

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов бакалавриата направления 08.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра строительства горных предприятий
и подземных сооружений

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов бакалавриата направления 08.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 69.2 (073)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.М. Смирнова, П.А. Деменков*, СПб, 2019. 44 с.

Методические указания содержат методики и необходимые справочные данные по разработке технологических карт на железобетонные работы. Рассмотрен порядок подсчета объемов железобетонных работ, составления календарного графика на железобетонные работы при возведении монолитного ленточного фундамента. Приведены иллюстрационные и справочные материалы, облегчающие принятие инженерных решений.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 08.03.01 «Строительство» профиля «Промышленное и гражданское строительство».

Научный редактор проф. *А.Г. Протосеня*

Рецензент проф. *А.М. Харитонов* (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2019

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Методические указания к практическим занятиям
для студентов бакалавриата направления 08.03.01***

Сост.: *О.М. Смирнова, П.А. Деменков*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
строительства горных предприятий
и подземных сооружений

Ответственный за выпуск *О.М. Смирнова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.03.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 2,6. Усл.кр.-отт. 2,6. Уч.-изд.л. 2,2. Тираж 50 экз. Заказ 261. С 98.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия составлены в соответствии с учебным планом и программой учебной дисциплины «Технологические процессы в строительстве».

Практические занятия содержат методики и необходимые справочные данные по разработке технологических карт на железобетонные работы. Рассмотрен порядок подсчёта объёмов железобетонных работ, составления календарного графика на возведение монолитного ленточного фундамента. Приведены иллюстрационные и справочные материалы, облегчающие принятие инженерных решений при проектировании железобетонных работ на основе применения поточных методов и комплексной механизации строительных процессов.

Целью методических указаний является закрепление теоретических знаний по проектированию технологических процессов на примере разработки технологической карты на возведение конструкций из монолитного железобетона.

Большой объём монолитного железобетона при массовом строительстве промышленных и гражданских зданий используется на возведение конструкций нулевого цикла. Ленточные фундаменты в монолитном исполнении по сравнению со сборным вариантом могут быть дешевле на 30% за счет экономии металла и цемента [1-4].

Основой для сокращения трудозатрат при производстве бетонных работ является внедрение поточных методов, индустриализация опалубочных и арматурных работ, использование высокопроизводительных машин, увязанных в комплекты по основным параметрам. Рост производительности труда и качества монолитных конструкций при совершенствовании технологии, механизации и организации работ закладываются на стадии подготовки строительного производства, в составе которой разрабатывается проектно-сметная документация. Поступающие на объект технологические карты должны увязывать физико-химические процессы, протекающие в бетонной смеси, с производственными процессами, выполняемыми на стройплощадке.

Практическая реализация проекта осуществляется при обязательном соблюдении определенной технологической последовательности возведения инженерного сооружения, которая с макси-

мальной технологической проработкой строительных процессов должна быть изложена в технологических картах (ТК).

Технологическая карта – технически и технологически регламентированный документ, обеспечивающий рациональные решения по организации и технологии строительного производства и высокий уровень качества. Согласно СНиП 12-01-2004 «Организация строительства» технологическая карта состоит из 6 разделов:

В разделе 1 «Область применения» приводятся: наименование технологического процесса, конструктивного элемента или части здания; состав видов работ, охватываемых картой; наименование строительных материалов; размеры и масса элементов; характеристика особенностей производства работ, принятых в карте.

Раздел 2 «Технология и организация выполненных работ» содержит: требования к законченности подготовительных и предшествующих работ; требования к технологии производства работ с указанием состава, последовательности и способов выполнения технологических процессов; указания по организации рабочих мест; разбивку здания на захватки и ярусы; технологические схемы производства работ в виде плана и разреза той конструктивной части здания, на которой будут выполняться работы, предусмотренные ТК. На схеме должны быть указаны расстановка машин, механизмов и оборудования, площадки складирования и приема бетонной смеси, подъездные пути, опасные зоны работ.

