическим требованиям ГОСТ 21752 [2] выполнялась в следующем объеме:

- оценка удобства и доступности;
- оценка зоны видимости персонала – видимость поясняющих надписей и визуальный контроль индикатора положения запорного элемента клапана (рисунок 3);
- оценка зоны досягаемости (рисунок 4) и минимально необходимой для выполнения работ рабочей зоне вокруг клапана.

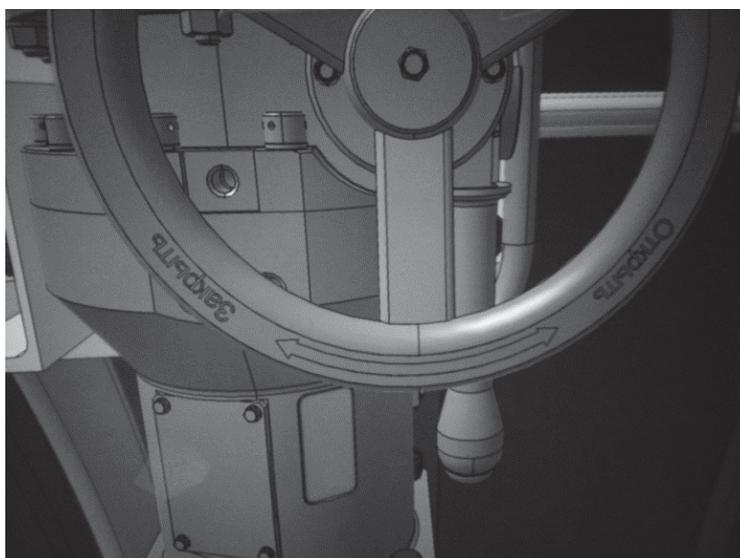


Рис. 3. Анализ зоны видимости (в среде виртуальной реальности)

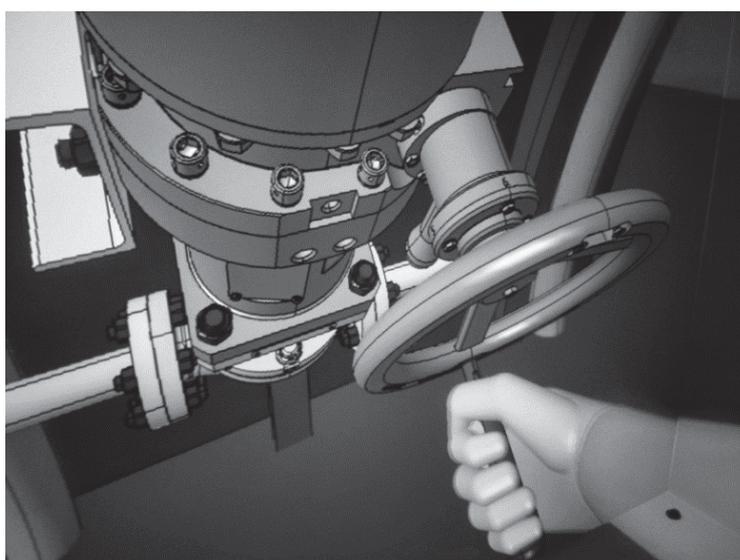


Рис. 4. Анализ зон досягаемости (в среде виртуальной реальности)

По результатам выполненного исследования:

– подтверждено соблюдение общих эргономических требований в отношении клапана DN50;

– даны рекомендации по размерам рабочей зоны вокруг клапана, минимально необходимой для выполнения работ.

Кроме того, результаты выполненных эргономических исследований могут быть применены для клапанов DN80 и DN100, разрабатываемых в рамках СЧ ОКР «Крумкол».

Использованный в рамках выполненной работы комплексный подход подтвердил свою эффективность и может быть рекомендован для применения в КБ, так как позволяет выйти на качественно новый уровень проектирования изделий сложной морской техники и технологий изготовления, монтажа, обслуживания и ремонта продукции в т.ч. за счет задания рабочих зон с учетом антропометрических особенностей экипажей судов и кораблей.

В перспективе в обеспечение нужд предприятий и организаций российской судостроительной отрасли на базе ЦВИ АО «ЦТСС» может быть создан отраслевой центр для экспертизы (приемки) проектных решений.

Литература

1. Долматов М. А., Плотников А. М., Рыбальченко Ю. Б. Применение технологий виртуального прототипирования в российском судостроении. – Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудования и материалы – 2014» (МНТК «ИТОМ-2014»), Часть 2, Казань, 2014, с.93–97.
2. ГОСТ 21752-76 Система «Человек-машина». Маховики управления и штурвалы. Общие эргономические требования.