

Ю.М.ГУТКИН

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ
ВЕРФЕЙ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Санкт-Петербург
2017

УДК 629.5.081.2/.5
ББК 39.42
Г97

Р е ц е н з е н т
д-р техн. наук В. Б. Глаговский

Гуткин Ю. М.

Г97 Гидротехнические сооружения верфей: Некоторые вопросы проектирования — СПб.: Политехника, 2017. — 000 с.
ISBN 978-5-7325-

Изложены вопросы проектирования стапельных и подъемно-спусковых сооружений верфей. Представлены характерные тенденции развития современного докостроения и береговых стапельных комплексов для строительства и ремонта крупнотоннажных судов и шельфовых сооружений. Приведены сведения об опыте реконструкции и модернизации основных гидротехнических сооружений верфей — стапелей, слипов, сухих и наливных доков. Представлены разработки в области некоторых силовых воздействий на гидротехнические сооружения верфей.

Книга предназначена для инженерно-технических работников в качестве пособия при проектировании гидротехнических сооружений верфей и портов, а также подпорных сооружений различного назначения. Она будет также полезна для научных работников, аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

УДК 629.5.081.2/.5
ББК 39.42

ISBN 978-5-7325-

© Ю. М. Гуткин, 2017

От автора

Предлагаемая читателю книга не является систематическим учебником по гидротехническим сооружениям верфей. Скорее ее следует позиционировать как некое пособие по их проектированию. Основу книги составляют методические разработки автора по отдельным вопросам проектирования этих сооружений, являющиеся результатом более чем 50 лет проектной работы в ГСПИ (ГПИ) «Союзпроектверфь» — ныне ПФ «Союзпроектверфь» АО ЦТСС. Исключение составляет раздел I, в котором приводятся общие сведения о гидротехнических сооружениях верфей с их классификацией по назначению и способам его реализации, а также по степени их ответственности как объектов строительного проектирования. Сюда же относятся некоторые фрагменты иных разделов, содержащие сведения о сооружениях необходимые для введения читателя в предлагаемую тему.

В книгу в основном включены разработки, прошедшие апробацию публикациями в журналах «Судостроение». «Технология судостроения», «Вестник технологии судостроения», «Вестник технологии судостроения и судоремонта», «Гидротехническое строительство», «Основания, фундаменты и механика грунтов», «Транспортное строительство», «Гидротехника», докладами на семинарах и конференциях, а также некоторыми ведомственными методическими документами, реально используемыми в практической проектной работе.

Как правило, эти разработки касались вопросов проектирования специфических гидротехнических сооружений верфей, в первую очередь стапельных и стапельно-спусковых сооружений. Некоторые из них выходили за круг этой специфики и имели более широкую область применения, в частности затрагивали и портовые причальные сооружения.

Не все из представленных разработок, прошедших апробацию публикациями в технических журналах, нашли уже отражение в реальной проектной практике. Цель представления таких материалов — привлечь внимание специалистов к недостаточно изученным вопросам проектирования сооружений и обозначить свою позицию по возможным способам их решения.

Помимо авторских разработок, в книге приводятся сведения об иных методических материалах, разработанных специалистами ГСПИ «Союзпроектверфь». Во всех таких случаях авторы этих материалов указываются в тексте книги.

Читатель найдет в этой книге не так уж много общеизвестного материала по вопросам проектирования гидротехнических сооружений, щедро рассыпанного по нормативным документам разного ранга, многочисленным учебникам и монографиям.

Основная цель автора — ознакомить специалистов с малоизвестными способами проектирования специфических гидротехнических сооружений с учетом особенностей их статической работы. Не всегда эти способы опираются на исчерпывающие научно-исследовательские разработки. Но абсолютно во всех случаях им свойственен инженерный подход, учитывающий при выборе расчетных схем сооружений и методах их расчета совокупность многочисленных факторов, влияющих на условия статической работы сооружения, и вариабельность физических параметров, характеризующих эти факторы.

Обозначенная выше цель книги продиктовала форму подачи материала. Практически во всех случаях представления авторских разработок по решению отдельных вопросов проектирования гидротехнических сооружений верфей приводятся не только результаты этих разработок, но и способы их получения. Автору хотелось, чтобы предлагаемые решения не просто принимались на веру, но у читателя была бы возможность анализа этих решений. Если такой анализ простимулирует желание поспорить с автором или развить (уточнить) предлагаемые решения, то лучшего нечего и желать.

Предлагаемая книга далеко не исчерпывает вопросы проектирования всех специфических гидротехнических сооружений верфей.

Так, вне подробного рассмотрения оказались сооружения, обеспечивающие взаимодействие подъемно-спусковых устройств в виде передаточных плавучих доков с береговыми стапелями. Речь идет о причалах, у которых фиксируются эти доки при транспортировке построенных судов с берега на стапель-палубу дока (или, наоборот, с дока на берег при судоремонте), а также об опорных и швартовых сооружениях, обеспечивающих требуемое плано-высотное положение дока в момент этих транспортных операций.

Не рассмотрены особенности проектирования достроечных и ремонтных причальных сооружений верфей, а также наклонных подъемно-спусковых сооружений — слипов.

Каждый из перечисленных видов сооружений достоин отдельного подробного рассмотрения, что оказалось невозможным в рамках предлагаемой книги.

По замыслу автора, основной потенциальный потребитель предлагаемой в книге информации — начинающий специалист в области проектирования гидротехнических сооружений верфей и портов. Вместе с тем автор надеется, что в каких-то отдельных вопросах она может оказаться полезной и для опытных проектантов, студентов и преподавателей вузов, а также научных работников соответствующих специальностей.

