

В.С. Игнатович
А.В. Кузьмина
А.В. Родькина

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ОКЕАНА

Методические указания

Районы эксплуатации морских буровых установок



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской институт
Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

В.С. Игнатович, А.В. Родькина, А.В. Кузьмина

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ОКЕАНА

Методические указания
к выполнению практических заданий

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 622.242.4(076.5)
ББК 33.131я73
И 265

Р е ц е н з е н т:

Г.В. Лекарев – кандидат технических наук, доцент

Игнатович В. С.

И 265 Технические средства освоения океана: метод. указания к выполнению практических заданий / В.С. Игнатович, А.В. Родькина, А.В. Кузьмина. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 24 с.: ил.

Методические указания предназначены для оказания методической помощи студентам направления 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры при выполнении практических работ студентами по дисциплинам «Морская инфраструктура» и «Технология создания морской техники».

УДК 622.242.4(076.5)
ББК 33.131я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение» в качестве методических указаний к выполнению практических работ по дисциплине «Морская инфраструктура» направления 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры (протокол от 22.02.2018 № 9).

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Практическая работа № 1 Изучение архитектурно-конструктивных типов плавучих буровых установок и морских стационарных платформ	4
Практическая работа № 2 Определение геометрических характеристик опорных колонн самоподъемных плавучих буровых установок	5
Практическая работа № 3 Разработка конструкций нижнего понтона полупогружной плавучей буровой установки.....	13
Библиографический список.....	23

ВВЕДЕНИЕ

При освоении морских месторождений нефти и газа на континентальном шельфе используются различные по назначению и конструкции технические сооружения: самоподъемные (СПБУ) и полупогружные (ППБУ) плавучие буровые установки, морские стационарные платформы (МСП).

При расчете общей прочности и жесткости самоподъемных и полупогруженных плавучих буровых установок требуется умение определить геометрические характеристики их элементов и узлов: корпусов понтонов, колонн, раскосов, имеющих большие размеры, различную насыщенность балками набора, а также отличающихся формой сечения.

В настоящих методических указаниях студентам предлагается проанализировать архитектурно-конструктивные типы этих сооружений, особенности их эксплуатации, освоить методы расчета геометрических характеристик элементов опорных колонн СПБУ различной конструкции и нижних понтонов ППБУ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ТИПОВ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК И МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ

Цель работы: изучить архитектурно-конструктивные типы (АКТ) плавучих буровых установок и морских стационарных платформ, и условия их эксплуатации.

1.1. Теоретический раздел

В последнее время запасы нефти и газа на суше начинают истощаться, поэтому появилась необходимость в освоении морских месторождений. Для разведки и добычи углеводородов на континентальном шельфе проектируются и строятся различные типы морских сооружений, предназначенные для эксплуатации на глубине до 300 м. К ним относятся самоподъемные (СПБУ) и полупогруженные (ППБУ) плавучие буровые установки, а также морские стационарные платформы (МСП).

Буровые установки (рис. 1 [1]) – это комплекс бурового оборудования и технических запасов, предназначенных для бурения скважин, установленных на плавучих, или стационарных основаниях. Комплектация и вид буровых установок зависит от назначения скважины, условий и методов бурения.

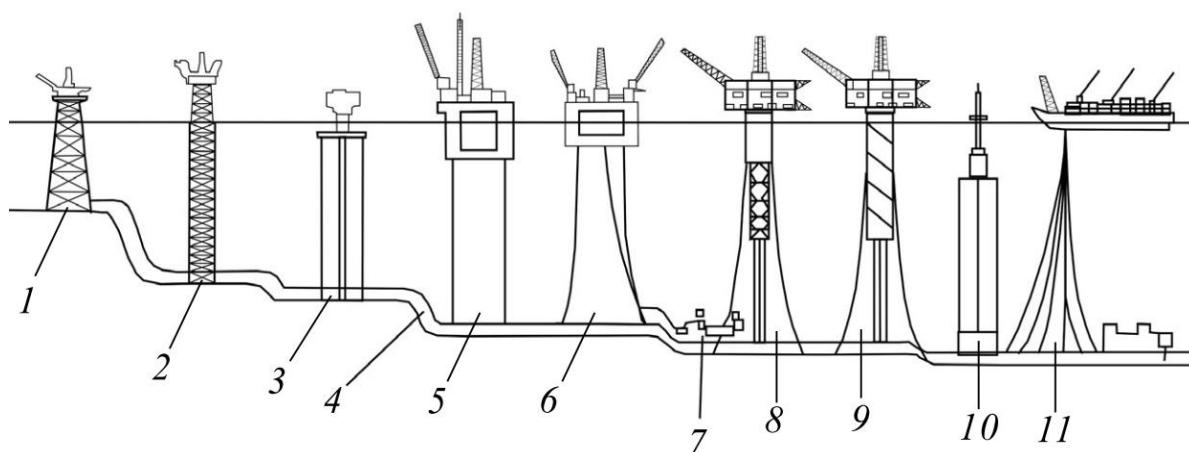


Рис. 1.1. Основные схемы глубоководных плавучих эксплуатационных систем:
1 – стационарная платформа; 2 – стационарная мачтовая платформа; 3 – мини-TLP;
4 – крепление оттяжки трубопровода; 5 – традиционная платформа с натяжными вертикальными связями (TLP); 6 – полупогружная эксплуатационная установка; 7 – раздаточный узел трубопровода; 8 – платформа SPAR с ферменной секцией корпуса; 9 – классическая платформа SPAR;
10 – буй управления; 11 – подводная стойка для крепления

1.2. Индивидуальное задание

Изучить классификацию, устройство, режимы и районы эксплуатации:

- а) самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ);
- б) полупогружных плавучих буровых установок (ППБУ);
- в) морских стационарных платформ (МСП).

Проанализировать полученные результаты.

1.3. Содержание отчета о практическом задании

Отчет должен содержать описание классификации, устройства, режимов и районов эксплуатации: самоподъемных плавучих буровых установок; полупогружных плавучих буровых установок; морских стационарных платформ.

1.4. Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение СПБУ.
- 2 Дайте определение ППБУ.
- 3 Дайте определение МСП.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНЫХ КОЛОНН САМОПОДЪЕМНЫХ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Цель работы: изучить методы определения геометрических характеристик стержней различных поперечных сечений и рассчитать их для опорных колонн самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ).

2.1. Теоретический раздел

СПБУ представляют собой пространственные сооружения, включающие понтон прямоугольного сечения, подкрепленный продольными и поперечными переборками и продольным набором, опорные колонны (опоры) цилиндрической или ферменной конструкции. При проверке общей прочности этих сооружений необходимо вычислить геометрические характеристики колонн. Для этой цели предлагается использовать методы, по которым рассчитываются геометрические характеристики эквивалентного бруса судна [2].

К геометрическим характеристикам поперечного стержня (балки) относятся площадь, момент инерции и момент сопротивления.

