Данный автоклав стал результатом международного сотрудничества. Проект установки разрабатывался канадскими и германскими специалистами. Непосредственной реализаций проекта занималось китайско-японское предприятие «Шанхай маримацу», поэтапная доставка аппарата к месту назначения осуществлялась бельгийской компанией, специализирующейся на перевозке промышленного негабаритного тяжеловесного оборудования.

Подобного рода современных инновационных автоклавов в мире можно пересчитать по пальцам, в России данное оборудование будет эксплуатироваться впервые.

Автоклав – аппарат для проведения различных процессов при нагреве и под давлением выше атмосферного. Автоклавы применяются в химической промышленности; в гидрометаллургии (выщелачивание с последующим восстановлением из растворов цветных и драгоценных металлов, редких элементов).

Путешествие автоклава было непростым, так как данное оборудование длиной 26 метров, высотой 5 метров, весом около 200 тонн относится к Уникальным крупногабаритным тяжеловесным грузам.

Для перевозки автоклава были рассмотрены две схемы доставки в интермодальном исполнении:

Первая схема: транспортировка автоклава с суши на баржу в порту Шанхай, далее транспортировка по морю на барже до устья р. Амур и далее вверх по течению до г. Амурск, а затем транспортировка автоклава с баржи на сушу и далее до АГМК.

Проведенные исследования показали, что данный маршрут не приемлем для транспортировки ввиду ряда причин:

1. Сложная и дорогостоящая разгрузка/погрузка на существующем пирсе в г. Амурск.
2. Транспортировка через населенный пункт.
3. Пересечение с воздушными кабельными и трубными переходами.
4. Наличие подъездных, городских коммуникаций.
5. Пересечение с железнодорожными переездами.
6. Большое количество пересечений с высоковольтными ЛЭП.

Данная схема имеет большое количество препятствий, устранение которых является дорогостоящим процессом.

Вторая схема, которая и была принята к исполнению: автоклав, изготовленный в Шанхае, отправлен морским путем на теплоходе «Сергей Данилов» во Владивосток, где был перегружен на железнодорожную платформу и доставлен в Амурск.

В порту Владивосток автоклав был перегружен двумя мобильными портовыми кранами марки Gottwald HMK 4406, максимальная грузоподъемность каждого составляет 100 т.

Но как переместить автоклав с железнодорожной платформы? Для этого в Амурск из Европы привезли подъемную установку «Гантри». Именно этот гидравлический домкрат, а не обычный подъемный кран, приподнял 200-тонный груз над железнодорожным полотном. Но до площадки комбината – еще 7 километров по грунтовой дороге. Самоходный транспортер и доставил автоклав до АГМК. 20-осная «тележка» может выдержать вес даже в 600 тонн. Самоходная она потому, что управляется дистанционно, водитель здесь совсем не нужен.

Прибытие в Амурск автоклава знаковое и важное событие для строящегося гидрометаллургического комбината. Установку автоклавного окисления золоторудного концентрата называют сердцем всего масштабного проекта компании «Полиметалл» на Дальнем Востоке.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ С ПРЕПЯТСТВИЕМ

Ярополов В.А., Ярополов Ю.В.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: uvt215@mail.ru

При проектировании судов с подводными крыльями особое внимание уделяется конструктивным мерам обеспечения безопасности СПК в соответствии с Кодексом безопасности судов с динамическими принципами поддержания [1]. Тем не менее, встречаются аварийные ситуации при эксплуатации судов на подводных крыльях, связанные с ударом о мель и плавающие предметы.

Проблему предотвращения столкновения судна с препятствием можно рассматривать в двух аспектах:

– предупреждение посадки на мель и удара о плавающие предметы с использованием специальных средств навигации и локации, а также автоматических систем остановки главных двигателей и перехода судна в водоизмещающий режим;

– принятие мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации.

Первая часть проблемы связана с мониторингом глубины акватории и наличия плавающих предметов. Непрерывный контроль глубины акватории и наличие плавающих предметов возможен путем гидролокации водоема. В случае уменьшения глубины водоема ниже критической, система автоматической остановки главных двигателей позволяет перейти судну в водоизмещающий режим. Такое решение позволяет судну отойти в безопасное место и выполнить маневрирование.