В разделе 3 «Требования к качеству и приемке работ» приводятся: требования к качеству поставляемых материалов и изделий, перечень инструментов и приспособлений для контроля качества конструкций и материалов; схемы операционного контроля качества; перечень технологических процессов, подлежащих контролю, с указанием предмета контроля, способа и инструмента контроля, времени проведения контроля, ответственного за контроль.

Раздел 4 «Техника безопасности и охраны труда» содержит: решения по охране труда и технике безопасности; схемы с указанием границ опасных зон, предупреждающих надписей и знаков; правила безопасной работы при выполнении рабочих процессов; средства подмащивания и индивидуальные средства защиты.

В разделе 5 «Потребность в ресурсах» приводятся: перечень машин, механизмов и оборудования с указанием технических харак-

теристик, типов, марок, количества на звено; перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений с указанием ГОСТа или ТУ; ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях для выполнения предусмотренных объемов работ (номенклатура и количество материалов, изделий определяется по проекту здания); расход материалов, необходимых для получения измерителя конечной продукции, определяется на основании общих производственных норм расхода материалов в строительстве (Сборники элементных сметных норм) [9].

Раздел 6 «Технико-экономические показатели» содержит: продолжительность выполнения работ (в сменах, днях); нормативные затраты труда рабочих (трудоемкость) (чел.-дни) и машинного времени (маш.-смен); калькуляция затрат труда и машинного времени, в которой объемы работ определяют по принятому измерителю конечной продукции (m^3 , m^2 , шт); график производства работ, составленный на принятый измеритель конечной продукции с использованием данных калькуляции. График составляется на строительный процесс, исходя из восьмичасового рабочего дня. Строительные процессы приводятся в технологической последовательности.

Технологическая карта разрабатывается в следующей последовательности: изучение рабочих чертежей объекта; выбор метода производства работ с анализом вариантов; обоснование правильной технологической последовательности выполнения работ; подсчет объемов работ по заданному строительному процессу; определение трудоемкости выполнения данного вида работ; составление графика производства работ; определение потребности в материально-технических ресурсах; разработка мероприятий по безопасному методу выполнения работ; определение технико-экономических показателей.

Методические указания содержат справочный и библиографический материалы, облегчающие обучающемуся принять грамотные решения при разработке ТК на железобетонные работы при возведении монолитного ленточного фундамента. Последовательность выполнения практических занятий соответствует основным разделам ТК.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ

Цель работы: получение обучающимися практических навыков в расчётах по проектированию производства железобетонных работ.

Общие сведения о бетонировании конструкций

Технология устройства конструкций из монолитного бетона и железобетона на строительной площадке принципиально отличается от технологии возведения конструктивных элементов из кирпича, сборного железобетона, древесины, металла и пластмасс. Специфика монолитного строительства заключается в выполнении так называемых «мокрых» процессов, выдерживании забетонированных конструкций в опалубке до набора распалубочной прочности, учёте протекающих в бетонной смеси физико-химических процессов, создании благоприятных условий для этих процессов и пр.

Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций требует выполнения технологически связанных процессов, которые можно разделить на заготовительные, основные и транспортные. К *заготовительным* относятся изготовление опалубки, заготовка арматуры, сборка арматурно-опалубочных блоков и приготовление бетонной смеси. Эти процессы, как правило, осуществляются в заводских условиях или в специализированных цехах и мастерских.

Основные процессы, выполняемые на строительной площадке, включают установку опалубки и арматуры, подачу, укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном во время его твердения, распалубку конструкции, исправление дефектов бетонирования.

Транспортные процессы, связывающие заготовительные и основные, сводятся к доставке на объект опалубки, арматуры и бетонной смеси.

Бетонирование железобетонных конструкций связано с выполнением большого количества операций вручную. Ликвидация ручного труда при бетонировании связана с механизацией основных и заготовительных процессов. Другими направлениями совершенствования бетонных и железобетонных работ являются:

- применение инвентарной опалубки, имеющей многократную оборачиваемость;
- использование готовых сварных сеток и каркасов с приваренными в арматурных цехах закладными деталями;
- использование подвижных бетонных смесей с химическими добавками, позволяющими сократить трудозатраты на их укладку и уплотнение;
- централизованное приготовление бетонной смеси и доставка её на строительную площадку специализированными видами автотранспорта (бетоновозами и бетоносмесителями);
- своевременный и качественный уход за уложенной бетонной смесью в процессе её твердения;
- внедрение средств механизации.

