

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПО СОЗДАНИЮ ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОДОЛЬНЫХ НАКЛОННЫХ СТАПЕЛЕЙ ДЛЯ СПУСКА СУДОВ НА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАЛЛОНАХ

А. С. Рашковский, д-р техн. наук, проф.;

Л. С. Смирнова, асп.

*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

**Анотация.** Приведены результаты исследований и разработки технологии создания плоской поверхности продольного наклонного стапеля для спуска судов на пневматических баллонах на примере Публичного акционерного общества «Черноморский судостроительный завод», а также расчеты железобетонных проставок.

**Ключевые слова:** продольный наклонный стапель, железобетонные проставки, спуск судна, пневматические баллоны.

**Анотація.** Наведені результати досліджень і розробки технології створення плоскої поверхні поздовжнього похилого стапеля для спуску суден на пневматичних балонах на прикладі Публічного акціонерного товариства «Чорноморський суднобудівний завод», а також розрахунки залізобетонних проставок.

**Ключові слова:** поздовжній похилий стапель, залізобетонні проставки, спуск судна, пневматичні балони.

**Abstract.** The results of research and development of the technology of creating the flat surface of the longitudinal inclined slip for ship launching on the pneumatic cylinders in terms of Public Joint Stock Company «Black Sea Shipyard» and also the calculations of reinforced spacer plates have been given.

**Keywords:** longitudinal inclined slip, reinforced spacer plate, ship launch, pneumatic cylinder.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Неотъемлемой частью строительства судна является его спуск. Наиболее сложным считается спуск судов с наклонных продольных стапелей, так как он неуправляемый [5]. Стапели такого типа применяются на одном из крупнейших заводов Украины и СНГ – Публичном акционерном обществе «Черноморский судостроительный завод» (далее ПАО «ЧСЗ») [9].

В связи с отсутствием заказов на строительство судов длительное время стапели простаивали и требуют капитального ремонта для возможности спуска традиционным способом [6, 10].

Кроме традиционного спуска судов с продольных наклонных стапелей на специальных спусковых устройствах, возможно использование альтернативного метода спуска – на пневматических баллонах. Применение данного метода на ПАО «ЧСЗ» позволит значительно сократить затраты на ремонт спусковых дорожек и спусковых устройств, упростит технологию пересадки судна со строительных устройств на спусковые, снизит загрязнение акватории [1, 2, 11].

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

С 1 января 2013 года вступает в силу Закон Украины, который способствует восстановлению конкурентоспособности продукции отечественного судостроения [7, 8].

С 1982 года в Китае начали применять для спуска судов пневматические баллоны. В 2006 году новые технологии получили статус передовых и на-

чали широко использоваться не только для спуска судов, но и для подъема их на стапель, для подъема и транспортирования затонувших кораблей [11, 12]. Применение такой технологии не требует больших затрат на оборудование, позволяет экономить время и инвестиции на строительство и ремонт спусковых площадок.

Для спуска судов на пневматических баллонах необходимо создать плоскую наклонную поверхность, которая может быть выполнена из крупного песка, мелкого гравия, бетона, металла, дерева и других материалов [3, 4, 12].

**ЦЕЛЬ СТАТЬИ** – исследование и разработка технологии создания плоской поверхности продольного наклонного стапеля для возможности спуска судов на пневматических баллонах путем установки проставок между спусковыми дорожками, оптимизация конструкций и параметров железобетонных проставок.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

ПАО «ЧСЗ» имеет для строительства и спуска судов два продольных наклонных стапеля. Данные исследования и расчеты проведены применительно к одному из них. В настоящее время для восстановления полной работоспособности стапелей необходимы значительные затраты на ремонт деревянных спусковых дорожек и спусковых устройств [2, 4]. По предварительной оценке специалистов завода, на реконструкцию только одного стапеля и обеспечение спуска судов с него традиционным способом необходимо затратить около 10 млн грн [2].

Решение данной проблемы возможно на основе альтернативного метода – спуска судов на пневматических баллонах (рис. 1, 2) [4, 12]. Одним из самых

больших преимуществ этого метода являются низкие требования к стапелям, что позволяет экономить на строительстве или реконструкции построечного места.

