



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

---

Колледж СамГТУ

Н.В. ВЛАСОВА

# ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Методические указания  
к курсовому проекту*

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2024

Печатается по решению методической комиссии Колледжа СамГТУ (протокол № 3 от 22.11.2024 г.).

**Составитель: Власова Н.В.**

Технология возведения инженерных сооружений: методические указания к курсовому проекту для студентов СПО / *Н.В. Власова*– Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2024. – 30 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по специальности среднего профессионального образования 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений.

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и защиты курсового проекта по междисциплинарному курсу: «Технология возведения инженерных сооружений» студентам СПО.

## **Введение**

Курсовая работа по МДК 02.01. Технология возведения инженерных сооружений базируется на изученном теоретическом курсе профессионального модуля ПМ02. Организация и выполнение работ при строительстве инженерных сооружений специальности – 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений.

Выполнение обучающимся курсовой работы проводится с целью формирования следующих компетенций:

ПК 2.1. Планировать организацию производства видов строительных работ по возведению и эксплуатации инженерных сооружений.

ПК 2.2. Проводить и контролировать работы по производственно-техническому и технологическому обеспечению строительного производства при возведении инженерных сооружений.

ПК 2.3. Проводить работу по обеспечению производства работ на участке строительства строительными машинами и механизмами при возведении инженерных сооружений.

ПК 2.4. Разрабатывать порядок выполнения работ по организации и технологии строительства инженерных сооружений.

ПК 2.5. Выполнять строительные работы по возведению инженерных сооружений (мосты, водопропускные трубы, тоннели, гидротехнические сооружения)

а также:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования умений использовать справочную и нормативную документацию;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовки к государственной итоговой аттестации.

## **Организация курсовой работы**

### **1 Общие требования к оформлению курсовой работы**

Курсовая работа состоит из пояснительной записки к которой прилагается графическая часть выполненная на миллиметровой бумаге или с использованием систем автоматизированного проектирования AutoCAD формата A3, A4.

Порядок расположения документов в пояснительной записке следующий:

1. Титульный лист курсовой работы (приложение №1)
2. Ведомость документов курсовой работы (приложение №2)
3. Задание на курсовую работу
4. Титульный лист пояснительной записки (приложение №3)
5. Содержание пояснительной записки
6. Текст пояснительной записки (основная надпись – форма 2а, приложение №4)
7. Список использованных источников

### **2 Выбор темы курсовой работы**

Выбор темы курсовой работы производит руководитель курсовой работой в колледже. Заполненный бланк задания выдается обучающемуся персонально. Вместе с заполненным и подписанным бланком задания выдается графическое приложение, включающее общий вид инженерного сооружения на основе выполненного курсового проекта по ПМ 01. Разработка технической документации на строительство инженерных сооружений, МДК 01.02 Проектирование инженерных сооружений.

### **3 Содержание и объем пояснительной записки**

#### **3.1 Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы**

Объем текстовой части пояснительной записки должен составлять 25-30 листов. Пояснительная записка должна быть выполнена на компьютере (в соответствии с ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам) специальной многофункциональной программой Microsoft Word. (14 шрифт, Times New Roman), расстояние между строками 7-10 мм (1,5 строчный интервал). Поле для подшивки 30 мм, расстояние от края до текста сверху и внизу страницы 10-20 мм, Изложение делается в безличной форме. Например, « значение коэффициента принимается...». Сокращения слов не допускается, кроме общепринятых. Необходимые расчеты сопровождаются формулами, которые нумеруются сквозной нумерацией. При расшифровке формул, каждое значение символа и числового коэффициента необходимо давать с новой строки, обосновывая принятие той или иной величины.

#### **3.2 Состав пояснительной записки**

##### **1 ВВЕДЕНИЕ**

##### **2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

2.1 Местоположение инженерного сооружения, климатические условия, назначение

##### **2.2 Грунтовое инженерное сооружение**

##### **2.2.1 Конструктивные особенности грунтового инженерного сооружения**

##### **2.3 Бетонное инженерное сооружение**

##### **2.3.1 Конструктивные особенности бетонного инженерного сооружения**

##### **3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

- 3.1. Технология возведения грунтового инженерного сооружения
  - 3.1.1 Разбивка грунтового инженерного сооружения на пикеты, объёмы работ
  - 3.1.2 Выбор и расчёт механизмов для возведения грунтового инженерного сооружения
  - 3.1.3 Технологическая карта на возведение грунтового инженерного сооружения
- 3.2. Технология возведения бетонного инженерного сооружения
  - 3.2.1 Подсчёт объёмов бетонного сооружения
  - 3.2.2 Расчёт производительности бетонного завода
  - 3.2.3 Выбор и расчёт комплекса механизмов для производства бетонных работ
  - 3.2.4 Составление технологической карты на блок бетонирования
- 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- 5 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

#### **4. Содержание и объем графической части**

Чертежи должны иметь необходимые пояснительные надписи, размеры отдельных элементов (не только определенные расчетом, но и принятые конструктивно). При оформлении эскизов, чертежей и схем необходимо соблюдать все правила и требования, установленные стандартами ЕСКД на масштабы, форматы листов, основные надписи, чертежный шрифт: Форматы: ГОСТ- 2.301-68.; Масштабы: ГОСТ- 2.302-68.; Линии: ГОСТ- 2.303-68.; Шрифты чертежные: ГОСТ- 2.304-81.; Изображения - виды, разрезы, сечения: ГОСТ- 2.305-68.

Графическая часть курсовой работы должна содержать:

- Продольный и поперечный разрез грунтового инженерного сооружения с указанием размеров, отметок, пикетов для расчёта объёмов работ;
- Продольный и поперечный разрез бетонного инженерного сооружения с указанием размеров, отметок, геометрических фигур для расчёта объёмов работ;
- Схему разбивки грунтового инженерного сооружения на пикеты;
- Схему разбивки грунтового инженерного сооружения на карты возведения;
- Схему движения механизмов при возведении грунтового инженерного сооружения;
- Схему разбивки бетонного инженерного сооружения на ярусы и блоки с расстановкой комплекса механизмов для бетонирования;

#### **5. Защита курсовой работы**

По завершении студентом курсовой работы руководитель проверяет, подписывает ее и вместе с письменным отзывом передает студенту для ознакомления, прохождения нормоконтроля и подготовки к защите.

Выполненная неудовлетворительно курсовая работа возвращается студенту на доработку и устанавливается новый срок ее выполнения.

Защита курсовой работы проводится публично и является обязательной.

# **ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

В данном разделе отражаются цели и задачи курсовой работы

## **2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

### **2.1 Местоположение инженерного сооружения, климатические условия, назначение**

В краткой форме описываются следующие вопросы: месторасположение инженерного сооружения, климатические условия района строительства, продолжительность периодов с положительными и отрицательными температурами, сроки их наступления; величина максимальной и минимальной температуры; геологические условия района строительства, народно-хозяйственное значение.

Для выполнения данного раздела рекомендуется использовать дополнительные источники: СНиП 2.01.01.-82. «Строительная климатология и геофизика», журналы «Гидротехническое строительство», «Строительство», «Вестник гидротехника», а также данные глобальной сети Интернет.

### **2.2 Грунтовое инженерное сооружение**

#### **2.2.1 Конструктивные особенности грунтового инженерного сооружения**

В данном пункте отражаются основные характеристики грунтового инженерного сооружения: конструктивные особенности сооружения (наличие противофильтрационных элементов, цементации, зуба, дренажа, берм), назначение элементов сооружения; материалы используемые для возведения сооружения, размеры, отметки.

### **2.3 Бетонное инженерное сооружение**

#### **2.3.1 Конструктивные особенности бетонного инженерного сооружения**

В данном пункте отражаются основные характеристики бетонного инженерного сооружения: конструктивные особенности сооружения (профиль водосливной плотины, установленное механическое оборудование, наличие дренажных и смотровых галерей, количество пролётов, количество бычков, наличие понура, водобойного колодца, рисбермы, гасителей энергии, цементационной завесы, зуба), назначение элементов бетонного инженерного сооружения, размеры, отметки.