Порядок выполнения работы

1. Определение состава процессов и объёмов работ

В соответствии с заданием вычерчивается план и разрез ленточного монолитного фундамента, на которых проставляются необходимые размеры и отметки (рис. 1.1).

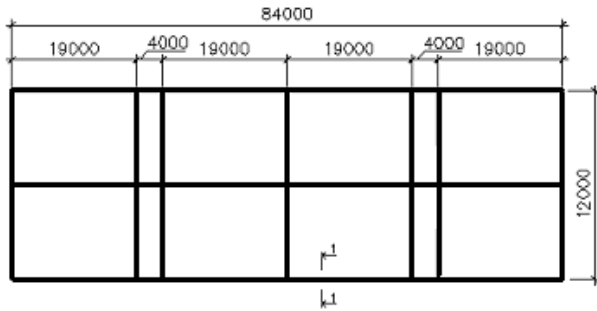
Весь комплекс работ по возведению ленточного фундамента, выполняемый на строительной площадке, может быть расчленён на следующие простые процессы:

- устройство опалубки;
- установка арматурных каркасов;
- подача, укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за уложенным бетоном;
- разборка опалубки;
- монтаж плит перекрытия;
- устройство боковой обмазочной и горизонтальной оклеечной гидроизоляции фундамента.

Основным процессом, определяющим темп и организацию работ, является *укладка бетонной смеси*.

Следует иметь в виду, что в данный перечень не вошла часть второстепенных процессов, выполняемых на строящемся объекте (устройство подмостей для подачи и укладки бетона, приём бетонной смеси из автотранспорта, уход за твердеющим бетоном и др.).

a)



б)

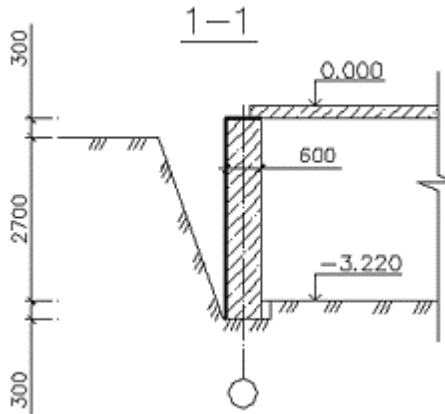


Рис. 1.1. Ленточный монолитный фундамент: а – план; б – разрез

По каждому строительному процессу на основании планировочного и конструктивного решения фундамента, подсчитываются объемы работ в единицах измерения, принятых в сборниках ЕНиР [18]: устройство и разборка опалубки в м^2 ; установка арматурных каркасов в шт.; бетонирование конструкции в м^3 ; укладка плит перекрытия в шт.; обмазочная и оклеечная гидроизоляция в м^2 .

Количество арматурных каркасов может быть определено на основании данных о расходе арматуры на 1 м³ железобетона и массе одного изделия:

$$N_k = V_{\text{бет}} \times g_a : P_k,$$

где $V_{\text{бет}}$ – объём укладываемой бетонной смеси, м³; g_a – расход арматуры на 1 м³ железобетона, кг; P_k – масса одного каркаса, кг.

На практическом занятии массу арматурного каркаса можно принять равной 50 кг.

Результаты подсчетов сводятся в таблицу 1.1.

2. Выбор методов производства работ

Исходными данными для проектирования технологии бетонирования фундамента являются:

- 1) объём укладываемой бетонной смеси, $V_{\text{бет}}$;
- 2) расстояние доставки бетона на объект, L_T ;
- 3) масса опалубочных щитов и арматурных изделий;
- 4) масса бадьи с бетоном, $P_б$ и плиты перекрытия, $P_п$.