При расчете прочности опорных колонн в площадь сечения включаются площади сечения всех продольных связей:

$$F = \sum_i F_i ,$$

где F_i – площадь сечения i -й продольной связи:

- площадь сечения полособульбового профиля по сортаменту;
- площадь сечения трубы

$$F_{mp} = 2\pi r t ,$$

где r – радиус трубы, t – толщина стенки трубы.

Момент инерции поперечного сечения колонн вычисляется как сумма собственных моментов i_{cob} и переносных моментов всех элементов колонн относительно её нейтральной оси.

$$I_k = \sum_i i_{cob} + \sum_i I_{пер.i} ,$$

где $i_{cob.i}$ – собственный момент инерции элемента i относительно его нейтральной оси:

- для прямоугольного сечения

$$i_{cob} = \frac{bh^3}{12} ,$$

где b – ширина элемента, h – высота элемента;

- для сечения круглой трубы

$$i_{cob} = \frac{\pi D^3}{8} t ,$$

где D – диаметр трубы (по оси), t – толщина;

$I_{пер}$ – переносный момент инерции – равен площади сечения элемента, умноженный на квадрат отстояния его центра тяжести от нейтральной оси колонны

$$I_{пер.i} = b_i h_i (h_{1i})^2 ,$$

где h_{1i} – расстояние до нейтральной оси колонны от центра тяжести i -го элемента.

Пример:

Момент инерции балки двутаврового сечения:

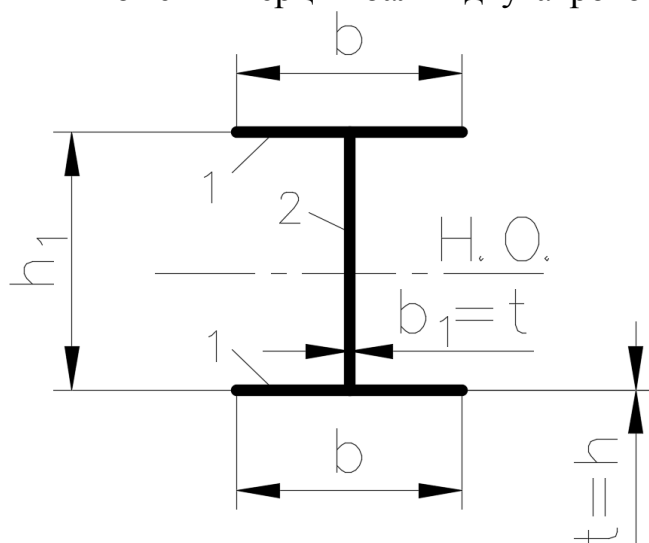


Рис. 2.1.

$$I = 2i_{cob1} + 2I_{nep.1} + i_{cob2} =$$

$$= 2 \frac{bt^3}{12} + 2bt \left(\frac{h_1}{2} \right)^2 + \frac{th_1^3}{12}$$

$$\frac{bt^3}{12} \approx 0$$

$$I = 2bt \left(\frac{h_1}{2} \right)^2 + \frac{th_1^3}{12}$$

Момент сопротивления стержня (колонн) при симметрии сечения относительно нейтральной оси определяется по формуле:

$$W = \frac{I_K}{0,5H},$$

где I_K – полный момент поперечного сечения колонны,

H – высота сечения колонны, $0,5H$ – расстояние крайнего волокна относительно нейтральной оси сечения колонны.

При отсутствии симметрии поперечного сечения колонны относительно нейтральной оси или большого количества элементов сечения расчет производится в табличной форме (таблица 2.1).

Т а б л и ц а 2.1

Вычисление геометрических характеристик опорных колонн

№ эл.	Размер элемента по горизонтали b , мм	Размер элемента по вертикали t , мм	Количество элементов	Площадь сечения Элемента F_i , см ²	Отстояние от оси сравнения Z_i , м	Статический момент $F_i Z_i$, см ² м	Переносный момент $F_i Z_i^2$, см ² м ²	Собственный момент i_{cob} , см ² м ²
1	2			3	4	5	6	7
1	b_1	t_1	1	F_1	Z_1	$F_1 Z_1$	$F_1 Z_1^2$	i_{1cob}
2	b_2	t_2	1	F_2	Z_2	$F_2 Z_2$	$F_2 Z_2^2$	i_{2cob}
...	...	...	...	...	...	...	...	...

n	b_n	t_n	1	F_n	Z_n	$F_n Z_n$	$F_n Z_n^2$	i_{ncob}
Σ				A		B	C	

Отстояние нейтральной оси от оси сравнения, м:

$$e = \frac{B}{A}.$$

Момент инерции относительно нейтральной оси, см²м²:

$$I = C - \frac{B^2}{A}.$$

Моменты сопротивления поперечного сечения относительно верхней и нижней кромок сечения, см²м:

$$W_1 = \frac{I}{e}; \quad W_2 = \frac{I}{H - e}.$$

2.2. Индивидуальное задание

1 Вычертить в масштабе расчетные схемы сечений опорных колонн следующих установок:

- цилиндрические колонны прямоугольного сечения, применяемые на установках для малых глубин моря;
- СПБУ «Каспий» – опора ферменной конструкции, четырехгранная с рейками по углам сечения;
- СПБУ проекта 15402 – опора ферменной конструкции, трехгранная с рейками по углам сечения.

2 Вычислить и проанализировать результаты расчета геометрических характеристик заданных опорных колонн: площадь сечения, момент инерции и момент сопротивления поперечного сечения конструкции сооружений.

2.3. Исходные данные

В качестве исходных данных принять характеристики конструкций указанных СПбУ:

Т а б л и ц а 2.2

а) Исходные данные для цилиндрической листовой опорной колоны (рис. 2.2)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, м	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0
t, мм	24	24	24	25	25	25	26	26	26	28

где $d = D - t$.