В заключение этого краткого вступления автор выражает признательность коллегам по совместной работе в ПФ «Союзпроектверфь» ЦТСС за помощь в создании книги: руководителям ЦТСС и ПФ А. Н. Алешкину,

В. Н. Кирееву, Р. С. Нисенбауму, Ю. А. Панкратову — за обеспечение условий для работы над книгой. Ведущим специалистам гидротехнической службы ПФ В. Ю. Дикущину, В. А. Карасеву, В. М. Князеву, Т. Н. Насоновой, Н. Н. Смекаловой, А. В. Яковлеву — за систематическое участие в обсуждениях отдельных вопросов проектирования, нашедших отражение в книге. В. В. Демидовой — за предоставленный иллюстрационный материал, касающийся реконструкций стапельно-спускового комплекса с наливным бассейном ПО «Севмаш».

Автор благодарит также редакции журналов «Гидротехника» (Т. В. Ильина), «Гидротехническое строительство» (Г. Г. Лапин, Л. Ф. Машина), «Основания, фундаменты и механика грунтов» (В. Н. Разбегин, Р. В. Максимиак) и «Судостроение» (А. Н. Хаустов), на страницах которых в течение последних нескольких лет прошли апробацию многие из представленных в книге методических разработок.

Раздел I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава 1

МЕСТО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ ВЕРФЕЙ И ИХ ОСНОВНЫЕ ТИПЫ

1.1. Место гидротехнических сооружений в общей структуре верфей

Гидротехнические сооружения верфей играют исключительно важную роль в обеспечении постройки (ремонта) судов.

В общем технологическом цикле работ по постройке судна эти сооружения обеспечивают такие основные этапы его создания, как формирование корпуса судна, насыщение его необходимыми механизмами и оборудованием, спуск судна на воду, перемещение его на плаву на достройку, достройка судна на плаву и его швартовные испытания, вывод судна с акватории верфи на магистральные водные пути для ходовых испытаний и последующего (после сдачи судна в эксплуатацию) перегона к порту приписки, докование (в необходимых случаях) судов после ходовых испытаний.

На судоремонтных верфях гидротехнические сооружения используются также и для докования судов (осушения их корпуса), размещения на береговых стапельных местах на период ремонта.

Помимо этих основных функций, непосредственно связанных с технологическим процессом постройки и ремонта судов, гидротехнические сооружения обеспечивают также общие нормальные условия функционирования верфи и используются, например, для защиты ее акватории от неблагоприятных природных воздействий

(волновых, ледовых, наносов и др.), для сопряжения территории верфи с акваторией.

Все перечисленные выше функции обеспечиваются постоянными гидро-техническими сооружениями. На период строительства отдельных видов постоянных гидротехнических сооружений (слипы, наливные камеры, сухие доки) на территории верфи возводятся временные сооружения — перемычки, ограждающие строительный котлован от акватории.

1.2. Основные типы гидротехнических сооружений верфей

На рис. 1.1 представлена классификация гидротехнических сооружений верфей по их функциональному назначению, а на рис. 1.2 — схема генплана судостроительной верфи с обозначением размещения этих сооружений.

В зависимости от функционального назначения постоянные гидротехнические сооружения верфей подразделяются на основные и второстепенные. К основным сооружениям, обеспечивающим нормальную деятельность верфи, относятся следующие:

- стапельные;
- спусковые (подъемно-спусковые);
- достроечные (ремонтные) причальные;
- причалы передаточных плавдоков;
- швартовные и направляющие палы;
- акватории и выводные (подходные) каналы;
- оградительные (волнозащитные, струенаправляющие, ледозащитные).

К вспомогательным сооружениям относятся грузовые причалы, причалы вспомогательного флота и берегоукрепления.

Некоторые виды гидротехнических сооружений верфей совмещают в себе стапельные и спусковые функции.

Стапельные, спусковые (подъемно-спусковые) и достроечные (ремонтные) причальные сооружения характерны только для судостроительных и судоремонтных предприятий. Прочие основные гидротехнические сооружения верфей имеют более общее назначение и широко распространены в портовых и других водно-транспортных комплексах.

