

Министерство образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра ТО и ЭС.

Г.Я. Булатов

ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

**Часть I. Технология возведения морских гравитационных
оградительных сооружений.**

Учебное пособие.

Санкт-Петербург
2003

Оглавление

А. Пояснительная записка.

Введение	4
Исходные данные	5
Информационная база	6
Методические требования к оформлению проекта технологии	7

Глава 1 Земляные работы (технологии грунтов)

1.1. Подводная выемка котлована	9
1.2. Отсыпка каменной постели	10
1.3. Ровнение каменной постели	12
1.4. Уплотнение каменной постели	13

Глава 2 Технологии монтажа

2.1. Наброска бетонных массивов	13
2.2. Кладка из обыкновенных массивов	14
2.3. Установка массивов гигантов	15

Глава 3 Технологии бетонов

3.1. Приготовление бетонной смеси	17
3.2. Транспортирование бетонной смеси	18
3.3. Расчет емкости парка изготовления бетонных массивов	19
3.4. Расчет площади блока бетонирования	19
3.5. Выбор и расчет числа бетоноуплотнителей	20

Глава 4 Разработка циклограммы возведения сооружения

(календарный график)

.....	20
-------	----

Примечание: каждую технологию в соответствии с параграфом записки в общем виде составляют:

1. Расчет объемов работ.
2. Выбор технологии и машин.
3. Расчет числа машин и потоков материалов
4. Оптимизация параметров технологии и сроков работ.

Б. Графическая часть (технологические схемы).

1. Выемка грунта и его удаление.....
 2. Отсыпка, разравнивание и уплотнение грунтовых материалов.....
 3. Монтажные работы (погрузка, доставка и установка элементов).....
 4. Разрезка на блоки бетонирования, опалубка и ее укрепление.....
 5. Подача и укладка бетонной смеси.....
 6. Парк изготовления сборных элементов.....
 7. Циклограмма возведения сооружения.....
- Приложение 1. Иллюстрации
- Приложение 2. Путеводитель по литературе

Введение. *)

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 290400 (специализации 290402 и 290407) по дисциплине СД.11 «Производство гидротехнических работ». Пособие может быть использовано и на других специальностях направления «Строительство» как для студентов, так и аспирантов и проектировщиков и исследователей, для которых имеется широкое поле деятельности по уточнению предлагаемых решений.

Цель проекта: разработка оптимальных технологических схем, выбор типа и числа строительных машин, необходимых для возведения сооружений в заданные сроки с требуемым качеством при минимальной стоимости работ.

Приведённая в пособии методика расчёта основных параметров технологии сопровождается отдельными иллюстрациями («Графическая часть») и ссылками на рисунки, которые разрабатываются для конкретных характеристик сооружения и условий строительства.

*) – В технической подготовке работы принимали участие Колгушкин А.В. Григорьева О.А. и др. студенты спец. «МВТС».

Исходные данные.

1. Настоящий проект разрабатывается на основе курсового проекта «Морское оградительное сооружение» или «Причальное сооружение» или на основе специального задания, выданного преподавателем.
Море..... Район строительства.....
2. Конструкция сооружения (поперечный и продольный разрезы) и др. чертежи представлены на рис
3. Расстояние от строительного причала:
 - А) до строящегося сооружения км,
 - Б) до карьера км,
 - В) до бетонного завода км.
4. Режим работы:
 - а) в открытом море – одно-или двухсменный, 10-15 дней в месяц, в зависимости от конкретных условий строительства,
 - б) на суше – двухсменный, пять дней в неделю.
5. Объем бетона по другим сооружениям тыс. м³.

Информационная база:

1. Яковенко В. Г. Строительство молов и волноломов. - М.: Транспорт, 1983.- 191с.
2. Справочник по строительству портовых ГТС/Под ред. Николаева Г. Н.- М.: Транспорт, 1972. - 463 с.
3. Булатов Г. Я. Технология возведения грунтовых плотин. – СПбГТУ, 1994. – 90 с.
4. Галузин В. М., Комаринский М. В., Телешев В. И. Выбор строительных машин и оборудования для производства бетонных работ - СПбГТУ, 1995.
5. Кладько С. Н. Технология строительных работ на водных путях. – М.: Транспорт, 1988. - 383 с. (ш. 6802142).
6. Ефимов С.Г. Технология и организация строительства водных путей и портов. – М. ВШ, 1974.
7. Ильин П.И. и др. Организация и производство портовых гидротехнических работ. - М.: Транспорт, 1972.- 416 с.
8. Справочник по технике освоения шельфа/Под. ред. Лобанова В.А. – Л.: Судостроение, 1983. – 288 с. (ш. 6296412).
9. Красов Н. В. Строительство портовых гидротехнических сооружений гравитационного типа. – М.: Транспорт, 1971. – 192 с.
10. Красов Н. В. Подводно-технические работы. – М.: Транспорт, 1975 - 277с.
11. СНиП 3.07.02-87. Гидротехнические, морские и речные транспортные сооружения, ППиПР. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 68 с.
12. Журнал «Транспортное строительство».
13. Российские патенты – [http:// www.rupto.ru](http://www.rupto.ru)
14. Булатов Г.Я. Введение в общую теорию технологий (на примере строительства): Учебное пособие. – СПб.: Издательство СПбГПУ, 2002 – 174с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИИ (МТ)

А. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.

1. Задание и МТ приложить к записке (не подшивать) и хранить как важный исходный документ.
2. Студент самостоятельно разрабатывает варианты решений.
3. Содержание частей проекта следующее:
Вначале выполняется чертеж, (схема технологии), выбирается, на основе соответствующих критериев, тип машины, ее марка и характеристики, указываются строительные материалы и их характеристики, а затем - расчет по схеме:
 - а) Определяемая величина (со ссылкой на литературу в квадратных скобках), и ее формула, обозначения входящих величин и их числовые значения (тоже со ссылкой).
 - б) Точная подстановка в формулу и результат расчета (преобразование единиц измерения производить вне формул).
 - в) Вывод и принятый в проекте результат.
 - г)
4. Единицы измерения писать всегда и везде, начиная с самых первичных черновых записей, и строго их соблюдать в расчетах.
5. Не допускать больших (более 10%) недогрузок машин.
6. Принятые ранее величины не должны меняться в процессе расчетов, результаты которых должны точно совпадать с данными на чертежах.
7. Точность расчетов-1% (или до трех значащих цифр). Дроби писать через запятую.
8. Выполнять постоянный самоконтроль результатов вычислений.
9. Записку писать крупно, разборчиво и чисто. Названия глав и параграфов выделять подчеркиванием (желательно в цвете).
- 10.....

Б. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

1. Все сооружения показывать в достаточном числе проекций в процессе строительства, возведенными, например, на половину высоты. Не возведенную часть показывать штриховой линией, так же – и первичную поверхность земли.
2. Все разрезы пронумеровать и привязать к планам и другим разрезам.
3. Указать везде масштабы, отметки и размеры, включая габариты сооружений, в т. ч. и по высоте.
4. Везде указывать наименование строительных материалов, грунтов и их основные характеристики.

5. На технологических схемах указать:

- а) наименования, типы, марки и главные параметры машин,
- б) траектории их движения.
- в) дороги и выезды,
- г) нумерацию технологических элементов в порядке очередности их возведения (забои, проходки, карты, блоки...),
- д) номера расчетных блоков (для крана, для опалубки, при летнем и при зимнем бетонировании...),
- е) обозначение всех элементов чертежа с их текстовой расшифровкой,
- ж)

6. Памятуя, что «чертеж-язык инженера», - он должен быть четким и выразительным (предпочтительны жирные линии и крупный шрифт). При этом полезно применить и раскрашивание.

7. Рисунки с номерами и подрисуночными подписями расположить в конце записки.

8.

Глава 1. Земляные работы (технологии грунтов)

Технология – мать экономики.

1.1. Подводная выемка котлована

1.1.1 Расчет объемов работ

Грунт основания с характеристиками

Выемка представлена на рис. ...

Объем протяженной выемки

$$V \cong \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i + \omega_{i+1}}{2} \cdot \Delta l_i, \quad (1.1)$$

где ω_i - площади вертикальных сечений выемки,

Δl_i - длина элемента выемки.

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n \frac{b_{in} + b_{iv}}{2} \cdot \Delta h_i, \quad (1.1a)$$

где b_i - ширина выемки (по низу и по верху), Δh_i - ее глубина.

