

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

**Методические указания
к курсовому проекту «Организация и управление
в гидротехническом строительстве»**

Составили *О. Н. Вольская, О. А. Богомолова, А. В. Соловьев*

**Волгоград
ВолгГАСУ
2015**



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 005:626/627(076.5)

ББК 38.77я73

Г464

- Г464 **Гидротехническое** строительство [Электронный ресурс] : методические указания к курсовому проекту «Организация и управление в гидротехническом строительстве» / сост.: О. Н. Вольская, О. А. Богомолова, А. В. Соловьев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (650 Кбайт). — Волгоград : ВолГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Изложена методика определения пропуска строительных расходов, схемы строительства бетонных сооружений, расчет потребности в рабочей силе, воде и электроэнергии. Даны рекомендации по составлению строительного генерального плана и проектированию календарного плана строительства гидроузла.

Для студентов, обучающихся по направлению «Строительство».

УДК 005:626/627(076.5)

ББК 38.77я73

Публикуется в авторской редакции

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 18.06.2015.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,8. Объем данных 650 Кбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru

Курсовой проект выполняется с целью закрепления студентами теоретических знаний, полученных на лекциях по курсу «Организация и управление в гидротехническом строительстве», а также приобретения навыков проектирования календарного плана основных периодов строительства гидроузла и строительного генерального плана.

Основой курсового проекта является индивидуальное задание, выданное по проекту «Высокая бетонная плотина на скальном основании» курса «Речные гидротехнические сооружения».

В настоящих методических указаниях приводятся основные расчетные формулы и методики для определения пропуска строительных расходов, схемы строительства бетонного хозяйства, расчета потребности в рабочих, воде и электроэнергии, составления календарного плана гидроузла и стройгенплана.

ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ВОПРОСОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕШЕНИЮ В ПРОЕКТЕ

В проекте требуется решить следующие вопросы:

1. Установить компоновку гидроузла.
2. Определить схему пропуска строительных расходов.
3. Установить продолжительность подготовительного периода строительства гидроузла по аналогу.
4. Разработать технологическую схему бетонного хозяйства.
5. Запроектировать календарный план гидроузла.
6. Запроектировать строительный генеральный план.

СОСТАВ ПРОЕКТА

Проект представляется в виде расчетно-пояснительной записки объемом примерно 15-20 страниц и 1 листа чертежа А1. На листе приводятся: стройгенплан гидроузла с размещением на нем перемычек (верховой и низовой), производственной базы, туннелей строительных, схемы водопонижения, поселка, бетонного завода, дорог, линии электропередач, водопровод.

1. Календарное планирование при строительстве ГЭС

Календарное планирование – это процесс разработки модели будущего строительства с учетом времени, реальных условий строительной площадки и возможных ограничений технологического процесса работ. Итоговым документом календарного планирования является календарный план (КП). Он регламентирует деятельность всех организаций, участвующих в строи-

тельстве; определяет степень загрузки их в любой период времени; устанавливает продолжительность и интенсивность выполнения основных видов работ, потребность в материалах, конструкциях и строительной технике, в кадрах и жилье, мощности предприятий строительной базы, сроки поставки технологического оборудования и порядок финансирования работ.

КП разрабатываются на всех стадиях проектирования и строительства ГЭС и отличаются степенью проработки. По детальности проработки различают:

- перспективный КП гидроузла – разрабатывается на ранних стадиях проектирования;
- директивный (сводный) КП гидроузла – разрабатывается в ПОС;
- КП пускового комплекса или отдельного объекта – составляется как на стадии рабочего проекта, так и в период строительства;
- КП на определенный период времени – разрабатывается преимущественно при годовом планировании.

Форма КП зависит от стадии разработки. Для сводного КП гидроузла обычно используют следующую форму:

Сооружения	Объекты и работы	Ед. изм.	Объем работ	Ст-ть работ, тыс.руб	Трудоемкость, чел-дн	Выполнение работ по годам, месяцам, дням		
						1	2	3

Исходными материалами для разработки КП гидроузла служат: компоновка сооружений, объемы и стоимость работ; принципиальные положения проекта организации строительства гидроузла; схема пропуска строительных расходов и очередность возведения сооружений; выбранные основные механизмы.

При разработке КП учитывают влияние на производство работ ряда природных (топографических, климатических) и организационных факторов стройплощадки.

Топографические условия, например, серьезно влияют на время развертывания работ по гидроузлу. Наличие естественных подходов к стройплощадке и отдельным объектам, необходимых для переброски техники и людей до постройки проектных дорог, практически предопределяет время начала работ на этих объектах и в определенной мере влияет на темпы их выполнения.

Суровые климатические условия стройплощадки существенно ограничивают возможности работы на открытом воздухе. Зимой на многих стройплощадках падает производительность рабочих и механизмов, повышается трудоемкость и снижается интенсивность многих работ. Поэтому в зарубежном гидростроительстве большинство строительных работ на зиму прекращается. В нашей стране почти все работы принято выполнять круглый год.

По структуре КП (как и строительство гидроузла) делят на 3 периода: подготовительный, период основных работ и завершающий, которые дополняют графиками основных работ, финансирования и движения рабочей силы.

В подготовительный период включают, как правило, не отдельные объекты, а производственные комплексы: строительство подъездных железных, автомобильных и важнейших внутриплощадочных дорог, ЛЭП и линий связи, баз механизации и специализированных организаций и пр. Начало подготовительных работ непосредственно планируется на стройплощадке на весенний период (март-май).

В период основных работ включают пообъектно все основные и вспомогательные сооружения гидроузла. Монтаж силового и гидромеханического оборудования, как правило, не детализируют, а время ввода каждого агрегата указывают на КП флажком.

К завершающему периоду относят работы по сооружениям, выполняемые после пуска первого агрегата.

1.1. Порядок разработки КП гидроузла

КП гидроузла разрабатывается в следующем порядке:

- определяют состав объектов и работ;
- подсчитывают объемы и стоимости работ по объектам и гидроузлу в целом;
- определяют продолжительность подготовительного периода и ориентировочную продолжительность строительства в целом;
- намечают технологическую последовательность выполнения работ, определяющих срок ввода первого агрегата (критический путь);
- устанавливают необходимую степень готовности сооружений критического пути (минимальные объемы работ) ко времени свершения ведущих событий (затоплению котлована, перекрытию русла, пуску первого агрегата) и даты их событий;
- назначают продолжительности работ критического пути;
- устанавливают последовательность и сроки строительства остальных объектов гидроузла и увязывают их с критическими работами и ведущими событиями;
- строят графики финансирования, интенсивности основных видов работ и движения рабочей силы (иногда дополнительно график наполнения водохранилища);
- проверяют правильность построения КП и вносят в него коррективы.

Объекты для включения в КП выбирают из сметного расчета с учетом схемы пропуска строительных расходов, особенностей организации и производства основных работ по гидроузлу.

2. КОМПОНОВКА СООРУЖЕНИЙ ГИДРОУЗЛА

Дать описание выбранной ГЭС. По характеристике гидроузла определить компоновку:

- **по производству работ.** Целесообразно свести множество компоновок к 5-ти принципиальным компоновочным схемам:

- гидроузлы с русловыми ГЭС и земляными плотинами;
- гидроузлы с бетонными плотинами и приплотинными зданиями ГЭС;
- гидроузлы с бетонными плотинами и береговыми зданиями ГЭС;
- гидроузлы в узких створах;
- деривационные гидроузлы.

- **по строительству основных сооружений.** Существенное влияние на схему пропуска строительных расходов на различных этапах строительства и на организацию строительства в целом оказывает компоновка основных бетонных сооружений. Различают три основных типа компоновки: русловую, пойменную и береговую или деривационную. Показать на рисунке этапы возведения сооружений и пропуск строительных расходов выбранной компоновки.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

Количество водосливных отверстий плотины $n_{пл}$ принимаются по курсовому проекту «Бетонная плотина на скальном основании», ширина одного водосливногo отверстия плотины b .

Общая протяженность бетонной части плотины в створе составит:

$$V_{пл}=(b+b_6) n_{пл}, \quad (1)$$

где: b_6 - ширина бычка; в нашем случае ширина бычка входит в ширину отверстий плотины.

4. ОБЪЕМ ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ГИДРОУЗЛУ

Объемы земляных и бетонных работ определяются приблизительно по табл. 2 по аналогу.

5. ПРОПУСК СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ

5.1. Гидрологические условия объекта

В соответствии с рекомендациями нормативов временные сооружения для пропуска строительных расходов обычно рассчитываются на расходы 5% обеспеченности.

Объемы, характеристики производства работ по построенным ГЭС

Таблица 2

№№ п/п	Наименование ГЭС	Сметная стоимость, млрд.руб.	Объем зем- скальных работ,тыс.м ³	Объем бетонных работ, тыс.м ³	Схема пропуска расходов	Способ перекрытия русла	Конструкция перемычек	Выполнен зем- скальных работ	Производство бетонных работ
1.	Жигулевская ГЭС	43,2	48314	1415	сек-2,гр	фр нм	зем, яч	эк, гм	бк, гк, пск
2.	Волжская ГЭС	62,8	149141	5474	сек-1, гв	фр нм	зем, яч	эк, гм	эст, пск, кк
3.	Братская ГЭС	56,0	16297	4858	сек, до	фр стм	зем	эк	эст-2, пск, гк
4.	Красноярская ГЭС	53,0	20328	5522	Сек-2, до	пион	зем	эк	пбк,пск,гк,кнв
5.	Саратовская ГЭС	37,0	110400	3090	Сек-1,гв	фр,нм	зем	эк, гм	сб бл
6.	Нурекская ГЭС	53,8	68895	1613	Тон-3	пион	к-зем	эк	кр
7.	Усть-Илимская ГЭС	80,0	10387	4222	Сек-2	пион	к-наб	эк	эст-2, пск
8.	Саяно-Шушенская ГЭС	88,3	11548	9720	Сек-2	пион	зем	эк	сбк, гк
9.	Зейская ГЭС	40,0	9012	2491	Сек-2	пион-2	зем	эк	эст, бк, гк
10.	Нижнекамская ГЭС	520	61062	1906	Сек-1,гв	пион	зем	эк, гм	бк, гк
11.	Богучанская ГЭС	127,0	63760	247	Сек-2,до	пион-2	к-зем	эк	кр

Обозначения:

Пропуск строительных расходов: сек – секционированием русла; сек-1 – то же с одним котлованом, сек-2 – тоже с двумя котлованами; гр – с гребенкой; до – по донным отверстиям; гв – с постоянными глубинными водосбросами; тон-3 – по строительному тоннелю в 3 нитки. **Способ перекрытия русла:** фр нм – фронтальный с наплавного моста; фр стм – фронтальный со стационарного моста; пион – пионерный одним банкетом; пион-2 – пионерный двумя банкетами. **Перемычки:** зем – земляные; к-зем – каменно-земляные; к-наб – каменно-набросные; яч – ячеистые из шпунта; ряж – ряжевые. **Выполнение земельно-скальных работ:** эк – экскаваторами; гм – гидромеханизацией. **Способ укладки бетона:** бк – башенные краны; гк – гусеничными кранами; пск – портално-стреловыми кранами; эст – кранами с бетоноукладочной эстакады; кк – кабель-кранами; кнв – ленточными конвейерами; кр – кранами; сбк – самоподъемными башенными кранами БК-1000; сб бл – монтажом сборных бетонных блоков.