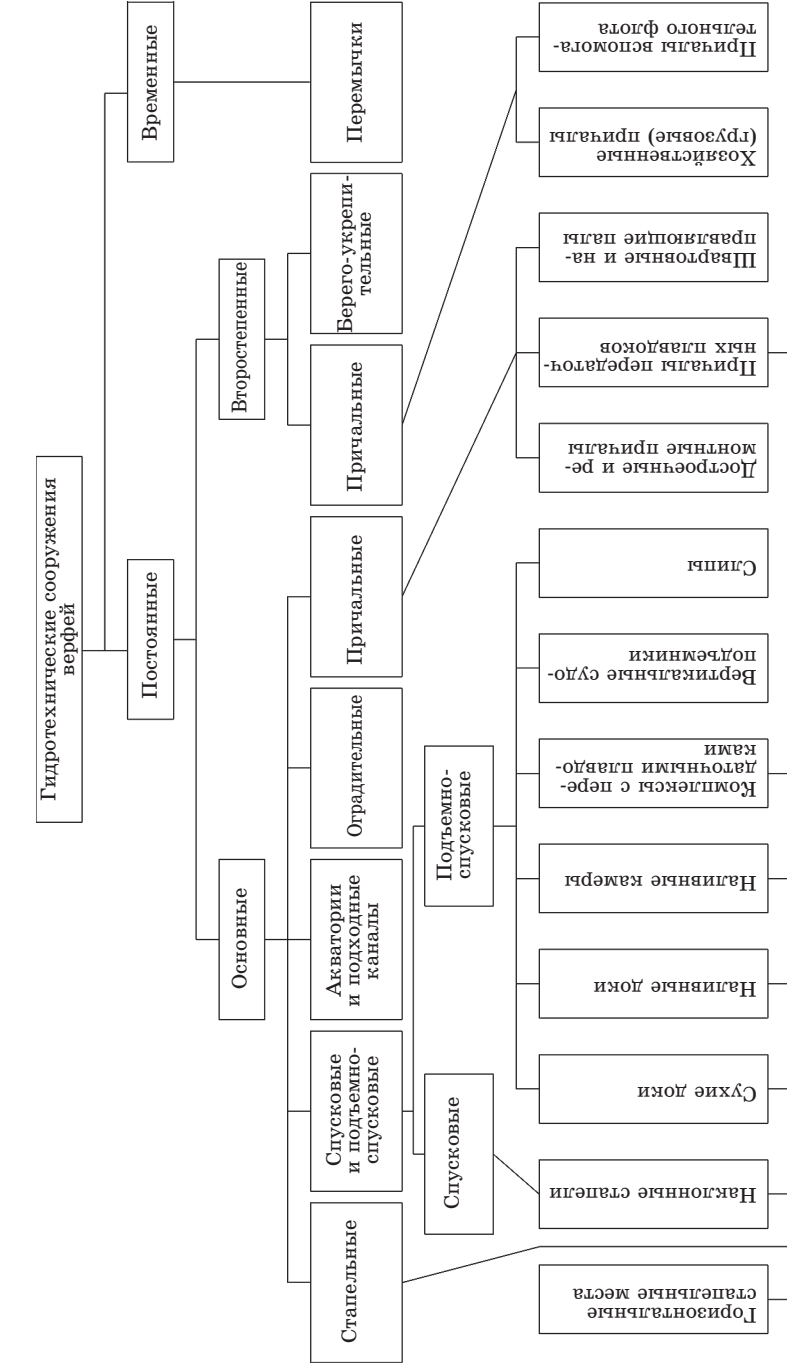


Рис. 1.1. Классификация гидротехнических сооружений верфи

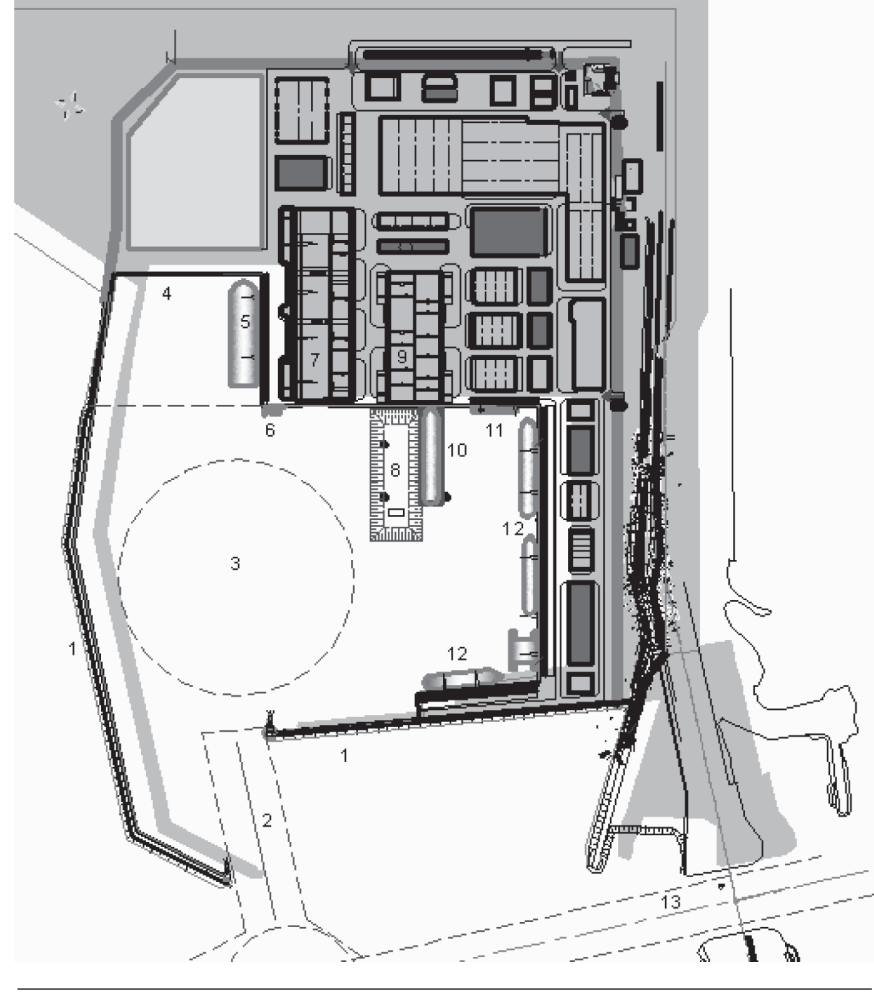


Рис. 1.2. Схема генплана судостроительной верфи (проект)

1 — оградительные сооружения (молы); 2 — выводной канал; 3 — акватория; 4 — берегоукрепление; 5, 12 — достроечные набережные; 6 — причал для вспомогательных судов; 7 — сухой док с эллингом; 8 — котлован для погружения плавдоков со швартовными палами; 9 — закрытые горизонтальные стапельные места; 10 — передаточный плавдок; 11 — грузовой причал; 13 — магистральный морской канал

1.3. Стапельные и подъемно-спусковые сооружения

Стапельные и подъемно-спусковые сооружения являются основой любой верфи и определяют ее потенциальные возможности по постройке (ремонту) судов или иных плавучих объектов. Технологические параметры этих сооружений определяют предельные размерения судов, предполагаемых к постройке на данной верфи, и мощность верфи в целом. Составляя заметную часть основных фондов предприятия, эти сооружения самым непосредственным образом влияют на экономическую эффективность всего судостроительного производства. Эти соображения в полной мере относятся и к судоремонтным заводам, и именно этими обстоятельствами определяется место стапельных и подъемно-спусковых сооружений в ряду прочих производств и сооружений, формирующих верфь как единое целое и обеспечивающих возможность ее эффективной функциональной деятельности.