Таблица 1.1

Ведомость подсчёта объёмов работ

Наименование процесса	Эскиз или формула подсчета	Ед. изм.	Объём	Примечание
1. Устройство опалубки из щитов	$F=2(84 \times 3 + 12 \times 7) \times 3,3$	м ²	2217,6	Расход арматуры 40 кг на 1 м ³ железобетона. Масса каркаса 50 кг
2. Установка арматурных каркасов	$N_k = 665,3 \times 40 : 50$	шт	532	
3. Подача, укладка и уплотнение бетона	$V_{\text{бет}} = 0,6 \times 3,3 \times 336$	м ³	665,3	
4. Разборка мелкощитовой опалубки	$F=2(84 \times 3 + 12 \times 7) \times 3,3$	м ²	2217,6	

Выбор рациональных методов производства железобетонных работ базируется на следующих положениях:

– поточной организации строительства с выполнением каждого процесса на отдельной захватке;

- индустриальном изготовлении унифицированных опалубочных и арматурных изделий;
- выполнении работ с помощью высокопроизводительных машин, увязанных в комплекты по основным параметрам;
- назначении метода выполнения отдельного процесса в результате сопоставления и оценки нескольких вариантов.

Для бетонирования ленточных фундаментов широко применяется *мелкощитовая разборно-переставная* опалубка в деревянном, металлическом или деревометаллическом исполнении. Масса унифицированных щитов и крепёжных элементов в такой опалубке не превышает 50-100 кг, что обеспечивает её поэлементную установку и снятие вручную или с использованием средств малой механизации и электроинструментов.

Кроме мелкощитовой может быть принята *крупнощитовая разборно-переставная* опалубка с системой подкосов и раскосов, снабжённых винтовыми домкратами и регулировочными устройствами. Масса отдельных элементов такой опалубки свыше 100 кг, поэтому её монтаж и демонтаж производится краном.

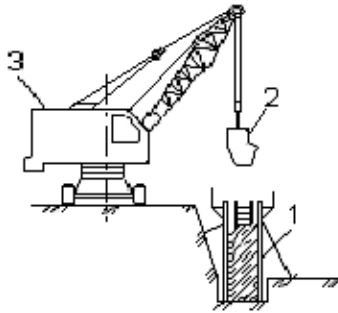
Небольшая масса арматурных каркасов (50 кг), закладываемых в бетон, позволяет собирать их вручную. Соединение изделий между собой может выполняться с помощью дуговой электросварки или внахлестку вязальной проволокой.

Важным фактором обеспечения высокого качества возводимой конструкции является правильный выбор способа транспортирования бетонной смеси. Качественную доставку смеси на расстояние 30-45 км обеспечивают *автобетоновозы*, а при перевозках на расстояние до 80-100 км – *автобетоносмесители*.

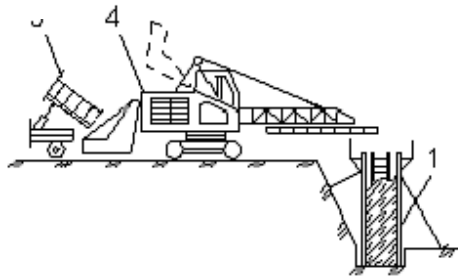
При отсутствии специализированных машин допускается смесь доставлять на строительную площадку специально оборудованными *автомобилями-самосвалами* грузоподъёмностью 2,25-10 т. При этом целесообразная дальность транспортирования бетонной смеси, исходя из сроков схватывания цемента, составляет 10-20 км в зависимости от характера дорог.

Привезённая на объект бетонная смесь подаётся в опалубку следующими способами: *кранами в бадьях, бетоноукладчиками, средствами вибротранспорта, бетононасосами и др.* (рис. 1.2-1.3).