Для проектирования временных сооружений, необходимы гидрологические условия в створе гидроузла и параметры русла, которые сводятся в табл. 3 (из курсового проекта «Бетонные плотины на скальном основании»).

5.2. Гидрологические параметры реки в створе плотины

Таблица 3

Максимальный уровень воды Δ , м	Максимальная глубина Н, м	Расход Q, м ³ /с	Ширина русла по урезу воды В, м	Площадь сечения русла ω , м ²	Средняя бытовая скорость V_b , м/с
1	2	3	4	5	6

Гидрологические параметры необходимы для определения расчетных расходов и средней бытовой скорости в русле. Гидрологические параметры составляются на основе гидрологического ряда, продолжительностью от 20 до 30 лет. Для определения скорости в русле необходимо знать среднемноголетнее значение среднегодовых, максимальных и минимальных расходов.

Средняя бытовая скорость:

$$V = Q/\omega, \quad (2)$$

где: Q – среднемноголетнее значение среднегодового расхода; ω – площадь живого сечения русла, которую приблизительно можно определить по формуле для параболы:

$$\omega = 2/3 BH, \quad (3)$$

Для определения ширины русла необходимо нарисовать поперечный профиль в створе плотины (см. курсовой проект «Бетонные плотины...»).

5.3. Варианты пропуска строительных расходов

В зависимости от характера и компоновки сооружений применяют 3 способа пропуска строительных расходов: *по бытовому руслу реки; с отводом потока в обход строящихся сооружений (по тоннелям, каналам, трубам) и комбинированным способом* (в межень с отводом речного потока в обход сооружений, а во время паводка – с пропуском части потока через недостроенные сооружения). По таблице 2 принимаем схему пропуска строительных расходов. Разработка любой схемы пропуска строительных расходов сопровождается гидравлическим расчетом. При этом для каждой очереди работ определяют скорости и перепады в реке на участке створа; расположение и размеры водопропускных отверстий; отметки гребня перемычек и условия перекрытия русла.

5.3.1. Гидравлический расчет секционированного русла

Расчет секционирования русла выполняют в два этапа. На первом этапе производят расчет пропуска расходов реки через стесненное русло, а на втором – через недостроенные сооружения – гребенку или донные отверстия.

Расчет пропуска расходов первой очереди через стесненное русло начинают с определения скорости потока $V_{сж}$ в сжатом русле с площадью $\omega_{сж}$:

$$V_{сж} = Q / \omega_{сж}, \quad (4)$$

где: $\omega_{сж}$ – площадь сжатого сечения принимается с учетом 45-50% ширины реки B ;

$V_{сж}$ – скорость в сжатом сечении не должна превышать допустимой скорости течения в реке по условиям судоходства (3м/с) и не может быть больше размывающей скорости для грунтов ложа реки, приведенных в справочнике гидравлики (таблица 1 приложения). При большой величине ее производят проверку стесненного русла реки на размыв.

При стеснении русла перед сжатым сечением его образуется перепад Z , принимаемый в пределах от 0,1 до 0,8 м.

Зная перепад Z , определяют отметки гребня перемычек первой очереди:

$$\text{верховая перемычка} \quad ГВП = НПУ + Z + d, \quad (5)$$

$$\text{низовая перемычка} \quad ГНП = НПУ + \alpha, \quad (6)$$

где: d и α – запасы гребня перемычки на статическом уровне в реке.

d – принимаем от 1,0 до 1,5 м, α – принимаем от 0,4 до 0,5 м.

Расчет пропуска расходов через донные отверстия и глубинные водосбросы. Число глубинных водосбросов определяется конструкцией сооружения, а количество донных отверстий и их размеры назначают в зависимости от числа секций в плотине, ширины пролетов и величины пропускаемого расхода. Расчет ведут по следующей схеме.

Определяют отметку порога донных отверстий из условия получения на банкете при перекрытии русла допустимого перепада $Z_{макс}$, который выбирают на основании аналогов по геологическим и гидрологическим условиям створа. Донные отверстия при этом не должны быть затоплены.

Расчет следует выполнять по формулам:

$$УВБ = УНБ + Z_{макс}; \quad (7)$$

$$H_{п} = (Q/mb\sqrt{2g})^{2/3} \quad (8)$$

Отметка порога донного отверстия:

$$ПДО = УВБ - H_{п}, \quad (9)$$

где: $H_{п}$ – глубина воды в ВБ над порогом донного отверстия.

m – коэффициент расхода, принимаемый равным 0,3.

Находят УВБ при расчетном строительном расходе. Для этого по формулам (1) или (2) строят кривую пропускной способности донных отверстий при разных уровнях верхнего бьефа, по которой и находят отметку ВБ:

при незатопленном выходном отверстии:

$$Q = \mu \cdot \omega_{\text{во}} \cdot (2gH)^{1/2}, \quad (10)$$

при затопленном выходном отверстии

$$Q = \mu \cdot \omega_{\text{во}} \cdot (2gZ)^{1/2}, \quad (11)$$

где: $H_{\text{во}}$ - напор над центром выходного отверстия,
 Z - перепад между бьефами,
 $\omega_{\text{во}}$ - площадь выходного отверстия,
 μ - коэффициент расхода, принимаемый 0,75- 0,85.

Но мы эту задачу решаем приближенно. Из формулы (10) находим напор над центром выхода донного отверстия.

$$H_{\text{во}} = Q^2 / (\mu^2 \omega^2 2g), \quad (12)$$

$$\text{УВБ} = \text{ПДО} + H_{\text{п}}/2 + H_{\text{во}}, \quad (13)$$

Отметка гребня верховой перемычки будет:

$$\text{ГВП} = \text{УВБ} + d \quad (14)$$

Назначаем длину донного отверстия по проекту («Бетонная плотина на скальном основании») или равной ширине бетонной плотины у основания.

Профиль донного отверстия принимается прямоугольный, безнапорный. Размер донного отверстия принимается из расчета пропуска строительного расхода деленного на количество пролетов.

5.3.2. Гидравлический расчет безнапорного туннеля

Расчет начинают с выбора трассы, длины и формы поперечного сечения туннеля, руководствуясь коэффициентом крепости пород $f_{\text{кр}}$. При определении длины туннеля учитывают, что над сводом верхового и низового участков его должен быть скальный массив, высотой не менее чем 1,5 – 2,0 ширины туннеля.

Площадь живого сечения туннеля определяют по формуле:

$$\omega = Q_p / V_{\text{макс}}, \quad (15)$$

где: Q_p – расчетный строительный расход, определяемым гидрографом – графиками колебания расходов и уровней воды в русле в течение года и выбранный фактически максимальный (по курсовому проекту «Бетонная плотина...»);

$V_{\text{макс}}$ – принятая скорость течения потока в туннеле, назначается на основании неразмывающей скорости потока для пород его трассы или материала обделки, принимаемых по табл. 4.

Неразмывающие средние скорости течения потока в туннеле для скальных пород

Таблица 4

Породы и материалы	Неразмывающие средние скорости, м/с, при глубине, м		
	1,0	2,0	3,0 и более
Конгломерат, мергель, сланцы	2,5	3,0	3,5
Плотный конгломерат, известковый песчаник, доломитовый известняк	3,5	4,0	4,5
Доломитовый песчаник, плотный неслоистый известняк, кремнистый из- вестняк, мрамор	5,0	6,0	6,5
Граниты, диабазы, базальты, анде- зиты, кварциты, порфириты	18,0	20,0	22,0
Бетон марки 100 и 200	12-16	13-19	15-20

Размеры сечения туннеля назначают из условий:

$$h_{\text{п}} = (0,7 - 0,85)H \quad \text{и} \quad H/b = 1,0-1,5 \quad (16)$$

где: H – высота туннеля,

$h_{\text{п}}$ – глубина воды в туннели.

Уклон туннеля находят по формуле:

$$I = Q_p^2 / (\omega^2 C^2 R), \quad (17)$$

Определение высотного положения безнапорного туннеля целесообразно начинать с назначения отметки порога низового портала:

$$\text{ПНП} = \text{УНБ} - h_{\text{п}}, \quad (18)$$

где: УНБ соответствует расчетному строительному расходу.

Отметка порога верхового портала будет:

$$\text{ПВП} = \text{УНБ} - h_{\text{п}} + \text{IL}, \quad (19)$$

По соображениям уменьшения перепадов бьефов при перекрытии русла отметка ПВП должна быть возможно низкой (между дном реки и ее уровнем при бытовом расходе). Порог же низового портала нежелательно заглублять ниже дна реки по условиям производства работ.

После определения всех параметров туннеля проверяют его *пропускную способность* и находят отметку верхнего бьефа

$$Q = \omega C \sqrt{RI}, \quad (20)$$

$$\text{УВБ} = \text{УНБ} + \text{IL} + Z, \quad (21)$$

$$Z = (1 + \xi_{\text{вх}}) V^2 / 2g, \quad (22)$$

где: Z – перепад уровней воды в ВБ и туннеле;

V – скорость течения воды в туннеле;
 ξ_{ex} – 0.2-0.5 – коэффициент потерь на входе.

По отметкам ВБ и НБ аналогично секционированию русла *назначают отметки гребня верховой и низовой перемычек.*

5.4. Выбор способов водоотлива и водопонижения

Основания большинства ГТС располагаются значительно ниже уровня реки и строительство их возможно только при условии осушения котлована и систематического удаления профильтровавшей воды. В современном гидростроительстве для этого используют 2 способа: открытый водоотлив и грунтовое водопонижение. Применение того или другого метода определяется размерами котлована, конструкцией перемычек и его гидрогеологическими условиями. Нередко эти методы используют совместно. Окончательный выбор метода делают на основании ТЭО. *(Поскольку в техлитературе существуют разные трактовки терминов «Водоотлив» и «Водопонижение», поясним их. Водоотлив – комплекс устройств, обеспечивающих отвод и удаление подземных или поверхностных вод из различных горных выработок (котлованов, шахт, карьеров) при их проходке и эксплуатации. Водопонижение – комплекс устройств по снижению уровней и напоров подземных вод подземных вод, а также улавливанию и отводу этих вод. Таким образом, водоотлив предусматривает только сбор и отвод подземных и поверхностных вод, а водопонижение – плюс к тому понижение уровня и напоров подземных вод.)*

Для поддержания котлована в сухом состоянии при глинистых и скальных грунтах обычно принимают поверхностный водоотлив. В этом случае в проекте надо подбирать тип и количество насосов, наметить трассы водоотводных коллекторов и колодцев-водозаборов, изобразив все это на отдельном формате или на стройгенплане.

Работы по осушению котлована начинают с удаления воды из огражденной перемычками акватории. Объем первоначального водоотлива существенно больше объема фильтрации через дно и перемычки котлована, значит и мощность водоотливных средств в начальный период должна быть больше необходимой для его нормальной эксплуатации. Увеличение мощности водоотлива в этот период достигают включением в работу плавучих насосных станций, земснарядов и резервных насосов постоянных насосных водоотлива.

Продолжительность начального осушения в значительной степени зависит от грунтов котлована. Скорость понижения уровня воды в котловане для обеспечения устойчивости откосов в первые дни откачки строго ограничивают. При крупнозернистых и скальных породах она не должна превышать 0,5 – 0,7 м/сут, при среднезернистых – 0,3 -0,4 м/сут и при мелкозернистых – 0,15 – 0,2 м/сут. В последующие дни при скальных, крупно- и среднезернистых грунтах она может быть повышена до 1,0 – 1,5 м/сут.