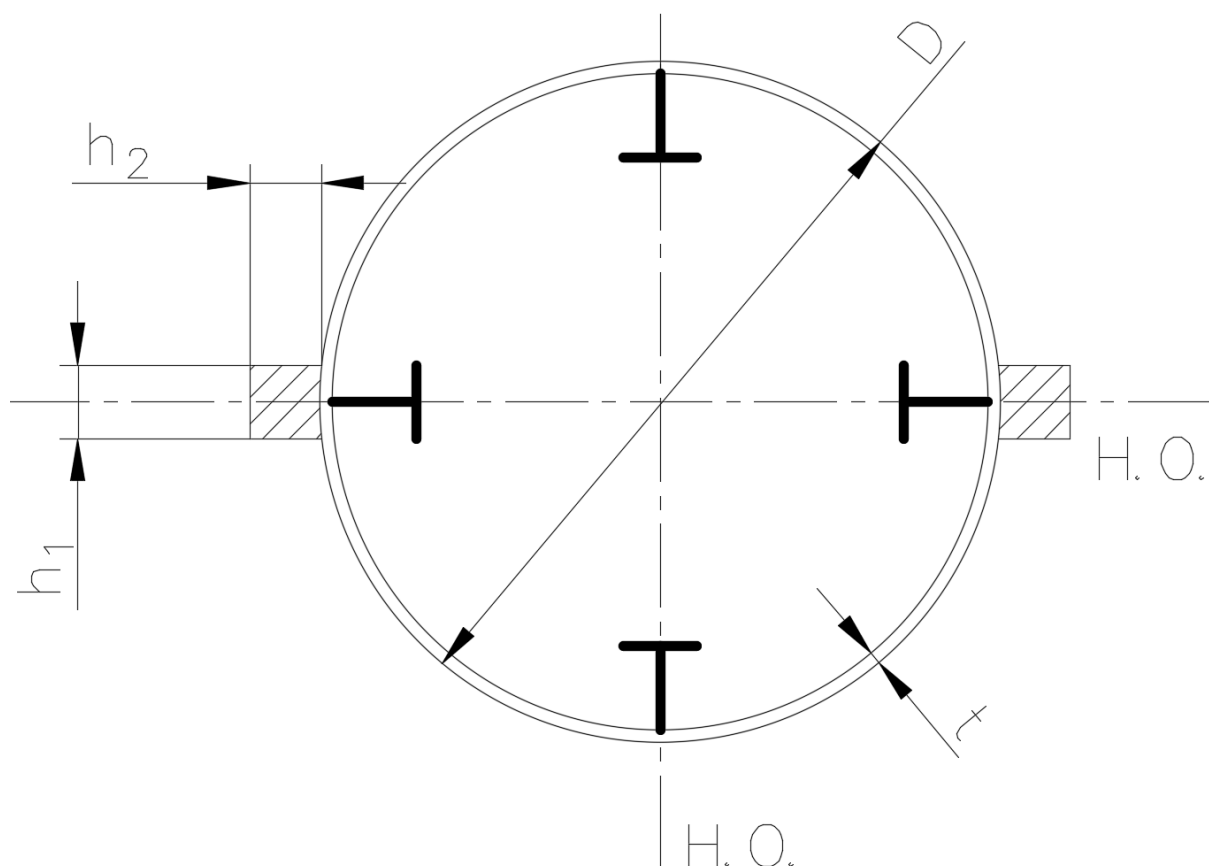


Рис. 2.2. Схема поперечного сечения цилиндрической листовой опорной колоны

$h_1 = 15$ см – ширина сечения рейки;

$h_2 = 12$ см – высота сечения рейки;

$\begin{array}{|c} 15 \times 350 \\ \hline 25 \times 200 \end{array}$ – размеры поперечного сечения продольных балок колонны;

Н.О. – невыполненные контуры сечения цилиндрической колонны.

Т а б л и ц а 2.3

б) Исходные данные для прямоугольной листовой опорной колоны (рис. 2.3)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h , м	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0
a , м	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
t_1 , мм	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26
t_2 , мм	22	22	22	22	22	24	24	24	24	26
полособульб	16а	16б	18а	18б	20а	20б	22а	22б	24а	24б

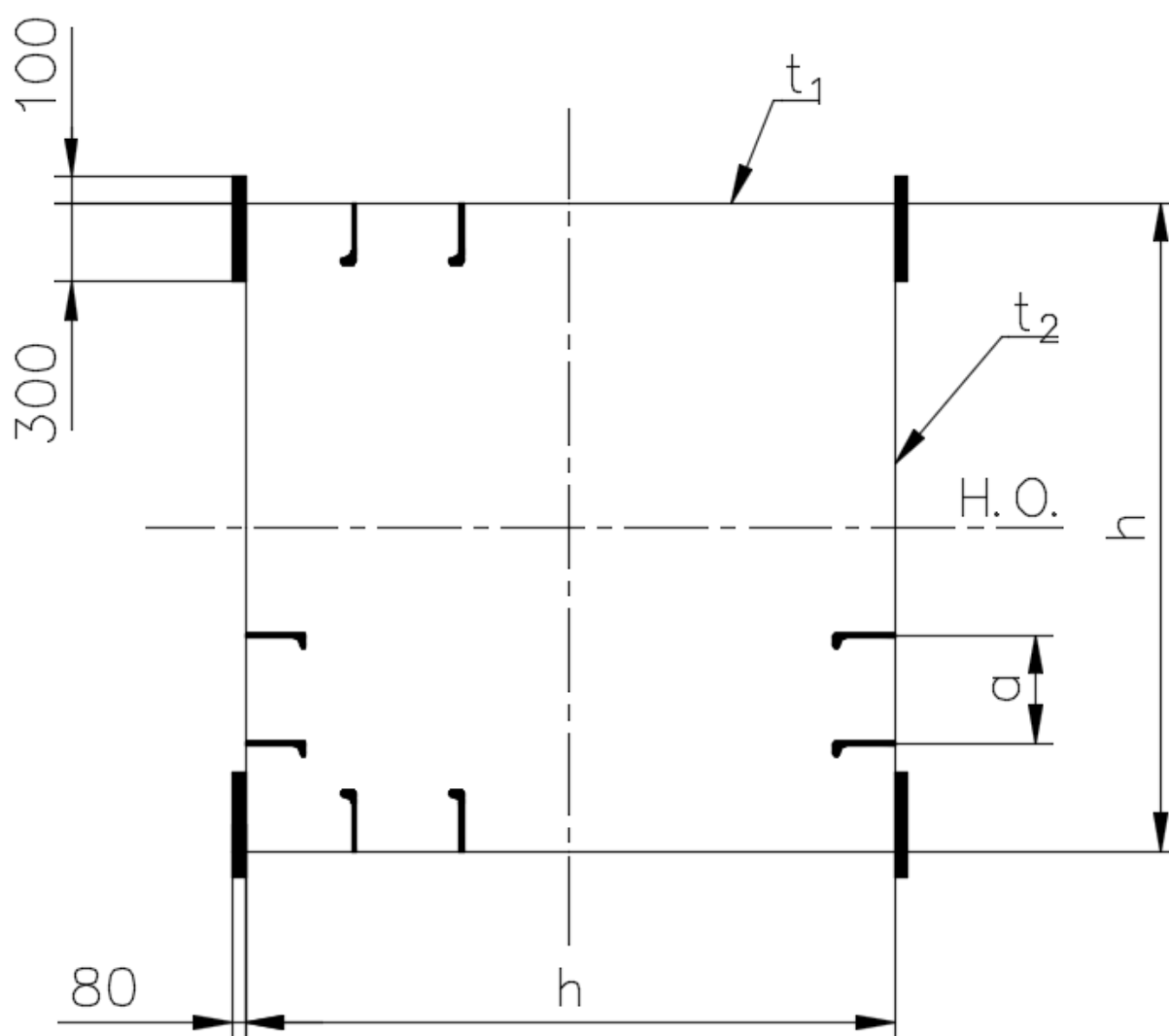


Рис. 2.3. Схема поперечного сечения прямоугольной листовой опорной колоны

Н.О. – нейтральная ось сечения колоны прямоугольного сечения.