Стапель — сооружение верфи, на котором производится постройка или ремонт судна. Различают стапели наклонные и горизонтальные. В зависимости от ориентации диаметральной плоскости (ДП) судна относительно направления спуска наклонные стапели разделяются на продольные (направление движения совпадает с ДП судна) и поперечные (направление движения перпендикулярно ДП). Наклонные продольные стапели используются исключительно для постройки судов и совмещают функции построечного и спускового сооружения (построечно-спусковое сооружение). Спускосвая масса судов, строящихся на наклонных продольных стапелях, может достигать 40 тыс. т. Наклонные поперечные стапели (стапели бокового спуска) применяются для малых и средних судов спусковой массой до 2000–3000 т и могут использоваться в качестве как построечно-спускового, так и только спускового сооружения. В последнем случае поперечные стапели используются в комплексе с построечными горизонтальными стапелями. Горизонтальные стапели применяются для постройки и ремонта судов и обслуживаются для передачи судна с берега на воду и наоборот отдельными спусковыми (подъемно-спусковыми) сооружениями.

Основу российских верфей в начале пошлого века составляли продольные наклонные стапели (рис. 1.3), совмещавшие функции стапельного (построечного) и спускового сооружения. Эти универсальные для судостроения гидротехнические сооружения, повсеместно используемые до настоящего времени во всем мире, успешно эксплуатируются ныне и на крупнейших судостроительных заводах Санкт-Петербурга и Николаева (рис. 1.4). Некоторые

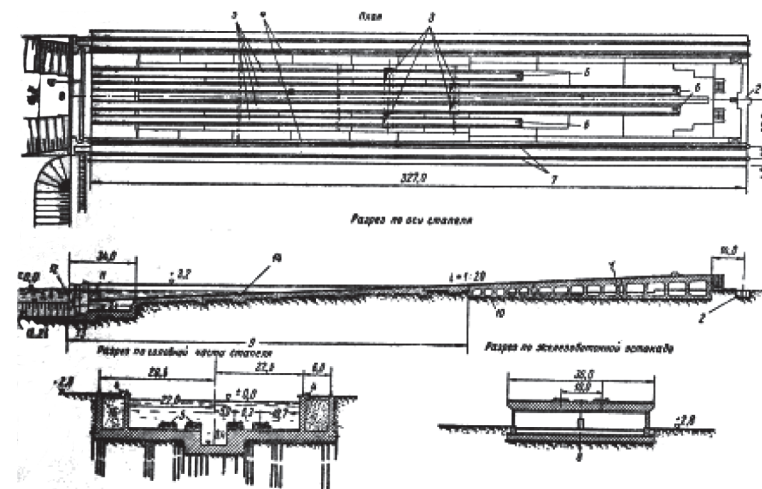


Рис. 1.3. Продольный стапель с батопортом: 1 — железобетонная эстакада; 2 — канал промпроводок (воды, пара, сжатого воздуха); 3 — курковые ямы; 4 — троллейный канал; 5 — спусковые дорожки; 6 — упоры для толкачей; 7 — подкрановые пути; 8 — ось стапеля; 9 — свайное основание; 10 — песок; 11 — порог стапеля; 12 — рабочий порог батопорта; 13 — ремонтный порог батопорта; 14 — поперечный канал промпроводок; 15 — заполнение песком. Батопорт на рисунке не показан



Рис. 1.4. Спуск судна со стапеля Черноморского судостроительного завода в г. Николаев

из них уже в наше время реконструированы, о чем приводятся сведения в главе 10.

Однако целый ряд недостатков продольных наклонных стапелей (динамический характер спуска судов, связанный с определенным риском; наклонное положение строящихся судов и разорванность в высотном положении с уровнем территории верфи; ограничение возможности использования высокоэффективных современных организационно-технологических схем постройки судов) привел к тому, что в современных отечественных судостроительных комплексах повсеместно предпочтение отдается системе многоместных стапельных площадок, расположенных на одном уровне с территорией верфи и обслуживаемых одним спусковым сооружением.

Применение многоместных стапельных комплексов с одним спуско-вым сооружением решает перечисленные выше проблемы и дополнительно повышает экономическую эффективность производства за счет значительного упрощения (а значит, и удешевления) собственно стапельных сооружений, выполняемых в виде железобетонных плит на грунтовом или свайном основании. Расходы на создание наиболее сложной и дорогостоящей составляющей комплекса — спускового сооружения — при этом раскладываются между несколькими стапельными местами. Естественно, что с увеличением числа стапельных мест, обслуживаемых одним спусковым сооружением, повышается общая эффективность такого судостроительного комплекса.

Подобные комплексы применимы для любых классов судов, за исключением особо крупных, для строительства которых используются иные сооружения, о чем более подробно будет изложено ниже. Достоинством многоместных стапельных комплексов является и то, что все типы спусковых сооружений, используемых в этих комплексах, обратимы и могут служить для докования судов, а значит, и для целей судоремонта или (в случае необходимости) для освидетельствования подводной части судов перед их сдачей в эксплуатацию.

Предтечей современных многоместных стапельных комплексов для постройки средних и крупных судов можно, по-видимому, считать созданные в 30–40-е годы XX века на новых крупных судостроительных заводах в Комсомольске-на-Амуре и Северодвинске (до 1957 г. — Молотовск) комплексы из нескольких *наливных доков*, объединенных общим *наливным бассейном*, который через полушлюз сопрягался с внешней акваторией (рис. 1.5).