Процесс осушения котлована сопровождается постоянными наблюдениями за деформациями дна и откосов, понижением уровня и объемом откачиваемой воды, ее притоком.

6. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

6.1. Расчет продолжительности подготовительного периода

Первоочередными объектами подготовительного периода являются: жилье для строителей, объекты энергоснабжения и связи, дороги, автохозяйство, ремонтное хозяйство строительных машин, базы собственных подразделений и специализированных организаций. Сооружение этих объектов и 30-50% поселка заканчивают обычно первый этап подготовительных работ.

На втором этапе его (параллельно с работами по подготовке к пропуску строительных расходов) продолжают строительство поселка, строят бетонное и дробильно-сортировочное хозяйства, склады основного оборудования и.т.д. Готовность бетонного и обогатительного хозяйств предусматривают к началу бетонных работ по плотине и зданию ГЭС.

На большинстве отечественных ГЭС продолжительность подготовительного периода составляет от 25-45% общей продолжительности строительства гидроузла.

По табл. 5 находим протяженность внешней автодороги и количество жителей поселка для каждой ГЭС.

Протяженность внешних дорог и количество жителей поселка для некоторых ГЭС

Таблица 5

№№ п/п	Наименование ГЭС	Протяженность подъездных автодорог, км	Количество жителей поселка строителей (без учета членов семьи), чел.
1.	Нурекская ГЭС	40	8000
2.	Зейская ГЭС	72	11000
3.	Красноярская ГЭС	54	9000
4.	Нижекамская ГЭС	27	7000
5.	Жигулевская ГЭС	32	9200
6.	Волжская ГЭС	20	15000
7.	Саратовская ГЭС	22	7500
8.	Братская ГЭС	47	12500
9.	Саяно-Шушенская ГЭС	84	17000
10.	Усть-Илимская ГЭС	76	11500
11.	Бурейская ГЭС	58	13000
12.	Богучанская ГЭС	79	10000

По СНиП 1.04.03-85 находят продолжительность строительства подъездной автодороги и поселка. Для строительства поселка выбирать тип домов, этажность, количество квартир в подъезде. Принять количество человек в семье – 3,5.

Общий объем бетона выбираем по аналогу из табл. 2 (тыс. м³).

6.2. Разработка технологической схемы бетонного хозяйства

Основными подразделениями бетонного хозяйства являются:

- бетонный завод;
- склады цемента;
- склады заполнителей;
- отделение для приготовления добавок.

Разработка технологической схемы бетонного хозяйства включает определение производительности основных подразделений бетонного хозяйства, подбор для каждого подразделения технологического оборудования и его компоновку, выбор технологического транспорта, компоновку отдельных подразделений в единый технологический комплекс.

Производительность бетонного завода определяется по формуле:

$$P = \frac{Q_{расч}}{\varphi \cdot n \cdot t} \cdot k, \quad (23)$$

где: $Q_{расч}$ = - м³/мес – расчетная месячная интенсивность бетонных работ, принимается из расчета общего объема бетонных работ (табл. 2) деленное на количество месяцев строительства бетонной плотины и здания ГЭС принимается в среднем 40-70% от общего строительства гидроузла.

$n=25$ сут. – число рабочих суток в месяце;

$t=24$ ч – число рабочих часов в сутках;

$\varphi=0,95$ – коэффициент использования рабочего времени;

$k = 1,3$ – коэффициент, учитывающий неравномерность потребления бетонной смеси.

Ёмкость склада заполнителей и цемента определяются с расчетом обеспечения бесперебойной, непрерывной работы бетонных заводов в течение круглого года в соответствии с рекомендациями СНиП III-45-76.

$$V_{30} = (a \cdot P_{в} + P) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad \text{м}^3 \text{ – для одного часа,} \quad (24)$$

$$V_3 = V_{30} \cdot 24 \cdot 25, \quad \text{м}^3 \text{ – в год,} \quad (25)$$

Ёмкость склада цемента:

$$V_{ц} = d \cdot P_{м} \cdot K, \quad (26)$$

где: $d = 0,19$ – средний расход цемента на 1 м² бетона;

$P_{м}$ - м³/мес – месячная производительность бетонного завода;

$K = 1,2$ – коэффициент неравномерности поступления цемента.

Установка контрольного грохочения предназначена для очистки крупного заполнителя от пыли и мелких включений. Устанавливается в технологической линии между складом заполнителя и бетонным заводом.

Производительность установки:

$$P_{гр} = P \cdot b \cdot k_1 / k_2, \quad (27)$$

где: b – 0,57 средний расход к.з. на 1 м³ бетонной смеси;

$K_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий отходы;

$K_2 = 0,7$ – коэффициент фракций.

После выбора типов и установления основных параметров (бетонного завода, складов заполнителей и цемента, приемных устройств и транспортных коммуникаций и установок), производится компоновка элементов бетонного хозяйства.

6.3. Арматурное хозяйство

Арматурное хозяйство представляет собой комплекс зданий и сооружений, предназначенных для приёмки, складирования исходного сырья и его подготовки, изготовления арматурных элементов и конструкций, их хранения и доставки на основные сооружения. Арматурное хозяйство обычно включает склад металла, цех контактно-стыковой сварки, отделение резки и гибки, отделение изготовления армоконструкций и закладных частей, промежуточный склад заготовок, склад готовой продукции.

Площадь территории арматурного хозяйства можно приближённо определить по формуле:

$$F = P_{см} \left(\frac{n_{см}}{q} + f \right) = 4 \left(\frac{2}{10} + 100 \right), \quad (28)$$

где: $P_{см}$ – сменная производительность арматурного хозяйства (завода), т/см;

$n_{см}$ – число смен, на которые создаётся запас 2;

K – коэффициент, учитывающий долю рабочих проходов на территории арматурного хозяйства ($K=1,3-1,4$);

q – удельная норма хранения продуктов завода, 10 т/м;

f – норма площади отделений сборки и сварки армоконструкций на 1т сменной производительности ($f=80-100\text{м}^2$).

6.4. Проектирование календарного плана гидроузла

Гидротехническое строительство характеризуется комплексностью, большими объемами работ. Оно осуществляется в течение длительного времени, затрагивает интересы многих отраслей народного хозяйства. В нем

участвуют подрядные и субподрядные организации, а также различные промышленные предприятия, изготавливающие для строительства различные машины, оборудования, материалы.

Последовательность, сроки и объемы выполнения работ каждой организацией и ее подразделениями должны быть увязаны с общими задачами строительства на каждом периоде и этапе. Для выполнения работ требуются различные ресурсы: трудовые (рабочая сила), денежные, материально-технические (строительные материалы, детали. Конструкции, технологическое оборудование, строительные машины и т.д.). Ресурсы, как правило, ограничены, и возможность получения некоторых из них связана с выполнением соответствующих заказов заводами-изготовителями, с лимитами и фондами. В этих условиях работа всех организаций и подразделений должна быть организована на основе календарного плана, в котором действия всех участников должны быть согласованы во времени и в пространстве.

Срок строительства гидроузла – 5 лет.

Намечаем **критический путь** – объекты, определяющие срок ввода первых агрегатов гидроузла и технологическую последовательность сооружения их. По укрупненной схеме строительства гидроузла (прил. 1 рис. 1 и 2) выбираем критический путь.

Выбираем **ведущие события** в строительстве гидроузла и намечаем ориентировочные даты завершения работ к ним. Такими событиями на гидроузле являются: начало работ по строительному тоннелю, перекрытие русла реки, начало разработки котлована, начало укладки бетона в плотину, пуск первого агрегата.

Строительный тоннель. Продолжительность работ по тоннелю складывается из времени устройства подходов к забоям, сооружения собственно тоннеля и порталов. Темпы проходки назначают в зависимости от сечения и геологии по трассе тоннеля. Для предварительных соображений они могут приниматься по табл. 6.

Перемычки. Перемычки, как правило, стремятся строить в течение одной межи с завершением работ к очередному паводку. Темпы отсыпки каменно-земляных перемычек достигают 150 – 200 тыс. м³/мес., ряжевых перемычек при средней высоте около 10 м можно принимать в пределах 80-150 м/мес.

Разработка котлованов. Продолжительность разработки котлована зависит от объема земельно-скальных работ, глубины разработки, допускаемой размерами котлована расстановки механизмов и их производительности. Темпы разработки в среднем составляют:

- по глубине: в скальных породах 1,2 – 2,0 м/мес., в супесях и суглинках – 2,0 – 3,0 м/мес
- по физическим объемам – соответственно до 120 – 300 тыс. м³ в месяц;
- по выемки котлована гидромеханизацией – от 3,0 – 6,0 м/мес. по глубине.

Бетонные работы. Продолжительность и темпы бетонирования в большей степени зависят от характера механизации и технологии. В табл. 7 приведены механизмы и темпы укладки бетона в месяц.

Сводим все показатели в таблицу и строим календарный план (AutoCAD).

Количество смен выбираем не менее 2. Количество рабочих в смену выбираем виртуально, чтобы работы выполнялись с максимальной производительностью.

Откладываем по горизонтали продолжительность работы. Над линией ставим количество рабочих. Когда календарный план будет построен, выполняем график неравномерности движения рабочей силы. Ежемесячное общее количество рабочих получают путем суммирования количества всех рабочих, работающих в данный месяц на всех строительных процессах. Следует стремиться к тому, чтобы число рабочих одной профессии на объекте сохранялось постоянным. При этом коэффициент неравномерности потребления трудовых ресурсов как отношение максимальной численности рабочих P_{max} к средней P_{cp} не должен превышать 1,65, т.е.

$$K = P_{max} / P_{cp} \leq 1,65, \quad (29)$$

В случае, когда $K > 1,65$, календарный план производства работ по объекту подлежит корректировке по трудовым ресурсам, которая заключается в уменьшении максимальной численности рабочих. Это достигается путем изменения сроков начала работ или увеличения их продолжительности в пределах имеющихся резервов времени. «Выравнивание» графика движения рабочих кадров осуществляется за счет трудоемкости прочих и неучтенных работ.

Темпы проходки туннеля

Таблица 6

Сооружения	Сечения и способы проходки	Темпы строительства (проходки) с одного забоя, м/мес	
		Без отделки	С бетонной отделкой
Горизонтальные тоннели	до 16 м ²	130	60
	16-50 м ²	100	40
	50-90 м ²	70	30
	90-180 м ² (в два уступа)	50	20
	180-300 м ² (в два уступа)	35	15
Наклонные тоннели	до 50 м ²	70	30
	более 50 м ²	40	15
Шахты	до 80 м ²	35	20
	более 80 м ²	30	15
Подземные машинные залы	объемом до 30 тыс. м ³	1,0 – 2,0 года	
	объемом 30-60 тыс. м ³	2,0 – 2,5 года	
	объемом более 60 тыс. м ³	3,-3,5 года	

Показатели возведения бетонных плотин

Таблица 7

Наименование ГЭС	Высота плотины, м	Длина по гребню, м	Способ бетонирования	Среднемесячная интенсивность укладки бетона тыс. м ³
Братская ГЭС	124,5	924	КЭС	58,0
Волжская ГЭС	44	725	УК	63,2
Жигулевская ГЭС	52	980	ПСЛ	22,0
Зейская ГЭС	115,5	714	КЭС	21,0
Красноярская ГЭС	124	1065	Кб/эс	40,3
Усть-Илимская ГЭС	105	1475	КЭС	45,0
Бурейская ГЭС	140	719	КК	62,3
Богучанская ГЭС	75	776	КК	45,9
Саяно-Шушенская ГЭС	242	1083	КБЭС	62,4
Саратовская ГЭС	40	1220	УК	63,2
Нурекская ГЭС	300	710	КК	184
Нижнекамская ГЭС	115,5	1284	КЭС	45,0

КК – бетонирование кабель-кранами; **КБ** – бетонирование башенными кранами; **КЭС** – бетонирование кранами с бетоноукладочных эстакад;

Кб/эс – бетонирование самоподъемными башенными кранами без эстакад; **ПСЛ** – послойная укладка бетона с уплотнением вибрированием; **УК** – послойная укладка бетона с уплотнением укаткой.

