

---

## Сухой док для строительства крупнотоннажных судов

А.Д. Кузина <sup>1</sup>

<sup>1,2</sup> Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург,  
Политехническая ул., 29

---

Информация о статье      УДК 627

### Аннотация

*В состав данной работы входят вопросы, посвященные разработке головной секции сухого дока. Работа состоит из разделов, среди которых обеспечение фильтрационной прочности грунтов основания и водонепроницаемости сооружения, разработка гидроизоляционного покрытия нагруженных поверхностей секции, армирование стен и днища конструкции, проверка устойчивости секции.*

Ключевые слова:      сухой док, фильтрация, устойчивость, суффозия, Plaxis, SCAD, податливость, шпунт

---

---

Контактный автор:

1.      +7(904)6378372, 19sacha94@mail.ru (Кузина Александра Дмитриевна, студент)

Объектом исследования является головная секция сухого дока для строительства крупнотоннажных судов (рис. 1). Цель работы – запроектировать головную секцию дока. В состав работы входит:

- обеспечение фильтрационной прочности грунтов основания;
- сбор действующих нагрузок;
- расчет секции методом коэффициента постели (Винклеровское основание) с применением программного комплекса SCAD (ПК SCAD) и методом конечных элементов с использованием упругопластической модели грунта в программном комплексе Plaxis (ПК Plaxis);
- армирование конструкции;
- разрезка на блоки бетонирования;
- разработка гидроизоляционного покрытия нагруженных поверхностей головной секции дока;
- оценка устойчивости головной секции дока.

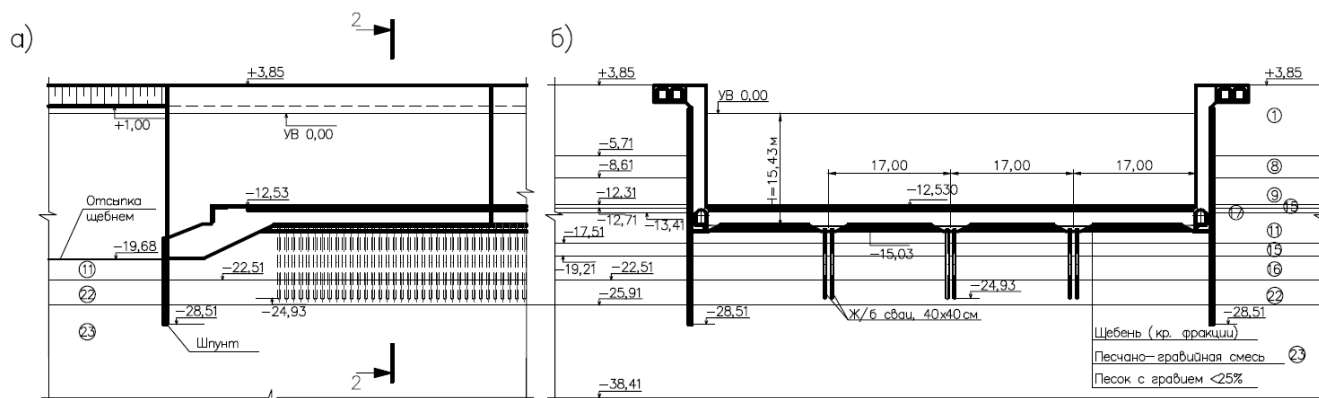


Рисунок 1 – Конструкция головной секции дока: а – продольный разрез; б – поперечный разрез 2-2

Актуальность работы заключается в том, что строительство сухих доков поможет упростить решение проблемы крупнотоннажного судостроения в России, а также увеличить конкурентоспособность на мировом рынке [1].

В фильтрационные расчеты входит определение глубины погружения шпунтовой стенки в поперечном и продольном направлениях, а также обеспечение фильтрационной прочности грунтов основания из условия суффозионной прочности [2]:

$$J_{est,m} = \frac{\Delta H}{l} \leq \frac{1}{\gamma_n} \cdot J_{cr,m}, \quad (1)$$

где  $J_{cr,m}$  – критический средний градиент напора;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по ответственности сооружений;

$J_{est,m}$  – действующий средний градиент напора на  $i$ -ом участке;

$\Delta H$  – перепад напора на  $i$ -ом участке (потеря напора), м;

$l$  – кратчайший путь фильтрации, м.