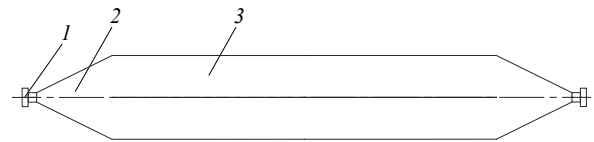
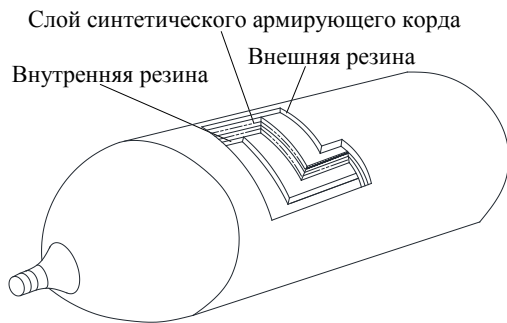


Рис. 1. Конструкция пневматического баллона

Рис. 2. Внешний вид пневматического баллона: 1 – устье; 2 – головка; 3 – тело

На существующем стапеле при незначительных затратах может быть создана необходимая сплошная наклонная плита, а для спуска судна под днищем вместо традиционных спусковых устройств будут устанавливаться пневматические баллоны, изготавливаемые из специального материала, который выдерживает значительное давление (см. рис. 1) [11]. Спуск судна на воду будет осуществляться путем перекачивания его на этих баллонах.

Для спуска судна на пневматических баллонах восстановления деревянного настила (рис. 3) на спусковых дорожках не требуется, достаточно лишь заполнить пространство между дорожками стапеля специальными проставками (рис. 4), например железобетонными конструкциями. При этом значительно упрощаются работы по восстановлению стапеля и сокращаются их продолжительность и себестоимость.

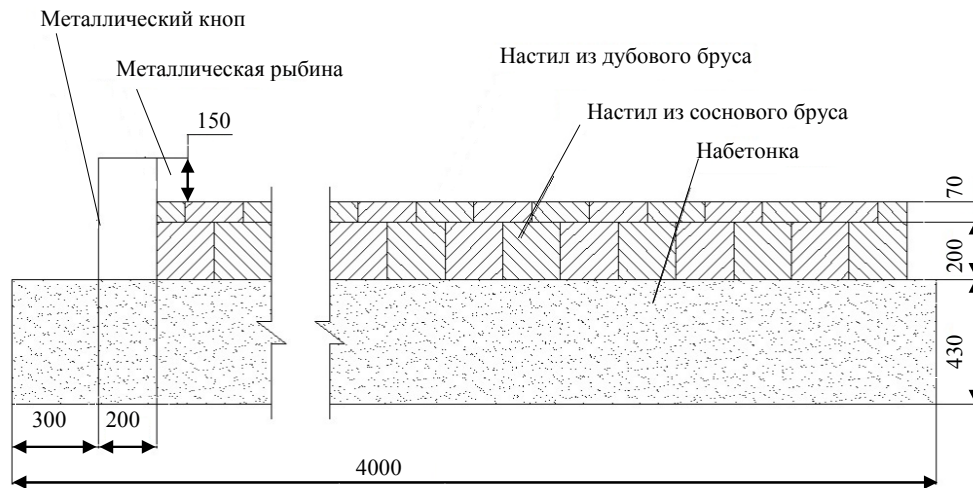


Рис. 3. Поперечный срез спусковых дорожек

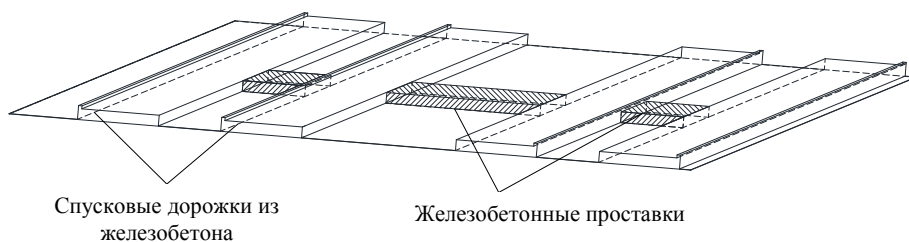


Рис. 4. Схематическое изображение спусковых дорожек с установленными железобетонными проставками