а)



б)



в)

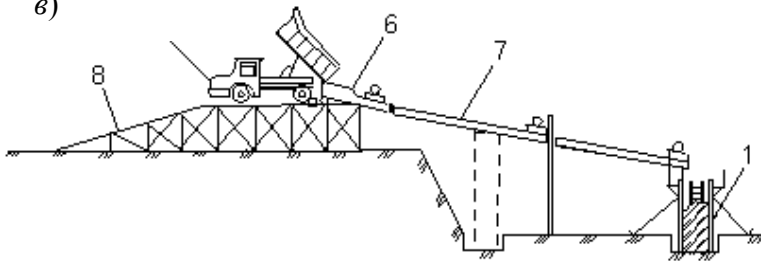


Рис. 1.2. Схемы подачи бетонной смеси в опалубку фундамента:
а – при помощи бады, перемещаемой краном; б – ленточным бетоноукладчиком;
в – средствами вибротранспорта; 1 – бетонируемый фундамент; 2 – поворотная
бадя; 3 – гусеничный кран; 4 – ленточный бетоноукладчик; 5 – автосамосвал;
6 – вибропитатель; 7 – вибролоток; 8 – передвижная эстакада

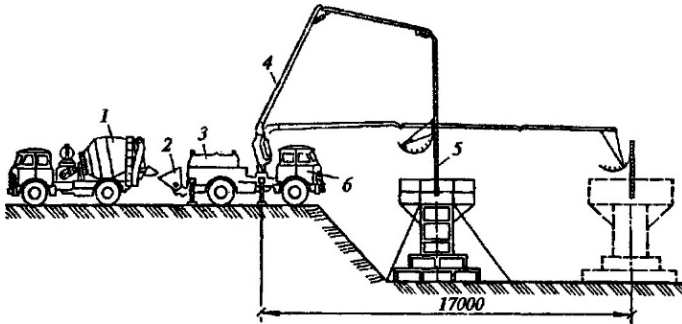


Рис. 1.3. Схемы подачи бетонной смеси в опалубку фундамента при помощи бетононасоса: 1 – бетоновоз, 2 – приемный бункер, 3 – бетононасос, 4 – стрела, 5 – рукав

Крановая схема укладки бетона с помощью бадей охватывает около 85% объема бетонируемых конструкций. Преимуществом этой схемы является возможность подачи смеси в любую точку в пределах вылета стрелы крана, а также универсальность грузоподъемной машины, обеспечивающая её использование для перемещения других материалов и строительного инвентаря (навешивание и снятие рабочих площадок, погрузо-разгрузочные работы и т.п.). Из известных типов кранов предпочтительнее стреловые гусеничные и пневмоколёсные краны, не требующие устройства и разборки подкрановых путей и обладающие высокими скоростями перемещения грузового крюка в пространстве.

Большая маневренность и широкий фронт работ *самоходных бетоно-укладчиков* на базе гусеничных тракторов и кранов-экскаваторов, оснащённых конвейерным рабочим органом, позволяет подавать бетонную смесь по горизонтали на расстояние 3-20 м и на высоту до 8 м, а также опускать бетон под углом до 10° . Их производительность составляет 9-20 м³/ч.

Перемещение бетонных смесей по *лоткам и желобам*, оборудованным вибраторами и установленным с уклоном 5-15°, обеспечивает интенсивность бетонирования 5-12,5 м³/ч. Сползание бетона возможно лишь при расположении вибропитателя, в который выгружается доставленная на объект смесь, выше отметки верха опалубки. Если фундамент возвышается над поверхностью земли, то укладка верхних слоёв бетона возможна при размещении вибропитателя и транспортного средства на специально сооружаемой передвижной эстакаде.

Непрерывная подача смеси бетононасосами, пневмонагнетателями и ленточными транспортёрами рекомендуется при темпах бетонирования более $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и сосредоточенных объёмах работ не менее 1,5 тыс. м^3 .

Поданная в опалубку смесь распределяется слоями толщиной 20–40 см и уплотняется. Эти операции при использовании подвижных бетонных смесей чаще всего выполняются с помощью внутренних (глубинных) вибраторов, подразделяемых на *вибробулавы* и *вибраторы с гибким валом*.

Выполняя данную практическую работу обучающийся должен по каждому строительному процессу наметить не менее двух вариантов производства работ (табл.1.2).

