

Ворота сухого дока для строительства крупнотоннажных судов

А.В. Кискин^{1*}

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 69

Аннотация

Откидной затвор представляет собой щит, поворачивающийся на двух шарнирных опорах относительно горизонтальной оси, располагающейся вблизи порога головной секции дока. В общем случае затвор загружен поперечной нагрузкой, равнодействующая которой не совпадает с направлением главных осей инерции сечений и не проходит через центры изгиба (или центры жесткости), совпадающие с центрами кручения. Поэтому затворы почти всегда работают на косой изгиб и стесненное кручение. В связи с этим задача расчета затвора, после приведения нагрузок к осям жесткости, распадается на две: расчет затвора на косой изгиб и расчет на стесненное кручение моментами, возникающими при указанном приведении. Если затвор имеет достаточную длину по сравнению с размерами поперечного сечения, то расчет на косой изгиб выполняется по известным формулам сопротивления материалов; при малом отношении пролета затвора к высоте сечения приходится учитывать влияние сдвигов. В статье предлагается подход к решению задачи, не связанный с какими-либо произвольными упрощающими предположениями, за исключением предположения о недеформируемости профиля затвора как тонкостенного стержня.

Ключевые слова: Ворота сухого дока, прочность, затвор

Объектом исследования является ворота сухого дока для строительства крупнотоннажных судов (рис. 1). Цель работы – конструирование и расчет ворот сухого дока откидного типа.

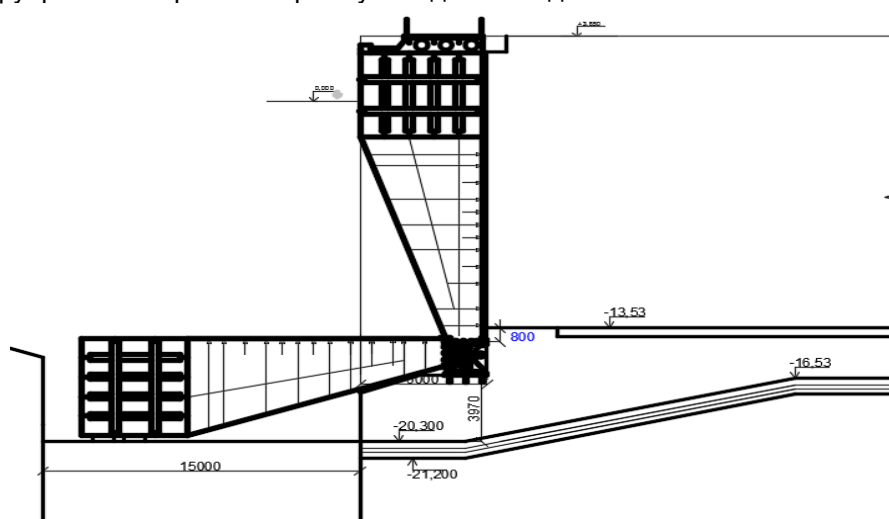


Рисунок 1 – Конструкция откидных ворот сухого дока

Тип затвора – откидной. Назначение затвора – выдерживать нагрузки со стороны акватории от давления воды и ветровой волны или давления ледяного поля, когда камера дока осушена для выполнения работ по постройке судов. Пролетное строение затвора в верхней части содержит коробчатую балку замкнутого сечения [1], в пределах которой располагаются воздушные отсеки, облегчающие маневрирование затвором, и балластные отсеки аварийной системы маневрирования. Конструкция пролетного строения должна быть разделена на отправочные марки, позволяющие осуществлять их транспортировку с места изготовления к месту монтажа. Затвор монтируется на штатном месте в вертикальном положении.

В открытом положении доковой камеры, когда она заполнена водой, затвор лежит в нише перед доком. При осушенной доковой камере затвор находится в вертикальном положении, прижимаясь к порогу и устоям дока под действием давления воды. Опирается затвор на порог осуществляется через опорные конструкции, монтируемые отдельными секциями, верхний ригель затвора опирается на катковые опоры мостового типа, расположенные на устоях головной секции.