1.1.2. Выбор технологий и машин

Начинаем с изучения информационной базы, используя «Путеводитель по литературе» (Приложение № 1), а также [11, с. 6 9].

По первому варианту выемка может быть, например, произведена с помощью землесоса (см. рис. 1.1.1.),

а по второму – с помощью плавучего грейферного крана.

Примем, например, землесос типа ЗГМ-1М, техническая производительность которого по грунту равна 140 м³/ч, а по воде – 1500 м³/ч [2, с.70, табл.3.4].

Техническая производительность грейферного крана с емкостью ковша 1 м³ [2, с. 355, табл.18.2] равна 137 м³/ч.

Учитывая возможность использования крана на последующих работах, выбираем второй вариант.

1.1.3. Расчет числа машин

Расчет производится по [3, с. 13; 8; 11] как для ведущих машин. Если не выданы сроки работ, то проектное число машин принимаем равное единице ($N^n = 1$).

1.1.4. Оптимизация параметров технологии и сроков работ

Оптимизация предусматривает разработку вариантов взаимного расположения машины и сооружения, а также способов и режимов работы, и выбор наилучшего решения.

Проектное время работ определяем по выражению

$$T^n = \frac{V}{J^n} \cdot K_{нер} \cdot K_{зап} \quad , \quad (1.2)$$

где V - объем работ;

J^n - проектный поток (интенсивность работ) [3, с.13];

$K_{нер}$ - коэффициент неравномерности работ (1,1 1,2);

$K_{зап}$ - коэффициент запаса по срокам работ.

$$T^n = \dots\dots = \dots\dots ч = \dots\dots смена = \dots\dots сут. = \dots\dots мес.$$

1.2. Отсыпка каменной постели

1.2.1. Расчет объемов работ

Подводная отсыпка элементов сооружения производится послойно.

Например, каменная постель будет выполнена из сортированного камня, состоящего из двух слоев с разными размерами и массами камней (см. рис.). Масса камня первого (нижнего) слоя $m_1 = (\dots\dots - \dots\dots)$ кг, а размеры камней $d_1 = (\dots\dots - \dots\dots)$ м. Масса камня второго (верхнего) слоя $m_2 = (\dots\dots - \dots\dots)$ кг, а $d_2 = (\dots\dots - \dots\dots)$ м.

Объемы каждого из слоев, необходимые для строительства всего мола, определяем по аналогии с п. 1.1.1., с запасом в размере 10% по высоте на уплотнение и осадку.

Объем первого слоя $V_1 = \dots\dots\dots$

Объем второго слоя $V_2 = \dots\dots\dots$

1.2.2. Выбор технологий и машин

Введем следующую технологическую цепь:

$$OM \rightarrow \underline{ПЗ} \rightarrow \underline{TЗ} \rightarrow \underline{ВЗ} \rightarrow \underline{ПВ} \rightarrow \underline{ТВ} \rightarrow \underline{ВВ} \rightarrow PV \rightarrow UV \rightarrow KV \quad (1.3)$$

доставка по земле доставка по воде ровнение уплотнение контроль

Здесь приняты следующие обозначения:

OM – подготовка (обработка) материалов,

ПЗ – погрузка материалов на земле,

TЗ – транспортирование по земле,

ВЗ – выгрузка на земле.

Аналогичные обозначения (с индексом «В») приняты для технологий доставки по воде.

Все технологии делятся на: а) непрерывные и б) циклические (дискретные). Непрерывные технологии доставки сыпучих материалов в воду:

1) конвейерная, 2) трубопроводная, 3) канатная.

Циклические технологии: с помощью барж, шаланд (саморазгружающиеся для глубины более 4 м) или с применением специальных машин для выгрузки) – см. «Путеводитель по литературе» (Приложение № 1), а также [11, с. 9.....13].

Приводятся характеристики выбранных технологий и машин.

1.2.3. Расчет числа машин и потоков материалов (интенсивности работ)

Расчетное число любых транспортных средств (ТС)

$$N_T^p = \frac{T_{цт}}{\max\{T_{мп} + T_{п}; T_{мв} + T_{в}\}} \quad (1.4)$$

при

$$T_{цт} = T_{мт} + T_{п} + T_{гх} + T_{мв} + T_{в} + T_{пх} + T_{др}, \quad (1.5)$$

где $T_{цт}$ - время цикла транспортного средства (ТС),

$T_{п}$ и $T_{в}$ - времена погрузки и выгрузки ТС,

$T_{мп}$ и $T_{мв}$ - времена маневрирования перед погрузкой и выгрузкой ТС,

$T_{гх}$ и $T_{пх}$ - времена груженого и порожнего ходов,

$T_{др}$ - другие затраты времени.

Проектная интенсивность (поток) транспортирования по формуле Б. Э. Казанцева

$$J_T^п = \frac{Q_{цт}}{\max\left\{T_{мп} + T_{п}; \frac{T_{цт}}{N_T^п}; T_{мв} + T_{в}\right\}}, \quad (1.6)$$

где $Q_{цт}$ - объем материала в ТС, определяемый в общем виде по [3, с.11].

$N_T^п$ - принятое (проектное) число ТС.

Время погрузки (выгрузки), проектная интенсивность и эксплуатационная производительность погрузки (выгрузки) ТС будет

$$T_{п(в)} = \frac{Q_{цт}}{J_{п(в)}^п}, \quad (1.7)$$

$$J_{п(в)}^п = P_{п(в)}^э \cdot N_{п(в)}^п, \quad (1.8)$$

$$P_{п(в)}^э = \frac{Q_{цп(в)}}{T_{цп(в)}} \cdot K_{в}, \quad (1.9)$$

где $N_{\Pi(в)}$ - проектное число машин на погрузке (выгрузке),
 $Q_{\text{цп(в)}}$ - объем продукции, подаваемой за время одного цикла $T_{\text{цп(в)}}$
при погрузке (выгрузке), см. [3, с. 11].

При этом проектная интенсивность сквозного потока материала по технологической цепи

$$J_{\text{тц}}^{\Pi} = \min \left\{ J_{\text{ом}}^{\Pi}; J_{\text{тз}}^{\Pi}; J_{\text{тв}}^{\Pi}; J_{\text{рв}}^{\Pi}; J_{\text{ув}}^{\Pi}; J_{\text{кв}}^{\Pi} \dots \right\}, \quad (1.10)$$

где J_i^{Π} - потоки технологий, составляющих цепь, при отсутствии промежуточного складирования. Наличие же промежуточных складов делает потоки независимыми.

1.2.4. Оптимизация параметров технологии и сроков работ

В зависимости от конкретных условий строительства и конкретных технологий можно изменять отдельные элементы цепи, оптимизируя ее характеристики.

Для более ровной тонкослойной укладки сыпучих материалов под воду может быть использована, например, следующая технология.

На баржах камень транспортируется к месту строительства, где производится отсыпка с помощью плавучего планировщика типа «Рижанин», снабженного грейфером с емкостью ковша 1 м^3 , для которого производительность равна $137 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис.).

Проектный срок (продолжительность работ)

$$T^{\Pi} = \frac{V}{J_{\text{тц}}^{\Pi}} \cdot K_{\text{нер}} \cdot K_{\text{зан}}, \quad (1.11)$$

где V - объем работ (объем материалов, проходящих по рассматриваемой технологической цепи),

$K_{\text{нер}}$ - коэффициент неравномерности работ (1,1 1,2),

$K_{\text{зан}}$ - коэффициент запаса по срокам работ.

$$T^{\Pi} = \dots = \dots \text{ ч} = \dots \text{ смена} = \dots \text{ сут.} = \dots \text{ мес.}$$

1.3. Ровнение каменной постели

После отсыпки камня необходимо произвести ровнение. Выделим поверхности с различной тщательностью равнения [11, с.9 13]. Определим площади ровнения. Будем производить грубое ровнение с помощью плавучего подводного планировщика типа [7], техническая производительность которого при ровнении каменной постели равна $\text{м}^2/\text{смену}$, коэффициент использования рабочего времени равен 0,85.

Весьма тщательное ровнение выполним с помощью

Расчеты эксплуатационной производительности и сроков работ ведем аналогично п.

1.2.4.

1.4. Уплотнение каменной постели

Отсыпку слоев каменной постели производят на 10 % выше проектной отметки.

В сооружениях откосного типа постели обычно не уплотняют.

Постели под массивы – гиганты и массивовую кладку подвергают уплотнению с помощью специальных плавсредств и оборудования (см. «Путеводитель по литературе»).

Определяем объемы работ. Выбираем технологию и машины. Расчеты проводим применительно к уплотнению грунтов [3, с. 49; 70].