Известна ультразвуковая и звуковая активная и пассивная гидролокация, широко применяемая в морской навигации для обнаружения невидимых глазом подводных препятствий и объектов. Однако применение ультразвуковой и звуковой гидролокации на судах с подводными крыльями может оказаться проблематичным, по причине возникновения помех из-за излучения звуковой вибрации в воду от работающей энергетической установки.

Поиск препятствия зависит от качества отраженного от него сигнала, которое ухудшается с уменьшение глубины, и наличием посторонних шумов от ударов волн о поверхность суши.

Известно, что механизмы взаимодействия, приводящие к рассеянию электромагнитного излучения (световых волн), значительно отличаются от механизмов, приводящих к рассеянию звука. Дело в том, что длина световой волны значительно короче длины волны звуковых волн, что значительно уменьшает влияние посторенних помех на изменение структуры отраженного сигнала. Поэтому гидролидарные лазерные системы смогут значительно расширить возможности дистанционных методов зондирования акватории.

Для оценки дальности действия под водой лазерных локаторов используется формула [2]

$$L = -\frac{2{,}3}{k_\lambda}\lg\frac{\gamma W_{ш}}{W_{И}},$$

где γ – заданное отношение сигнал/шум; – мощности сигнала излучателя и шума приемника; k_λ – коэффициент ослабления излучения.

Исследования в этой области [2] показывают, что наиболее оптимальным для обнаружения подводных предметов являются лазерные лидары, работающие в сине-зеленой области спектра с длиной волны

0,53 мкм, имеющие наименьший коэффициент ослабления излучения k_λ и наибольшую дальность действия под водой.

Принцип действия лидара основан на том, что короткий импульс лазерного излучения входит в воду и по мере распространения освещает дно или иные плавающие предметы, находящиеся в ней (рис. 1). Отраженный от дна и плавающие предметы, оптический сигнал принимается, детектируется и обрабатывается на борту судна [3].

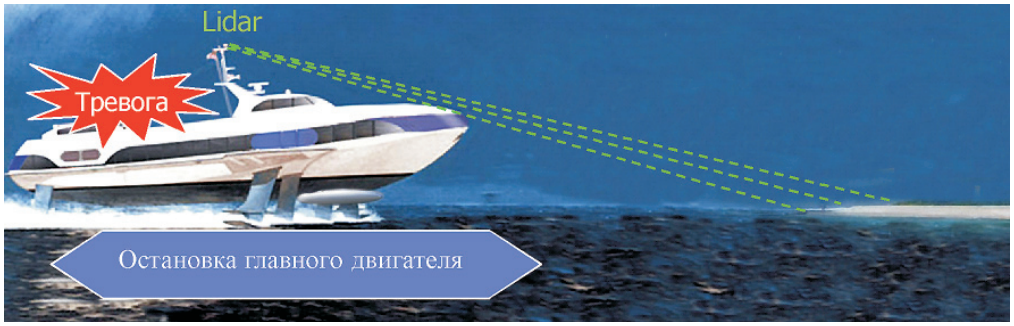

Рис. 1

Решение проблемы принятия мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации может идти в направлении:

– поиск способа эффективного торможения судна до полной остановки судна и исключения посадки на мель;

– поиск способа предупреждения удара судна о плавающий предмет.

Известно, что одним из путей упрощения эксплуатации перспективных СПК является оборудование их подъемными крыльями. Существуют различные способы подъема крыльев:

– подтягивание крыльев к корпусу для уменьшения осадки;

– подъем из воды над верхней палубой [1].

Первый способ, в какой-то части решает проблему безопасности эксплуатации судна на мелководье. Подъем из воды крыльев в процессе его движения проблематичен. Все эти способы только упрощают обслуживание и ремонт крыльев в стационарных условия, но никак не решают полностью проблемы принятия мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации.

В момент остановки главных двигателей судно имеет скорость равную скорости хода на подводных крыльях. С момента погружения корпуса судна в воду до полной его остановки будут возрастать силы сопротивления трения. Скорость судна убывает сначала быстро, а затем все медленнее и медленнее. Если принимать во внимание действие сил трения на судно, то путь, пройденный судном за время подхода к препятствию, будет определяться функцией в виде экспоненты. Таким образом, увеличивая сопротивление воды движению судна, сокращается путь подхода судна к препятствию.