Т а б л и ц а 2.4

в) Исходные данные для четырехгранной ферменной опорной колоны (рис. 2.4, 2.5)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h , м	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
d , м	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
t , мм	26	26	26	26	26	28	28	28	28	28
Тип рейки, рис. 2.8	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2

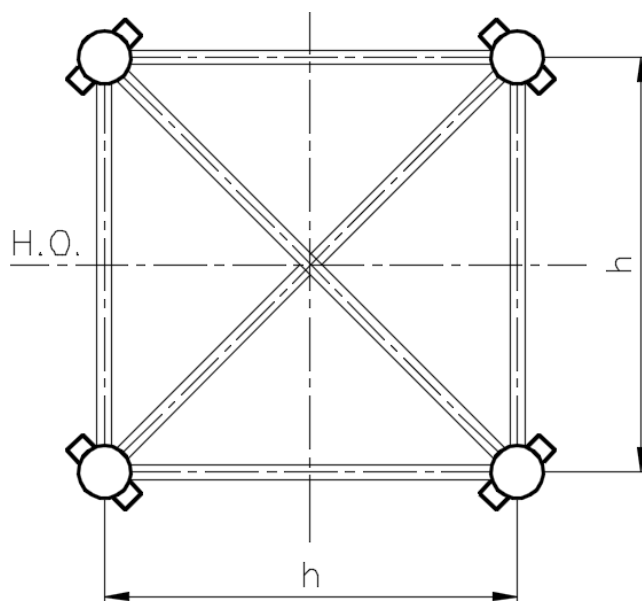


Рис. 2.4. Схема поперечного сечения четырехгранной ферменной опорной колоны с цилиндрическими рейками A1

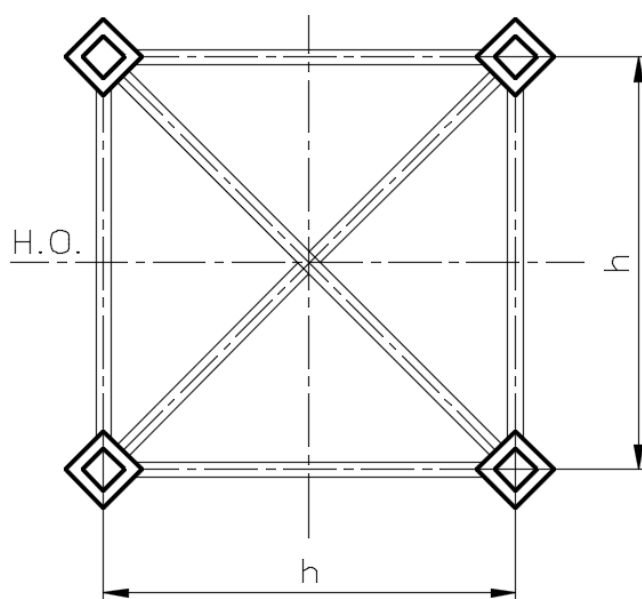


Рис. 2.5. Схема поперечного сечения четырехгранной ферменной опорной колоны с рейками прямоугольного сечения A2

Т а б л и ц а 2.5

г) Исходные данные для трехгранной ферменной опорной колоны (рис. 2.6, 2.7)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h , м	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
d , м	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
t , мм	26	26	26	26	26	28	28	28	28	28
Тип рейки, рис. 2.8	A3	A1	A3	A1	A3	A1	A3	A1	A3	A1

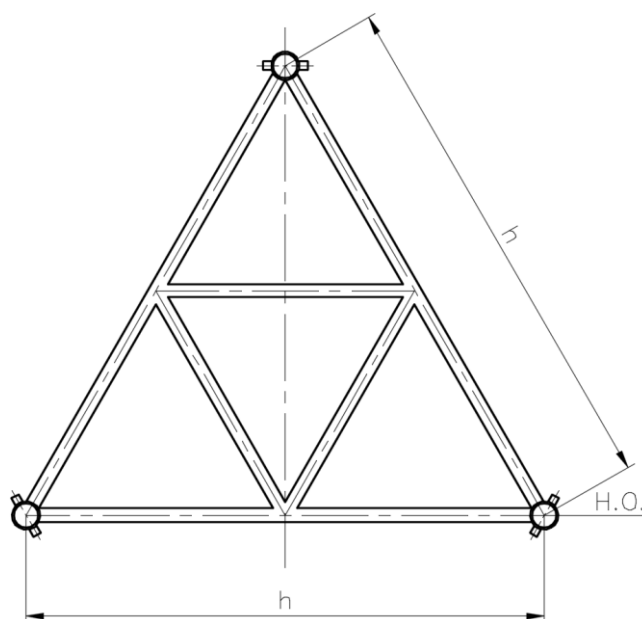


Рис. 2.6. Схема поперечного сечения трехгранной ферменной опорной колоны с цилиндрическими рейками A1

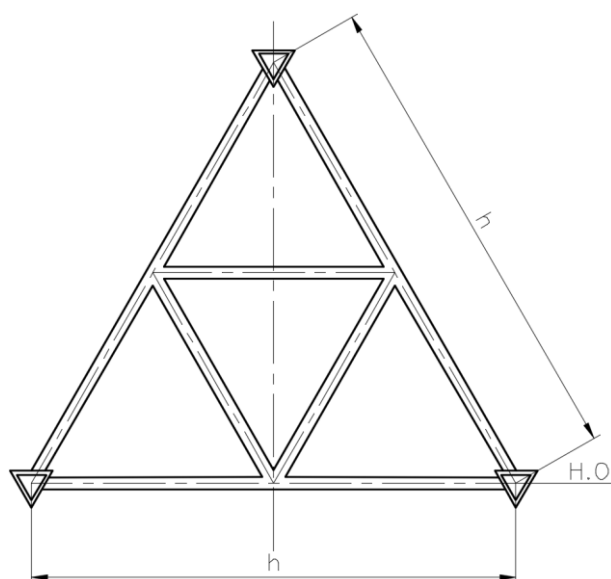


Рис. 2.7. Схема поперечного сечения трехгранной ферменной опорной колоны с рейками треугольного сечения A3

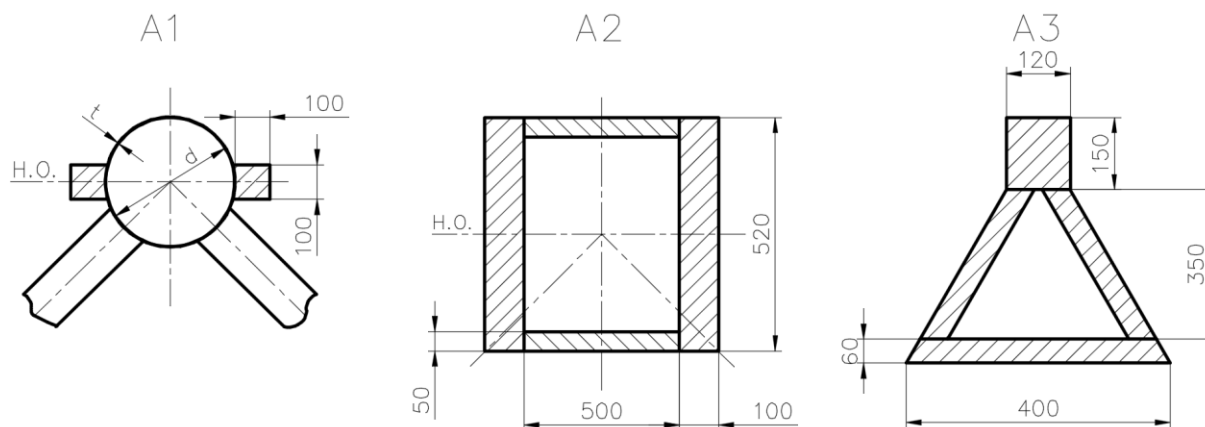


Рис. 2.8. Схемы поперечного сечения реек: А1 – цилиндрические рейки; А2 – рейки прямоугольного сечения; А3 – рейки треугольного сечения

2.4. Содержание отчета о практическом задании

Отчет должен содержать эскизы поперечных сечений конструкций колонн СПБУ, расчет их геометрических характеристик и анализ результатов.