## **3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

### **3.1. Технология возведения грунтового инженерного сооружения**

В данном пункте даётся краткое описание технологии возведения грунтового инженерного сооружения, комплекс механизмов.

Технология возведения грунтового инженерного сооружения должна быть такой, чтобы были удовлетворены все требования, предъявляемые к качеству сооружения. Эти

требования устанавливаются на основе проведения комплекса расчетов по определению напряженно-деформированного состояния и фильтрационной прочности элементов инженерного сооружения.

Для выявления свойств материалов, используемых в насыпи, вначале производятся соответствующие изыскания местных строительных материалов. Далее составляются различные варианты грунтового инженерного сооружения, как по конструкции, так и по технологии возведения. На основании технико-экономического сравнения выбирается оптимальный и для него составляется окончательный проект и разрабатывается окончательная технология.

Для возведения грунтового инженерного сооружения используется обычно качественный грунт из полезных выемок или карьеров, для сооружения пригодны почти все виды мягких грунтов, за исключением плавунных, илистых и трудно разрабатываемых глин.

Отсыпка грунта в насыпи всегда производится отдельными слоями. Слои могут быть как горизонтальными, так и наклонными.

Послойная отсыпка включает несколько технологических процессов:

- Подготовка поверхности;
- Отсыпка грунта;
- Разравнивание;
- Дополнительная обработка грунта до требуемых технологических свойств (увлажнение, подсушка и др.);
- Уплотнение;
- Контроль качества.

Возведение грунтового инженерного сооружения начинается с подготовки основания. Это – удаление деревьев, кустарников, растительного слоя. Растительный слой удаляется бульдозерами, скреперами.

Для лучшего контакта основание рыхлится. Если инженерное сооружение возводится не сразу, то оставляется защитный слой, который удаляется непосредственно перед отсыпкой. Толщина слоя: 20 – 30 см при отсыпке – до зимы, до 1 – 1,5 м – если возведение предусматривается зимой. После подготовки основания составляется акт на «скрытые работы». Основание принимается приемочной комиссией. Подготовка поверхности в процессе отсыпки заключается в рыхлении верхнего укатанного слоя. Отсыпка грунта производится самосвалами, скреперами или другими транспортными средствами (конвейерами). Разравнивание производится обычно бульдозерами слоями требуемой величины.

Дополнительная обработка грунта заключается в доведении грунта до требуемой кондиции по влажности.

Для обеспечения непрерывности процесса поверхность отсыпаемого грунтового инженерного сооружения разбивается на отдельные участки – карты, на которых последовательно производятся все технологические операции. Производство работ

ведётся комплексом механизмов, связанных по производительности и ориентированных на ведущий механизм.

### 3.1.1 Разбивка грунтового инженерного сооружения на пикеты, объёмы работ

Качественное определение объёмов земляных работ, устраиваемых в период выполнения строительно-монтажных работ, является важным элементом технологического проектирования. Достоверность результатов расчета может существенно повлиять на выбор решения о способах производства работ, комплексной механизации и на технико-экономические показатели производства.

Подсчёт объёмов земляных работ должен производиться в соответствии с указаниями нормативных документов (СНиПов) и с учётом классификации грунтов по трудности разработки.

В состав объёмов основных работ включаются все объёмы работ, определяемые конструкцией грунтового инженерного сооружения и его отдельных частей.

Расчёт объёма грунта в теле грунтового инженерного сооружения производится в следующем порядке:

- На продольном разрезе грунтового инженерного сооружения наносятся пикеты, расстояние между которыми может быть одинаковым (спокойный рельеф) и разным, чтобы между пикетами были фигуры правильной формы (максимальное расстояние между пикетами – 100метров)
- На профиль грунтового инженерного сооружения (с наибольшей высотой) наносятся все пикеты, которые берутся с продольного разреза (рис.1)

Продольный разрез Поперечный разрез инженерного сооружения

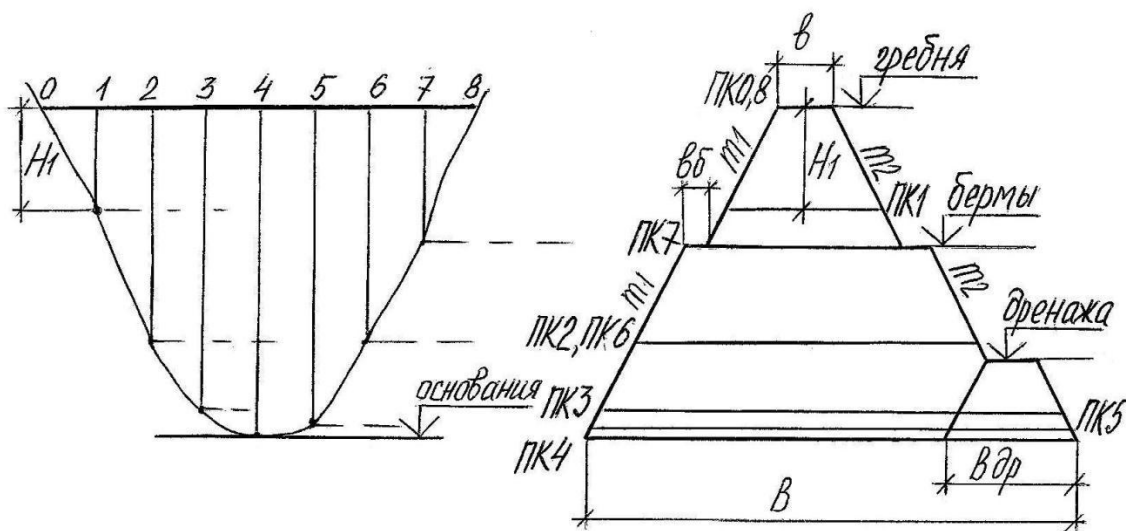


Рис.1 Разбивка сооружения на пикеты



- Отдельно подсчитываются объёмы инженерного сооружения, элементов сооружения (ядра, экрана, дренажа):

$$\sum V_i = F_{cp} * L_i; \text{ м}^3 \quad (1)$$

Где  $V_i$  – объём грунта между пикетами (объём элемента грунтового инженерного сооружения,  $\text{м}^3$ )

$F_{cp}$  – средняя площадь поперечного сечения инженерного сооружения между пикетами,  $\text{м}^2$ ;

$L_i$  – расстояние между пикетами (на продольном разрезе)

$$F_{cp} = (F_n + F_{n+1}) / 2; \text{ м}^2 \quad (2)$$

$F_n$  – площадь поперечного сечения по предыдущему пикету,  $\text{м}^2$ ;

$F_{n+1}$  – площадь поперечного сечения по предыдущему пикету (определяется по поперечному разрезу инженерного сооружения),  $\text{м}^2$ ;

- Расчёт объёмов сводится в таблицу:

Таблица 1. Объём грунтового инженерного сооружения (элемента сооружения)

ПК	Н	F	$F_{cp}$	$L_i$	$V_i = F_{cp} * L_i$
1	2	3	4	5	6
0	0	0	60	50	3000
1	10	120			
			270	100	2700
2	20	420			
			610	100	6100
3	30	800			
					$\sum V_i =$

- Для возведения грунтового инженерного сооружения необходимо подсчитать объём грунта в карьере. Так как грунт в естественном состоянии имеет большую плотность при расчёте учитывается коэффициент остаточного разрыхления,  $K_{o.p.}$ :

$$V_k = V_s / K_{o.p.}; \text{ м}^3 \quad (3)$$

где  $V_k$  – объём грунта в карьере,  $\text{м}^3$

$V_s$  – объём грунтового инженерного сооружения (элемента),  $\text{м}^3$

Коэффициент остаточного разрыхления,  $K_{o.p.}$ :

Суглинок..... $1,015 \div 1,05$

Супесь и песок..... $1,01 \div 1,025$

Гравий.....  $1,015 \div 1,05$

Скала (каменная наброска)..... $1.1 \div 1,3$

### 3.1.2 Выбор и расчёт механизмов для возведения грунтового инженерного сооружения

В зависимости от расстояния от карьера до грунтового инженерного сооружения выбирается комплекс механизмов:

- расстояние до 5 км. и более – грунт любой:

- Экскаваторы – для разработки грунта;
- Автосамосвалы – для перевозки грунта;
- Бульдозеры – для разравнивания;
- Катки – для уплотнения.