Глава 2. Технологии монтажа

2.1. Наброска бетонных массивов

2.1.1. Расчет объемов работ

Рабочий профиль отсыпок (набросок) откосного типа принимается на 10% выше проектного. Объем наброски V_H определяется по аналогии с п.1.1.1.

При этом объем бетона будет равен

$$V_{\text{б}} = V_H \cdot m \quad \text{при} \quad m = 1 - n, \quad (2.1)$$

где m - монолитность наброски и n - ее пустотность (пористость).

Число массивов:

$$N_{\text{б.м.}} = V_{\text{б}} / Q_M, \quad (2.2)$$

где Q_M - объем одного массива.

Масса массива

$$M_M = Q_M \cdot \rho_{\text{бет}}. \quad (2.2a)$$

2.1.2. Выбор технологий и машин

Наброска массивов выполняется или непосредственным сбрасыванием с транспортных средств или укладкой с помощью кранов (см. «Путеводитель по литературе», а также [11, с. 13 25]).

Применяются обобщенные критерии выбора.

2.1.3. Расчет числа машин

Расчет выполняется аналогично п.1.2.3.

2.1.4. выполняется аналогично п.1.2.4.

2.2. Кладка из обыкновенных массивов

2.2.1. Расчет объемов работ

Объем бетонной кладки:

$$V_{\text{б}} \cong B \cdot \Omega_{\text{б}}, \quad (2.3)$$

где B - средняя ширина кладки по горизонтали (в поперечном разрезе), $\Omega_{\text{б}}$ - площадь кладки в продольном разрезе сооружения.

Число массивов определяется прямым счетом или в среднем по п.2.1.1. Определяются пределы изменения объемов и масс для единичного массива.

Объем и масса одного массива:

$$Q_{\text{М}} = (\dots - \dots), \text{ м}^3, \quad M_{\text{М}} = (\dots - \dots), \text{ т}.$$

2.2.2. Выбор технологий и машин.

Начинаем с изучения «Информационной базы» (см. «Путеводитель по литературе» и [11, с. 13 25]).

Установка массивов, а иногда и их доставка, выполняется с помощью кранов с соответствующей грузоподъемностью. При использовании самоподъемных платформ типа «Делонг» и «Спайдер» обеспечивается максимальная производительность.

Применяются обобщенные критерии выбора.

2.2.3. Расчет числа машин

Расчет выполняется аналогично п.1.2.3.

2.2.4. выполняется аналогично п.1.2.4.

2.3. Установка массивов-гигантов (М-Г).

2.3.1. Расчет объемов работ

Объемы бетона или засыпки определяются прямым счетом или приближенно по формуле:

$$V = V' \cdot \Omega / \Omega', \quad (2.4)$$

где V' - объем материала для представительного массива-гиганта при его площади Ω' в продольном разрезе сооружения,

Ω - площадь всех массивов- гигантов в продольном разрезе.

2.3.2. Выбор технологий и машин

Технологии изготовления, спуска на воду, доставки и установки массивов- гигантов весьма разнообразны и приведены в литературе (см. Информационную базу, в т.ч. [11, с. 25 31]).

2.3.3. Расчеты производительности и числа машин

Эксплуатационная производительность установки М-Г

$$P^{\text{э}} = K_{\text{в}} / T_{\text{ц.м-г}} \quad , \quad (2.5)$$

$$\text{при } T_{\text{ц.м-г}} = \max \{ T_{\text{уст}} + T_{\text{зас}} + T_{\text{упл}} + T_{\text{защ}}; T_{\text{фор}} + T_{\text{сп}} \} \quad , \quad (2.5a)$$

где присутствуют времена: $T_{\text{уст}}$ - непосредственно установки одного М-Г на место, $T_{\text{зас}}$ - засыпки (заполнения) ячеек, $T_{\text{упл}}$ - уплотнения засыпки, $T_{\text{защ}}$ - укладки защитных плит, $T_{\text{фор}}$ - формования М-Г (в первом приближении = 7сут. = 14 смен), $T_{\text{сп}}$ - проверки герметичности и спуска на воду.

Эти частные времена определяются по общей методике, например

$$T_{\text{упл}} = T_{\text{ц.упл}} \cdot n_{\text{яч}} \cong \frac{V_{\text{упл}}}{P^{\text{э}}_{\text{упл}}} \quad , \quad (2.6)$$

где $T_{\text{ц.упл}}$ - время уплотнения одной ячейки,

$n_{\text{яч}}$ - число ячеек в одном М-Г.

Число стапельных мест для формования М-Г:

$$N_{\text{ст}} = (T_{\text{выд}} / T_{\text{ц.м-г}}) + 1 \quad , \quad (2.7)$$

где $T_{\text{выд}}$ - время выдерживания М-Г до готовности к спуску на воду.

Скорость строительства сооружения

$$v = L_{\text{м-г}} / T_{\text{ц.м-г}} \quad , \quad (2.8)$$

где $L_{\text{м-г}}$ - длина одного массива – гиганта.

2.3.4. Оптимизация параметров технологий и сроков работ

Оптимальность выбора параметров будет достигнута при равенстве членов, например, в скобках формулы (2.5a).

Проектное время монтажа М-Г

$$T^{\text{п}} = \frac{N}{P^{\text{э}}} \cdot K_{\text{нер}} \cdot K_{\text{зан}} \quad , \quad (2.9)$$

где N - число М-Г в сооружении.

$T^n = \dots = \dots \text{ч} = \dots \text{смена} = \dots \text{сут.} = \dots \text{мес.}$

Глава 3. Технологии бетонов

3.1. Приготовление бетонной смеси

3.1.1 Расчет объема бетонной смеси

Бетонная смесь приготавливается на заводе железобетонных изделий, расположен-

ном на расстоянии км от строительного причала.

Объем сборных элементов (бетонных массивов и пр.), необходимых для строительства, (см. Монтаж)

$$V_{сб} = \dots\dots\dots M^3.$$

Объем бетонной смеси для строительства монолитных частей сооружений $V_{мон}$ определяется аналогично п. 2.2.1.

Общий объем бетона:

$$V_{б} = V_{сб} + V_{мон}.$$

Бетонирование надстройки производится после выдерживания сооружения в течение года.

3.1.2. Выбор машин

Выбираем бетоносмеситель типа марки [4, с. 11; 12], с объемом по выходу готовой смеси $q = \dots\dots\dots M^3$. Наибольшая крупность заполнителя

$$D_{зан} = \dots\dots\dots мм.$$

3.1.3. Расчет числа бетоносмесителей

Определим расчетную интенсивность работы бетонного завода

$$J_{бз}^p = J_{парк} + J_{др.раб.}, \quad (3.1)$$

где $J_{парк}$ и $J_{др.раб.}$ – интенсивности парка изготовления массивов и других работ.

$$J_{парк} = J_{укл} \cdot T_{укл} / T_{парк}, \quad (3.2)$$

где $J_{укл}$ – интенсивность укладки бетонных массивов в сооружение.

Время укладки бетонных массивов равно

$$T_{укл} \cong 8ч \cdot 1см \cdot 10дн \cdot N_{мес}, \quad (3.2а)$$

Время изготовления массивов в парке равно

$$T_{парк} \cong 8ч \cdot 2см \cdot 20дн \cdot N_{мес}, \quad (3.2б)$$

Расчетное число бетоносмесителей на заводе равно

$$N_{см}^p = (J_{бз}^p / П_{см}^э), \quad (3.3)$$

где $П_{см}^э$ – эксплуатационная часовая производительность бетоносмесителя, равная

$$П_{см}^э = П^Г \cdot K_B, \quad (3.4)$$

где K_B – коэффициент использования внутрисменного рабочего времени ($\sim 0,85$).

Для бетоносмесителей циклического действия техническая производительность равна:

$$P^T = q / T_{ц.см}, \quad (3.5)$$

Время одного цикла [4, с. 10]:

$$T_{ц.см} = T_{загр} + T_{перемеш} + T_{выгр} + T_{возвр}, \quad (3.6)$$

где $T_{загр}$ - время загрузки бетоносмесителя (15 сек); $T_{перемеш}$ - время перемешивания (100сек); $T_{выгр}$ - время выгрузки (30сек); $T_{возвр}$ - время возврата бетоносмесителя (15сек);

В проекте принимаем типовой бетонный завод (БЗ): модель БСУ, с бетоносмесителями марки.....

$$J_{бз}^П = P_{см}^3 \cdot N_{см}^П, \quad (3.7)$$

$$J_{бз}^П = \dots = \dots м^3/ч = \dots м^3/см = \dots м^3/сут = \dots м^3/мес .$$

3.1.4. Сроки работ определяем аналогично п. 1.1.4.