6.5. Способы бетонирования плотин

Бетонирование массивных ГЭС требует решения 3-х неразрывно связанных между собой проблем. Во-первых, укладки бетона максимально высокими темпами с наименьшими трудозатратами и стоимостью. Во-вторых, обеспечения массивности и водонепроницаемости сооружения, предохранения его от температурного трещинообразования. В-третьих, защиты бетона от замораживания в раннем возрасте при укладке в зимний период. Последняя проблема в зарубежном гидростроительстве, как правило, отсутствует, т.к. производство бетонных работ там ведется только в теплый период года.

6.5.1 Технология кладки бетона при возведении ГЭС

Укладка бетона в ГЭС производится блоками ограниченных размеров. Технологический процесс бетонирования их включает операции: установку опалубки, подготовку блока, подачу бетонной смеси, распределение ее по блоку и уплотнение, уход за уложенным бетоном и распалубку. При бетонировании массивных плотин к ним могут добавляться операции по монтажу систем охлаждения бетона и цементации строительных швов, а при укладке бетона при отрицательных температурах – дополнительно работы по защите бетона от преждевременного замораживания.

6.5.2. Опалубочные работы

В ГЭС применяют 2 вида опалубки – временную и несъемную. Т.к. опалубочные работы при бетонировании ГЭС исчисляются десятками тысяч м², стоимость их оставляет до 25% стоимости бетонных работ, а трудоемкость составляет 35-45% трудозатрат на них, то удачно выбранная опалубка существенно способствует повышению темпов, снижению трудоемкости и стоимости возведения сооружения.

Конструкция опалубки разнообразна и определяется требованиями к бетонной поверхности, способом бетонирования, климатическим и производственным условиям строительства.

6.5.3. Подготовка блока

В гидростроительстве различают 2 вида блоков, резко отличных по трудоемкости и продолжительности подготовки под бетон: на скальном и бетонном основании.

При подготовке блоков на скальном основании с последнего удаляют рыхлую, непрочную связанную с массивом скалу, отводят профильтрованную воду, производят очистку поверхности от грязи и мусора, промывку и продувку ее сжатым воздухом. Практически все эти операции выполняются вручную: очистка основания от рыхлой скалы, грязи и мусора – посредством погрузки в ковши с уборкой их кранами; удаление фильтрующей воды – откачка малыми насосами и вычерпыванием ковшами, промывка и продувка сжатым воздухом – шлангами от компрессоров. В результате процесс подготовки блока чрезвычайно трудоемок, требует большого числа рабочих и трудно поддается прогнозированию по времени.

Подготовка блока на нескальном основании, как правило, предусматривает:

- удаление с бетонной поверхности цементной пленки, препятствующей прочному сцеплению старого и нового бетона;
- удаление с поверхности блока нарушенного бетона и строительного мусора;
- вырубку из бетона наплывов и остатков деревянной опалубки, расчистку раковин;
- очистку и промывку водой поверхности блока от грязи, пыли и масляных пятен;
- продувку бетонной поверхности сжатым воздухом.

Удаление цементной пленки в нашей стране в середине прошлого века производили преимущественно насечкой пневмоинструментом или вручную, а за рубежом – пескоструйными аппаратами.

В современном гидростроительстве эту операцию производят одним из перечисленных ниже способов:

при возрасте бетона 6-12 часов – водяной или воздушной струей под

давлением 0,4-0,5 МПа;

при возрасте бетона 8-20 час – механическими или ручными щетками;

при возрасте бетона более 3 суток – гидропескоструйными аппаратами.

6.5.4. Подача, разравнивание и уплотнение бетонной смеси в блоке

Эти операции представляют единый неразрывный комплекс операций технологического процесса укладки бетона. Ведущей среди них является подача бетонной смеси в блок.

Бетонную смесь в блоки бетонирования в плотиностроении подают:

- различного рода кранами, бадьями емкостью 1,5 – 9,0 м³;

-автосамосвалами, бетононасосами и виброхоботами с бетоноукладочных эстакад;

- бремсбергами или ленточными конвейерами совместно с автосамосвалами или автобетоновозами – при послойной укладке низкими блоками.

Способ подачи бетона в блок зависит от природных условий, размеров и конструкции сооружения, технологии укладки бетона в блок.

Для распределения и уплотнения бетонной смеси в блоке применяют 3 схемы: послойную, ступенчатую и однослойную.

Послойная схема предусматривает укладку бетонной смеси последовательными слоями небольшой толщины (0,2 – 0,5 м) по всей площади блока. Малая толщина уплотняемого слоя позволяет использовать глубинные вибраторы всех видов. Последовательная укладка слоев по высоте блока – начинать подготовку вышележащего яруса только после полного завершения работ на бетонированном блоке.



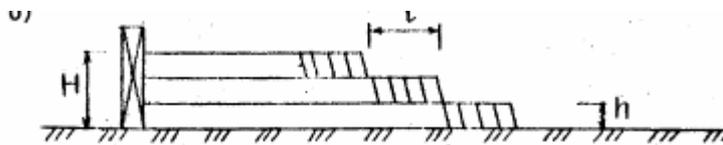
Такая схема широко применяется в блоках относительно небольшой площади и значительной высоты. Она не требует специального разравнивания бетонной смеси, допускает большие колебания в подаче ее и проста в организации. Уплотнение бетона при ней может производиться как ручными вибраторами, так и пакетами их. Минимальная интенсивность подачи бетонной смеси в блок, V , м³/ч, определяется выражениями:

$$V = L B h k/T,$$

где: L – длина блока, м; B – ширина блока, м; h – толщина укладываемого слоя, м; T – время перекрытия укладываемого слоя бетона последую-

щим, ч; k – коэффициент неравномерности подачи бетонной смеси, принимаемый 1,2 – 1,5.

Ступенчатая схема. Бетонная смесь по этой схеме укладывается ступенями шириной не менее 3-4 м сразу на полную высоту блока. Число ступеней принимается не более трех. Разравнивание и уплотнение бетона при этой схеме производят обычно пакетами вибраторов.



Эта схема укладки требует четкого распределения бетонной смеси, но позволяет бетонировать блоки неограниченной длины и площади при более низкой (в 2-2,5 раза) интенсивности подачи бетонной смеси по сравнению с послойной. Минимальная интенсивность подачи бетонной смеси в блок, V , $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется выражениями:

$$V = V h b n k/T,$$

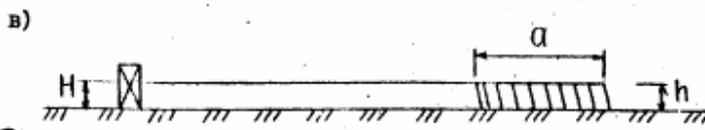
где: b – ширина ступени, м; h – высота ступени, м; n – число ступеней по высоте блока.

Однослойная схема аналогична ступенчатой, но предусматривает укладку бетонной смеси на полную высоту блока без каких-либо ступеней. Толщина бетонированной полосы не должна превышать длину рабочей части применяемых вибраторов (обычно она составляет 0,5 – 1,0 м). Разравнивание и уплотнение бетонной смеси при этой схеме выполняется отдельно: разравнивание ведется бульдозерами, а уплотнение – пакетами вибраторов на электротракторах или манипуляторах. Интенсивность подачи бетонной смеси при этой схеме может быть меньше предыдущих и определяется выражением:

$$V = V b H k/T$$

где: b – ширина бетонированной полосы, м; H – высота блока, м.

ажнейшим условием выбора средств уплотнения бетона при любой схеме укладки в блоке является увязка мощности вибраторов с подвижностью бетонной смеси. При несоответствии этих параметров не могут быть достигнуто качественное уплотнение бетона и водонепроницаемость бетонной конструкции.



6.5.5. Методы бетонирования высоких плотин

Бетонирование плотин кабель-кранами

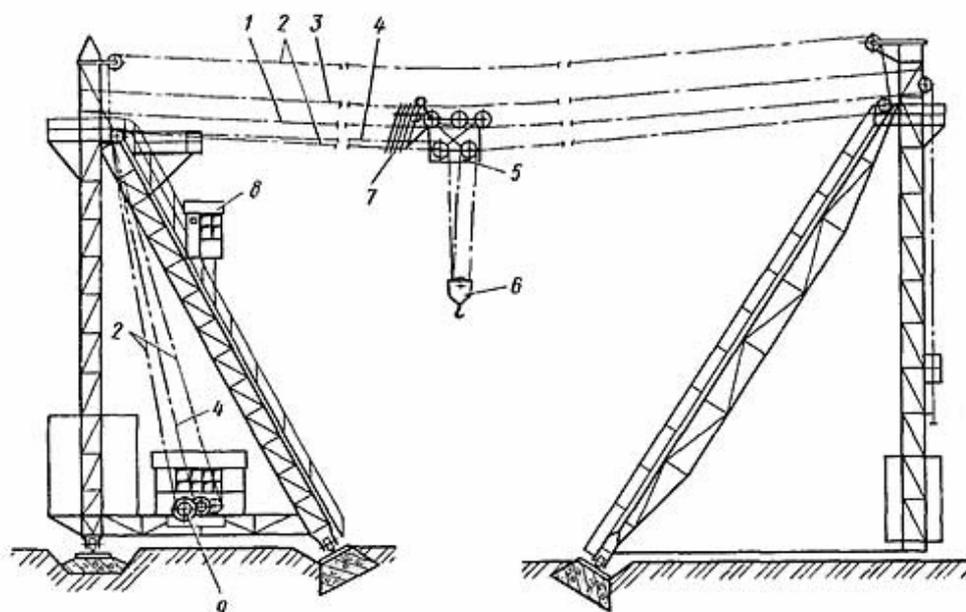


Рис. 1. Схема кабель – крана: 1 — несущий канат; 2 — тяговый канат; 3 — специальный канат; 4 —блоки подъемного каната; 5 — грузовая тележка; 6 — крюковая подвеска; 7 —поддержка; 8 —кабина управления; 9 — механизм

Кабельные краны состоят из двух мачт-башен (передвижных или неподвижных), натянутого между ними несущего каната, грузовой тележки и исполнительных механизмов. Груз может подниматься в любой точке пролета. Благодаря такому устройству кабельные краны имеют очень большие пролеты — 800 — 1100 м. Применяются кабельные краны при строительстве мостов, шлюзов, плотин и других сооружений. Оснащенный грейферным оборудованием кабельный кран используется на складах песка и щебня, лесных и угольных складах. Различают несколько видов кабельных кранов: стационарные с неподвижными мачтами; качающиеся, у которых мачты, удерживаемые вантами, могут отклоняться от вертикали в ту и другую сторону на угол до 8° ; продольно-передвижные с двумя башнями, передвигающимися по рельсовым путям; радиально-передвижные с одной неповоротной башней, расположенной в центре, и второй подвижной, передвигающейся по дуге окружности.