- расстояние до 3 км. – грунт песок, суглинок, супесь:

- Скреперы самоходные – для разработки, перевозки и разравнивания грунта;
- Катки – для уплотнения.

- расстояние до 1 км.

- Скреперы прицепные – для разработки, перевозки и разравнивания грунта;
- Катки – для уплотнения.

#### **Выбор, расчет производительности и числа экскаваторов**

Ёмкость ковша экскаватора можно подобрать по объёму работ, заданным срокам выполнения работ или требуемым характеристикам машин. При заданной интенсивности земельно-кальных работ, учёте объёма работ можно руководствоваться данными, приведёнными в таблице 2.

Таблица 2. Рекомендуемая вместимость ковша экскаватора

Интенсивность земельно- кальных работ тыс. м <sup>3</sup> /мес	До 20	20 - 60	60 - 100	Свыше 100
Вместимость ковша q, м <sup>3</sup>	0,5 – 0,65	1 – 1,25	2,5	2,5 – 4,6

В зависимости от емкости ковша выбирается марка экскаватора с прямой лопатой и выписывается его техническая характеристика.

В настоящее время отечественная и зарубежная промышленность выпускает большое количество экскаваторов, также как и других строительных машин с большим разнообразием параметров и характеристик.

Группа современных одноковшовых строительных экскаваторов получила существенные конструктивные изменения, которые позволили расширить сферу их применения, повысить мобильность, универсальность, рабочие скорости, производительность, снизить стоимость работ по сравнению с предыдущим поколением этих машин.

Выборочная номенклатура отечественных экскаваторов дана в таблице 3

Таблица 3. Выборочная номенклатура одноковшовых гидравлических экскаваторов на гусеничном ходу

Показатели	Номенклатура			
	ЭО-3122	ЭО-4124	ЭО-5122А	ЭО-6123
Прямая лопата				
1. Вместимость ковшей, м <sup>3</sup>	0,63	1,0	1,6	2,5
2. Наибольший радиус копания, Rк, м	6,8	7	8,93	10,2
3. Наибольшая высота копания, Нк, м	7,3	8,2	9,65	10,2
4. Наибольшая высота выгрузки, Нв, м	4,1	5	5,10	5,95
5. Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, Rв, м	4,62 при Нв=3,7м	4,3	4,62	5,7

Выпуском машин занимаются заводы и фирмы, в том числе: в России – ОМЗ – объединенные машиностроительные заводы – группа УралМашИжора, ВЭКС – Воронежский экскаваторный завод, Ковровский экскаваторный завод, САРЭКСОАО – Саранский экскаваторный завод, ТВЭКС – Тверской экскаваторный завод, АТЛАС-TEREX, ЭКСКО ОАО – Костромской экскаваторный завод. За рубежом: Komatsu, Caterpillar, Volvo, Mitachi, Daewoo. Сведения о выпускаемых машинах каждой фирмы можно найти в Интернете.

- Эксплуатационная производительность экскаватора определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{э.}} = 8 \cdot 100 / H_{\text{вр.}} ; \text{м}^3 / \text{см.} \quad (4)$$

где 8-количество часов в рабочей смене; 100 - объем грунта при разравнивании, м<sup>3</sup> ;  
H вр.- норма времени в часах на 100 м грунта (ЕНиР 2-1)

- Количество экскаваторов определяется по формуле:

$$N = U_{\text{сут.}} / \Pi_{\text{э.}} \cdot K; \quad (5)$$

где U сут.- суточная интенсивность разработки грунта, в м<sup>3</sup> / сут.

$\Pi_{\text{э.}}$ - эксплуатационная сменная производительность экскаватора, м<sup>3</sup> / см.;

K-количество смен в сутках, 2.

$$U_{\text{сут.}} = U_{\text{мес.}} / 20; \quad (6)$$

где  $U$  мес. - месячная интенсивность разработки грунта,  $m^3/мес.$ ; 20 - количество рабочих дней в месяце.

### Выбор автосамосвалов для транспортировки грунта

Выбор марки автосамосвала зависит от марки экскаватора (емкости ковша).

Потребность в автосамосвалах и рекомендуемая грузоподъемность автосамосвалов в зависимости от производительности экскаваторов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Потребность в автосамосвалах для экскаваторов

Экскаватор с ковшом вместимостью, $m^3$	Грузоподъемность автосамосвала, т	Число автосамосвалов при дальности возки, км			
		1	2	3	5
0,5	5	4	6	7	10
1,25	5	7	11	14	18
2,5	10	7	9	10	12
2,5	27	4	6	7	8
4,6	27	5	7	9	13

После определения требуемой грузоподъемности автосамосвала (сведения о выпускаемых машинах можно найти в Интернете), подбирается марка автосамосвала, в пояснительную записку выписывается техническая характеристика.

### Выбор, определение производительности и числа скреперов

Скреперы предназначены для послойного срезания, перемещения, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов. В основном применяются при строительстве каналов, разработке крупных котлованов, карьеров и отсыпке плотин.

Во время движения скрепера ковш опускается, врезается ножом в грунт и заполняется. После наполнения ковш приподнимается и транспортируется к месту выгрузки. Разгружается ковш опрокидыванием вперед или назад (свободная выгрузка), или посредством специальных приспособлений (принудительная выгрузка).

Высыпающийся грунт разравнивается ножом.

Выбор емкости ковша скрепера зависит от расстояния перемещения грунта (расстояние от карьера до возводимого инженерного сооружения). Рациональное расстояние перемещения грунта для скреперов определенной емкости ковша:

Прицепные и полуприцепные скреперы наиболее эффективны при транспортировке грунта на расстояние до 1000 метров, самоходные – на расстояние до 3000 метров. Технические характеристики скреперов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Выборочная номенклатура скреперов

Показатель	Единица измерения	Марка скрепера							
		Прицепного				Самоходного			
		ДЗ-30 (Д-541А), ДЗ-33	ДЗ-20 (Д-498), ДЗ-20А	ДЗ-26 (Д-523), ДС-77С	ДЗ-23 (Д-511)	ДЗ-11П (Д-537М)	ДЗ-11 (Д-357Г)	ДЗ-32 (Д-567)	ДЗ-13 (Д-392)

		(Д-569)							
Вместимость ковша	м³	3	6,7	10	15	8	9	10	15
Ширина захвата	м	1,9 и 2,1	2,59	2,80	2,90	2,72	2,72	2,90	2,93
Глубина резания	«	0,2	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	0,35
Толщина отсыпаемого слоя	«	0,3	0,35	0,5	0,55	0,55	0,55	0,45	0,5
Мощность	кВт (л.с.)	55 (75)	79 (108)	132 (180)	221 (300)	158 (215), 132 (180)		177 (240)	265 (360)
Масса скрепера	т	2,75	7	9,2	16	19		20	34

Техническая и эксплуатационная производительности и количество скреперов определяются по формулам (4),(5) -для расчета экскаваторов. После выбора машины техническая характеристика выписывается в пояснительную записку.