3.2. Транспортирование бетонной смеси

3.2.1. После приготовления бетонной смеси, её загружают в бетоновозы и доставляют в парк, где формируются массивы. Парк располагается на строительном причале в км от завода железобетонных изделий. После выдержки под открытым небом, массивы транспортируются на место строительства (см. Монтаж).

3.2.2. Для транспортирования бетонной смеси принимаем бетоновозы типа [4, с. 22] или [2, с. 373, табл. 18., 21] грузоподъемностью $\Gamma = \dots$ т. и вместительностью кузова $V_k = \dots$. Скорости $V_{гх} = \dots$ км/ч, $V_{пх} = \dots$ км/ч [4, с. 31].

В парке бетонная смесь укладывается в опалубку массивов горизонтальными слоями, с помощью специальной бадьи для бетона, типа,

с полезной емкостью $м^3$ и массой с бетонной смесью $т$ [4, с. 60].

Выбираем кран по общепринятым критериям. Согласовываем автосамосвалы, бадьи и краны.

3.2.3. Определим количество самосвалов и их производительность по аналогии с п. 1.2.3.

3.3. Расчет емкости парка изготовления бетонных массивов

Емкость парка (число массивов, одновременно находящихся в парке)

$$E_{п} = J_{парк} (T_{бет} + T_{выд}) / Q_{м}, \text{ шт}, \quad (3.8)$$

где $T_{бет}$ – время бетонирования массива, сут;

$T_{выд}$ – время выдерживания бетонных массивов [11, с. 14, табл. 4] (≤ 28 суток).

Число мест формирования равно

$$E_{\text{мф}} = E_{\text{п}} / n_{\text{я}}, \quad (3.8a)$$

где $n_{\text{я}}$ - число ярусов бетонирования (1;2;3).

3.4. Расчет площади блока бетонирования

Площадь блока в плане

$$\Omega_{\text{б}} = J_{\text{под}} \cdot T_{\text{сл}} / h_{\text{сл}}, \quad (3.9)$$

где $J_{\text{под}}$ - интенсивность подачи бетона в блок;

$h_{\text{сл}}$ - толщина слоя укладки смеси (определяется параметрами бетоноуплотнителей [4, с. 63], ориентировочно 0,5 м);

$T_{\text{сл}}$ - время укладки смеси в один слой.

$$J_{\text{под}} = J_{\text{парк}}, \quad T_{\text{сл}} = T_{\text{схв}} - T_{\text{трансп}}, \quad (3.9a)$$

где $T_{\text{схв}}$ - время начала схватывания бетонной смеси ($\cong 2$ ч);

$T_{\text{трансп}}$ - время транспортировки бетонной смеси от завода до парка.

$$T_{\text{трансп}} = T_{\text{цт}} - T_{\text{пх}} + T_{\text{цкр}}, \quad T_{\text{п}} = T_{\text{ц.см}} \cdot m_3 / N_{\text{см}}, \quad (3.9б)$$

где $T_{\text{цкр}}$ - время цикла крана ($\cong 5$ мин), другие - см. п. 1.2.3.

m_3 - число замесов бетонной смеси, подаваемых в одно транспортное средство.

3.5. Выбор и расчет числа бетоноуплотнителей.

Основные положения выбора – см. [4, с. 63]. Выбираем вибратор типа , марки с характеристиками.....

Эксплуатационная производительность вибратора равна

$$P^3 = (\pi \cdot R_{\text{в}}^2 \cdot h_{\text{сл}} \cdot \eta / T_{\text{ц}}) \cdot K_{\text{в}}, \quad (3.10)$$

где $R_{\text{в}}$ - радиус эффективного действия вибратора; η - КПД уплотнения по площади ($\cong 0,7$); $K_{\text{в}}$ - коэффициент использования рабочего времени машины ($\cong 0,75$); $T_{\text{ц}}$ - продолжительность цикла виброуплотнения:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{вибр}} + t_{\text{перест}}, \quad R_{\text{в}} \cong 5 d, \quad (3.10a)$$

где $t_{\text{вибр}}$ - время вибрирования ($\cong 30$ сек);

$t_{\text{перест}}$ - время перестановки ($\cong 10$ сек).

d - диаметр корпуса вибратора.

Расчетное число рабочих вибраторов будет

$$N_{\mathbf{B}}^{\mathbf{P}} = J_{\text{парк}}^{\mathbf{II}} / \Pi^{\mathbf{P}}, \quad (3.11)$$

Проектное число рабочих вибраторов

$$N_{\mathbf{B}}^{\mathbf{II}} > N_{\mathbf{B}}^{\mathbf{P}}, \quad (3.11a)$$

Глава 4. Разработка циклограммы возведения сооружения (календарный график).

Имея продолжительности отдельных работ, построим циклограмму (см. рис.). При этом учтем, что для Финского залива есть ограничения по ведению работ в следующие периоды:

- с декабря по апрель – в связи с ледовыми условиями;
- с мая по июнь - в связи с нерестом рыбы.

Следовательно, работы можно вести с июля по ноябрь, то есть пять месяцев.

Наименование и длительность работ указаны на циклограмме. Бетонирование надстройки производится после выдерживания основной части сооружения до затухания осадок.

Приложение 1. Иллюстрации

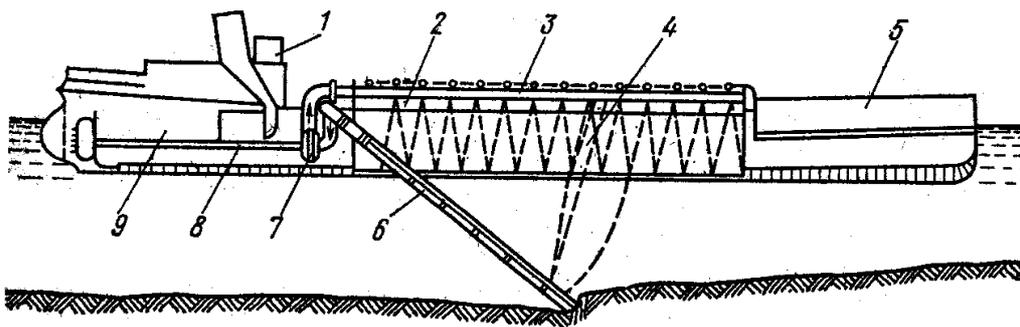


Рис. 1.1.1. Выемка грунта морским землесосным снарядом:

1 - рубка управления; 2 - воздушные отсеки; 3 - напорный пульповод; 4- грунто-
 вый трюм; 5 - кают-компания; 6 - всасывающая труба; 7 - грунтовый насос; 8 - вал
 привода насоса; 9 - моторное отделение.

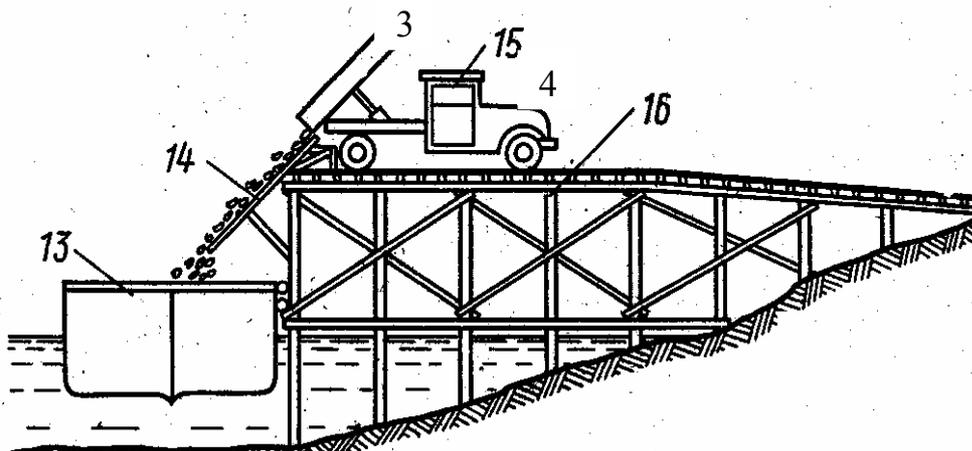


Рис. 1.2.1. Погрузка камня на судно автосамосвалом с рабочей пристани:

1 - шаланда; 2 - лоток; 3 - автосамосвал; 4 - пристань.