2.5. Контрольные вопросы

- 1 Опишите конструкцию и тип опорных колонн СПБУ.
- 2 Опишите методы расчета геометрических характеристик сечения различных типов колонн СПБУ.
- 3 Дайте определение момента инерции и момента сопротивления поперечного сечения профиля. Как определяется момент инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ НИЖНЕГО ПОНТОНА ПОЛУПОГРУЖНОЙ ПЛАВУЧЕЙ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Цель работы: обосновать и выбрать категорию стали и систему набора нижних понтонов ППБУ; разработать конструкцию днищевых, бортовых и палубных перекрытий и переборок; определить размеры связей в соответствии с рекомендациями Правил Регистра РФ [3, 4]. Вычислить геометрические характеристики эквивалентного бруса понтона.

3.1. Теоретический раздел

ППБУ представляет собой пространственное плавучее сооружение, включающие нижние понтоны и верхний корпус, соединенные системой вертикальных стабилизирующих колонн, а также горизонтальных и наклонных раскосов. Наиболее распространенными в настоящее время яв-

ляются ППБУ с двумя параллельными нижними понтонами. Понтоны имеют прямоугольное со скругленными углами сечение, обеспечивающее лучшую технологию изготовления. Оконечности приближаются к судовым и имеют остроконечную или скругленную форму. Днище, палуба и борта, а также переборки понтонов и имеют одинаковую систему набора и одинаковые размеры обшивки и балок. Количество поперечных переборок зависит от количества и расположения стабилизирующих колонн, которое позволяет обеспечить надежную перевязку колонн и понтонов. Число колонн составляет от 2 до 4 на каждом понтоне (рис. 3.1).

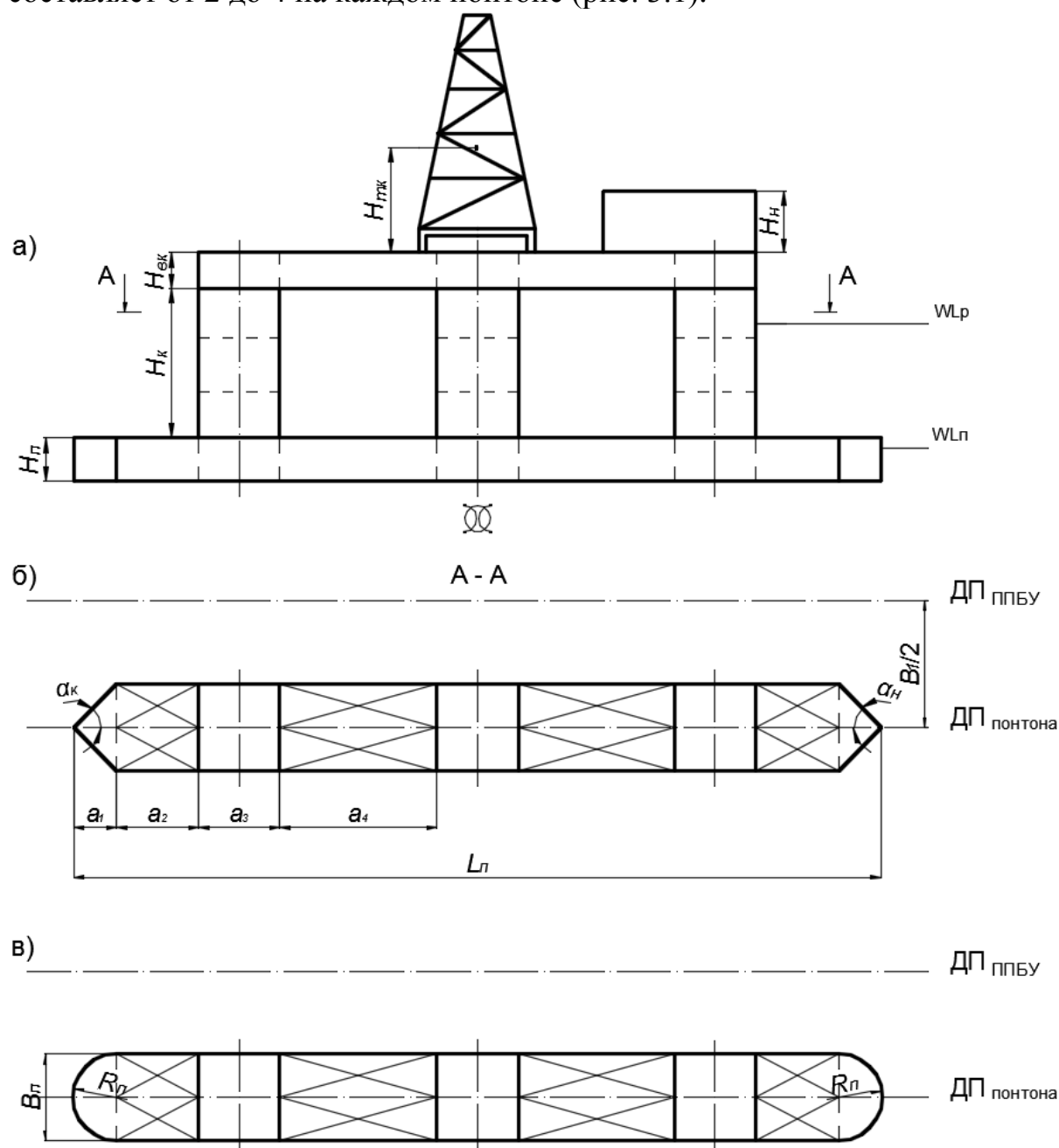


Рис. 3.1. Схема ППБУ с шестью стабилизирующими колоннами:

- а) боковой вид ППБУ, б) план понтона с заостренными оконечностями ($\alpha_{п} = \alpha_{к}$),
в) план понтона с закругленными оконечностями

Колонны, в основном, имеют цилиндрическую форму, однако в последнее время появились проекты с колоннами прямоугольного или квадратного сечения при работе ППБУ в жестких условиях Арктики.