Наливной док — двухступенчатый искусственный бассейн, заполняемый водой выше уровня примыкающей к нему акватории, соединяющийся с ней через заглубленную прорезь (нижнюю

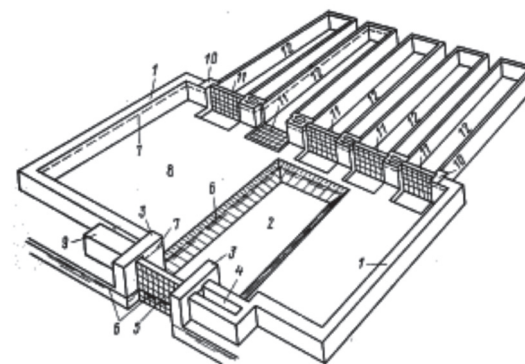


Рис. 1.5. Схема наливного бассейна с наливными доками.

1 — ограждающие стены бассейна; 2 — заглубленная прорезь бассейна; 3 — устои полушлюза; 4 — шкафная ниша задвижного затвора; 5 — затвор полушлюза; 6 — уровень акватории; 7 — уровень налива бассейна; 8 — наливной бассейн; 9 — насосная станция; 10 — устои головных частей наливных доков; 11 — затворы наливных доков; 12 — камеры наливных доков

ступень) и головную часть, оборудованную затвором, и предназначенный для строительства или ремонта судов (рис. 1.6, 1.7). Наливной док совмещает функции подъемно-спускового и стапельного сооружений. В качестве стапеля используется верхняя ступень дока.

Процедура докования судна в отдельностоящем наливном доке осуществляется следующим образом. При открытом затворе судно с акватории заводится на нижнюю ступень дока, затвор закрывается и производится заполнение камеры дока до уровня, достаточного для перевода судна на плаву на верхнюю ступень дока, расположенную несколько выше уровня акватории. Затем вода из камеры дока сбрасывается и судно садится на опорные устройства стапеля верхней ступени. Спуск судна на воду производится в обратном порядке. Заполнение водой камеры наливного дока осуществляется с помощью насосов или самотеком — при наличии неподалеку вышерасположенного водоема. Сброс воды в акваторию из заполненного дока выполняется самотеком. В целях уменьшения объема воды для наполнения дока его верхняя ступень, как правило, размещается несколько ниже уровня примыкающей к сооружению территории.

При групповом размещении нескольких наливных доков они объединяются в единый комплекс с помощью наливного бассейна (рис. 1.5, 1.8). В этом случае нижней ступенью всех наливных

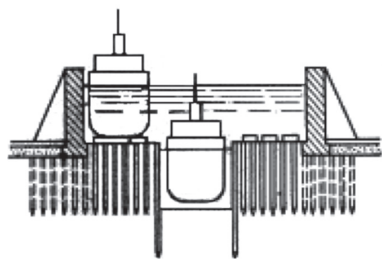


Рис. 1.6. Схема старинного наливного дока

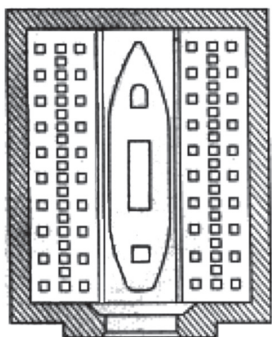


Рис. 1.7. Современный (конец XX века) вид наливного дока постройки начала XIX века на Соловках

доков комплекса является заглубленная прорезь, выносимая в общий наливной бассейн, в связи с чем исчезает ступенчатость конструкции камеры дока.

Современные многоместные судостроительные комплексы с горизонтальными стапелями, расположенными на уровне территории верфи, получили широкое распространение на отечествен-



Рис. 1.8. Наливной бассейн одного из отечественных судостроительных заводов (бассейн заполнен перед выводом суперблока основания шельфовой платформы, на заднем плане — крытые эллингами наливные доки)

ных верфях в послевоенные годы. В зависимости от конкретных климатических условий и принципиальной организационно-технологической схемы постройки судов горизонтальные стапели перекрываются отапливаемыми эллингами (так называемые закрытые стапельные места) или оставляются открытыми. В последних случаях стапели оборудуются наземными порталными кранами. Закрытые стапельные места обслуживаются мостовыми кранами эллинга. Стапельные места обеспечиваются всеми видами промэнергопроводок, необходимых для строительства или ремонта судов, и оборудуются судовозными рельсовыми путями для транспортировки судов на спусковое сооружение.

В ряде случаев при постройке судов используются одновременно как закрытые, так и открытые стапельные места. При этом в эллинге формируется корпус судна и производится частичное его насыщение, а на открытые площадки переносится основная часть работ по насыщению корпуса судна механизмами и оборудованием, т. е. те работы, на которые в меньшей степени влияют климатические условия.

П р и м е ч а н и е. Строго говоря, горизонтальные стапели, размещаемые в уровне территории верфи, не являются гидротехническими сооружениями и в отечественной практике проектирования верфей условно относятся к таковым исключительно по причине функционального родства с действительно гидротехническими стапельными и стапельно-

спусковыми сооружениями в силу сходного характера их работы (как технологического, так и силового — под воздействием нагрузок от строящихся или ремонтируемых судов).