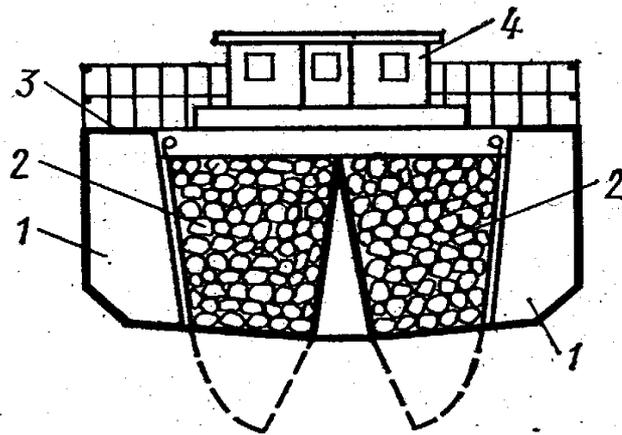


Рис. 1.2.2. Саморазгружающаяся несамоходная шаланда (разрез):
 1 - корпус; 2 - трюмы; 3 - палуба; 4 - надстройка; 5 - кнехт; 6 - якорные устройства.

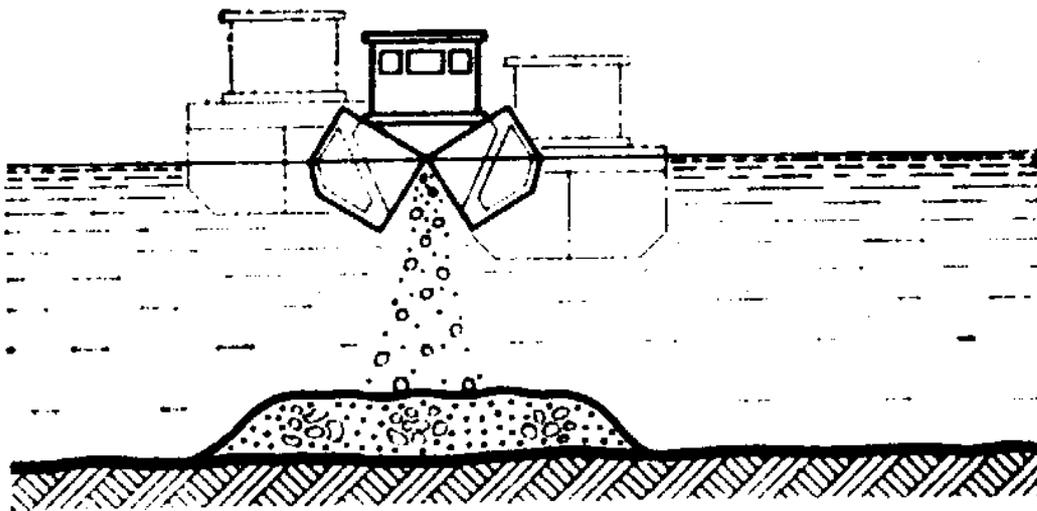


Рис.1.2.3. Отсыпка каменной постели из саморазгружающейся шаланды.

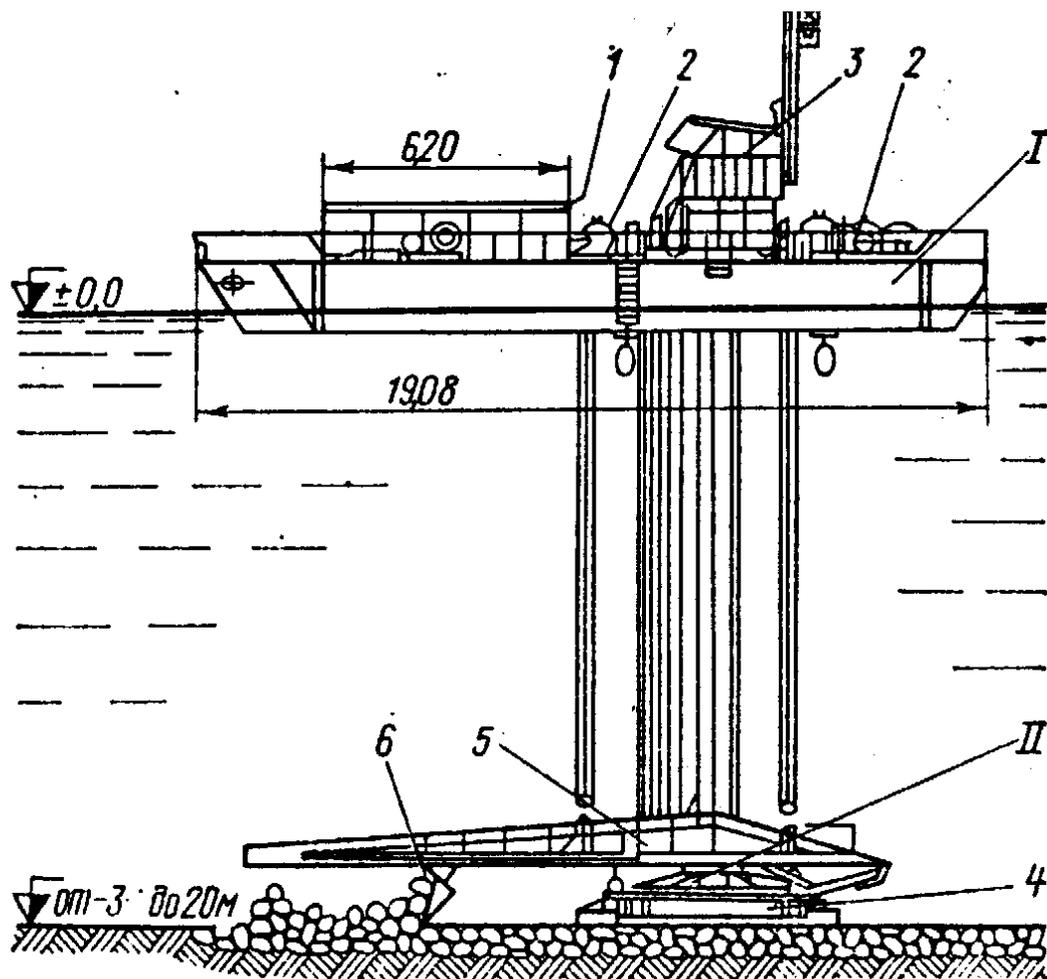


Рис. 1.3.1. Подводный планировщик треста «Балтморгидрострой»:
 I- надводная часть; II - подводная часть; 1- бункер для отсыпки камня; 2- электролебедки; 3 - пульт управления; 4- опорная плита; 5- стрела; 6- отвал.

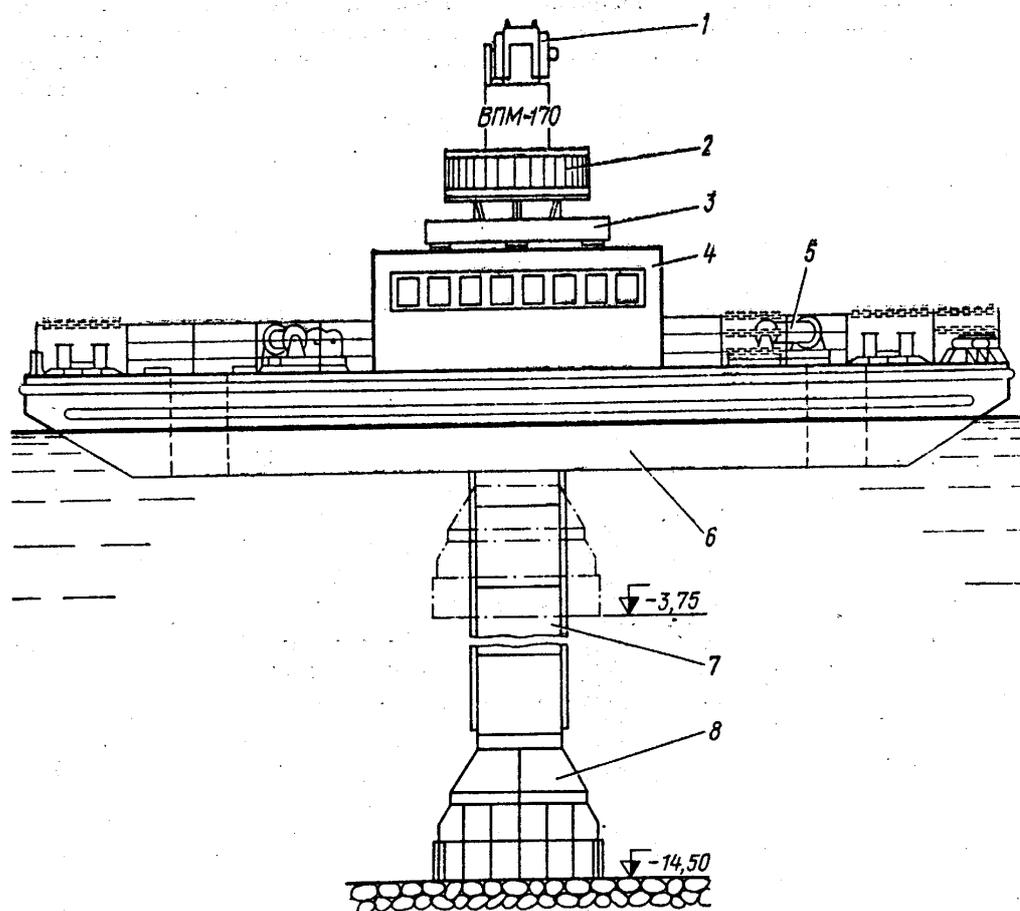


Рис. 1.4.1. Виброуплотнитель подводных каменных постелей:

1 - вибратор; 2 - рабочая площадка; 3 - подъемное устройство; 4 - помещение пульта управления; 5- папильонажные лебедки; 6- понтон; 7- стальная пустотелая колонна; 8- башмак.

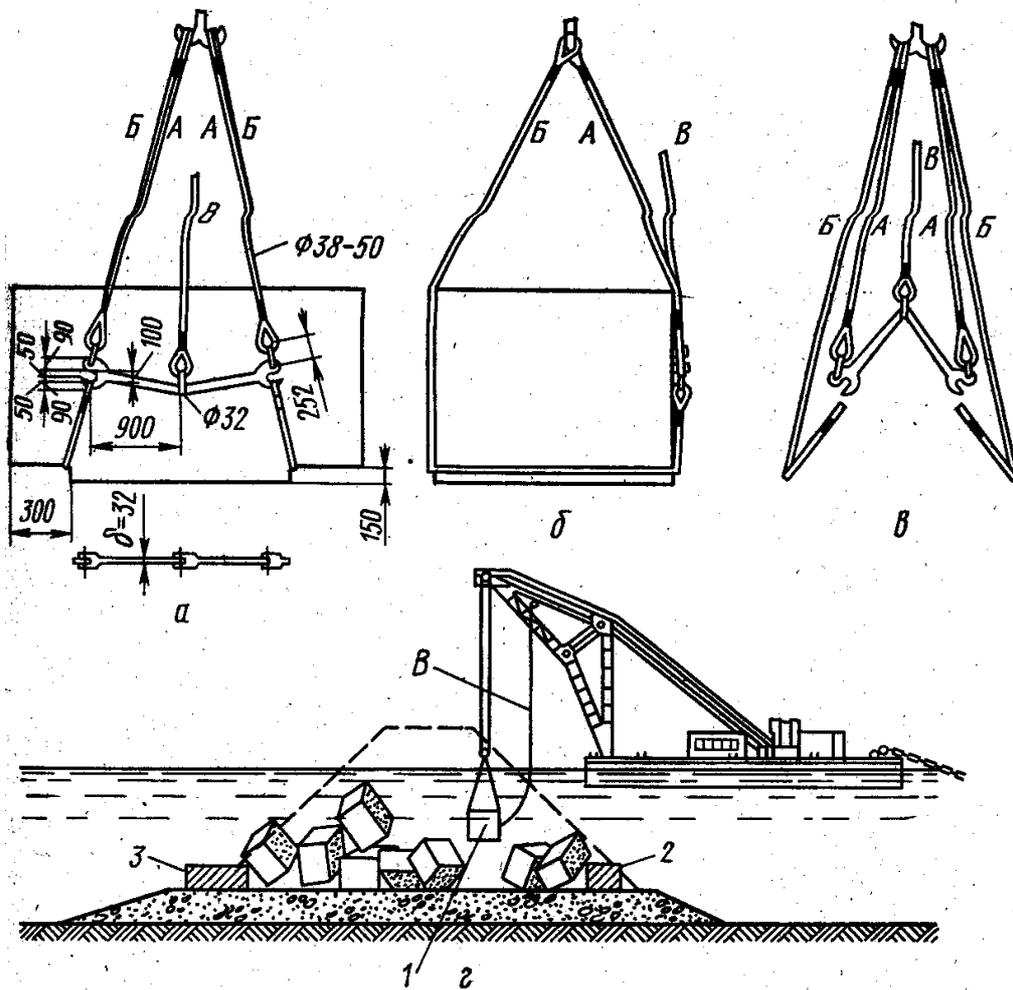


Рис. 2.1.1. Стропы с ключами-ножницами для сбрасывания массивов под водой (а, б, в). Схема наброски массивов плавучим краном (г): 1 - устанавливаемый массив; 2- бордюрный массив; 3 - защитный массив.

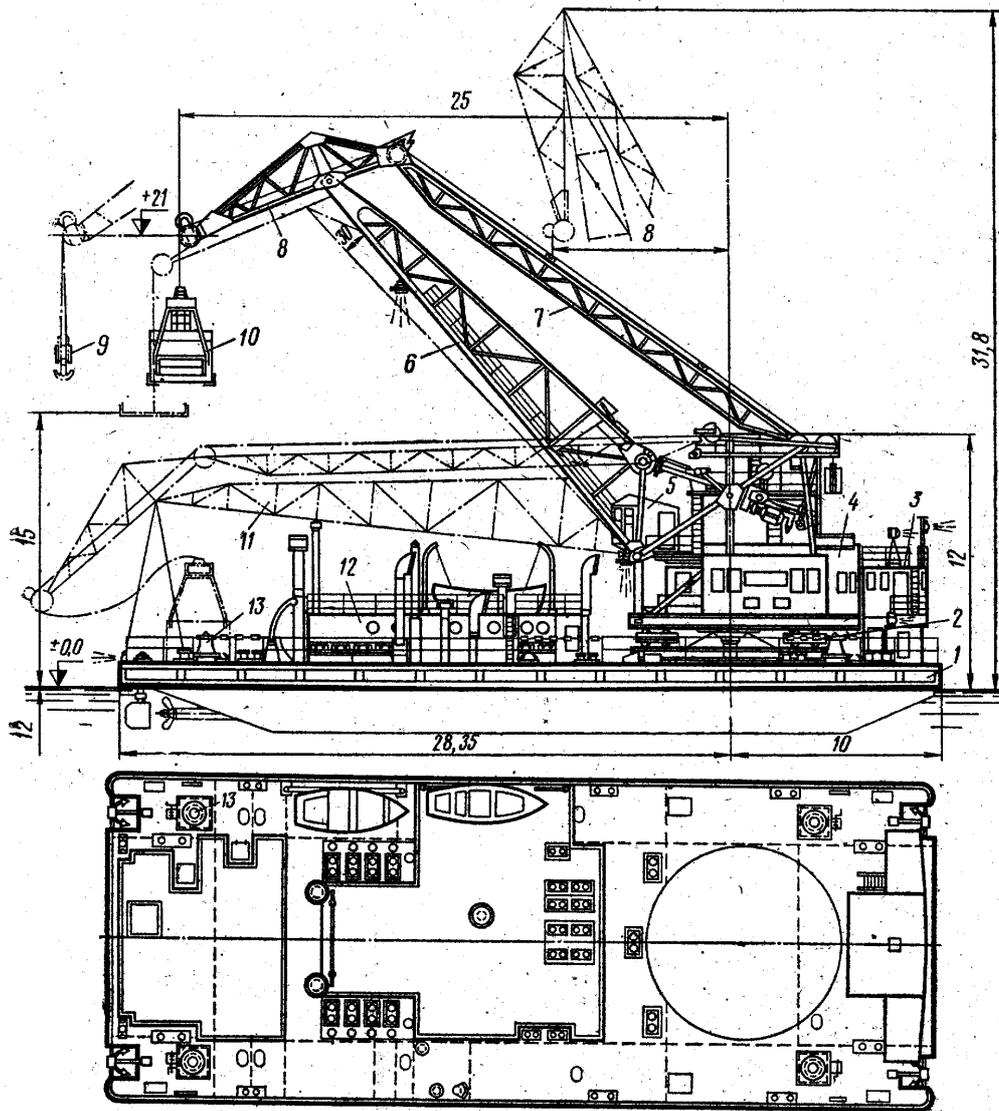


Рис. 2.2.1. Самоходный плавучий кран фирмы «Блейхерт» (ГДР) грузо-подъемностью 15 т:

1 - понтон; 2 - поворотная часть; 3 - ходовая рубка; 4 - лебедочная; 5-пульт управления; 6 - решетчатая укосина; 7 - жесткая оттяжка; 8 - хобот; 9 - грузовой гак; 10 - грейфер ($7,5 \text{ м}^3$); 11 - стрела; 12 - палубная надстройка; 13 - электрошпили [10, с. 240].