Пролеты кабель-кранов принимают от 150 до 1100 м. Наиболее распространены кабель-краны с пролетами 500-600 м. Грузоподъемность их составляет 20-25 т. Реже применяются грузоподъемностью 10,26 и 50 т.

Бетонную смесь подают в бадьях емкостью соответственно: 10-т краны обычно работают 3-кубовой бадьей, 20-тонные — 4,5 – 6 кубовой, 25-ти тонные — 6-8 кубов; 26 и 50 тонные — 9 кубов. При загрузке бадью обычно не отцепляют, а бетонную смесь перегружают из автосамосвалов или ж/д бункеров.

Для этого недалеко от бетонного завода устраивают специальные перегрузочные узлы с бетонной стенкой, соответствующей высоте применяемых бадей.

Месячная производительность кабель-кранов при выполнении сопутствующих работ составляет: средняя 6-7,5 тыс. м³, максимальная – 15,3 тыс. м³.

К недостаткам кабель-кранов следует отнести высокую стоимость оборудования, монтажа и эксплуатации, а также трудность повторного использования на др. стройках из-за нестандартности их пролетов.

Для работы кабель-кранами характерна строгая организация стройплощадки. Бетонные заводы обычно привязывают к непосредственной близости от плотины. Всякое отвлечение кабель-кранов от укладки бетона на сопутствующие работы неблагоприятно отражается на темпах бетонирования плотины.

Бетонирование плотин кранами с бетоноукладочных эстакад. Бетонирование плотин с эстакад – широко распространенный в середине прошлого века способ возведения плотин высотой более 60-70 м. Этим способом в нашей стране были возведены Цимлянская, Сталинградская, Куйбышевская, Камская, Нвосибирская и ряд других ГЭС, а также высокие плотины Братская, Усть-Илимская, Зейская ГЭС.

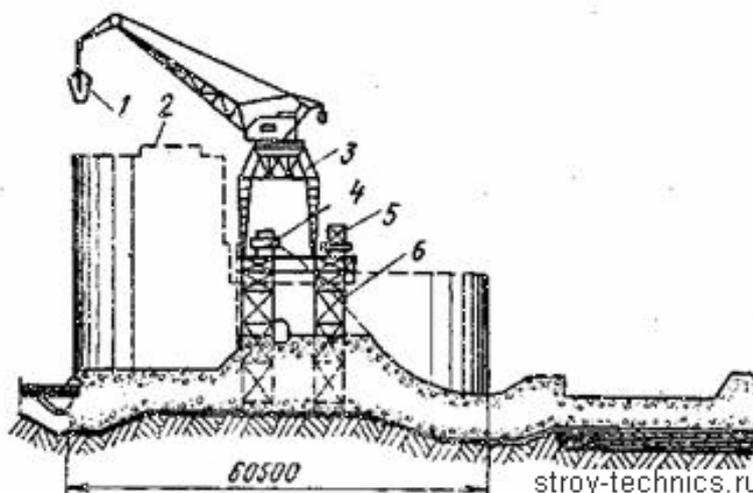


Рис. 2. Схема расположения бетоновозной эстакады (при строительстве плотины): 1 — поворотная бадья вместимостью 3,2 м³; 2 — контур бетонного сооружения; 3 — стреловой кран грузоподъемностью 10 т; 4 — автосамосвал; 5 — железнодорожная платформа с армоконструкцией; 6 — бетоновозная эстакада

Основу этого способа производства работ составляют бетоноукладочные эстакады с расположенными на них кранами. Число и расположение эстакад зависят от высоты и габаритов сооружения и определяется едиными требованиями – возможность охвата всей его площади бетоноукладочными кранами. На плотинах высотой более 80-90 м обычно сооружают 2 эстакады: низкую – между стационарной плотиной и зданием ГЭС, высокую – на расстоянии вылета крана от верховой грани плотины.

Минимальная ширина эстакады определяется шириной колеи размещаемых на ней кранов. На практике она составляет от 9 до 18,8 м.

Серьезным недостатком способа бетонирования с эстакад является большая продолжительность монтажа и возможность начала работ только после осушения котлована. Монтаж эстакад продолжается от 7 месяцев до 36 – на Братской ГЭС.

Другим недостатком этого способа является трудность подачи материала, конструкций и бетонной смеси в расположенные под эстакадой блоки. В качестве бетоноукладчиков используют : портално-стреловые краны грузоподъемностью 10/7,5 т на вылете стрелы, соответственно 30 и 40 м , работающие с бадьей емкостью 1,6 – 3,2 м³, двухконсольные порталные краны грузоподъемностью 22 т на вылете 50,0 м с бадьей 6,4 м³ и башенные краны грузоподъемностью 10 т при вылете стрелы 40 м с 3кубовой бадьей.

Для подачи грузов используется автомобильный транспорт. Организация стройплощадки при этом способе характеризуется большой свободой. Бетонные заводы и тесно связанные с ним предприятия производственной базы могут без ущерба располагаться на достаточно большом расстоянии от плотины.

Бетонирование плотин самоподъемными кранами без эстакад. Бетонирование плотин без эстакад применяют при возведении гравитационных и арочно-гравитационных плотин. Этот способ состоит в поясном бетонировании с устройством на ее столбах временных выштрабок для бетоноукладочных кранов.

Бетонирование этим способом происходит по следующей схеме:

На основании плотины в непосредственной близости от столба, на котором намечено устройство выштрабки, монтируется кран, способный перемещаться по вертикали без полной разборки. Этим краном бетонируют все находящиеся в зоне его действия столбы плотины на заданную отметку и по одному из них прокладывают подкрановые пути.

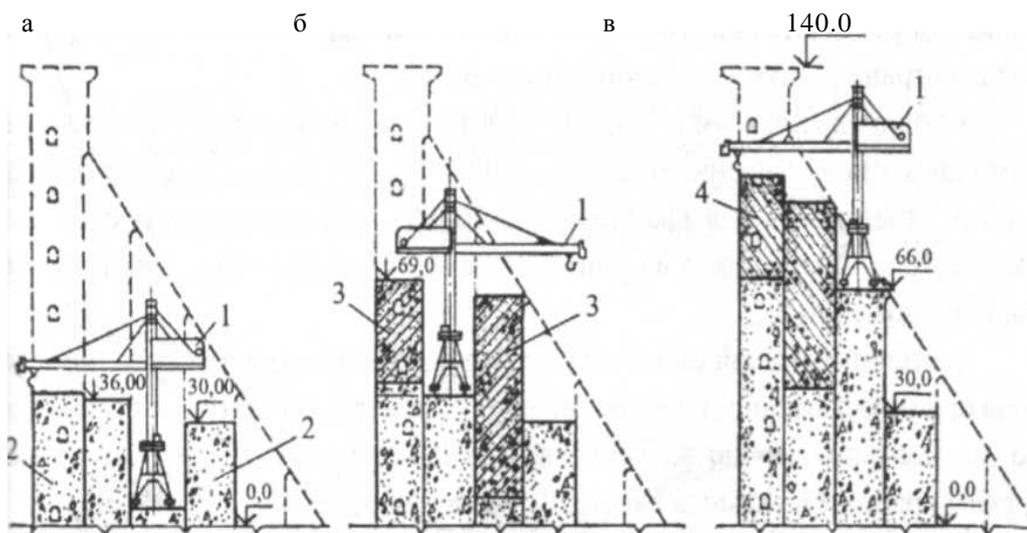


Рис. 3. Схема бетонирования плотин самоподъемными кранами без эстакад а,б,в – этапы бетонирования сооружения; 1 кран КБГС-1000; 2,3,4 – блоки бетониреваемые соответственно на первом, втором и третьем этапе

Самоподъемные башенные краны УБК-3-49 и УБК-5-49 сконструировали советские инженеры П. П. Велихов, Л. Н. Щипакин, И. Б. Гитман и А. Д. Соколова, удостоенные за эту работу Сталинской премии. Основная особенность такого крана заключалась не только в способности переносить груз, но и в том, что он мог поднимать самого себя с этажа на этаж по мере роста возводимого здания. Делалось это при помощи передвижной решетчатой обоймы, прикрепляемой к прогонам междуэтажного перекрытия. После того как кран заканчивал монтаж очередного яруса каркаса, обойма, скользя по стволу башни, поднималась на высоту двух этажей и жестко закреплялась на ригелях верхнего этажа посредством откидных или выдвижных аутригеров. Для подъема крана служил полиспаст, запасованный между низом ствола крана и подъемной обоймой. Он приводился в действие электрической лебедкой крана, установленной на нижних опорных балках ствола. После перепасовки троса башня крана поднималась вверх к жестко закрепленной обойме.

Краны УБК могли поворачиваться на 360 градусов и осуществлять перемещение груза одновременно в трех направлениях.

Достоинствами этого способа заключается в отказе от металлоемких эстакад за счет устройства транспортных коммуникаций по выштрабкам плотины. При этом возможна установка максимального количества кранов, относительная простота организации транспортных потоков по сооружению, возможность возведения плотин большой высоты и габаритов при ограниченных характеристиках кранов и относительная свобода в организации стройплощадки.

К недостаткам этого способа следует отнести: систематическое исключение из работы значительной части сооружения и в связи с этим снижение высотной интенсивности укладки бетона, ухудшение использования кранов из-за простоя их при перестановках, повышение трудоемкости бетонных работ из-за многократного перемонтажа кранов и коммуникаций, сложность устройства подъездов к выштрабкам плотины.

В результате высотные темпы укладки бетона этим способом ниже чем при бетонировании с эстакад и по сравнению с укладкой кабель-кранами.

6.5.6. Продолжительность и темпы бетонирования плотин

Продолжительность возведения плотин определяется интенсивностью (темпами) ее бетонирования. Различают 2 понятия интенсивности бетонирования сооружений: физическую интенсивность укладки бетона, выраженной тыс. м³/мес, удобно оценивать темпы возведения распластанных сооружений, для которых определяющим фактором является объем бетона и интенсивность возведения сооружений по высоте, когда оценка производится с помощью высотной интенсивности укладки бетона в виде среднемесячного роста

сооружения по высоте в м/мес.

7. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Стройгенпланом называют генеральный план площадки, на котором показаны элементы временного строительного хозяйства, а именно: расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов; временных зданий, в том числе мобильных (инвентарных) сооружений и установок, возводимых и используемых в период строительства. Рациональное проектирование стройгенпланов обеспечивает максимальную эффективность использования временного строительного хозяйства с учетом соблюдения требований охраны труда и техники безопасности производства строительномонтажных работ, противопожарной безопасности, а также осуществления специальных мероприятий, направленных на охрану окружающей среды.

Различают общеплощадочный (в составе ПОС) и объектный (в составе ППР) стройгенпланы, различия в методах проектирования которых сводятся, по существу, к степени детализации разработок и точности расчетов.

На стройгенплане в составе ПОС размещаются постоянные здания и сооружения, места расположения временных, в том числе мобильных (инвентарных) зданий и сооружений, постоянных и временных железных и автомобильных дорог а других путей для транспортирования оборудования, конструкций, материалов и изделий; путей для перемещения кранов большой грузоподъемности; инженерных сетей, мест подключения временных инженерных коммуникаций (сетей) к действующим сетям с указанием источников обеспечения стройплощадка электроэнергией, водой, тепловой; складских площадок; основных монтажных кранов и других строительных машин, механизированных установок; мест расположения знаков закрепления разбивочных осей зданий и сооружений.