В качестве подъемно-спусковых сооружений, обслуживающих горизонтальные стапели, в отечественной практике использовались слипы продольного и поперечного спуска, наливные камеры, передаточные плавучие доки. Для каждого из этих типов подъемно-спусковых сооружений специальными исследованиями, а также практикой проектирования и эксплуатации выработаны области предпочтительного применения, зависящие, прежде всего, от спусковых масс строящихся судов. Причем границы этих областей достаточно размыты и могут быть обозначены лишь приблизительно, поскольку на эффективность использования тех или иных сооружений большое влияние оказывают естественные условия площадки их размещения — топографические, инженерно-геологические, гидрологические. Кроме того, экономическая эффективность использования различных типов подъемно-спусковых сооружений зависит и от меняющихся (во времени — в пределах одной страны и пространстве — в пределах разных стран) условий ценообразования в строительстве и производстве оборудования.

Слипы (наклонные судоподъемники) служат для спуска (или подъема) малых и средних судов. Верхняя граница предельных спусковых масс для слипов за последние десятилетия существенно сдвинулась в сторону увеличения. Так, если в 40-е годы прошлого века считалось неперспективным использование поперечных слипов для спуска—подъема судов с доковой массой свыше 2000 т, то уже в середине 60-х годов грузоподъемность одного из отечественных слипов в результате его реконструкции была доведена до 6000 т (рис. 1.9), а на рубеже 70–80-х годов грузоподъемность другого — до 8500 тыс. т.

Более подробные сведения о реконструкции этих слипов приведены в главе 11.

Для работы со средними и крупными судами в 50–60-х годах прошлого века на российских и украинских верфях было построено несколько *наливных камер* (рис. 1.10 и 1.11). Этот тип подъемно-спускового сооружения явился логическим развитием комплексов с наливными бассейнами и доками. Он и отличается от последних наличием наземной транспортной связи верхней ступени (через специальный проем в торцевой стене верхней ступени, оформленный в виде верхней головы сооружения) с горизонтальными стапельными местами на территории верфи. При этом передача судна со стапеля на спусковое сооружение осуществляется перемещением насухо по судовозным рельсовым путям. Перед нали-



Рис. 1.9. Спуск судна на слипе грузоподъемностью 6000 т

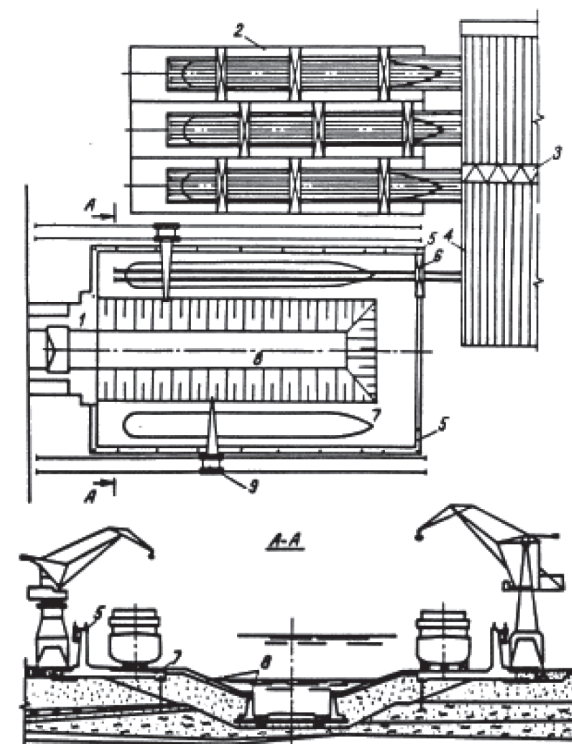


Рис. 1.10. Схема наливной камеры:

1 — нижняя голова с насосной станцией; 2 — горизонтальные стапельные места; 3 — трансбордер; 4 — подтрансбордерные пути; 5 — ограждающие стены верхней ступени; 6 — верхняя голова; 7 — верхняя ступень; 8 — нижняя ступень; 9 — порталный кран



Рис. 1.11. Наливная камера судоремонтного завода.

Верхние и нижние ворота закрыты, идет заполнение камеры водой. На переднем плане трансбордерное устройство для поперечного перемещения судов

вом камеры выводное отверстие верхней головы перекрывается специальным затвором.

Такие сооружения имеются на Выборгском и Херсонском судостроительных заводах, а также на судоремонтных предприятиях в городах Северодвинске и Большой Камень. Последняя крупная отечественная наливная камера была построена в начале 70-х годов прошлого века на судостроительном заводе в г. Зеленодольске.

Характерной особенностью многоместных стапельных комплексов, в которых в качестве подъемно-спусковых сооружений используются слипы или наливные камеры, является потребность в значительной территории для организации поперечного перемещения судов в целях их подачи с различных стапельных мест на общее спусковое сооружение.

В наливных камерах, обслуживающих не более двух стапельных мест, подобная задача может решаться за счет расширения верхней ступени, т. е. увеличения габаритов самого спускового сооружения. В этих случаях наружные стапельные места соосны соответствующим позициям верхней ступени.

При большем количестве береговых стапельных мест поперечное перемещение судов зачастую осуществляется с помощью специального транспортного средства — трансбордера, на который накатывается судовозный поезд с судном. Трансбордеры перемещаются по рельсовым путям, уложенным в заглубленной части территории верфи — трансбордерной яме. Существуют и

транспортные системы, позволяющие производить перемещение судов насухо в продольном и поперечном направлениях в одном уровне без использования заглубленного трансбордера. Подобные системы, устраняя неудобства использования территории верфи, связанные с ее разноровненностью, тем не менее не исключают необходимости в значительной территории для поперечного перемещения судов.