Основными элементами, обеспечивающими перевязку цилиндрических колонн с понтонами, являются переборки и диафрагмы, которые располагаются в плоскости продольных и поперечных переборок нижних понтонов.

Внутренне пространство колонн разбивается горизонтальными платформами и вертикальными переборками на водонепроницаемые отсеки.

Раскосы выполняются в виде цилиндрических труб диаметром до 2,5 м. Раскосы соединяют колонны в горизонтальной плоскости непосредственно над палубой понтонов, в вертикальной поперечной плоскости подкрепляют верхний корпус в ДП. Наиболее ответственным является узел соединения раскосов со стабилизирующей колонной. В раскосах в районе соединения устанавливаются внутренние подкрепления, которые входят внутрь колонн и соединяются с ее прочными конструкциями: платформами, диафрагмами, кольцевыми рамами.

В настоящей работе рассматривается ППБУ с 4 стабилизирующими колоннами (по две на нижних понтонах) прямоугольного сечения (рис. 3.2). Толщина обшивки и размеры набора бортов, днища, палубы, поперечных и продольной переборок определяются требованиями Правил Регистра для рабочего режима эксплуатации. Для расчета могут быть использованы также методические указания, разработанные для определения размеров элементов конструкций корпуса по дисциплине «Конструкция корпуса судов» [5].

Работа выполняется в следующем порядке.

3.1.1. Выбор марки (категории) стали понтона

В соответствии с Правилами Регистра [3, 4] судостроительные стали разделяются на стали нормальной и повышенной прочности.

Учитывая условия эксплуатации, действующие нагрузки и размеры понтонов ППБУ, для изготовления их конструкций можно принять стали повышенной прочности категорий D32 с пределом текучести $R_{ен} = 315$ МПа и D36 с $R_{ен} = 355$ МПа.

Расчетный нормативный предел текучести этих сталей равен

$$\sigma_n = \frac{R_{ен}}{\eta}, \quad (3.1)$$

где $R_{ен}$ – предел текучести стали, МПа,

$\eta = 0,78$ и $0,72$ – коэффициент использования механических свойств стали категорий D32 и D36 соответственно.

3.1.2. Расчет минимальной толщины связей понтона

При разработке конструкций корпуса Правилами Регистра рекомендуются минимальные толщины элементов, ниже которых расчетные толщины не допускаются.

а) Толщина наружной обшивки во всех случаях должна быть не менее, мм

$$S_{\min} = (5,5 + 0,04 \cdot L) \cdot \sqrt{\eta} \quad (3.2)$$

б) Толщина сплошных флоров при продольной системе набора, мм

$$S_{\min} = 0,035 \cdot L + 6 \quad (3.3)$$

3.1.3. Определение нормальной шпации

Величина нормальной шпации (расстояние между балками основного набора) понтона определяется по формуле:

$$a_0 = 0,002 \cdot L + 0,48 \quad (3.4)$$

Полученное значение шпации округляется до стандартного размера (400, 500, 550, 600, 700, 750, 800, 850, 900, 950 и 1000 мм). При поперечной системе набора на длине отсеков укладывается кратное число шпаций, а при продольной системе набора днища и палубы расстояние между флорами и рамными бимсами кратно шпации для шпангоутов борта, т. е. $a_p = n \cdot a_0$, где $n = 2 \dots 4$.

3.1.4. Определение расчетных нагрузок на днище понтона

Размеры связей (обшивки, балок набора) понтона определяются при действии местной нагрузки на конструкции понтона в рабочем положении ППБУ.

Суммарная местная нагрузка включает постоянную и переменную составляющие.

Постоянная нагрузка определяется величиной статического давления, кПа:

$$p_{\text{ст}} = \rho \cdot g \cdot z_i, \quad (3.5)$$

где z_i – отстояние точки приложения нагрузки от рабочей ватерлинии, т. е. осадки в рабочем положении.

Переменные местные давления, кПа, можно определить по приближенной формуле

$$p_B = \rho \cdot g \cdot \frac{h_{3\%}}{2}, \quad (3.6)$$

где $h_{3\%}$ – высота волны 3% обеспеченности в долгосрочном распределении, можно принять $h_{3\%} \approx 8$ м.

Суммарная поперечная нагрузка равна

$$p = p_{ст} + p_B, \quad (3.7)$$

3.1.5. Расчет листовых элементов корпуса

Под листовым элементом (пластиной) понимается участок обшивки или настила, ограниченный подкрепляющим набором. К листовым элементам относятся участки настила палубы и участки обшивки днища, борта, переборок, а также стенок рамного набора.

Толщина настила или обшивки, нагруженных поперечной нагрузкой, должна быть не менее

$$S = m \cdot a_0 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot p}{K_\sigma \cdot \sigma_n}} + \Delta S, \quad (3.8)$$

где $m = 22,4$ – для наружной обшивки;

$m = 15,8$ – для обшивки переборок;

a_0 – величина нормальной шпации, м;

$K = 1$ при отношении размеров меньшей и большей из сторон листового элемента равных 2;

p – максимальное значение расчетного давления, кПа;

$K_\sigma = 1,05$;

σ_n – расчетный нормативный предел текучести, МПа, (см. формулу 3.1);

ΔS – запасы на износ и коррозию назначаются в зависимости от планируемого срока службы конструкции и среднегодового уменьшения толщины связей и определяются по формуле

$$\Delta S = u \cdot \frac{T}{2}, \quad (3.9)$$

где $T = 24$ – срок службы, год;

u – среднегодовое уменьшение толщины связи, мм/год.

3.1.6. Расчет элементов набора понтона

Для конструкции понтона (обшивка днища, бортов, переборок и листы настила палубы) целесообразно принять продольную систему набора, обеспечивающую наиболее эффективное сопротивление внешней нагрузке. При продольной системе набора балки главного направления (ребра жесткости) идут вдоль понтона, опорами для них служат рамные балки (флоры, шпангоуты, бимсы), установленные через несколько шпаций на расстоянии a_p .

Размеры элементов балок набора.

а) Момент сопротивления W , 10^{-6} м³ и момент инерции I , 10^{-8} м⁴ поперечного сечения основного набора (ребер жесткости) катаного профиля должен быть не менее

$$W = W' \cdot \omega_k, \quad I = I' \cdot j_k, \quad (3.10)$$

где W' – момент сопротивления рассматриваемой балки, 10^{-6} м³ к середине срока службы судна;

I' – момент инерции балки, 10^{-8} м⁴ к середине срока службы судна.

$$W' = \frac{Q \cdot l \cdot 10^3}{m \cdot k_\sigma \cdot \sigma_n}, \quad (3.11)$$

где $Q = p \cdot a \cdot l$ – поперечная нагрузка на рассматриваемую балку, кН;

p – расчетная давление, кН, (см. формулу 3.7);

l – длина пролета балки – расстояние между рамными балками, м;

a – расстояние между балками главного направления, м;

σ_n – расчетный нормативный предел текучести, МПа (см. формулу 3.1);

m, k_σ – коэффициенты изгибающего момента и допускаемых напряжений;

ω_k, j_k – учитывают поправку на износ и коррозию, принимаются равными наибольшей из величин, для полособульба несимметричного, определяемых по формулам:

$$\omega_k = \frac{0,85}{\sqrt[3]{W'}} + \sqrt[3]{\frac{\Delta S}{2}} \geq 1,05, \quad (3.12)$$
$$j_k \approx 1.$$

б) Определение размеров флора при одинарном дне.