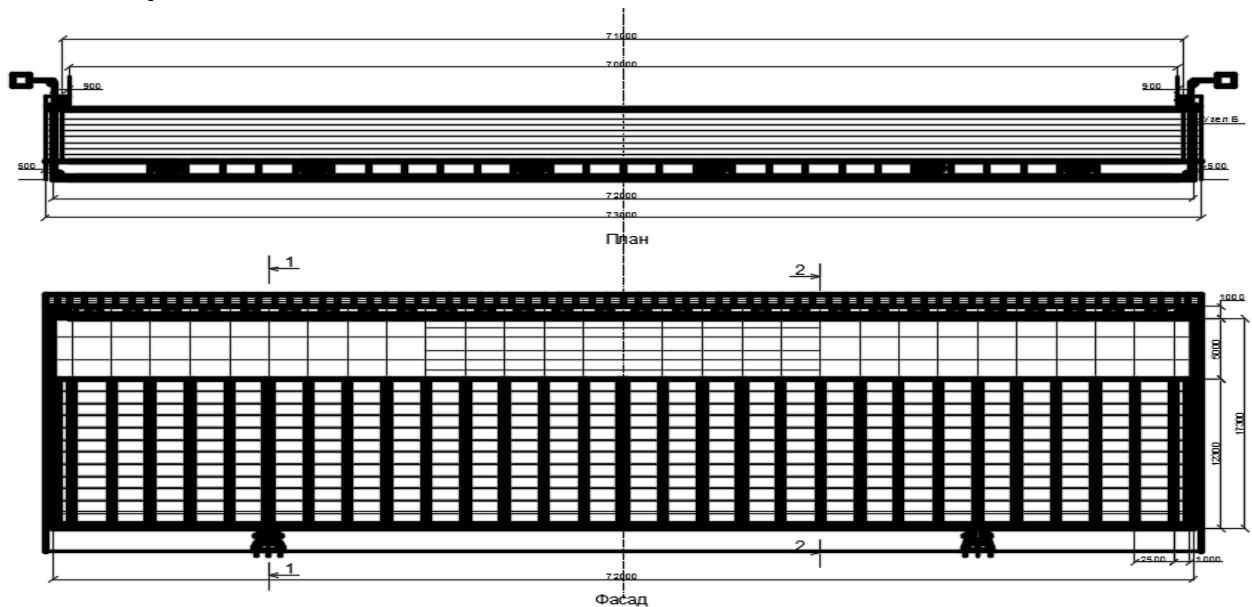


Рисунок 2 – Вид на ворота сухого дока

Конструкция затвора принята стоечного типа (рис. 2), основными несущими элементами которой являются: два верхних ригеля, объединенные в коробчатую балку; стойки, передающие давление от обшивки на порог и коробчатую балку; нижний ригель (обвязка), перевязывающий концы стоек и распределяющий нагрузку на порог. Обшивка затвора, непосредственно воспринимающая давление воды, служит поясами ригелей и стоек. Высота сечения коробчатой балки принята 5,80 м, что составляет $\sim 1/12$ ее пролета. Вес затвора $\cong 1000 - 1200$ т.

В пределах коробчатой балки расположены воздушные и балластные отсеки. Воздушные отсеки, создавая затвору плавучесть, уменьшают подъемное усилие и нагрузку на шарнирные опоры. Балластные отсеки,

сообщающиеся с акваторией, осушаются и заполняются водой в зависимости от принимаемой схемы маневрирования затвором. При канатном приводе, рассматриваемом как основной, балластные отсеки постоянно сообщаются с акваторией и осушаются только для всплытия затвора на время его ремонта. При пневматическом приводе балластные отсеки заполнены водой при погружении затвора и продуваются воздухом при подъеме затвора.