### Выбор производительности и количества катков

Уплотнение грунта зависит и от толщины уплотняемых слоев и от числа проходов. Тонкие слои дают более равномерное уплотнение. Повышение числа проходов повышает и плотность. Вначале интенсивно, но после 4-6 проходов интенсивность падает, а после 10-12 проходов - почти прекращается. Необходимое число повторных проходов устанавливается по опытному уплотнению. Обычно это 6-8 раз. Выбор типа катка производится в зависимости от вида грунта:

- Несвязные грунты - гладкие катки, толщина слоя уплотнения  $0,1 \div 0,15$  м за  $6 \div 10$  проходов. Сущность этого способа – уплотнение за счет силового воздействия на грунт в период движения катка. По мере движения катка в каждой точке грунта проходит волна напряжений и под действием напряжений происходит перегруппировка частиц. Катки с гладкими вальцами имеют наибольшее распространение. Преимущество –простота конструкции. Недостатки – неравномерная передача напряжений на грунт и неравномерность уплотнения в пределах толщи.
- Связные грунты - кулачковые катки, толщина слоя  $0,3 \div 0,8$  м за  $4 \div 5$  проходов (тяжелые катки) и за  $8 \div 10$  проходов (легкие катки). Сущность – уплотнение (перегруппировка частиц) за счет повышенного давления под кулачком
- Пневматические катки применяются как для уплотнения связных грунтов, так и несвязных, катки являются универсальными; количество проходов  $4 \div 6$ . При первых проходах, когда грунт находится в рыхлом состоянии, деформация пневматической шины по сравнению с деформацией грунта не большая, поэтому работа пневматики подобна жесткому колесу. Пневмашины имеют большую площадь контакта с поверхностью грунта и эта площадь загружена значительно равномернее, что повышает эффект уплотнения.

- Виброкатки применяются для уплотнения несвязных грунтов и каменной наброски, толщина слоя  $0,5 \div 2$  м, 4 проходки. Сущность уплотнения – перегруппировка частиц за счет их колебаний, вызванных вибрационными машинами. Машины вибрационного действия сообщают грунту частые колебательные движения. Связи между частицами разрушаются. Из-за их разных сил инерции и импульсов происходит взаимное перемещение и более компактная укладка – уплотнение.

В таблице 6 приводятся технические характеристики катков или сведения о выпускаемых машинах можно найти в Интернете.

Таблица 6. Выборочная номенклатура отечественных катков

Модель катка	Показатели						
	Масса без балл/с балл	Ширина уплотняемой полосы	Скорость рабочая/трансп орт.	Диаметр вальцев	Толщи на уплотн яемого слоя	Число проходов по следу	Частота колебания
	т	м	м/сек				Гц
Самоходные с гладкими вальцами							
ДУ-50	6,5/8	1,8	0,76/2,17				
ДУ-48Б	9/12	1,85	0-1,8/1,8				
ДУ-49А	11/18						
Кулачковые							
ДУ-26А	5/9	1,8		1,4	0,2-0,22		
ДУ-27	9,2/17,6	4		1,4	0,2-0,22		
Прицепные на пневмошинах							
ДУ-30	4/12,5	2,2	1,4/6,9		0,25	8-10	
ДУ-39А	6/25	2,6	1,4/6,9		0,35	6-10	
Полуприцепные на пневмошинах							
ДУ-37В	13/22,75	2,61	3/8,3		0,25	6-8	
ДУ-21	27,8/56,7	2,68	4,2/93		0,43	6-8	
Самоходные на пневмошинах							
ДУ-31А	8,44/14	1,9	До 5,7		0,15		
ДУ-29	23/30	2,22	До 6,4		0,15		
Прицепные вибрационные							
А-4	3,8	1,5			0,1-0,15	6-8	
А-12	11,8	2			0,25-0,4	6-8	
Самоходные с вибрацией							
ДУ-54А	1,5/2,0	0,857	0,5-0,83				52
ДУ-47Б	6/8	1,2	0,42-1,88	1,6			30
ДУ-58	15/16	2	0-1,8/4,45				25,40

Эксплуатационная производительность и количество катков определяется по формулам (4),(5) - для расчета экскаватора. После выбора машины техническая характеристика выписывается в пояснительную записку.

#### Выбор расчета производительности и количества бульдозеров

Бульдозеры представляют собой землеройно-транспортные машины циклического действия, выполняющие операции по резанию, перемещению, разгрузке и укладке грунта. Они представляют собой гусеничный или колесный трактор, оборудованный впереди рабочим органом – управляемым отвалом с ножом в нижней части.

Область применения (самостоятельно): разработка выемок до 2-х м, вскрышные работы, планировка площадей и откосов с заложением до 1:1,75, обратные засыпки. В комплексе с другими машинами: работа в забоях с экскаваторами, разравнивание грунта в насыпях. В таблице 7 приводится техническая характеристика бульдозеров (сведения о выпускаемых машинах можно найти в Интернете), бульдозеры для разравнивания грунта выбираются на гусеничном ходу.

Таблица 7. Выборочная номенклатура отечественных бульдозеров

Марка	Мощность двигателя, кВт	Габариты отвала	
		Длина, м	Высота, м
ДЗ-29	59	2,56	0,8
ДЗ-101А	96	2,86	1,05
ДЗ-53	80	3,2	3,2
ДЗ-27	118	1,1	1,1
ДЗ-35	133	3,36	1,2
ДЗ-132-1	243	4,55	1,7
ДЗ-141ХЛ	368	4,8	2,0

Эксплуатационная производительность и количество бульдозеров определяется по формулам (4),(5)-для расчета экскаватора. После выбора машины техническая характеристика выписывается в пояснительную записку.

• **Вывод по расчёту комплексной механизации:**

3.1.3 Технологическая карта на возведение грунтового инженерного сооружения

Технологическое проектирование может осуществляться по нескольким направлениям в том числе - разработка способов выполнения строительных процессов с использованием имеющихся материалов, конструкций и механизмов в конкретных местных условиях производства.

В данном пункте курсовой работы необходимо проработать поточный метод возведения грунтового инженерного сооружения.

При отсыпке инженерного сооружения процессы выполняются поточными методами. На каждой из карт последовательно укладывают, разравнивают и уплотняют отсыпаемые слои грунта (Рис. 3). Сухую поверхность смачивают поливочными машинами, при их отсутствии - резиновыми шлангами. Очень сухие поверхности за сутки до уплотнения заливают водой, переувлажненные – подсушивают и покрывают слоем сухого грунта.

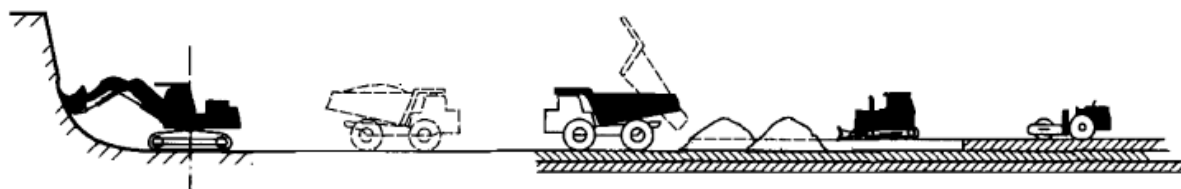


Рис. 2 Поточный метод отсыпки инженерного сооружения

- Разбивка грунтового инженерного сооружения на участки – карты  
Площадь участка – карты определяется по формуле:

$$S_k = \Pi_s * N / h; \text{ м}^2 \text{ (7)}$$

где  $\Pi_3$  – эксплуатационная сменная производительность ведущего механизма (скрепера или экскаватора), рассчитанная по формуле (4);

$N$  – количество смен при производстве работ;

$h$  – толщина отсыпаемого слоя в м., (пункт 3.1.2)

Длина карты  $L_k$  назначается:

50 – 100 метров для самоходных катков;

до 200 метров для прицепных катков.

