



ООО «Нева Технолоджи»  
198097, Россия, г. Санкт-Петербург,  
ул. Новоовсянниковская, д.17, Лит. А  
Тел./факс: +7 (812) 380-92-13  
+7 (812) 784-15-34; 784-96-70  
www.nevatec.ru  
info@nevatec.ru

## **Подход к разработке базового ядра методики постройки судового корпуса в чистый размер**

А.А. БЕЛОЗЁРОВ, М.М. БОНДАРЬ, В.А. МАНУХИН  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
ООО «Нева Технолоджи»  
Санкт-Петербург, Россия

Судостроительная промышленность в России на данный момент переживает очевидный и закономерный подъем. В первую очередь это касается надводных и подводных кораблей, ледоколов и прочих «особых» судов. Повсеместно на верфях закупается новое оборудование, вводятся в эксплуатацию новые линии и даже открываются новые крупные верфи. Например, Судостроительный комплекс «Звезда» в г. Большой камень. Однако, современные реалии требуют не только новых производственных мощностей, но и нового подхода к судостроению в целом.

На сегодняшний день, на предприятиях судостроительной промышленности наблюдается общая для всех проблема. Точность изготовления деталей, секций и блоков является неудовлетворительной, что приводит к необходимости проведения значительного объема пригоночных работ. Это ощутимо затягивает доставельный и стапельный периоды постройки судов, а также увеличивает стоимость производства корпуса судна (до 20% конечной стоимости постройки может приходиться на пригоночные работы).

Существует две основные и очевидные причины появления данных неточностей:

- Ошибки, появляющиеся в процессе раскроя листов металла. Эти ошибки могут быть вызваны кривизной направляющих рельс или низкой точностью позиционирования режущей головки
- Сварочные деформации.

Конечно, для всех является очевидным, что при сварке листов и полос малой толщины будут наблюдаться значительные деформации. Однако, вопреки распространенному мнению, деформации наблюдаются и заметно влияют на общую геометрию секций и при сварке полотнищ толщиной более 20 мм.

Как показали проведенные замеры, даже на больших толщинах, порядка 25 мм, при условии соблюдения принятых на предприятии технологий, при стыковой сварке листов обшивки, усадка составляет более 1.5 мм в направлении перпендикуляра ко шву в плоскости полотнища. Измерения производились на ССК «Звезда» лазерным трекером API OMNITRAC2.

Существующие на сегодняшний день аналитические методы определения сварочных деформаций базируются в большинстве своем на упрощающих задачу предположениях и допущениях. В силу этого все аналитические методы являются очень приближенными и позволяют рассчитывать с приемлемой точностью только простейшие сварные соединения. По этой причине такие методы не нашли практического применения на производстве.

Альтернативой аналитическим методам являются численные расчеты, базирующиеся на использовании мощных компьютеров и программных средств.

В этой связи следует упомянуть существующие специализированные конечно-элементные комплексы SYSWELD и Simufact welding. Вместе с тем эти и подобные им программные средства характеризуются избыточным потенциалом, высокой стоимостью и сложностью освоения пользователем. Кроме того, они не дают возможности быстро провести расчеты большого количества сварных соединений.

Первопроходцами в области постройки судов в чистый размер можно назвать южнокорейские судостроительные заводы. Однако используемая ими методика имеет одну важную особенность. В Южной Корее налажено производство судов и кораблей крупными сериями. Количество судов одного проекта в серии, как правило, не бывает меньше 10-ти единиц, и часто бывает даже больше 20-ти. Вследствие этого, корейские судостроители имеют возможность, проводя мониторинг изготавливаемых деталей и внося поправки в чертежи и раскройные карты, постепенно выходить на "чистый" размер. Обычно экономия времени сборки становится заметна не ранее третьего судна в серии

Однако, современные реалии и особенности судостроения в России не позволяют нам идти по тому же пути. Основная причина такого положения заключается в том, что большинство верфей, особенно крупных, задействованы в строительстве уникальных судов, выпускающихся либо в единичном экземпляре, либо малыми сериями от трех до пяти кораблей.

Некоторые российские верфи используют накопленные на собственном опыте производства статистические данные. Однако, количественные значения необходимых показателей, полученные таким путем, являются приближенными. Это связано с тем, что при измерениях обычно используется простое измерительное оборудование и не учитываются ошибки в геометрии деталей, полученные на этапах вырезания заготовок и подготовки кромок к сварке. Такой подход не позволяет достичь необходимой точности и требуемого уровня технологичности процесса.

Исходя из вышесказанного, становится очевидно, что для повышения эффективности российской судостроительной промышленности одним из путей является разработка методики постройки судов в чистый размер.

Для решения этой задачи предполагается разработать наборы универсальных макросов для конечно-элементного комплекса ANSYS, охватывающих наиболее широкий спектр возможных конкретных задач производства, работоспособность которых будет проверена натурными испытаниями на предприятиях судостроительной промышленности.