Этого недостатка лишены комплексы горизонтальных стапельных мест с *передаточными плавучими доками*, используемыми как подъемно-спусковые сооружения (рис. 1.12). Эти мобильные плавучие сооружения в необходимых случаях сами могут выполнять функции устройства для поперечного перемещения судов (трансбордера) с переносом этой операции с территории на акваторию. Началом интенсивного внедрения в новых отечественных судостроительных и судоремонтных многоместных стапельных комплексах в качестве подъемно-спускового устройства передаточных плавучих доков следует считать 60-е годы XX века. К концу этого столетия на предприятиях России, Украины и Литвы успешно функционировало около двух десятков комплексов горизонтальных стапельных мест с передаточными плавдоками, построенных по проектам специалистов ГСПИ «Союзпроектверфь».

Передаточный плавучий док — плавучий док, служащий в качестве подъемно-спускового сооружения для передачи судов с воды на береговые стапельные места и наоборот.



Рис. 1.12. Накатка судна с берегового стапеля на передаточный плавучий док

Передаточные плавдоки используются в многоместных судостроительных и судоремонтных комплексах. Помимо самих передаточных плавдоков и стапельных мест, в состав этих комплексов (рис. 1.13) входят следующие сооружения, обеспечивающие процесс докования судов:

- котлован для погружения плавдока,
- швартовные палы,
- опоры (мористые и береговые, иногда только береговые), на которые устанавливается плавдок перед перемещением судна с дока на берег или с берега на док,
- причал с вытяжными судовозными путями, центрирующим и швартовным устройствами.

Мористые опоры, как правило, выполняются подводными. При больших глубинах акватории они могут быть съемными, устанавливаемыми на специально подготовленное на дне основание (постель). Береговые опоры могут быть как подводными, так и надводными — оборудуемыми непосредственно на причале плавдока.

Процедура докования судов с использованием передаточного плавдока заключается в следующем. На котловане для погружения передаточный плавдок обычным для плавучих доков способом принимает на себя судно и вместе с ним перемещается к причалу. Затем он центруется для обеспечения соосности судовозных путей на доке и на берегу и, принимая прижимной балласт, садится на опоры, которые обеспечивают неизменность высотного положения плавдока при передаче судна на берег. Перемещение судна с дока на берег производится на судовозных тележках. Выкатка судна с передаточного плавдока на берег сопровождается приемом воды

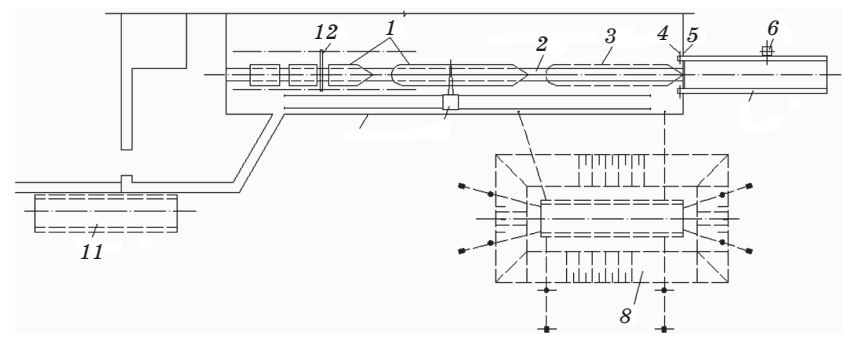


Рис. 1.13. Комплекс с передачным плавдоком

1 — рабочие стапельные позиции; 2 — открытое стапельное место; 3 — резервная стапельная позиция; 4 — ось береговых опор дока; 5 — причал передачного плавдока; 6 — швартовный пал; 7 — передачный плавдок; 8 — котлован для погружения плавдока; 9 — порталный кран; 10 — достроечная набережная; 11 — место штатной стоянки плавдока; 12 — мостовой кран на крытой эстакаде

в балластные отсеки дока, что исключает его всплытие с опор в процессе этой транспортной операции. Спуск судна на воду осуществляют в обратном порядке. При этом по мере накатки судна на плавдок производится откачка воды из его балластных отсеков.

В отечественной практике используется исключительно продольное перемещение судна по передачному плавдоку с примыканием последнего к причалу торцом. Возможна также и поперечная схема передачи судна на берег — в направлении, перпендикулярном его диаметральной плоскости (ДП). В этом случае одна из башен плавдока является съемной и он устанавливается бортом к причалу.

Отличительной особенностью передачных плавдоков по отношению к обычным ремонтным является наличие на стапельпалубе эстакад, выводящих судовозные пути дока на один уровень с береговыми путями, что приводит к возрастанию глубины погружения дока для приема (спуска) судна и соответствующему увеличению высоты башен дока.

Достоинством передачного плавдока как подъемно-спускового сооружения, обслуживающего многоместный стапельный комплекс, по сравнению с такими стационарными сооружениями того же назначения, как вертикальный судоподъемник или наливная камера, является то, что он может обеспечить подачу судна к любому стапельному месту напрямую, без использования дополнительного наземного транспортного средства (трансбордера).

Мобильность передачных плавучих доков позволяет использовать их для обслуживания нескольких стапельных мест не только одного судостроительного или судоремонтного комплекса, но и подобных комплексов нескольких предприятий. Так, спусковые операции с горизонтальных стапелей Балтийского судостроительного завода и Адмиралтейских верфей осуществляются одним и тем же плавдоком (рис. 1.14).

Как и наливные камеры, передачные плавучие доки наиболее эффективны при работе со средними и крупными судами. Максимальная грузоподъемность передачных плавучих доков, используемых в настоящее время (достигнутая еще в середине 70-х годов прошлого века) на российских верфях, составляет 25 тыс. т (рис. 1.15). Однако имеется детальная проработка судоремонтного комплекса, выполненная в 80-х годах на стадии «проект», с передачным плавдоком подъемной силой до 100 тыс.т.