На стройгенплане в составе ПНР показываются: границы строительной площадки, вид ее ограждения; действующие и временные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации; постоянные и временные дороги; схемы движения средств с транспорта и механизмов; места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия; размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений опасных зон, проходов в зданиях; размещение источников средств энергообеспечения к освещению строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров; места расположения устройств для удаления строительного мусора; площадки и помещения складирования материалов и конструкций; площадки укрупненной сборки конструкций; расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей; типовые установки и места отдыха; зоны выполнения работ повышенной опасности; пожарные гидранты и другие средства пожаротушения с подъездами к ним; зоны для временного складирования снятого пло-

дородного слоя грунта.

В зависимости от сложности объекта строительства и требований задания на проектирование стройгенплан в составе ППР разрабатывают с учетом различных стадий его возведения (подземная часть, отделочные и специальные виды работ и т. д.) с различной степенью детализации расположения временных зданий, сооружений и установок только на территории, непосредственно примыкающей к строящемуся объекту.

При проектировании стройгенпланов необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- временные здания, сооружения и установки (кроме мобильных), инженерные сети располагают на территории, свободных от застройки до конца строительства;
- затраты на временное строительное хозяйство должны быть минимальными за счет максимального использования существующих, а также строящихся инженерных коммуникаций;
- производственные установки должны находиться на кратчайшем расстоянии от мест потребления их продукции;
- выбранные схемы движения внутриплощадочного транспорта должны обеспечить минимальное расстояние перевозок грузов и число их перегрузок, а также механизацию погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- необходимо учитывать при проектировании требования по охране труда и технике безопасности в строительстве, противопожарной безопасности и производственной санитарии;
- в обязательном порядке включить в проектирование комплекс мероприятий по охране окружающей природной среды.

7.1. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОЙГЕНПЛАНОВ

Проектирование стройгенпланов производится в следующей последовательности:

- производится расчет потребности в площадях мобильных (инвентарных) временных зданий и сооружений, определяют их тип;
- определяются потребности строительства в воде, электроэнергии;
- на генплане участка показывают существующие и проектируемые здания и сооружения, указывают границы строительной площадки;
- производится размещение (привязка) элементов временного строительного хозяйства к существующим или постоянным проектируемым объектам.

Расчет потребных площадей мобильных (инвентарных) и временных зданий строительной площадки.

Потребность строительства в мобильных (инвентарных) и временных зданиях служебного, общественного и санитарно-бытового назначения про-

изводится на стадии ПОС, исходя из максимальной численности работающих в наиболее многочисленную смену, соотношений категорий работающих и нормативных показателей площадей, приведенных в прил.3.

Максимальная численность работающих (рабочих) берется из графика потребности в кадрах строителей, построенного на основе календарного плана строительства комплекса зданий и сооружений в составе ПОС (см.5) , или из гренка движения рабочих кадров по объекту, построенного согласно календарному плану производства работ по объекту в составе ПНР (см.6) .

В общем количестве работающих удельный вес (в %) отдельных категорий: рабочих (Р), ИТР, служащих (С), младшего обслуживающего персонала и охраны (М) определяется видом строительства и принимается согласно прил.5.

Количество работающих в наиболее многочисленную смену определяется по формуле:

$$N_{\max}^P = 1.05*(P*0.7 +(ИТР+С+М)*0.8*0.5) , \quad (30)$$

где: 0.7 и 0.8 - коэффициенты, учитывающие число различных категорий работающих в одну смену; 0,5 - коэффициент, учитывающий линейный персонал указанных категорий работающих;

1.05 - коэффициент, учитывающий учеников и практикантов, проходящих производственную практику. Расчет требуемых площадей мобильных инвентарных и временных зданий различного назначения (за исключением складов) выполняется по формуле (37):

$$S_{\text{тр}} = S_m * N, \quad (м^2) \quad (31)$$

где: N - количество работающих (ила их отдельных категорий);

S_m - нормативный показатель площади зданий, м / чел. принимается согласно прил.1 , где также определена их номенклатура (за исключением зданий складского назначения).

Для определения расчетной численности работающих (отдельных категорий), пользующихся установленной номенклатурой мобильных (инвентарных) и временных зданий санитарно-бытового, служебного и общественного назначения, используем данные по табл. 9.

Расчетная численность работающих

Таблица 9

Номенклатура временных зданий	Формула определения расчетной численности работающих
1. Гардеробные	$1.04*P$
2. Душевые мужские	$0.7*(1.04*P*0.7)$
3. Уборные мужские	$0.7*N_{\max}^P$
4. Душевые женские	$0.7*(1.04*P*0.3)$
5. Уборные женские	$0.3*N_{\max}^P$

6. Умывальные	N_{\max}^p
7. Помещение для личной гигиены женщины	$0.3 \cdot N_{\max}^p$
8. Сушилка	$0.7 \cdot (1.04 \cdot P)$
9. Столовая	$0.75 \cdot N_{\max}^p$
10. Помещения для обогрева рабочих	$1.04 \cdot P \cdot 0.7$
11. Контора	$0.505 \cdot (ИТР + С + М) \cdot 0.8$
12. Диспетчерская принимается исходя из условий строительства	

Используя формулу (31) и данные табл. 9, расчет потребных площадей указанных групп временных зданий следует выполнять в табличной форме (табл.10).

Расчет потребных площадей временных зданий

Таблица 10

Наименование временных зданий	Расчетная численность работающих, чел.	Нормативный показатель площади здания, м ² /чел.	Расчетная потребная площадь, м ²	Принятая площадь, м ² (полезная)	Тип здания, его шифр или номер проекта	Габаритные размеры, м (в плане)	Количество зданий, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8

Характеристика мобильных (инвентарных) и временных зданий различного назначения приведена в прил.

7.2. Расчет и проектирование складских помещений (зданий)

Исходными данными для расчета потребных площадей мобильных (инвентарных) и временных зданий складского назначения (закрытых отапливаемых и неотапливаемых навесов) общеплощадочного стройгенплана на практических занятиях является график распределения объемов строительно-монтажных работ по периодам строительства.

Расчет полезных площадей указанных типов на стадии ПОС ведется на 1 млн. руб. максимального годового объема строительно-монтажных работ по формуле:

$$S_{\text{тр}} = S_{\text{н}} \cdot C_{\text{смп}}^{\text{max}}, \quad (32)$$

где: $S_{\text{н}}$ - нормативный показатель площади зданий (м²/млн., руб. принима-

ется согласно прил. 3);

$S_{\text{СМР}}^{\text{max}}$ - максимальный годовой объем строительно-монтажных работ (млн. руб.) берется из указанного графика или определяется путем суммирования выполненных объемов работ за установленные периоды (месяц, квартал).

Определение потребных площадей и подбор типов указанных видов складов выполняем в табличной форме (табл.11).

Таблица 11

№ пп	Вид склада переносимых материалов и изделий	Единица измерения	Годовой объем СМР, млн. руб.	Расчетная площадь склада на единицу измерения	Расчетная потребная площадь склада, м ²	Принятая площадь склада, м ² (полезная)	Тип здания, его шифр, или номер проекта	Габаритные размеры, м (в плане)	Количество зданий, шт.
1		3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет потребных площадей (м²) открытых складских площадок для хранения основной номенклатуры материалов производится по формуле:

$$S_{\text{ТР}} = P_{\text{СКЛ}} \cdot q, \text{ м}^2, \quad (33)$$

где: $P_{\text{СКЛ}}$ - отчетный запас материалов в натуральных измерителях;

q - норма складирования материалов на 1 м² натурального измерения площади склада с учетом проходов и проездов, принимается согласно прил. 3.

Расчетный запас материалов, подлежащие хранению на складе, можно определить по формуле:

$$P_{\text{СКЛ}} = (P_{\text{ОБЩ}}/T) \cdot T_{\text{Н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (34)$$

где: $P_{\text{СКЛ}}$ - общее потребное количество конструкций, изделий и материалов для выполнения плановых объемов строительно-монтажных работ берется из ведомостей потребности, которые составляются на основе разработанных календарных планов в составе курсовых и дипломных проектов.

T - период потребления материалов в днях, определяется согласно раз-

работанным календарный планам;

T_n - норма запаса материала в днях, принимается согласно прил. 4;

K_1 - коэффициент неравномерности поступления материалов, изделий и конструкций на склады; принимается для водного транспорта 1,2; железнодорожного и автомобильного – 1.1;

K_2 - коэффициент неравномерности производственного потребления материалов, принимается равным 1.3.

Расчет открытых складских площадок при проектировании общеплощадочного стройгенплана рекомендуется производить в табличной форме (табл.12).

Таблица 12

№ п/п	Наименование конструкций и материалов	T, дн	P _{общ} на тур. изм.	T _n , дн	K ₁	K ₂	P _{скл} на тур. изм.	Q, 1м ² /нат ур. изм.	S _р , м ²	Принятая площадь, М ²	Размеры в плане, м х м

При разработке объективного стройгенплана в составе ППР расчет потребных площадей складов для хранения (при необходимости) конструкция, материалов и изделий по всей номенклатуре в условиях строительной площадки может быть использована методика расчета открытых складских площадок при проектировании общеплощадочного стройгенплана.

7.3. Определение потребности строительства в воде и электроэнергии

Временное водоснабжение необходимо для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных потребностей строительной площадки.

Временное электроснабжение необходимо для обеспечения работы машин и механизмов, выполнения некоторых видов СМР, наружного и внутреннего освещения строительной площадки и помещений.

На стадии разработки ПОС расчет потребности строительства в воде и электроэнергии выполняются по укрупненным показателям на 1 мл. руб. сметной стоимости годового объема СМР с учетом отрасли и района строительства.

Общий расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = q^H \cdot C_{\text{СМР}}^{\text{max}} \cdot K_2 \cdot Q_{\text{пож}}, \text{ л/с}, \quad (35)$$

где: q^H - нормативный расход вода на 1 млн. руб. годовой стоимости СМР, принимается согласно (4, с.281; с.18-20);

$C_{СМР}^{max}$ - максимальный годовой объем СМР, млн. руб., берется по графику распределения объемов СМР;

K_2 - коэффициент, учитывающий изменение сметной стоимости в зависимости от района строительства (произвольно назначается преподавателем) (8, с.154-155);

$Q_{пож}$ - расход воды на пожаротушение, принимается при площади застройки до 50 га включительно 20 л/с, при большей площади 20 л/с на перше 50 га и по 5 л/с на каждые последующие (полные а неполные) 20 га.

Диаметр временного водопровода определяется по формуле:

$$D = 2\sqrt{(1000 * Q_{общ})/(n*v)}, \quad (42)$$

где: $Q_{общ}$ - общий расход вода; л/с;

v - скорость движения воды в трубах, принимают 1.0-1.5 м/с.

Полученное значение округляется до ближайшего диаметра по ГОСТу. В расчетах для сетей временного водоснабжения могут быть использованы следующие диаметры труб: 75, 100, 150, 200, 250 мм.