Ширина карты  $B_k$  определяется по формуле (8):

$$B_k = S_k / L_k ; \text{ м. (8)}$$

Разбивка грунтового инженерного сооружения на карты ведётся на отметке бермы или посередине высоты, если берм нет. Сначала инженерное сооружение разбивается по длине (в продольном разрезе), затем по ширине на поперечном разрезе (Рис.3)

Продольный разрез Поперечный разрез инженерного сооружения

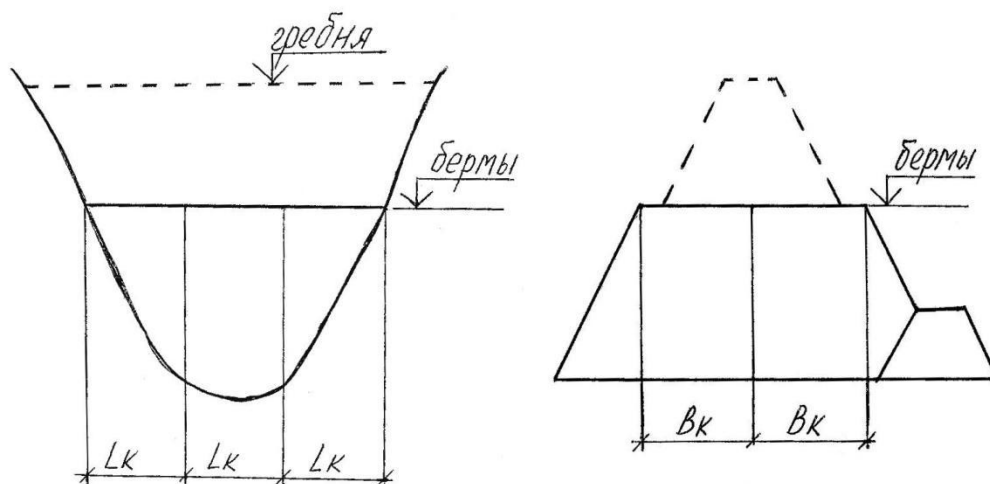


Рис.3 Разбивка грунтового сооружения на карты

Схему разбивки на карты грунтового инженерного сооружения и схему движения механизмов (рис.3) необходимо выполнить на миллиметровой бумаге от руки или с помощью системы автоматизированного проектирования в зависимости от выбранного масштаба на формате А4 или А3.



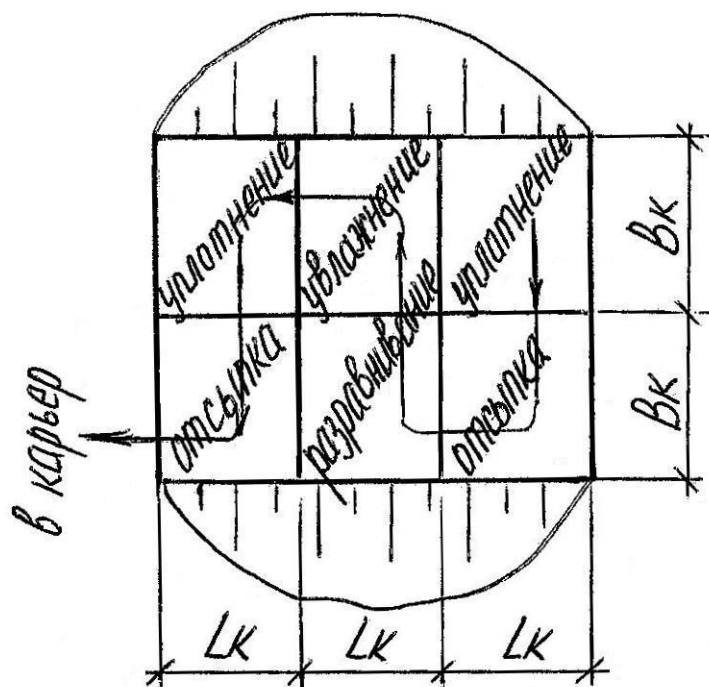


Рис.3 Карта отсыпки грунтового инженерного сооружения

Количество карт при возведении грунтового инженерного сооружения зависит от размеров возводимого сооружения.

- **Составление калькуляции**

Калькуляция является документом, в котором определяются плановые затраты труда и заработной платы на возведение инженерного сооружения. Калькуляция необходима для определения последовательности выполнения работ, объемов работ, затрат времени рабочих, численности рабочих по профессиям и разрядам, определения числа смен, расчетной продолжительности отдельных видов работ.

В данной курсовой работе калькуляция составляется по основным видам работ на карту возведения сооружения. Для этого рассчитывается объем карты:

$$V_{\text{карты}} = L_k * B_k * h; \text{ м}^3 \quad (9)$$

Расчёт калькуляции производится в табличной форме, пример заполнения калькуляции, таблица 8:

Таблица 8. Калькуляция на карту возведения инженерного сооружения

№ п/п	Обоснование по ЕНиР 2-1	Наименова ние работ	Объём работ			Трудозатраты чел. - час			Расце нка  в рубля х	Состав звена
			Ед. изм.	Кол -во ед.	На ед.	На объё м	На ед. ед.	На объё м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	ЕНиР 2-1-7	Разработка грунта экскаватор ом...	100 м	Vка рты/ 100		5*6		5*8	Машинист 6 разр.-1 пом. маш 5разр.-1	
2.	ЕНиР 2-1-28	Разравнив ание суглинист ого грунта....	100 м	Vка рты/ 100		5*6		5*8	Машинист 6 разр.-1	
3.	ЕНиР 2-1-29	Уплотнени е суглинист ого грунта.....	100 м	Vка рты/ 100		5*6		5*8	Тракторист 6 разр.-1	
						Σ Тр		ΣЗп		

• **Технико – экономические показатели по карте:**

- Общие трудозатраты -  $\sum T_p$ ;

- Общая зарплата с учётом районного коэффициента:

$$З_{п\text{ общ.}} = \sum Z_{п} * 1000 * K_p; \text{руб. (10)}$$

где 1000- коэффициент инфляции

- Выработка в м<sup>3</sup> на 1 чел/см:

$$B = V_{\text{карты}} * 8 / \sum T_p; \text{м}^3 \text{ (11)}$$

- Зарплата в рублях на 1 чел/см:

$$З_{п} = \sum Z_{п} * 1000 * K_p * 8 / \sum T_p; \text{руб. (12)}$$

-Трудозатраты в чел.- час. на 1 м<sup>3</sup> разработанного и уложенного в грунтовое инженерное сооружение:

$$T_p = \sum T_p; / V_{\text{карты}}; \text{ чел.- час. (13)}$$

- Зарплата на 1 м<sup>3</sup> грунта:

$$Z_{п/1м} = \sum Z_{п} * 1000 * K_p / V_{\text{карты}}; \text{ руб. (14)}$$

Произвести проверку расчётов ТЭП:

$$B * Z_{п/1м} = Z_{п}; \text{ руб. (15)}$$

В завершении пункта 3.1.3 необходимо проработать основные положения по:

- Контролю качества производства земляных работ;
- Технике безопасности при производстве земляных работ.

### 3.2 Технология возведения бетонного инженерного сооружения

В данном пункте даётся краткое описание технологии возведения бетонного инженерного сооружения, очерёдность возведения элементов сооружения, особенности.

Строительный процесс по возведению монолитных железобетонных

Конструкций и инженерных сооружений состоит из заготовительных и построечных процессов, технологически и организационно связанных между собой посредством транспортных операций. Заготовительные процессы состоят из операций по изготовлению опалубки, арматуры, сборки арматурно-опалубочных блоков,

приготовлению бетонной смеси. К построечным процессам относят: монтаж опалубки и арматуры, укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном в процессе его отверждения, разборку опалубки после достижения бетоном требуемой прочности.

#### 3.2.1 Подсчёт объёмов бетонного сооружения

- Вычертить в масштабе поперечное сечение бетонного инженерного сооружения, проставить размеры, разбить сечение на простые геометрические фигуры. Подсчитать общую площадь и умножить на строительную длину сооружения, получив объем V сооружения:

$$V = (S_1 + S_2 + S_3) * L; \text{ м}^3 \text{ (16)}$$

где  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  - площади фигур, м<sup>2</sup>



L – длина бетонного сооружения, м.