Момент сопротивления W , 10^{-6} м^3 и момент инерции I , 10^{-8} м^4 поперечного сечения флора должен быть не менее (3.10).

При расчете формулы (3.11) принять поперечную нагрузку на флор:

$$Q = p \cdot a_p \cdot \frac{B}{2}, \quad (3.13)$$

где $m = 13$, $k_\sigma = 0,6$, $l = a_p$ – расстояние между флорами.

Высота флора определяется по формуле

$$h_\phi = 0,055B_1,$$

где $B_1 = 0,6B_x$, B_x – ширина понтона в рассматриваемом сечении, м.

Толщина пояска флора, мм, равна

$$S_n = S_\phi + 8,$$

Толщина стенки флора определяется по формуле

$$S_\phi = S_{\min} + \Delta S,$$

где ΔS – определяется по формуле (3.9).

Ширина пояска флора равна b_ϕ определяется подбором исходя из отношения площади сечения пояска $S_{\text{сеч.н}}$ к площади сечения стенки $S_{\text{сеч.ст.}}$.

$$\frac{S_{\text{сеч.н}}}{S_{\text{сеч.ст.}}} = 0,4 \div 0,6.$$

Размеры связей, полученных для днища, применить к аналогичным связям остальных конструкций.

3.1.7. Разработка конструкций понтона

Корпус понтона представляет собой объемную конструкцию судового типа, ограниченную плоскими перекрытиями: днища, палубы, бортов, поперечными и продольными переборками, набранными по продольной системе набора.

3.1.8. Расчет элементов эквивалентного бруса понтона

Эквивалентный брус – это совокупность всех продольных связей в сечении понтона: обшивка и продольные ребра жесткости днища, бортов, продольной переборки и настила палубы.

Для определения геометрических характеристик поперечного сечения эквивалентного бруса: площади, момента инерции и момента сопротивления использовать метод, изложенный в практической работе №2 настоящих методических указаний (таблица 2.1).

3.2. Индивидуальное задание

Обосновать и выбрать систему набора нижних понтонов, включая поперечные и продольные переборки.

На листах формата А4 вычертить в масштабе проекции корпуса понтона: конструктивный мидель-шпангоут (рис. 3.3), поперечные сечения по рамному шпангоуту и поперечной переборке (рис. 3.3), вид на продольную переборку (борт), сечение по рамной стойке поперечной переборки.

На проекциях корпуса указать размеры обшивки, продольных балок и рамных поперечных балок.

3.3. Исходные данные

В качестве исходных данных принять ППБУ с четырьмя стабилизирующими колоннами, разработанную для жестких условий эксплуатации (рис. 3.1).

$L_n = 101,4$ м	длина понтона
$B_n = 16,8$ м	ширина понтона
$h_n = 6,5$ м	высота понтона
$a_1 = 8,4$ м	
$a_2 = 9,6$ м	
$a_3 = 13,8$ м	длина колонны
$n_k = 4$	число колонн
$n_n = 2$	число понтонов
$h_{вк} = 8$ м	высота верхнего корпуса
$d_n = 6$ м	осадка в походном положении
d_p	осадку в рабочем положении выбрать по варианту согласно таблице 2.6
$h_k = 1,0$ м	высота клиренса
$R_n = 0,6$ м	радиус скругления углов сечения понтона
$\alpha_k = 45^\circ$	угол заострения сечения понтона

Варианты осадки в рабочем положении

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_p , м	18	18,5	19	19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5