Определения глубины погружения шпунтовой стенки в водоупор сводится также к выполнению условия суффозионной прочности грунтов основания.

В эксплуатационный период помимо основных нагрузок (вес конструктивных элементов, давление грунта, гидростатическое давление) на днище действует полезная нагрузка от строящихся судов, которая рассматривается в трех вариантах:

- постановка одного расчетного судна в середине;
- постановка симметрично двух судов в четверти ширины камеры с каждой стороны;
- постановка одного расчетного судна в четверти ширины камеры с одной стороны.

На рисунке 2 приведены эпюры гидростатического давления воды и бокового давления грунта.

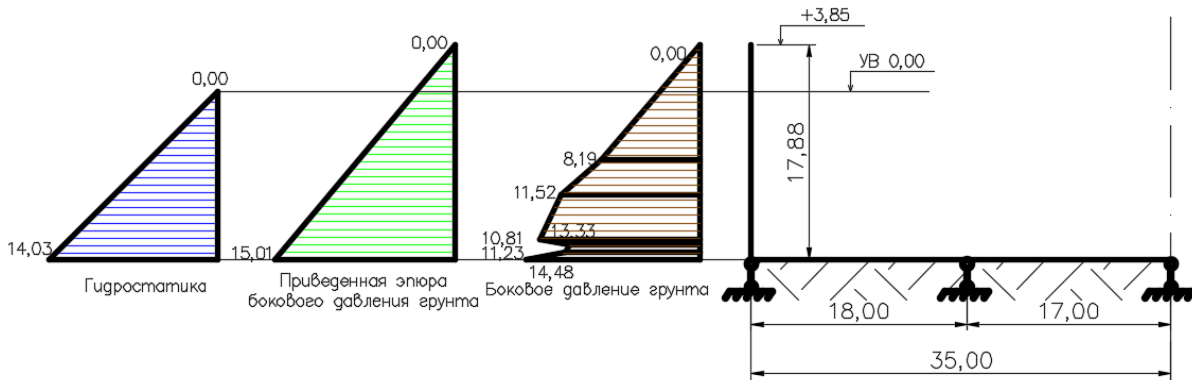


Рисунок 2 – Нагрузки от бокового давления грунта и гидростатического давления воды на половину камеры дока

Первое приближение расчета методом коэффициента постели (Винклеровское основание) с применением ПК SCAD предполагает, что сваи в основании не податливы, поэтому нагрузки от строящего судна не будут учитываться (рис. 3).

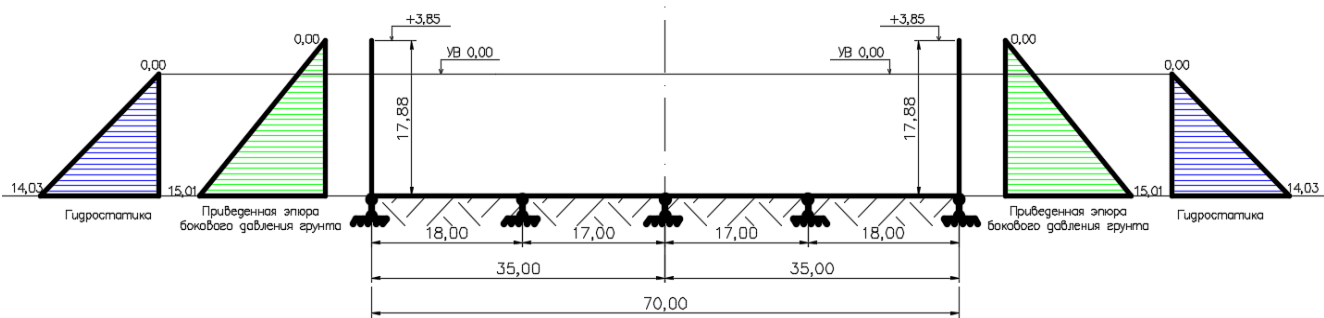


Рисунок 3 – Расчетная схема конструкции без учета податливости свай в основании

При реальной эксплуатации данного сооружения сваи будут иметь некоторую податливость, которую необходимо будет учесть при расчетах [3]:

$$\Delta = \frac{s}{P}, \quad (2)$$

где  $s$  – осадка свай, м;

$P$  – расчетная нагрузка, кН.