Замена традиционных спусковых устройств баллонами позволяет уменьшить продолжительность подготовительных работ, упростить технологию спуска судна на воду и снизить эксплуатационные расходы, так как пневматические баллоны могут быть использованы неоднократно, нет необходимости в изготовлении и установке сложного спускового устройства и нанесении на спусковые дорожки смазочных материалов – насалки. Этот способ позволяет регулировать скорость спуска судна, что обеспечивает надежность и безопасность процесса. Он является экологически чистым, так как нет смазочных материалов, загрязняющих акваторию.

Для создания плоской поверхности стапеля возможно применение специальных проставок стальной или железобетонной конструкции, которыми заполняется пространство между спусковыми дорожками [2]. Проставки должны отвечать следующим требованиям: выдерживать нагрузки от спускаемого судна, иметь минимальную себестоимость, относительно малую материалоемкость и быть технологичными. По архитектурно-конструктивному типу выделены и исследованы три типовые железобетонные конструкции (типы I–III), представленные на рис. 5–7.

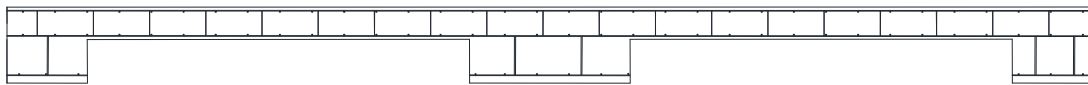


Рис. 5. Железобетонная конструкция на опорах (тип I)

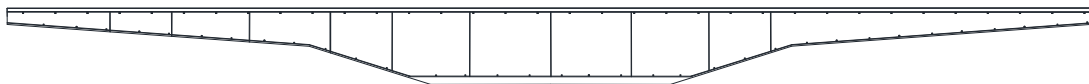


Рис. 6. Железобетонная конструкция сложного профиля (тип II)



Рис. 7. Типовая железобетонная плита прямоугольной формы (тип III)

Используя конструкции типа I на опорах, можно уменьшить затраты на материалы, а именно на бетонную смесь. Однако для обеспечения прочности конструкции в пролетах между опорами их необходимо дополнительно укреплять арматурой, что приведет к еще большему ее удорожанию. Для изготовления такой конструкции будут использоваться нестандартная дорогая оснастка и достаточно сложный технологический процесс. Трудоемкость, себестоимость и материалоемкость такой конструкции будут высокими, поэтому ее использование нецелесообразно.

Конструкция типа II, несмотря на меньшую материалоемкость, имеет также ряд недостатков. Во-первых, и самое главное, данная конструкция не подходит с точки зрения обеспечения прочности, поскольку нагрузка от судна вызывает большие изгибающие моменты на крыльях проставки. Во-вторых, поскольку форма конструкции достаточно сложная, технологический процесс изготовления будет увеличивать ее себестоимость. Таким образом, использование такого типа также нерационально.

Конструкция типа III, которая представляет собой армированную прямоугольную плиту, является наиболее оптимальной, поскольку ее простая форма упрощает технологический процесс и снижает себестоимость изготовления, так как не требует сложной оснастки.

Проверка прочности железобетонных конструкций проводилась в расчетно-конструкторской системе SCAD, в основу расчетов которой положен метод конечных элементов. Так как расстояние между внутренними дорожками отличается от расстояния между внутренней и внешней дорожками, дополнительно проведены аналогичные расчеты конструкции типа IIIa (рис. 8).