При сложной конфигурации бетонного инженерного сооружения или его элементов, объём каждого элемента рассчитывается отдельно, а затем складывается:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots \text{ (17)}$$

Наиболее удобный способ расчёта объёма бетонного сооружения, табличный. Пример расчёта приведён в таблице 9.

Таблица 9. Расчёт объёмов бетонного сооружения

Элемент сооружения	Схема поперечного сечения элемента сооружения	Подсчет объема элемента, м³
Понур		1820 м³
Водобойная плита		20712 м³

$\Sigma V$

### 3.2.2 Расчёт производительности бетонного завода

- Требуемая месячная интенсивность бетонирования определяется по формуле:

$$U_{\text{мес.}} = V/T; \text{ м}^3/\text{мес.} \quad (18)$$

где V- объем бетонного сооружения;

T- директивный срок в месяцах (принимается по СНиП 1.04.03-85 ).

- Производительность бетонного завода в м³/час определяется по формуле:

$$Пб.з. = (U_{\text{мес.}} * K_n) / (\varphi * M); \text{ м}^3/\text{час} * 24; \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (19)$$

где U мес. - месячная интенсивность бетонирования в м³ / мес.

M - число рабочих часов завода в месяц (480 часов),

K<sub>n</sub> - коэффициент неравномерности бетонирования, равный 1,3-1,4;

φ - коэффициент использования рабочего времени завода, равный 0,9;

24 - количество рабочих часов в сутки.

- Типовой бетонный завод цикличного действия выбирается в соответствии с расчетом по таблице 10:

Таблица 10. Выборочная номенклатура бетоносмесителей

Марка и ёмкость бетоносмесителей в литрах <b>Z</b>	Часовая производительность в м³ / час.	Суточная производительность м³/сут (П сут).	Требуемое количество бетоносмесителей шт.	Фактическая производительность в м³/сут. Пб.з.сут.
СБ-161 - 500	10	200	Пб.з./ Пс = Nпр	Nпр*200
СБ-91Б - 750	12.5	250	Пб.з./ Пс = Nпр	Nпр*250
СБ-10В - 1200	25	500	Пб.з./ Пс = Nпр	Nпр*500
СБ-150 - 2400	32	640	Пб.з./ Пс = Nпр	Nпр*640

Примечание: N пр. - принятое количество бетоносмесителей.

При выборе одного из трех вариантов следует учесть, что количество бетоносмесителей желательно иметь не менее 2-х и не более 8-10 штук, а также чтобы фактическая производительность бетонного завода была ближе к требуемой.

### 3.2.3 Выбор и расчёт комплекса механизмов для производства бетонных работ

Расчет выполняется на гнездо или линию бетоносмесителей циклического действия на 1, 2 и 3 замеса, расчёты заносятся в таблицу №11 (таблицу выполнить на формате А3):

Таблица №11. Комплексная механизация бетонных работ

[illegible]

- Объем замеса:

$$V_3 = Z * N_{\text{пр}} * K_{\text{вых.}}; \text{ м}^3 \quad (20)$$

где  $Z$  - емкость принятого бетоносмесителя в литрах (таблица 10);

$N_{\text{пр}}$  – принятое количество бетоносмесителей;

$K_{\text{вых.}}$  - коэффициент выхода бетонной смеси, равный 0,67.

- Масса замеса:

$$m_3 = \rho_6 * V_3; \text{ т.} \quad (21)$$

где:  $\rho_6$  - объемная масса бетонной смеси, равна 2,4 т / м<sup>3</sup>.

- **Выбор автосамосвала**

Требуемая грузоподъемность автосамосвала **Гр.тр.а**, равна массе замеса, по ней выбирается марка самосвала бетоновоза, так чтобы:

$$\text{Гр.тр.а} \leq \text{Гр.ф.а}$$

где: **Гр.ф.а** - фактическая грузоподъемность, берется из технической характеристики автосамосвала, марку автосамосвала бетоновоза выбрать по методическим указаниям по выбору механизмов или найти в Интернете .

Коэффициент грузоподъемности автосамосвала:

$$K_{\text{г.а}} = \text{Гр.тр. а} / \text{Гр.ф.а.}; (0,7 \div 1) \quad (22)$$

- **Выбор бадьи:**

Требуемый объем бадьи равен объему замесов, по которому выбирается марка бадьи, так чтобы:

$$V_{\text{б.тр.}} \leq V_{\text{б. ф.}}$$

Марку бадьи выбрать по таблице 12 или найти в Интернете. Масса порожней бадьи берется из ее характеристики.

- Масса груженой бадьи:

$$m_{\text{гр.}} = m_{\text{п.}} + m_{\text{з.}}; \text{ т.} \quad (23)$$

где  $m_{\text{п.}}$  - масса порожней бадьи.

$m_{\text{з.}}$  - масса замесов, т .

Требуемая грузоподъемность крана **Гртр.к.** равна массе груженой бадьи.

Таблица 12. Техническая характеристика бадей для укладки бетона

Параметры	Цилиндрические бадьи			Опрокидные (ковшовые) бадьи ёмкостью, м <sup>3</sup>			
	БГ-8	БГРУ-6,4	Т-103	8,0	6,4	3,2	1,6
Ёмкость, м <sup>3</sup>	8,0	6,4	3,2	8,0	6,4	3,2	1,6
Высота в мм:							
с траверсой	5406	5150	3545	5800	5660	5000	4000
без траверсы	4264	3350	2240	4030	4340	4000	3250
Масса бадьи, т.	4,778	3,3	1,697	2,85	2,782	1,32	1,5
Завод изготовитель	«Электроцит» Самара		Стр. машин Тюмень	Красно- ярск гэсстрой	Братск- гэсстрой	Зея- гэсстой	«Энерго- техмаш» Волжский

## Кран для бетонирования инженерного сооружения

Выбирается из расчета охвата инженерного сооружения как по ширине, так и по высоте, при высоте до 25 м. выбирается гусенично- стреловой или пневмоколесный кран, при высоте более 25м. – башенный, порталный или пневмоколёсный краны.

Определение требуемой высоты подъема крюка крана по формуле:

$$H_{кр. тр.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \text{ м. (24)}$$

где:  $h_1$  - расстояние от головки рельса крана (для башенного крана) или от грани гусеницы (для гусеничного крана) до верха бетонируемого сооружения, м.;

$h_2$  - высота бадьи - 4-4,5 метра (по технической характеристике);

$h_3$  - запас между верхом опалубки и низом бадьи - 0,5-1 м.;

$h_4$  - конструктивная высота захватных устройств 1-2 метра.

- Определение требуемого вылета для **гусеничных и пневмоколесных кранов:**

$$L_{кр.тр.} = B_{инж. соор.} + C + a; \text{ м. (25)}$$

где:  $B_{инж.соор.}$  - ширина инженерного сооружения, в м.;

$c$  - запас между краном и сооружением, равный 1 м.;

$a$  - расстояние от оси вращения передней грани гусеницы (для гусеничных кранов) или грани упора (для пневмоколесных кранов), равное 2м.

- Определение требуемого вылета для **башенных и порталных кранов:**

$$L_{кр.тр.} = B_{инж. соор.} + C + A/2; \text{ м. (26)}$$

где  $B_{инж. соор.}$  - ширина плотины, в м.

$c$  - запас между краном и сооружением, равный 1 м.