Решение второй части проблемы направлено на генерирование искусственной волны в носовой части корпуса судна (рис. 2). Это возможно путем мгновенного выброса воды с большой скоростью гидропушкой в направлении движения судна в момент остановки главных двигателей. Выброс осуществляется в слое воды акватории. В направлении искусственного потока будут действовать силы инерции, силы вязкости и силы давления.

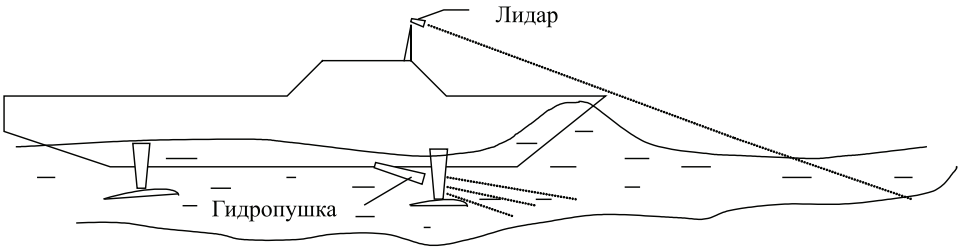

Рис. 2

Из-за большой скорости искусственного потока (большие числа Рейнольдса) силы вязкости будут малы около стенок плавающего предмета или у поверхности на мелководье по сравнению силами инерции и давления.

Известно, что зависимость между скоростью потока жидкости и давлением жидкости на данном участке описывается уравнением Бернулли [4]:

$$\frac{P}{\gamma}+\frac{V_{\text{в}}^2}{2g}=\text{const}.$$

Из выражения видно, что если на каком либо участке скорость движения жидкости увеличивается, то для сохранения равенства должно понизиться давление. В результате чего, верхние слои воды под действием сил тяжести будут перемещаться вниз и создавать искусственную волну. Возникшая волна будет препятствовать движению судна, отбрасывая его назад.

В случае неожиданного подхода к мелкому месту носовая часть судна может резко «оттолкнуться» от него из-за внезапно возросшего сопротивления воды, а также потому, что перед носовой частью вода будет вытесняться на мелкое место, сталкивая судно на большую глубину.

В случае неожиданного появления плавающего предмета, он будет вовлечен потоком воды за счет сил инерции и отброшен от судна. Реакция струи воды от взаимодействия с упругой средой (вода акватории) приведет к торможению судна.

Список литературы

1. Колызаев Б.А. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания / Б.А. Колызаев, А.И. Косоруков, В.А. Летвиненко. – Л.: Судостроение, 1980. – 472 с.

2. Борейшо А.С. Лазеры: Устройство и действие: учеб. пособие. – СПб: Мех. ин-т ., 1992. – 215 с.
3. Институт оптики атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН [Электронный ресурс] / Бортовой лидар «АТМАРИЛ-3»/ отв. исполнитель проекта В.С. Шаманаев. – Режим доступа: URL: http://www.iao.ru/ru/resources/equip/lidars/atmaril/ (дата обращения: 15.05.11).
4. Справочник по теории корабля. Т. 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движетели / под. ред. Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ярополов В.А., Ярополов Ю.В.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: uvt215@mail.ru

Сферические оболочки применяются во многих областях техники. Примерами могут быть переборки подводных лодок, днища резервуаров танков, конструкции космических аппаратов.

К числу преимуществ этих конструкций относится то, что они дают максимальный полезный объем, являясь одновременно несущими и ограждающими конструкциями.

Проверка оболочек на устойчивость является задачей первоочередной важности, т.к. известно, что оболочки, даже при незначительной толщине, обладают большой прочностью и поэтому их недостаточная устойчивость может оказаться критерием, определяющим несущую способность.

В реальных конструкциях чаще применяются сферические сегменты, закрепленные по краю. Такие сферические сегменты нагружены равномерно распределённым внешним давлением.