Диапазон использования передачных плавучих доков в отечественной практике судостроения и судоремонта сходен с диапазоном применения *вертикальных судоподъемников* (в основном тросового типа), широко используемых в последние десятилетия



Рис. 1.14. Передача судна с горизонтального стапеля Балтийского завода на передаточный плавдок Адмиралтейских верфей

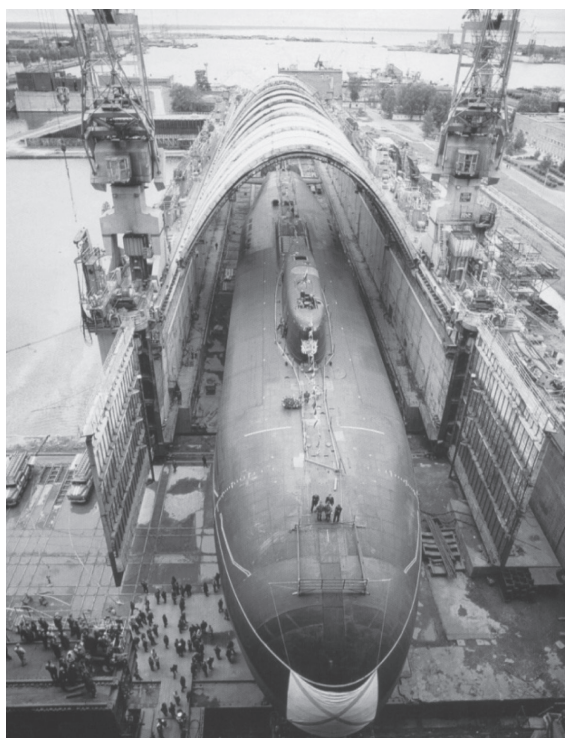


Рис. 1.15. Выкатка подводной лодки со стапеля на передаточный плавучий док

за рубежом. Сравнительный анализ этих двух типов судоподъемников, неоднократно выполнявшийся как в поисковых, так и в конкретных проработках применительно к условиям нашей страны, показывал, что до недавнего времени экономическая эффективность этих разных типов сооружений оценивалась примерно как равноценная. С учетом этого в силу лучшей освоенности передаточных плавдоков предпочтение отдавалось именно им.

В период, предшествовавший началу проведения радикальной экономической реформы в России в 1992 г., изменившиеся условия ценообразования создали предпосылки для обоснованного использования вертикальных судоподъемников и на отечественных верфях. Был создан необходимый задел опытно-конструкторских разработок. Однако практически полное свертывание инвестиций в судостроительную отрасль, характерное для первых пореформенных десятилетий, не дало возможности реализовать эти весьма перспективные проекты.

Создание многоместных стапельных комплексов, включающих систему горизонтальных стапелей, обслуживаемых одним спусковым сооружением, целиком себя оправдало и позволило реализовывать самые прогрессивные организационно-технологические схемы постройки судов — начиная от поточно-позиционной и кончая блочным и модульно-агрегатным методами.

Многоместные стапельные комплексы с передаточными плавдоками получили необычайно интенсивное развитие за рубежом в последние годы. В первом десятилетии нового века ряд южнокорейских и китайских компаний (STX «Shipbuilding», «Hyundai Heavy Industries», «Yantai Raffles» и др.) ввели в эксплуатацию несколько береговых стапельных комплексов крупнотоннажного судостроения с плавучими спусковыми устройствами (ПСУ). В качестве ПСУ используются либо плавучие доки, часто со сквозными башнями, либо специальные понтоны с точечными (при поперечной накатке — съемными с одной стороны) башнями (рис. 1.16 и 1.17). Главным достижением разработчиков этих ПСУ является создание такой системы баллаستировки и контроля за ней, которая сделала ненужным опирание устройств на жесткие опоры при накатке судна.

Создатели этих комплексов позиционируют используемое ими общее техническое решение в качестве прорывного в области судостроения. С этим можно согласиться только отчасти. Прорывным является создание высокоэффективных плавучих спусковых устройств. Принципиальная схема подобных комплексов давно отработана и применяется в отечественном судостроении уже более полувека.



Рис. 1.16. Схема южнокорейской верфи STX «Jinhae Shipyard».

На переднем плане — комплекс горизонтальных стапелей с передаточным плав-доком

Для постройки особо крупных судов и шельфовых сооружений в современной мировой практике используются преимущественно *сухие доки*. Эти сооружения совмещают функции стапельных и подъемно-спусковых сооружений. Исторически сухие доки возникли как судоремонтные сооружения и для целей судостроения использовались лишь в отдельных случаях. Начало интенсивного использования сухих доков для строительства судов (почти исключительно крупнотоннажных) и шельфовых сооружений для добычи нефти и газа относится к 60-м годам XX столетия

Сухой док — искусственный осушаемый бассейн, дно которого расположено ниже уровня воды в акватории верфи, отделяемый от нее затвором и совмещающий в себе функции стапеля и подъемно-спускового сооружения. Сухой док состоит из камерной и головной частей. В камере размещается ремонтируемое или строящееся судно (рис. 1.18). Головная часть сопрягает камеру с акваторией верфи. Голова дока, состоящая из двух устоев и объединяющего их днища, образует входное (выводное) отверстие, которое на период ремонта или постройки судна в доке перекрывается затвором, отделяющим осушенную камеру дока от акватории. Заполнение камеры дока водой осуществляется самотеком через отверстия в затворе или водоводы в устоях головы. Осушается док с помощью насосов, размещаемых в одном из устоев головы или в отдельно стоящей насосной станции за стенами дока. В составе насосной



Рис. 1.17. Стапельный комплекс с поперечной накаткой на плавучее спусковое устройство (ННН, Offshore & Engineering Division, г. Ульсан, Южная Корея)