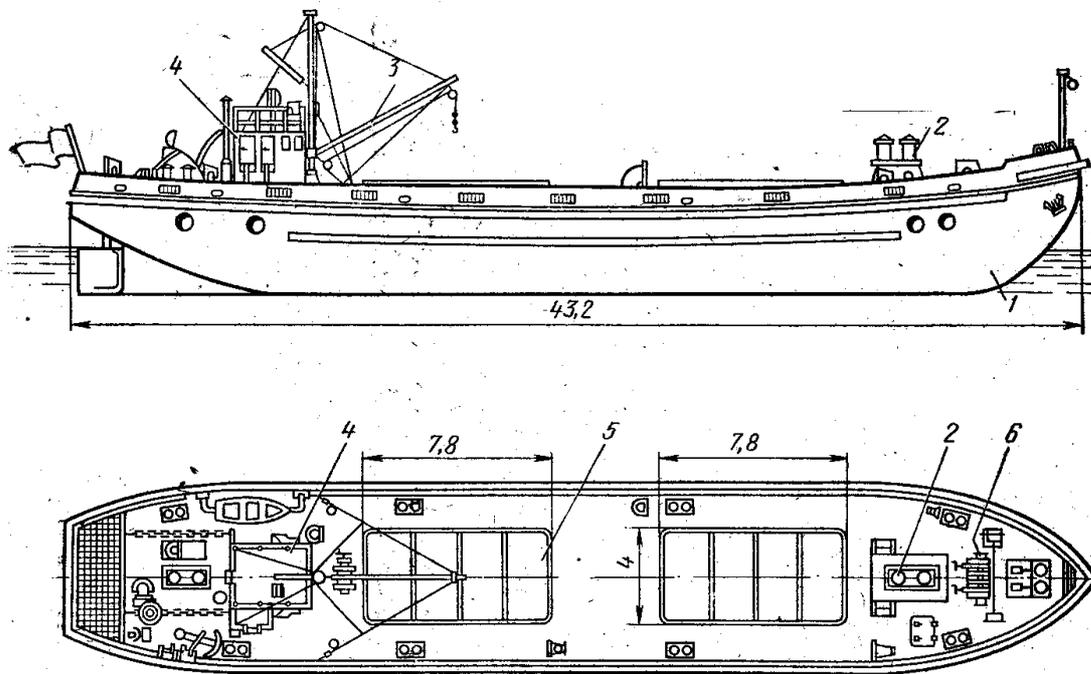


Рис. 2.2.2. Морская несамоходная двухтрюмная баржа грузоподъемностью 380 т.:

1 - корпус; 2 - буксирный битенг; 3 - грузовая стрела; 4 - палубная надстройка и рулевая рубка; 5 - трюм; 6 - брашпиль [10, с. 244].

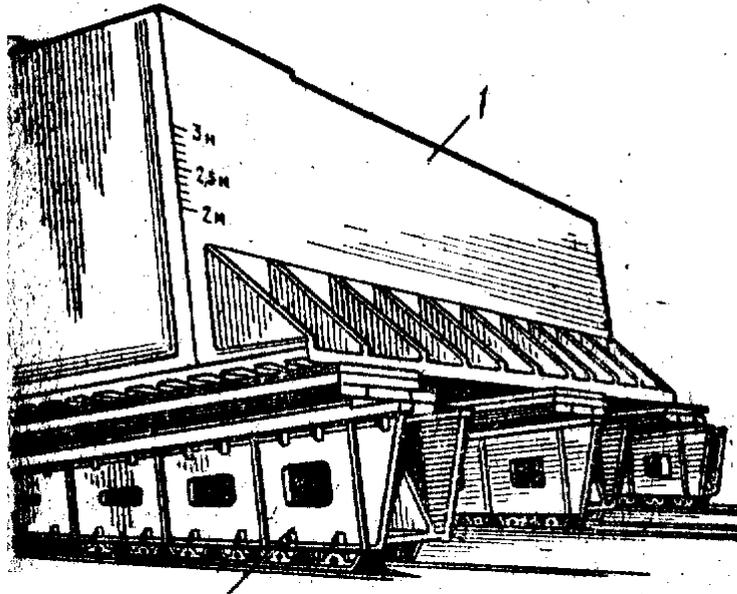


Рис. 2.3.1. Схема спуска массива – гиганта (1) со стапеля на воду.



Рис. 2.3.2. Схема транспортирования массива – гиганта (М-Г):
 1 - М-Г;
 2 и 2' - буксиры.

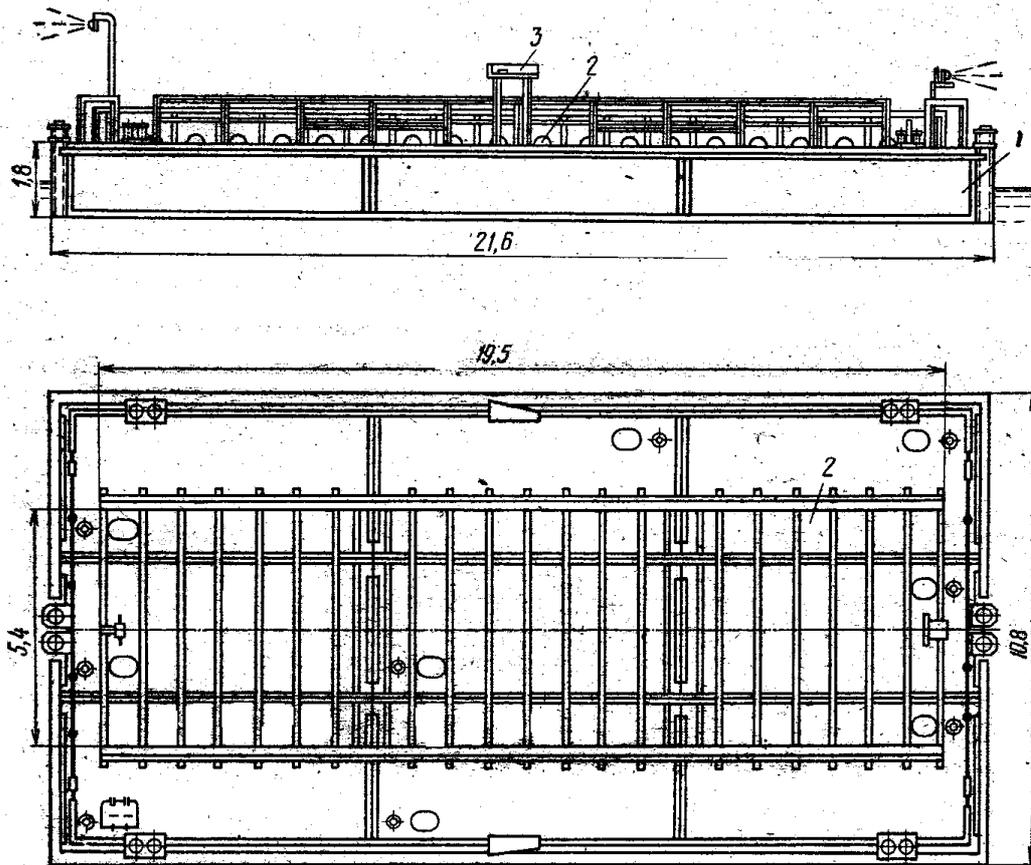


Рис. 2.2.3. Металлический девяти-секционный понтон грузоподъемностью 250т.:
1 – секции КС-У; 2 – грузовая палуба; 3 – сигнальные огни [10, с. 247].