Выпучивание оболочек сопровождается появлением, кроме цепных напряжений в срединной поверхности, напряжений от изгиба [1].

Различают общую и локальную формы потери устойчивости. Общая потеря устойчивости оболочки характеризуется вовлечением в процесс выпучивания большей части ее поверхности. Форма выпучивания зависит от отношения высоты сферического сегмента к диаметру опорного контура, действующей нагрузки и наличия начальных отклонений формы. Местная потеря устойчивости оболочки характеризуется появлением одиночной вмятины или отдельных локальных вмятин.

В настоящей работе исследовалось влияния отклонений формы на устойчивость тонкой составной сферической оболочки на основе применения имитационной модели, характеризующей изменение формы оболочки по поверхности.

Для исследований разработана геометрическая модель тонкостенной крупногабаритной сферической оболочки с начальными отклонениями формы (рис. 1).

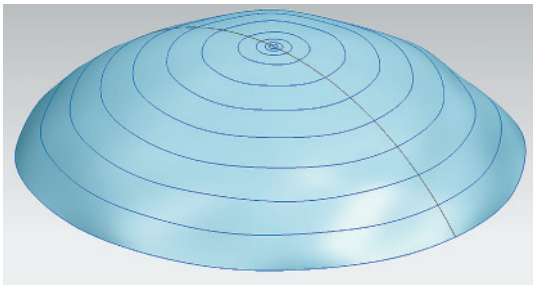

Рис. 1. Модель сферической оболочки с начальными отклонениями формы

Отклонения формы поверхности оболочки от сферичности задавались в виде функции:

$$\omega = \omega_{\max}\left\{\sin\theta\left[\sin\phi + 0,5\sin\nu(\theta)\phi\right] + 0,25\sin\lambda\theta\right\},$$

где $\nu(\theta) = k\sum_{p=1}^{4} a_n\theta^p$ – полином, описывающий коэффициент формы меридионального сечения; $\lambda = 2(n-1)$; n – количество лепестков в опорном поясе сферической конструкции; k – коэффициент, зависящий от количества лепестков в опорном поясе сферической конструкции.

Полином имел вид:

$$\nu(\theta) = 8,24(-11,061\theta^4 + 25,32\theta^3 - 19,868\theta^2 + 6,518\theta)$$

при $n = 10$.

Присутствие первой гармоники во всех параллелях рассматриваемой модели характеризует общие изменения формы оболочки. Влияние неправильности формы лепестков и их количества в составе оболочки на форму конструкции, характеризуют гармоники высших порядков, описываемые коэффициентом формы меридионального сечения. Порядок гармоник увеличивается в направлении от полюса сферы к её свободной кромке. Последнее слагаемое описываемой функцииучитывает влияние угловых перемещений лепестков при сварке на изменение формы оболочки.

Для исследуемой модели задавались радиус сферы и максимальные отклонения формы от сферичности $\omega_{\max}$.

Поверхность оболочки была представлена конечными элементами. Каждый узел конечного элемента имел шесть степеней свободы. Узловые перемещения по опорному контуру были запрещены. Задавались толщина оболочки и механические свойства стали.

Исследовалось влияние начальных отклонений формы оболочки на потерю устойчивости. Во всех случаях наблюдается снижение величины критической нагрузки по сравнению с гладкой сферой.

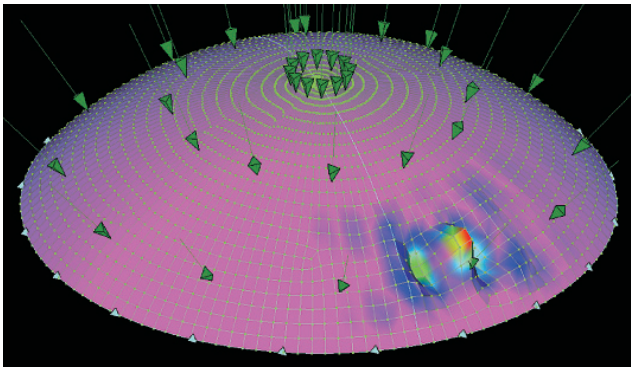

Рис. 2. Третья форма потери устойчивости оболочки