Рис. 8. Типовая железобетонная плита прямоугольной формы (тип IIIa)

При выполнении расчетов взяты необходимые характеристики танкера водоизмещением 55 тыс. т,

построенного на ПАО «ЧСЗ» [11]. Масса судна взята с 15%-м запасом неучтенной массы и составляет 22434 т, площадь днища – 3903 м<sup>2</sup>. Проставки, которыми заполняется пространство между дорож-ками, должны выдерживать максимально допустимое значение удельного веса судна – 5,75 т/м<sup>2</sup>.

Расстояние между баллонами относительно ширины полосы соприкосновения баллона с опорной по-

верхностью невелико, поэтому считаем давление на железобетонные конструкции равномерно распределенным. Расчеты прочности проведены в программном комплексе SCAD, который использует метод конечных элементов. Для рассчитываемых конструкций были заданы параметры, указанные на рис. 9, 10.

Результаты расчета получены в табличном виде [1].

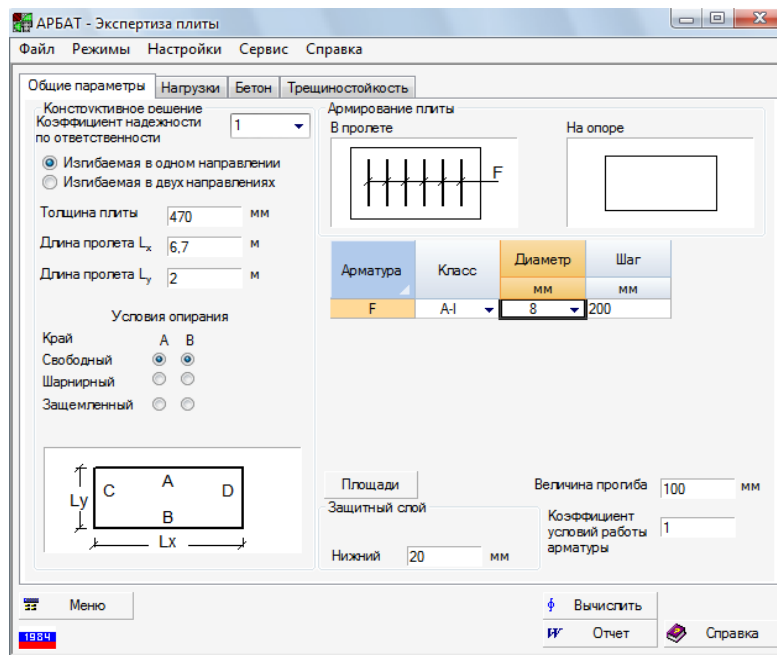


Рис. 9. Общие параметры плиты

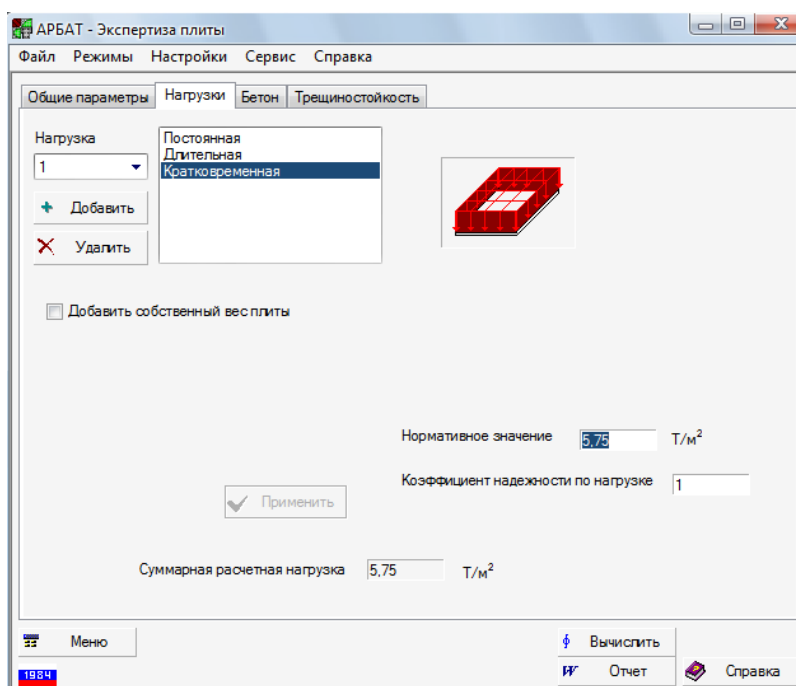


Рис. 10. Нагрузка на плиту

Расчеты в программном комплексе SCAD подтвердили, что конструкции типа III и типа IIIa отвечают необходимым критериям прочности.