Потребная электрическая мощность для нужд строительства определяется по формуле:

$$P_{тр} = P_H \cdot C_{смп} \cdot K_1, \text{ кВА}, \quad (36)$$

где: $P_{тр}$ - нормативная удельная электрическая кВА/1 млн.руб. годовой стоимости СМР, принимается согласно (4, с.247;6, с. 12-14);

K_1 - коэффициент, учитывающий изменение сметной стоимости строительства в зависимости от района строительства, средней температуры наружного воздуха и продолжительности периода, принимается согласно (6, с.8-11).

Для питания строительной площадки электроэнергией по рассчитанной потребной мощности подбирается трансформаторная подстанция (2, с.357; 3, с.353).

На стадии разработки ППР расчет потребности строительства в воде и электроэнергия производится на период (смену) их максимального потребления, который выбирается (указывается дата) на основании календарного плана производства работ по объекту.

Общая потребность в воде ($Q_{общ}$) для строительной площадки определяется как сумма потребностей на производственные ($Q_{пр}$), хозяйственно-бытовые ($Q_{хоз}$) и противопожарные ($Q_{пож}$) нужда по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (37)$$

Расход воды для производственных нужд определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = 1,2(Sq_{ni} \cdot v_{ni} \cdot k_{ni})/t \cdot 3600, \quad \text{л/с}, \quad (38)$$

где: q_{ni} - удельный расход воды на производственные нужды (л) i -го потребителя, принимается согласно, прил.5 или (2,с.364-365);

i - 1,2,3... n - число производственных потребителей (некоторые виды СМР, двигатели внутреннего сгорания и т.д.);

v_{ni} - физические объемы СМР, выполняемые в установленный период (условно принимаются постоянными на весь период их выполнения), а также количество (шт.) других потребителей;

k_{ni} - коэффициент часовой неравномерности водопотребления, принимается: на хозяйственно-питьевые расходы - 3,0; транспортное хозяйство - 1,5-2,0; строительные работы - 1,5; столовые - 1,5-1,5; подсобные предприятия - 1,25; силовые установки - 1,1;

t - число часов в смену, принимается равным 8,2; 1,2 - коэффициент на неучтенные расходы.

Расход воды для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд строительной площадки определяется по формуле:

$$Q_{\text{хоз.}} = \frac{q^*j \cdot N_1 \cdot K_{4j}}{t_1 \cdot 3600} + \frac{q_d \cdot N_d}{t_1 \cdot 60}, \quad (\text{л/с}) \quad (39)$$

где: q^*j - удельный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды (л) i -го потребителя, принимается: на одного обедающего в столовой 10-15 л, на одного работающего в выбранную смену 15 л на неканализированных площадках и 25 л – на канализированных

$j = 2$ - число хозяйственно-бытовых потребителей;

N_1 - число работающих; N_2 - пользующихся столовой, принимается исходя из соотношения 3:1 от общего числа работающих в выбранную смену; N_1 - общее число работающих в данную смену, определяется расчетом; число работающих в данную смену определяется согласно графику движения районах кадров по объекту; после чего, используя удельный вес (%) рабочих (рил.2), определяется общее количество работающих в данную смену;

N_d - число работающих, пользующихся душем, принимается (40-80) % от N_1 ;

q_d - расход воды на прием душа одним работающим, принимается (30-50) л;

t_1 - продолжительность использования душевой установка, принимается 45 мин.

Расход воды на пожаротушение принимается исходя из техчасовой продолжительности тушения одного пожара через гидранты (при этом учитывается степень огнестойкости здания, категория его пожарной опасности и строительный объем), следует принимать 10-25 л/с.

Диаметр труб в водонапорной сети определяется по формуле (42).

Общая мощность потребителей электроэнергии определяется по формуле:
$$P_{\text{тр}} = a(K_1 SP_{\text{м}}/\cos\varphi_1 + K_2 SP_{\text{т}}/\cos\varphi_2 + K_3 SP_{\text{о.в.}} + K_4 SP_{\text{о.н.}} + K_5 SP_{\text{с.в.}}), \quad (40)$$

где: a - коэффициент, учитывающий потери мощности в сети, равен 1,05 - 1,1;

$SP_{\text{м}}$ - сумма номинальных мощностей всех установленных в сети электромоторов (кВт), принимают согласно прил.8;

$SP_{\text{т}}$ - сумма потребляемой мощности на технологические нужды рассчитывается на основании данных прил.8;

$SP_{\text{о.в.}}, SP_{\text{о.н.}}$ - суммарная мощность осветительных приборов и устройств для внутреннего и соответственно наружного освещения объектов и территории;

$SP_{\text{с.в.}}$ - то же для сварочных трансформаторов, кВт (см.прил.8).

Величины $SP_{\text{о.в.}}$, и $SP_{\text{о.н.}}$ определяются согласно данным прил.8.

K_1, \dots, K_5 - коэффициенты спроса зависят от числа одновременно работающих потребителей: принимаются:

$K_1 = 0,6-0,4$; $K_2 = 0,4$; $K_3 = 0,8$; $K_4 = 0,9$; $K_5 = 0,8-0,4$.

$\cos\varphi$ - коэффициенты мощности принимаются: $\cos\varphi_1 = 0,7$; $\cos\varphi_2 = 0,8$.

По рассчитанной потребной мощности необходимо подобрать мобильную (инвентарную) трансформаторную подстанцию (2, с.357; 3, с. 353).

8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В курсовом и дипломном проекте необходимо предусмотреть мероприятия по охране окружающей среды, которые должны включать рекультивацию земель, предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение или очистку вредных выбросов в почву, водоемы и атмосферу.

При выполнении планировочных работ почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складываться в специально отведенные места.

В тех случаях, когда строительство и ввод в эксплуатацию предприятия предусматривается пусковыми комплексами, в состав последнего необходимо включать (наряду с основными и вспомогательными объектами, энергетическим, транспортным и складским хозяйством) очистные сооружения, которые должны обеспечить нормальные санитарно-бытовые условия для работающих и обезвредить окружающую среду от загрязнения.

Временные здания и сооружения на строительной площадке располагаются, как правило, на непригодных для землепользования угодьях или, как исключение, на участках, где обеспечено последующее восстановление (рекультивация) нарушенных земель.

Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраивают с учетом требования по предотвращению повреждений сельскохозяйственных угодий и древесно-кустарниковой растительности.

Приложение 1

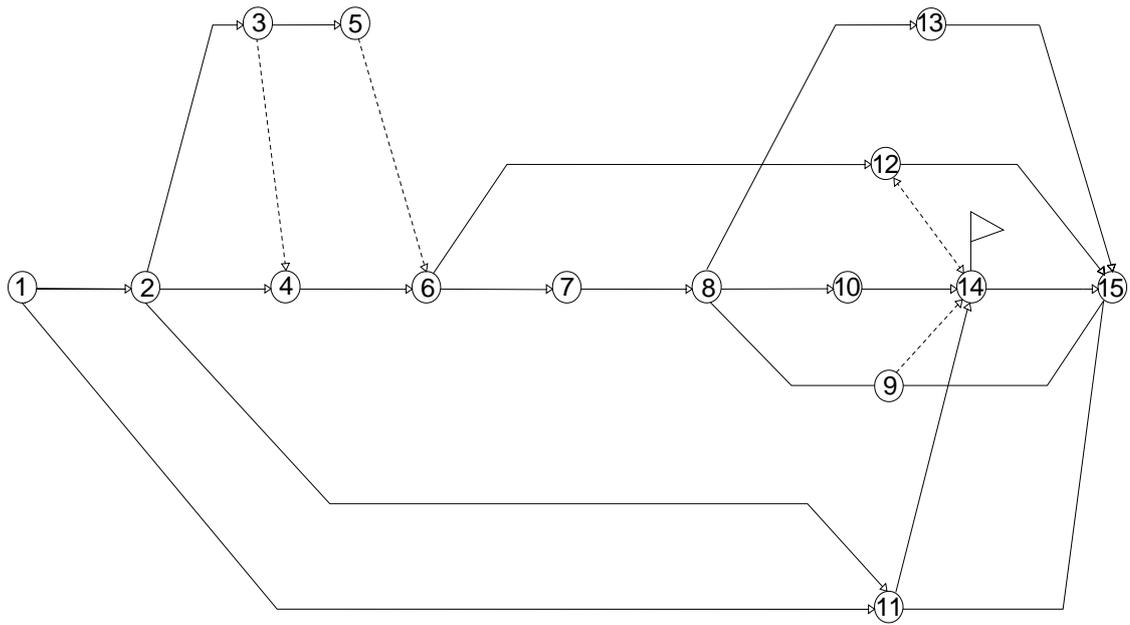


Рис.1. Укрупненная схема последовательности работ при строительстве равнинного гидроузла

Работы	Наименование работ
1-2	Подготовительный период, 1-й этап
2-4	Котлован 1 очереди
4-6	1-я очередь водосливной плотины
6-7	Перекрытие русла
7-8	Котлован 2-й очереди
8-10	Подводная часть гидроэлектростанции
10-14	Машинный зал ГЭС
2-3	Бетонное хозяйство
3-5	Базы специализированных организаций
8-9	Станционная плотина
2-11	Строительство шлюза
1-11	Подготовка ложа водохранилища
6-12	2-я очередь водосливной плотины
8-13	Открытое распределительной устройство (ОРУ)
12-15	Завершение водосливной плотины
9-15	Завершение станционной плотины
14-15	Завершение строительства гидроэлектростанции
13-14	Завершение работы по ОРУ
11-15	Завершение работы по подготовке водохранилища
11-14	Наполнение водохранилища

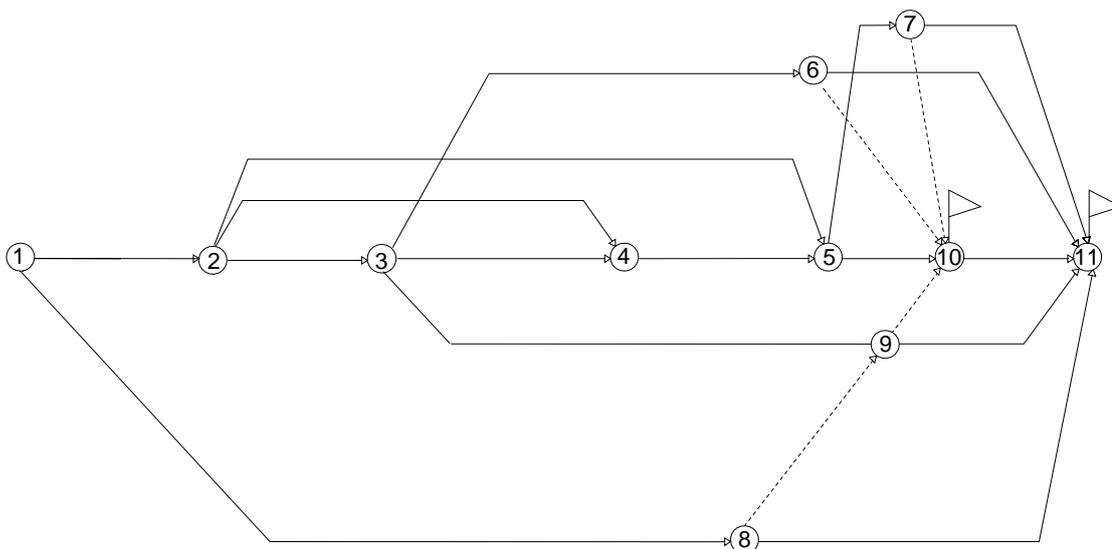


Рис. 2. Укрупненная схема последовательности работ при строительстве горного гидроузла с подземной ГЭС