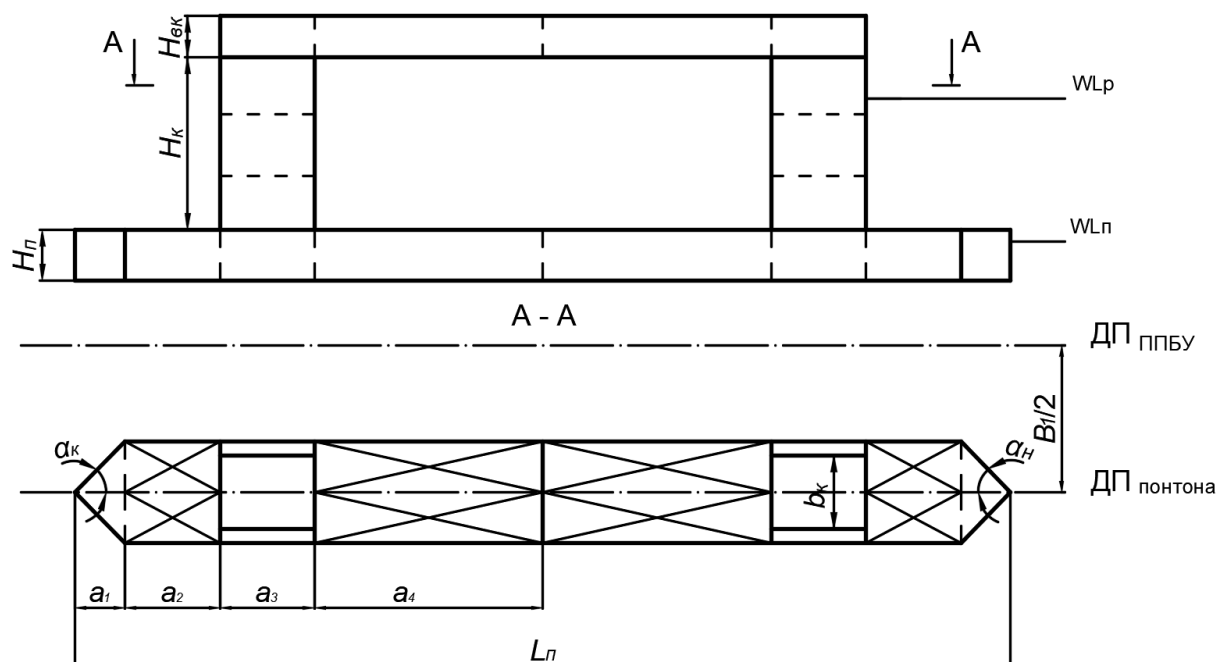


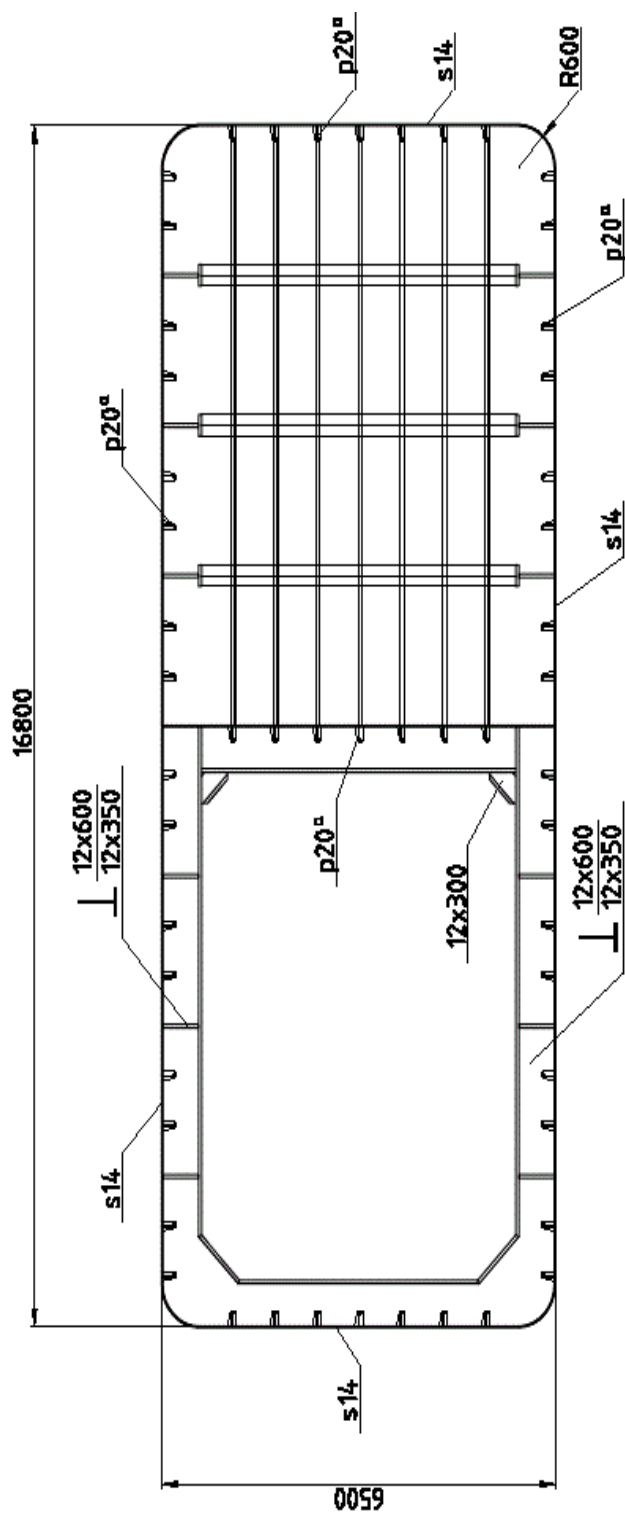
Рис. 3.2. Схема ППБУ с четырьмя стабилизирующими колоннами

3.4. Содержание отчета о практическом задании

Отчет должен содержать описание конструкции понтонов, стабилизирующих колонн и ППБУ в целом. На чертежах формата А4 выполнить в масштабе схему понтона ППБУ: обшивки, набора корпуса, продольной и поперечной переборок.

3.5. Контрольные вопросы

- 1 Опишите устройство ППБУ и назначение каждой части ППБУ.
- 2 Опишите конструкцию понтонов, колонн и верхнего корпуса ППБУ.
- 3 Опишите назначение и схему расположения раскосов.
- 4 Опишите схему набора понтонов и колонн.
- 5 Опишите конструкцию узлов соединения колонн с понтонами.



Сечение по рамному шпангоуту и поперечной переборке

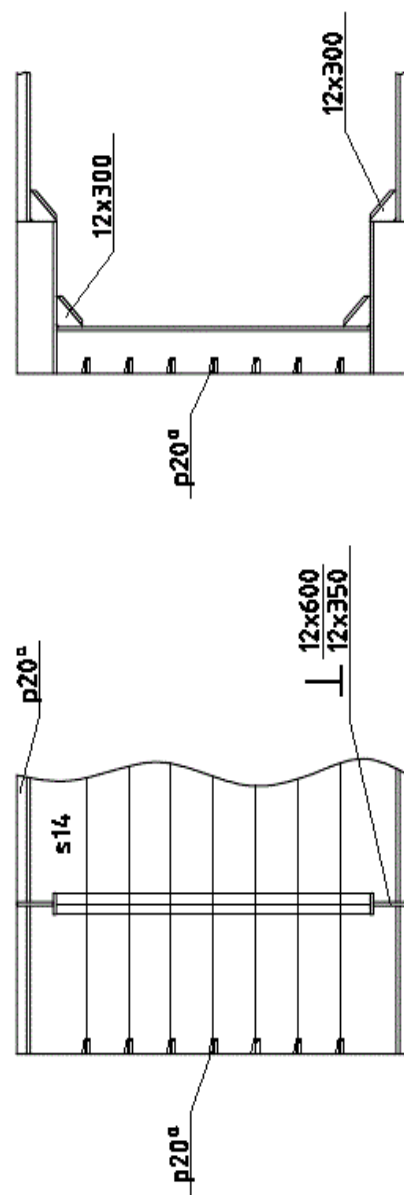


Рис. 3.3. Схема конструкций нижнего понтона ППБУ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Бугаенко, Б. А. Плавающие сооружения океанотехники: учебное пособие / Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь. – Николаев: Издательство НУК, 2011. – 228 с.
- 2 Расчёт эквивалентного бруса и определение напряжений в корпусе судна на волнении: метод. указания к выполнению практического занятия / сост. А.В. Кузьмина, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевГУ, 2016. – 24 с.: ил.
- 3 Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2018.
- 4 Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2014. – 493 с.
- 5 Разработка конструкции корпуса транспортного судна: метод. указания к выполнению курсового проекта / сост. А.В. Кузьмина, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевГУ, 2016. – 48 с.: ил.
- 6 Кузьмина, А.В. Конструкция стационарных и плавучих сооружений: учеб. пособие / А.В. Кузьмина, В.С. Игнатович, В.Р. Душко, М. Г. Балашов. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013. – 212 с.
- 7 Галахов, И. Н. Плавающие буровые платформы/ И. Н. Галахов, О. Е. Литонов, А. А. Алисейчик. – Л.: Судостроение, 1981. – 240 с.
- 8 Доусон, Т. Проектирование сооружений морского шельфа / Т. Доусон. – Л.: Судостроение, 1986. – 286 с.
- 9 Морские инженерные сооружения. Ч. I. Морские буровые установки: учеб. / под общ. ред. В. Ф. Соколова. – СПб.: Судостроение, 2003. – 535 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ОКЕАНА

*Методические указания
к выполнению практических заданий*

Игнатович Владилен Сергеевич,
Родькина Анна Владимировна,
Кузьмина Анна Валентиновна

Редактор – *О.В. Дмитриева*

Подписано к печати 02.10.18. Изд. № 59/18. Зак. № 52/18. Тираж 50 экз.
Объем 1,5 п. л. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,47.
Формат бумаги 60х84 1/16

РИИЦМ ФГБОУ ВО
«Севастопольский государственный университет»