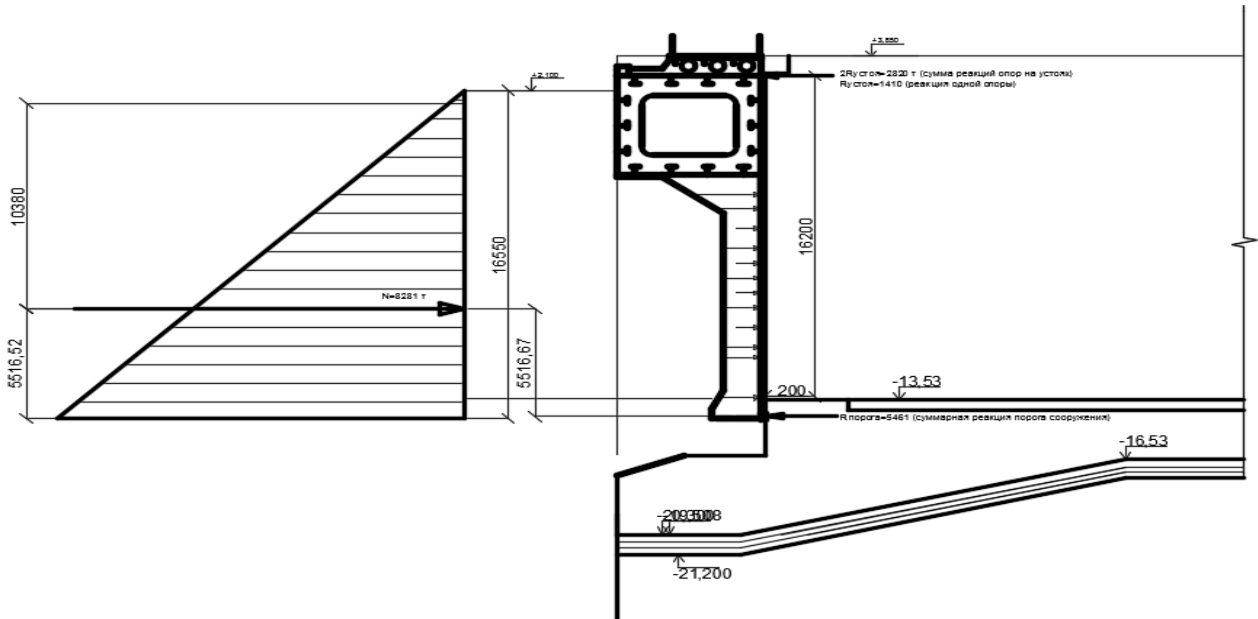


Рисунок 3 – Схема передачи нагрузки на головную секцию дока

Гидростатическое давление (рис. 3) передающееся от затвора на сооружение распределяется между порогом дока и коробчатой балкой затвора по правилу рычага [3]: приблизительно 2/3 нагрузки воспринимается порогом, а 1/3 передается на верхнюю коробчатую балку, работающую на изгиб и стесненное кручение.

Давление ледяного поля на затвор исключается правилами технической эксплуатации, но в расчет вводится часть распределенной нагрузки от давления ледяного поля $q_{\text{лед}} = 10 \text{ Т/м}$, действующей на отметке 0,00.

Нагрузка от давления ветровой волны высотой 1,2 метра, ввиду малости определяется по приближенным зависимостям Сенфлу.

Нагрузка от навала судов исключается правилами технической эксплуатации установкой, например, боновых заграждений на период навигации.

В общем случае затвор загружен поперечной нагрузкой, равнодействующая которой не совпадает с направлением главных осей инерции сечений и не проходит через центры изгиба (или центры жесткости), совпадающие с центрами кручения. Поэтому затворы почти всегда работают на косоу изгиб и стесненное кручение.

В связи с этим задача расчета затвора, после приведения нагрузок к осям жесткости, распадается на две: расчет затвора на косоу изгиб и расчет на стесненное кручение моментами, возникающими при указанном приведении [2]. Если затвор имеет достаточную длину по сравнению с размерами поперечного сечения, то расчет на косоу изгиб выполняется по известным формулам сопротивления материалов; при малом отношении пролета затвора к высоте сечения приходится учитывать влияние сдвигов.

План работ:

- Выполнение статического расчета, обосновывающего сечения основных элементов и общую прочность затвора, работающего на стесненное кручение.
- Расчет маневрирования затвором, обосновывающий грузоподъемность лебедки
- Разработка ППР на выполнение монтажных работ
- Разработка проекта выполнения ремонтных работ на случай возникновения нештатных ситуаций или необходимости выполнения плановых ремонтных работ

Литература

- [1]. Бухарцев В.Н. Затворы сухого дока // Гидротехническое строительство. 1971. №9.
- [2]. Бухарцев В.Н.. Нетрадиционный подход к конструированию и расчету затворов

References

- [1]. Bukhartsev V.N. Zatvory sukhogo doka // Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo. 1971. №9.
- [2]. Bukhartsev V.N.. Netraditsionnyy podkhod k konstruirovaniyu i raschetu zatvorov gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo. 2007. №5

- гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2007. №5
- [3]. Кучерявенко П.Ф. Иванов Ю.П. Сухие доки Л.: Судостроение, 1976.
- Кискин А.В. Ворота сухого дока для строительства крупнотоннажных судов // Alfabuild. 2017. №2 (2). С. 49-53*
- [3]. Kucheryavenko P.F. Ivanov Yu.P. Sukhiye doki L.: Sudostroyeniye, 1976.
- Kiskin A.V. Gates of the Dry dock for construction of large-capacity vessels. Alfabuild, 2017, 2 (2), Pp. 49-53(rus)*

Gates of the Dry dock for construction of large-capacity vessel

A.V. Kiskin^{1*}

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

Abstract

Flap gate is a shield that pivots on two pivot bearings about a horizontal axis, is located near the threshold of the head section of the dock. In general, the gate is loaded lateral load, which does not coincide with the resultant of the direction of the principal axes of inertia and does not pass through the center of curvature (or stiffness centers), coinciding with the centers of torsion. Therefore closures are almost always on the oblique bending and torsion constrained. In this regard, the task of calculating the shutter, after bringing the load to the axis stiffness, is divided into two: the shutter calculation for oblique bending and calculation of constrained torsion moments that arise when the gate is closed. If the bolt is long enough as compared to the cross-sectional dimensions, the calculation is performed on the oblique bending on the well-known formulas of strength of materials; at a small gate to the flight height of the section is necessary to consider the impact of changes. The paper proposes an approach to solving the problem is not associated with any arbitrary simplifying assumptions, except the assumption of non-deformable shutter profile as a thin-walled bar.

Keywords:

Dry dock gate, strength, shutter

Corresponding author

1*. +7(921)4349944 p12kav@gmail.com (Kiskin Alexander, Student)