Работы	Наименование работ
1-2	Подготовительный период, 1-й этап
2-3	Строительный тоннель
3-4	Перекрытие русла и перемычки
4-5	Котлован плотины
5-10	Возведение плотины
2-4	Разработка береговых примыканий под плотину
3-6	Строительство подземной ГЭС
3-9	Строительство эксплуатационного водосброса
1-8	Подготовка ложа водохранилища
2-5	2-й этап подготовительного периода (бетонный завод и пр. объекты)
5-7	Строительство открытого (закрытого) распреустройства
6-11	Завершение строительства плотины
7-11	Завершение строительства ОРУ или ЗРУ
9-11	Завершение строительства эксплуатационного водосброса
8-10	Заполнение водохранилища до пусковой отметки
8-11	Завершение работ по водохранилищу и заполнение его

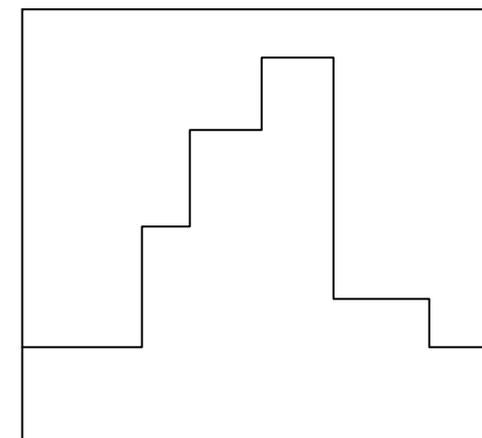
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН СТРОИТЕЛЬСТВА

Наименов. периода	Объекты и работы	Ед. Изм.	Объем	Интенсив. работ, м ³ /мес	Продолж. мес.	Кол-во смен	Численность рабочих в смену	Годы строительства						
								I	II	III	IV	V	VI	
Подготовит. период	Автомобильные дороги	км												
	Поселок	М ²												
Основной период	Стр. тоннель	М ³												
	Перемычки	М ³												
	Котлован	М ³												
	Глухая плотина	М ³												
	Бетонная плотина	М ³												
	Здание ГЭС	М ³												
Завершающий период	Благоустройство	М ²												

Технико-экономические показатели

1. Сметная стоимость строительства гидроузла –
2. Максимальное количество рабочих –
- 3.** Срок строительства –

График неравномерности движения рабочей силы



Нормативные показатели площади мобильных (инвентарных) и временных зданий

Номенклатура по функциональному назначению	Назначение	Нормативный показатель
Гардеробная	Санитарно бытовые здания и помещения. Переодевания рабочих и хранение спецодежды (один двойной шкаф для одежды и обуви)	0,7-0,95 м ² /чел.
Помещения для обогрева, отдыха и приема пищи	Обогрев, отдых и прием пищи рабочими во время регламентированных перерывов, обеда и после работы	0,8-1,0 м ² /чел.
Умывальная	Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих	0,02-0,05 м ² /чел. (1 кран на 10-15 человек)
Помещения для личной гигиены женщин	Санитарно-гигиеническое обслуживание женщин	0,1-0,18 м ² /чел. (1 ком. на 15-100 женщин с раздевалкой не менее 48 м ²)
Душевая (с преддушевой)	Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих	0,43-0,6 м ² /чел
Уборная		0,07-0,1 м ² /чел. 1 очко на 10-15 человек
Сушилка	Сушилка спецодежды и спецобуви	0,1-0,2 м ² /чел.
Столовая	Обеспечение рабочих горячим питанием	0,6-0,8 м ² /чел.
Буфет	Обеспечение рабочих питанием	0,2-0,7 м ² /чел.
Медпункт	Медицинское обслуживание служебные здания	20 м ² /300-500 чел.
Контора	Размещение линейных ИТР, МОП	4 м ² /чел.
Диспетчерская	Оперативное руководство строительством объекта	7 м ² /чел.

Приложение 4**Соотношение категория работающих, %**

Отрасль или вид строительства	Категория работающих, % от их общей численности			
	рабочие	ИТР	служащие	МОП и охрана
Промышленное строительство	82,6-85,6	10,2-12,7	3,1-3,8	0,9-1,5
Промышленное строительство в условиях города	78,7	13,5	4,3	3,6
Жилищно-гражданское строительство	85	8	5	2
Строительство инженерных коммуникаций и сооружений	78,9-83,7	12,3-17,1	2,8-4,1	0,1-0,6
Сельское и водохозяйственное строительство	83	13	3	1

Приложение 5

Склады для хранения материалов и изделий

Материалы и изделия	Единица измерения	Расчетная площадь склада на ед.измерения с учетом проходов и проездов, м ²
I.Закрытые склады		
а) Отапливаемые химикаты, краски, олифа, паркет, спецодежда, постельные принадлежности, обувь, канцелярские принадлежности	1 млн.руб.	24,0
б) Неотапливаемые Цемент Гипс Известь Войлок, пакля, мин.вата, термоизоляционные материалы, гипсовые изделия, сухая штукатурка, клей, асбестовые листы, фанера, электроустановочные провода, тросы, сталь кровельная, инструмент. гвозди, метизы, скобяные изделия	то же то же то же то же	9,1 7,6 4,5 29,0
II. Навесы		
Сталь арматурная	1 млн.руб.	2,3
Рубероид, толь, гидроизоляционные материалы плитки облицовочные и метлахские, а/ц плиты, гипсовые перегородки	то же	48
Столярные и плотничные изделия	то же	13
Битумная мастика	то же	13
III. Открытые складские площадки		
Сталь – прокат и сталь сортовая	1 т	1,8-1,25
Лес: круглый	1 м ³	1,5-1,3
пиленный	1 м ³	1,7-1,25
Кирпич строительный при хранении: в клетках в пакетах на поддонах	1 тыс. шт 1 тыс. шт.	2,5 2,5-2,2
Камень бутовый и булыжный в механизированных складах То же щебень и гравий То же песок	1 м ³ то же то же	0,7-0,5 0,5-0,35 0,5-0,35
Шлак	то же	1,1-0,3
Трубы: стальные чугунные железобетонные	1 т 1 т 1 м ³	2,1-1,7 2,5-1,4 5,5-4,1

Сборный железобетон:		
фундамент	1 м ³	1,7-1,0
колонны	то же	2
плиты перекрытия	то же	2
плиты покрытия	то же	4,1-3,3
фермы	то же	4,1-2,8
балки покрытия	то же	5
фундаментовые и подкрановые балки, лестничные площадки, марши, плиты балконные, перемычки, санитарно-технические блоки	то же	2,5
Блоки бетонные стеновые	1 м ³	1
Шлакобетонные камни	тыс. шт.	2,8
Блоки кирпичные	тыс. шт.	2-1,4
Утеплитель плитный	тыс. шт.	4,1-2,1
Металлоконструкции	т	3,3

Примечание. При хранении камня бутового, булыжного, щебня, гравия и песка в немеханизированных складах потребная площадь на них удваивается.

Приложение 6

Расчетные нормативы запаса основных материалов и изделий на складах строительства (в днях)

Материалы и изделия	Способ перевозки		
	по железной дороге	Автотранспортом на расстояние, км	
		до 50	свыше 50
Сталь (проектная, арматурная, кровельная, чугунная и стальная), лес круглый и пиленный, нефтебитум, санитарно-технические и электротехнические материалы, цветные материалы, химикомоскательные материалы	25-30	12	15-20
Цемент, известь, стекло, рулонные и а/ц материалы, переплеты оконные, полотна дверные и ворота металлоконструкций	20-25	8-12	10-15
Кирпич, камень бутовый и булыжный, щебень (гравий), песок, шлак, сборный ж/б конструкции, трубы ж/б, шлакобетонные камни, утеплитель плитный, перегородки	15-25	5-10	7-20

Приложение 7

Расчетные нормативы запаса основных материалов и изделий на складах строительства, дни

Наименование производственных потребителей	Удельный расход, л
1. Приготовление и укладка бетона, включая промывку инвентарных, м ³ в день	2250-3000
2. Поливка бетона в летнее время (1-13 поливок в сутки)	50-200
3. Приготовление известковых растворов с гашением извести, м ³	1000-1400
4. Приготовление цементных растворов, м ³	170-210
5. Приготовление глиняных растворов, м ³	400-480
6. Кирпичная кладка с приготовлением раствора, на 1000 шт. кирпича	90-210
7. Штукатурные работы, на 1 м ²	4-8
8. Малярные работы, на 1 м ²	0,5-1
9. Приготовление бетона в бетоносмесителях, м ³	250-300
10. Устройство подготовки из щебня, на 1 м ²	650,0
11. Устройство теплых рулонных кровель с приготовлением раствора, на 1 м ²	4-6
12. Экскаватор с двигателем внутреннего сгорания, на маш.-ч.	10-15
13. Автокран, на 1 маш.-ч.	12,5-15
14. Автомашина грузовая. 1 маш.-ч.	17-30
15. Тракторы, 1 маш.-ч.	12,5-25
16. Посадка деревьев, на 1 дерево	50-100
17. Поливка газонов. на 1 м ²	10

Приложение 8

Установленная мощность по видам потребителей, кВт

Наименование потребителей	Норма расхода электроэнергии, кВт на 1 шт.
Подъемно-транспортные машины и механизмы	
1. Башенные и стрелковые краны грузоподъемностью: до 8 т	32-58 75-200
от 20 до 75 т	
2. Подъемники мачтовые	2,8-7,4
3. Подъемники шахтные	11-48
4. Подъемники струнные для наружных отделочных работ	1-5,8
5. Растворонасосы	1,7;2,8;7
6. Бетононасосы	14,1;16,8;32,5;44,5
Прочие машины и механизмы	
7. Вибропогружатели свайные	22-100
8. Игольчатые установки	5,5-20
9. Сварочные трансформаторы	42, 76, 180
10. Понижающие трансформаторы	0,5-1,5
Механизированные инструменты	
11. Вибраторы поверхностные:	0,4-0,8
наружные	0,4-1,5
глубинные	0,3-1,2
12. Электрошлифовальная машина	0,4-1,6
13. Штукатурно-затирающая машина	0,1-0,55
14. Паркетно-строгальная машина	0,4-2,2
15. Мозаично-шлифовальная машина	0,4-2,8
16. Машина для сварки линолеума	0,08
17. Краскопульты	0,18-0,7
18. Пистолет-раскораспылитель	0,22
Прочие механизированные установки	
19. Растворомешалки	1,7-4,5;
20. Бетономешалки	1-6; 11; 16

Приложение 9

Ориентировочные удельные расходы электроэнергии на технологические потребности

Наименование работ	Ед.изм., м ³	Уд.расход электрэнерг., кВт
1. Электропрогрев бетона	1	140-190
2. То же кирпичной кладки	1	40-70
3. То же грунта вертикальными электродами	1	3,5
4. То же глубинными электродами	1	1,7
5. Электросушка штукатурки отражательными печатями	1	0,35-0,45

Литература

1. Ерахтин, Б.М. Строительство гидроэлектростанций в России. / Б.М.Ерахтин, В.М.Ерахтин. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 732 с.
2. Производство гидротехнических работ / В.И. Телешев [и др.]. М. : Издательство АСВ, 2010. - 432 с.
3. Производство гидротехнических работ / В.И. Телешев [и др.]. М. : Издательство АСВ, 2010. - 432 с.