$A$  - ширина подкрановых путей, равная 10м,

По расчетным параметрам  $H_{кр. тр.}$  и  $L_{кр.тр.}$  выбирается тип крана. Технические характеристики кранов выбрать по методическим указаниям по выбору механизмов или можно найти в Интернете. По выбранному крану выписывается его марка в таблицу 11 и рассчитывается фактическая грузоподъемность крана на требуемом вылете методом интерполяции:

$$Gr_{ф.к.} = (Gr_{max.} - Gr_{min.}): (L_{max.} - L_{min.}) * (L_{max.} - L_{тр.}) + Gr_{min.}; \text{ (27)}$$

где  $Gr_{max.}$ ,  $Gr_{min.}$ ,  $Gr_{ф.к.}$  - грузоподъемность крана максимальная, минимальная и фактическая;

$L_{тр.}$ ,  $L_{max.}$ ,  $L_{min.}$  - вылет крана, требуемый, максимальный и минимальный, м.;

- Коэффициент использования грузоподъемности крана:

$$K_{г.к.} = Gr_{тр.к.} / Gr_{ф.к.}; \text{ (0,7÷1)}$$



где  $G_{р.тр.к.}$  - требуемая грузоподъемность крана.

$G_{р.ф.к.}$  - фактическая грузоподъемность крана.

**По принятому варианту выбора механизмов (по таблице 11) выписываются полные технические характеристики принятых механизмов. Далее производится расчёт количества бетоноукладочных кранов и автосамосвалов бетоновозов.**

- Месячная комплексная производительность бетоноукладочного крана определяется по формуле 28:

$$П_{к.мес.} = 0,7 * n * V_3 * K_v.; м^3/мес. (28)$$

где 0,7 - доля времени, которую кран расходует на укладку бетона. Кран при своей работе кроме бетона подает опалубку, арматуру, закладные части, на что он расходует 0,3 рабочего времени, 0,7 времени идет укладку бетона.

$n$  - число циклов в месяцах, по опыту строительства ряда инженерных сооружений можно принимать:

- для портално-стреловых и башенных кранов равно 3600 циклов / мес.
- для гусеничных - 3800 циклов / мес;
- для пневмоколёсных кранов фирмы «Либхерр» - 4200 циклов / мес.

$V_3$  - объем бетона в бадье в м.;

$K_v$  - коэффициент, учитывающий работу крана по времени в течение месяца, равный 0,8.

- Количество бетоноукладочных кранов:

$$N = Пб.з.мес. / П_{к.мес.}; шт. (29)$$

где:  $Пб.з.мес.$  - месячная производительность бетонного завода;

$$Пб.з.мес. = Пб.з.сут * t; м^3/мес (30)$$

где:  $Пб.з.сут$  – суточная производительность  $м^3/сут$ , принятого варианта бетоносмесителя из таблицы 10;

$t$  - количество рабочих дней в месяце, равное 20 дням.

- Количество автосамосвалов для транспортировки бетонной смеси определяется по формуле:

$$N_a = (П_{б.з.час} / V_3) * ((2L / U_{ср.}) + t_v + t_z) + 1; (31)$$

где:  $П_{б.з.час}$  - часовая производительность бетонного завода в  $м^3/час.$ , принятый вариант, таблица 10;

$V_3$  - объем бетонной смеси в самосвале или бадье (по таблице 11, выбранный вариант, м.

Уср. - средняя скорость машины в км/час, можно принимать 20-25 км/час.

t в, t з. - время выгрузки и задержки в пути в долях часа. Можно принимать 5 мин., т.е. 0,08 часа на каждую операцию.

L - дальность транспортировки бетона (по расположению бетонного завода), км.

Учитывая, что автомашины работают по 2-х сменному графику, а бетонирование идет круглосуточно, количество автомашин в парке, с учетом коэффициента использования парка должно быть равно:

$$N_{a.k.} = 1,5 N / 0,65; (32)$$

- Выбор типа вибратора для уплотнения бетонной смеси

Производится по таблице 13 в зависимости от часовой производительности бетонного завода, которая сравнивается с часовой производительностью по объему бетона для определенного типа вибратора.

Таблица 13. Выборочная номенклатура вибраторов

Тип вибратора	Осадка конуса, см.	Продолжительность вибрирования, сек.	Толщина рабочего слоя, см.	Радиус действия, см.	Часовая производительность	
					По площади слоя, м <sup>2</sup>	По объему бетона, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5		
И-50А	3-6	30	20-30	40-55	30	4-8
И-86 А	3-6	30	30-40	30-45	30	6-9
С-825	3-6	30	20-30	40-55	30	4-8
С-826	3-6	30	20-30	30-45	30	6-9
ВРПГ	1-3	15	50	—	120	60
Пакет	1-3	—	100	—	100	100

Техническая производительность выбранного вибратора выписывается полностью.

- Определение количества вибраторов:

$$N_v = P_{б.з.час} / (P_v * K); шт (33)$$

где: P<sub>б.з.час</sub> - часовая производительность бетонного завода, м<sup>3</sup>/час.

P<sub>в</sub> - часовая производительность вибратора (см. техническую характеристику), м<sup>3</sup>/час.

K - коэффициент, учитывающий простои - 0,7-0,75.

- Вывод по расчёту комплексной механизации:

#### 3.2.4 Составление технологической карты на блок бетонирования

При укладке бетона в инженерное сооружение большое значение имеет монолитность, отсутствие трещин, поэтому бетонное инженерное сооружение разбивают на отдельные

части, так называемые строительные блоки, которые бетонируют от начала и до конца без перерыва.

Высоту строительного блока, т.е. высоту яруса обычно назначают в пределах 1,5-9 м., чаще всего 3 метра.

Способы разрезки инженерного бетонного сооружения (плотины) на блоки:

- с перевязкой строительных продольных швов - Н пл. до 50-60 метров.
- столбчатая - Н пл. >50-60 метров.
- длинными блоками В пл <25-30 метров, арочные плотины.

Размеры блоков должны обеспечивать эффективное остывание бетона, удобство установки арматуры и опалубки должны быть увязаны с производительностью бетонного завода и бетоноукладочных кранов, работающих на данный блок.

Конструктивный блок, т.е. блок от одного деформационного шва до другого и от верховой до низовой грани, разбивают на строительные блоки в том случае, если его размеры превышают максимально возможные размеры строительного блока.

Наибольшую площадь строительного блока определяют по формуле:

$$F_{\max} = (B * L) \leq P_{б.з.час} * (t_{схв.} - t_{тр.}) * K_z / h ; (34)$$

где: В - ширина строительного блока от одного деформационного шва до другого или по граням конструктивных элементов, например, бычков, м;

L – длина строительного блока

Для глухих бетонных инженерных сооружений ширина блока В равна ширине секции: 10-30 м.

П б.з.час. - часовая производительность бетонного завода за время непрерывного бетонирования, м<sup>3</sup>/час;

t схв. - время приготовления бетонной смеси до начала схватывания, обычно 2-3 часа при использовании замедлителей схватывания;

t тр. - время транспортирования бетонной смеси от бетонного завода до блока, ее укладка и уплотнение в часах;

K з. - коэффициент запаса, K з. = 0,8.

h - толщина укладываемого слоя бетонной смеси, зависит от типа вибратора.

$$t_{тр.} = t_{н.} + 2L / U_{ср.} + t_{в.} + t_{з.} + t_{ц.}; \text{ час.} (35)$$

где: t н. - время загрузки автосамосвала на бетонном заводе, на 1 замес, ориентировочно 3 минуты (количество замесов по выбранному варианту, таблица 11);

t ц. - время цикла работы крана, при 10 циклах в час, t ц. = 6 мин. = 0,1 часа;

L, U<sub>ср.</sub>, t в., t з. (см. формулу (31) расчета количества автосамосвалов).

Шириной секции надо задаться так, чтобы по строительной длине инженерного сооружения было целое количество секций и чтобы длина и ширина блока отличались на небольшую величину.

**Например:**

**F max. = 180 м<sup>2</sup>; длина плотины L пл. - 120 м;**

**По длине плотину делят деформационно - осадочными швами на секции. Шириной секции задаются Bс. = B = 12 м., их количество - 10 штук (12 м. \* 10 = 120 м.)**

**L = F max. / B = 180/12 = 15 м.**

**L = 15 м., B = 12 м. - отличаются всего на 3 метра.**

Выполнить схему разбивки бетонного инженерного сооружения на ярусы и блоки (в масштабе), с расстановкой комплекса механизмов для бетонирования.