Второе приближение расчета методом коэффициента постели (Винклеровское основание) с применением ПК SCAD учитывает податливость свай и, следовательно, нагрузки от строящего судна для трех вариантов (рис. 4).

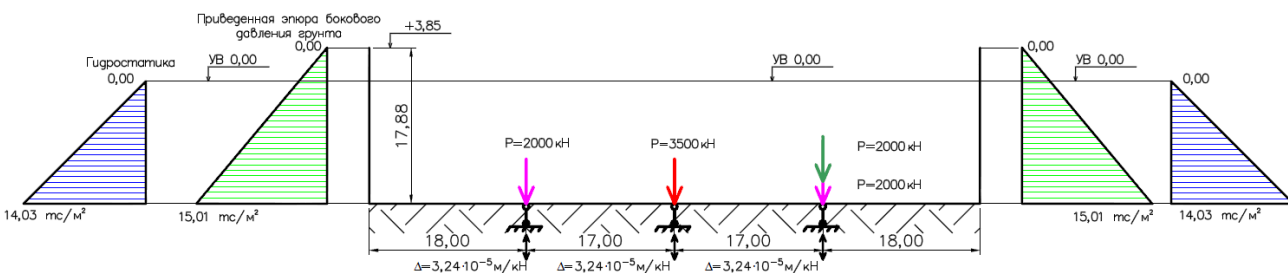


Рисунок 4 – Расчетная схема конструкции с учетом податливости свай в основании

В результате расчета методом конечных элементов с использованием упругопластической модели грунта в ПК Plaxis будут получены эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил сечения, с помощью которых будет уточнено расположение водоприемных продольных галерей, заармированы стенки и днище сечения.

На заключительном этапе необходимо разделить конструкцию на блоки бетонирования, обеспечить водонепроницаемость головной секции дока, устроив гидроизоляционное покрытие нагруженных поверхностей, обеспечить устойчивости сечения с криволинейным очертанием подошвы.

**Литература**

**References**

- [1]. Бухарцев В.Н., Кузина А.Д. Необходимость строительства сухих доков для крупнотоннажных судов в России // Политехническая неделя в Санкт-Петербурге. Материалы научного форума с международным участием, 2016. С.19-21.
- [2]. СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85.
- [3]. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
- [1]. Bukhartsev V.N., Kuzina A.D. Neobkhdimost stroitelstva sukhikh dokov dlya krupnotonnazhnykh sudov v Rossii // Politekhnicheskaya nedelya v Sankt-Peterburge. Materialy nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem, 2016. S.19-21.
- [2]. SP 23.13330.2011 Osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.02-85.
- [3]. SP 24.13330.2011 Svaynyye fundamenty. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.03-85.

*Кузина А.Д., Сухой док для строительства крупнотоннажных судов // Alfabuild. 2017. №2 (2).*

*Kuzina A.D. Dry dock for construction of large-capacity vessels. Alfabuild. 2017, 2 (2),*

---

## BDry dock for construction of large-capacity vessels

A.D. Kuzina <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

---

Article info

### Abstract

*The structure of this paper includes questions on the development of the head section of the dry dock. The work consists of sections, among which is the provision of suffusion strength of the foundation and waterproof of the structure, the development of a waterproofing coating for the loaded sections, the reinforcement of the walls and bottom of the structure and the testing of the section stability. The calculations were performed using the SCAD and Plaxis software complexes.*

Keywords: dry dock, filtration, stability, suffusion, Plaxis, SCAD, flexibility, sheet pile wall

---

---

Corresponding author:

1. +7(904)6378372, 19sacha94@mail.ru (Kuzina Aleksandra Dmitrievna, Student)