Общая длина стапеля составляет 330 м. Для спуска судна, аналогичного построенным на ПАО «ЧСЗ», необходимо создать плоскую поверхность длиной 270 м. Для этого устанавливаем 135 шт. проставок между внутренними дорожками (тип III) и 270 шт. между внутренней и внешней дорожками (тип IIIa). Стоимость изготовления одной проставки типа III составляет 11398,7 грн, а типа IIIa – 4673,5 грн. Общая стоимость изготовления, транспортировки и установки проставок составляет около 2,8 млн грн.

Использование пневматических баллонов для спуска судов с продольного наклонного стапеля

ПАО «ЧСЗ» позволяет уменьшить расходы на реконструкции стапеля почти в 3 раза.

### ВЫВОДЫ

1. Разработана технология создания плоской поверхности продольного наклонного стапеля, позволяющая осуществлять спуск судов на пневматических баллонах.

2. Выполненные расчеты железобетонных проставок показали соответствие типов III и IIIa критериям прочности.

3. Конструкции типов III и IIIa являются оптимальными, так как отличаются несложным технологическим процессом изготовления и значительно пониженной себестоимостью.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Коломиец, И. Н.** Инновационные технологии в отечественном судостроении [Текст] / И. Н. Коломиец, Л. С. Смирнова // Матер. Междунар. науч.-практ. конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2010». – О. : УкрНИИМФ, 2010. – С. 41–42.
- [2] **Рашковський О. С.** Вдосконалення спуску суден зі стапеля «0» ПАТ «Чорноморський суднобудівний завод» [Електронний ресурс] / О. С. Рашковський, Л. С. Смирнова // Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудування». – Миколаїв : НУК, 2011. – № 5. – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>.
- [3] **Смирнова, Л. С.** Особенности спуска судов на воду с наклонных продольных стапелей на судостроительных заводах г. Николаева [Текст] / Л. С. Смирнова // Матер. VI студ. науч.-техн. конференции «Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений». – Севастополь : СевНТУ, 2011. – С. 68–69.
- [4] **Смирнова, Л. С.** Совершенствование спуска судов на воду с наклонных продольных стапелей на судостроительных заводах г. Николаева [Текст] / Л. С. Смирнова // Матер. II Міжнар. наук.-техн. конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2011. – С. 50–51.
- [5] Спуск судов [Текст] / А. А. Курдюмов, Ю. П. Белявин, А. А. Гайсенюк, М. К. Глозман [и др.]. – Л. : Судостроение, 1969.
- [6] Судостроение в Украине – есть ли перспективы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seafarersjournal.com/seanews/sudostroenie-v-ukraine-est-li-perspektivy.html>.
- [7] Судостроение в Украине: инвестиции и государство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mayger.ua/ru/analitika/sudostroenie-v-ukraine-investitsii-i-gosudarstvo>.
- [8] Суднобудування України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ankor-odessa.com.ua/articles/shipbuilding\\_ua](http://ankor-odessa.com.ua/articles/shipbuilding_ua).
- [9] Черноморский судостроительный завод [Электронный ресурс] // Словари и энциклопедии на Академике. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/327695>.
- [10] FATA MORGANA украинского судостроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://novosti-n.mk.ua/analitic/read/?id=333>.
- [11] Marine Air Bags [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gcaptain.com/maritime/blog/air-bags-a-cost-effective-ship-launching-technique-interview>.
- [12] Marine airbags [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://qingdaoyongtai.com>.

© О. С. Рашковський, Л. С. Смирнова

Надійшла до редколегії 24.01.13

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК д-р техн. наук, проф. Л. І. Коростильов