Приложение № 2. Путеводитель по литературе

<u>Яковенко В.Г. Строительство молов и волноломов.</u>	Стр.
М: Транспорт, 1983 -191с.	
Схемы подводных бульдозеров (и описание новых)	15,189
Схемы отсыпки каменных постелей	18
Схемы плавучего виброуплотнителя	23
Расчеты и схема парка изготовления массивов	28; 31
Схемы захвата и установки массивов в правильную кладку	32; 35
Схемы очередности возведения и потоков в плане	37; 38
Схемы сооружений из циклопической кладки	43
Схемы изготовления массивов-гигантов (М-Г) и их спуска 45,46,48,50..	53
Схемы транспорта и установки массивов-гигантов	54
Схемы строительства мола из железобетонных оболочек	60,62,63
Схемы установки крупных перфорированных камер	66,68
Аварии гравитационных сооружений	80
Свайные сооружения	85...100
Откосные гравитационные сооружения	101...132
Схемы загрузки барж, понтоны Делонга и «Спайдер» , очередность отсыпки слоев мола	109, 187
Схемы пионерной наброски массивов кранами (в т.ч. "Титан")	114,122,127
Схемы фасонных массивов и их строповки	113; 120; 125
Схемы сбрасывания массивов с шаланд с роликами, с люковых и др. ...	128
Земляные сооружения с укрепленными откосами	133...169
(намыв , габионы – с.144; фашины – с.150; железобетонные тюфяки – с.159; асфальтовые маты – с.165; геосетки – с.168)	
Облегченные волноломы и боны	170...185
<u>Лобанов В.А. Справочник по технике освоения шельфа.</u>	
Л.: Судостроение, 1983.-288с.	
Исследование подводных грунтов и геологии	25
Разработка грунтов. Коэффициенты влияния глубины резания (1,00...1,68) и гидростатического давления (1,00...3,75)	64
Глубоководный дноуглубительный флот и волновые ограничения	72
Шагающие землесосы	84
Бульдозеры подводные	104,107
Нивелиры лодводные	153
Основания подводных сооружений, планировщики	171
(с горизонтально-направленной вибрацией -с.177,рис.4.7.- для выравнивания каменной постели)	
Плавсредства: краны, шаланды	188
Самоподъемные платформы	194
Погружатели свай, копры, рыхлители	194

Укрепление дна	207
Подводные трубопроводы	211
Подводные кабели	234
ППБУ, СПБУ, добыча нефти и газа (погружные или самоподъемные плавучие БУ)	241
Охрана водной среды	279

Баладинский В.Л. и др. Машины для подводных работ.

Л.: Судостроение, 1979. – 192 с.

Грунты и их характеристики	7
Подводные планировщики (шесть схем, две характеристики)	77
Схема плавучего бетонного завода	127

Николаев Г.Н. и др. Справочник по строительству ПГС.

М. Транспорт, 1972 - 474 с.

Наибольшее волнение для работ	7
Двухсменная работа; обычно Квр.=0,5...0,8 (технические перерывы и обслуживание машин); К технической готовности автопарка = 0,5;	
N машин	10
Площади ПТБ, автодороги и железные дороги, организация	12,15
Планирование строительства: рекомендуемые сроки, линейный график	38,39
Геодезические работы	46
Гидромеханизация, характеристики земснарядов	58,66
Намыв, в т.ч. узкопрофильных сооружений	72
Скорость транспортирования частиц во взвешенном состоянии	76
Морские дноуглубительные работы: характеристики черпаковых снарядов	86
Характеристики шаланд, гидроэлеваторов и эрлифтов	88; 95
Характеристики буровых машин	98
Устройство каменных постелей , подводные планировщики, схемы и характеристики трех (ст.) типов, виброуплотнитель постелей	102; 106
Подводное бетонирование	108
Погружение свай и оболочек (много)	116
Перемычки, водоотлив	156
Бетон ГТС (В 300), ОК для разных сооружений, В/Ц	189, 196
Характеристики бетоносмесителей, вибраторов, бадей	199, 202
Расчет парков массивов, схемы полигонов	209; 213; 216
Объемы работ на набережные из обыкновенных массивов, установка	225; 228
Причалы уголкового типа	230...240
Эстакады	241...259
Больверки разные	260...279
Причалы из М-Г, размеры сборных элементов М-Г, объемы	280; 284; 286

Схема полигона М-Г со стапелем, линейный график сборки железобетонных М-Г (изготовление 3шт.21день в 2 смены)	293; 297
Расчет буксировки М-Г, установка М-Г (текст)	300
Набросные оградительные сооружения (схемы), категории камня	303
Судоподъемные сооружения	310...319
Укрепление берегов и откосов сооружений	320
Планировка насухо, расход материалов.....	322, 324
Схема подачи бетона вибрототками	330
Характеристики катков	335
Последовательность и схемы возведения бун	350
Характеристики строительных машин: экскаваторы и др.	351...373
Характеристики всех плавсредств	378...391
Сопромат, в т.ч. и сварка	392
Расчет опалубки, свай, больверков	408...415
Расчет остойчивости	415
Единицы измерения, геометрия фигур, нагрузки на причалы	417, 419, 423
Сортаменты стали, шпунта, труб, гвоздей	425
Лесоматериалы, Е, f _{тр} , С, R,	447
Шкалы бальности ветра и волнения	452

Красов Н.В. Подводно – технические работы.

М.: Транспорт, 1975. – 276 с. (много числовых данных)

Схемы потоков строительства сборных железобетонных эстакад (планы)	20
Дноуглубительные работы	59, 30...56
Схема ровнения песчаных отсыпей	60
Грузоподъемность льда	65
Схемы тщательного ровнения постели («Рижанин»),	68; 74
Схемы обследования дна и стенки	90,94
Схема бетонирования ВПТ и ВР	97,103
Правильная кладка (состав оборудования, подводные планировщики)	117, 119
Схема строительства сборного причала уголкового типа	122
Строительство судоподъемных сооружений	127... 164
НОТ	165...199
Схемы и график установки уголковых блоков	169
То же больверк из железобетонных оболочек	173

Технологические карты:

1) уголковая заанкеренная набережная	176... 180
2) устройство каменной постели (со схемой гидроуплотнителя)	177
3) отсыпка разгрузочной призмы	196
Полуавтоматические захваты блоков	226...238

Плавсредства:

Карты и схемы «Блейхерта», буксира	240...242
Баржи, схемы трюмной и саморазгрузочного катамарана, понтона, копра, кондуктор для оболочек, схемы планировщиков	247...258
Волнение и бальность работ, грузоподъемность льда	262; 264
ТБ	259...273

Красов Н.В. Строительство портовых ГТС гравитационного типа.

М.: Транспорт, 1971. – 192 с.

Точности ровнения	4, 5
Схема устройства каменной постели и циклограмма	13; 17
Виброуплотнитель	20
Подводные планировщики (ПП): « Новороссийскморстрой »	33
« Черноморскстрой », МПП, МПП-1, СПУ-1 и др.	35...66
Способы установки обыкновенных массивов и плавсредств	79...87
Работа с МПП-1 (схема) и кладка с помощью съемного кондуктора ...	3; 95
Безводолазный метод (текст)	97
Цикл плавкрана на установке массива	100
Схема работы с понтонов Делонга	106
Схема пионерной отсыпки мола краном	108
Плав.рама для точной отсыпки камня	112
Мощность парка массивов и схема изготовления тетраподов	117...120; 135
Графики (календарный и сетевой) правильной кладки	147
Схема-план правильной кладки, перечень машин	150
Технологические карты правильной кладки, НиР, трудоемкость, пример	151...161
Возведение судоподъемных сооружений	

Яковенко В. Г. Строительство берегоукрепительных сооружений.

М.: Транспорт, 1986. - 245 с.

Причины разрушения берегов	3;106
Рекомендуемые способы защиты, стоимость , сроки	20, 38
Схемы портов-укрытий тех. флота	50
Схемы временных полигонов и погрузки массивов	52...62
Схема выгрузки в три бадьи , опалубка тетраподов	65
Схемы « Делонг » и платформы « Спайдер 1 и 2 »	84, 86
Подводные бульдозеры, состав технического флота	87; 88
Загрузка контейнеров $Y=14$ куб.м камнем с инвентарной консоли	121
Самораскрывающийся захват для блоков бун	122
Отсыпка постели и установка блоков	123
Плавбетонзавод	124
Строительство корневой части буны	125
Строительство бун из наклонных плит с консолями	129, 132

Буны из блоков, насаживаемых краном на сваи (схемы)	137
Возведение сборно-монолитной буны, песок в оболочке	150; 151
Отсыпка постели и установка блоков	165
Подводное асфальтирование (и на откосах)	189, 190
Схемы курсовой укладки фасонных массивов в бермах	232
Схема возведения волнолома с берега	241
Опалубка волноотбойной стенки	215; 221