- **Определить объём работ по блоку бетонирования для расчёта калькуляции:**
- $F_{\text{осн.бл.}}$  - площадь основания блока бетонирования:

$$F_{\text{осн.бл.}} = B \cdot L; \text{ м.} \quad (36)$$

где  $B$  - ширина блока, равная ширине секции, м  $L$  - длина блока, м.

- $F_{\text{бок.пов.бл.}}$  - площадь боковой поверхности блока:

$$F_{\text{бок.пов.бл.}} = B \cdot h \cdot 2 + L \cdot h \cdot 2, \text{ м}^2 \quad (37)$$

- $P_{\text{ар}}$  - вес арматуры на блок:

$$P_{\text{ар}} = q_{\text{ар.}} \cdot V_{\text{блока}}, \text{ т} \quad (38)$$

где  $q_{\text{ар.}}$  - расход арматуры на м бетона = 0,02 т/м<sup>3</sup>

- $V_{\text{бл}}$  - объём блока:

$$V_{\text{бл}} = B \cdot h \cdot L, \text{ м} \quad (39)$$

- **Рассчитать калькуляцию на блок бетонирования в таблице 14:**

Таблица 14. Калькуляция на бетонирование блока

п./п	Обоснование по ЕНиР 4-1	Наименование работ	Объем		Трудоемкость		Расценка		Состав звена
			ед. изм.	кол. ед.	на ед.	всего	всего	на ед.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4-1-23, стр.82, строка 1	Подготовка скального  основания блока без арматуры	100 м²	Фосн бл/  100	9,6	5х6	5-66	8х5	Бетонщик: 3 р. - 1 чел
2	4-1-3, стр.13, Т.1, строка1, ст. В	Установка плоских крупнопане льных щитов в блоке на вертикальных поверхностях	1 м²	Фбок. пов. блока	0,33	5х6	0-26,4	5х8	Плотник: 5р.-1 чел 4р.-1 чел 3р.-1 чел
3	4-1-10, стр.41  Т.2, строка5,ст.ж	Установка  армокаркасов в блок при верт. положении весом до 5 тонн	1т	Рар.	2-00	5х6	1-64	5х8	Арматурщи к: 6р.-1 чел 5р.-1 чел 4р.-1 чел 3р.-1 чел 2р.-1 чел
4	4-1-25, стр.89 Т.2, строка 1, ст. а	Подача бет. смеси в блок бадьями при помощи кранов	100 м³	Вбл / 100	21	5х6	14-32	5х8	Бетонщик: 4р.-1 чел 3р.-1 чел 2р.-3 чел
5	4-1-3, стр.13, Т. 1, строка3, ст. 8.2	Распалубка	1м²	Ф бок. пов. блока	0,12	5х6	0-0,85	5х8	Плотник: 4р.-1 чел 3р.-1 чел 2р.-1 чел
6	4-1-23,стр.83, строка 3	Удаление цементной пленки водовоздуш- ной струей	100 м²	Ф осн. блока/ 100	13	5х6	7-67	5х8	Бетонщик: 1р.-1 чел

ΣТр. ΣЗп.

- Техничко-экономические показатели на блок бетонирования:

- Общие трудозатраты -  $\sum T_p$ ;

- Общая зарплата с учётом районного коэффициента:

$$З_{п\text{ общ.}} = \sum Z_{п} * 1000 * K_p; \text{руб.}$$

где 1000- коэффициент инфляции

- Выработка в м³ на 1чел/см:

$$B = V_{\text{бл}} * 8 / \sum T_p; \text{ м}^3$$

- Зарплата в рублях на 1 чел/см:

$$Z_n = \sum Z_n * 1000 * K_p * 8 / \sum T_p; \text{ руб.}$$

-Трудозатраты в чел.- час. на 1 м<sup>3</sup> уложенного в инженерное сооружение бетона:

$$T_p = \sum T_p; / V_{\text{бл}}; \text{ чел.- час.}$$

- Зарплата на 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$Z_{n/1\text{м}} = \sum Z_n * 1000 * K_p / V_{\text{бл}}; \text{ руб.}$$

Произвести проверку расчётов ТЭП:

$$B * Z_{n/1\text{м}} = Z_n; \text{ руб.}$$

В завершении пункта 3.1.3 необходимо проработать основные положения по:

- Контролю качества производства бетонных работ;
- Технике безопасности при производстве бетонных работ.

#### 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном разделе содержатся выводы по выполнению курсовой работы

#### 5 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Во время выполнения курсовой работы (при поиске материала) необходимо записывать сведения о каждом источнике, который вам понадобился. Все сведения о книге находятся на титульном листе или на обороте титульного листа.

Последовательность расположения:

В начале списка располагаются законы, указы, законодательные акты (в алфавитном порядке), нормативная документация (ВниР, ЕНиР, СНиП). Дальше – остальные печатные источники в алфавитном порядке по фамилии автора или названия (если автор не указан), затем методические указания. В конце списка — электронные ресурсы (также в алфавитном порядке).

Независимо от компоновки использованных источников, нумерация сплошная (от первого до последнего названия). Перед фамилией автора или названием источника ставится порядковый номер арабскими цифрами с точкой, затем через пробел – начало записи.

### **Список источников используемых при составлении методического пособия:**

1. Гумба, Хута Мсуратович Ценообразование и сметное дело в строительстве : учеб.-практ. пособие [Текст] / Федер. агенство по образованию, Моск. гос. строит. ун-т . - 2-е изд., перераб. и доп..- Москва, Юрайт: Высш. образование, 2010.- 419 с.
2. Мальцев, Андрей Валентинович Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства для расчета оснований и фундаментов зданий и сооружений : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. техн. ун-т (СамГТУ), Архитектур.-строит. акад., Каф. инженер. геологии, оснований и фундаментов.- Самара, СамГТУ АСА, 2020.- 111 с.
3. Невзоров, Александр Леонидович Основания и фундаменты. Пособие по расчету и конструированию : учеб. пособие [Текст] .- Москва, АСВ, 2018.- 152 с.
4. Саламахин, П. М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве : в 2 кн.: учеб. для вузов по специальности "Автомобил. дороги и аэродромы" направления подгот. "Трансп. стро-во" : Кн. 1. [Текст] / под ред. П. М. Саламахина . - 3-е изд., испр..- Москва, Академия, 2014.- 346 с.5. Владимирский С.Р. Механизация строительства мостов: учеб.пособие / С.Р. Владимирский. - 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: Изд-во ДНК, 2009.
6. Волков Д.П., Крикун В.Я. Строительные машины и средства малой механизации. – М.:Академия, 2010
7. Данилкин М.С. и др. Основы строительного производства: учеб.пособие / М.С. Данилкин, И.А. Мартыненко, С.Г. Страданченко. – 2-е изд., прераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2010
8. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование: справ.изд. – 2-е изд. – М.: Стройинформ; Ростов н/Д: Феникс, 2008.
9. Справочник мастера-строителя: справочник / Симонов Ю.Ф. и др. - Ростов н/Д: Феникс, 2008.
10. Пермяков В. Б. Комплексная механизация строительства. – М.: Высшаяшкола, 2005.
11. Телешев В.И., Ватин Н.И., Марчук А.Н.,Производство гидротехнических работ. Часть 1. Учебник для вузов. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.
12. Технология строительного производства : учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. к. Соколов. - 3-е изд.,стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
13. <http://www.complexdoc.ru> - документы, относящиеся к проектированию и строительству тоннелей, метрополитенов.
14. <http://www.gidrofirm.ru> - проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений и систем.
15. [www.econom.nsc.ru](http://www.econom.nsc.ru) - виртуальная экономическая библиотека.
16. <http://www.stroytech-ms.ru/news.aspx> - строительная машина, техника, оборудование.