Таблица 1.2

Варианты производства железобетонных работ

Наименование строительного процесса	В А Р И А Н Т			
	I	II	III	IV
1. Устройство опалубки	С помощью крана	С помощью средств малой механизации	Вручную	С помощью крана
2. Установка арматуры	То же	То же	То же	То же
3. Доставка бетонной смеси	Самосвалами	Автобетоно-возами	Автобетоно-смесителем с распределительной стрелой	Бадьями в кузове автомобиля
4. Подача и укладка бетонной смеси	Бетоноукладчиком с одной стороны котлована	Средствами вибротранспорта	Автобетоно-смесителем с распределительной стрелой	Краном с двух сторон котлована
5. Уплотнение Бетонной смеси	Вибратором с гибким валом	Вибробулавой	Трамбованием	Вибратором с гибким валом
6. Распалубка фундамента	С помощью крана	Средствами малой механизации	Вручную	С помощью крана

В таблице 1.2 приведены некоторые способы выполнения строительных процессов, входящих в состав железобетонных работ.

Помощь в отыскании оптимальных методов производства работ могут оказать литературные источники [1-4].

В выводах работы даётся описание сравниваемых вариантов с указанием преимуществ и недостатков, производится их оценка и выбирается наиболее рациональный вариант.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

ПОДСЧЁТ ТРУДОЁМКОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА

Цель работы: получение обучающимися практических навыков в расчётах по трудоёмкости и интенсивности бетонирования фундамента.

Общие сведения

При проектировании технологических карт трудоёмкость работ определяется на основании нормативов, приведённых в сборниках ЕНиР, и объёмов работ, подсчитанных в табл. 1.1. При этом учитываются поправочные коэффициенты, отражающие условия производства работ и содержащиеся в технической части и примечаниях к соответствующим параграфам ЕНиР.

Целью составления производственной калькуляции является определение трудоёмкости и машиноёмкости, а также размера заработной платы рабочих, как по отдельным процессам, так и по возведению фундамента в целом. Основанием для разработки калькуляции служат объёмы работ по каждому процессу, методы их выполнения и нормы ЕНиР [18].

Типовая форма калькуляции определена нормативными требованиями [12], но на практическом занятии допускается её упрощение и замена ведомостью трудозатрат.

Порядок выполнения работы

В табл. 2.1 показан пример подсчета трудозатрат по возведению подземной части здания.

При составлении ведомости в графе 1 указывается параграф ЕНиРа, номера таблицы, строки и столбца, определяющие местоположение необходимой нормы времени на единицу продукции. Здесь

же даются значения поправочных коэффициентов, отражающих условия производства работ.

Таблица 2.1

Ведомость трудозатрат по возведению фундамента

Шифр §§ ЕНиР	Наименование процесса	Ед. изм.	Объём работ	Состав звена по ЕНиР	Н вр, чел-ч	Трудоёмкость, чел-ч
1	2	3	4	5	6	7
§Е 4-1-34 табл. 2; 1, а	Установка деревянной щитовой опалубки при площади щитов до 1 м ²	м ²	2217,6	Плотник 4 разр.-1 2 разр.-1	0,62	1374,9
§Е 4-1-44 табл.3; 3, б	Установка арматурных каркасов массой 50 кг вручную Н _{вр} =0,11 чел-ч (ПР-1)	шт	532	Арматурщик 3 разр.-1 2 разр.-2	0,35	186,2
§Е 4-1-49 табл.2; 1	Укладка смеси с помощью бадей, подаваемых краном, в ленточные фундаменты шириной 600 мм	м ³	665,3	Бетонщик 4 разр.-1 2 разр.-1	0,3	199,6
§Е 4-1-34 табл.2; 1, б	Разборка опалубки фундаментов из щитов площадью до 1 м ²	м ²	2217,6	Плотник 3 разр.-1 2 разр.-1	0,15	332,6
§Е 4-1-7 3,а К=1,1 (ТЧ-1)	Укладка стреловым краном на пневмоколесном ходу плит перекрытий площадью 7,2 м ²	шт.	140	Монтажник 4 разр.-1 3 разр.-2 2 разр.-1	0,72	110,9
§Е 11-37 4; в К=1,85 (ПР-1)	Окрасочная гидроизоляция фундаментов вручную битумной мастикой на 2 раза	100 м ²	6,42	Изолировщик 4 разр.-1 2 разр.-1	10,0	118,8
§Е 11-40 табл.1; 2, а К=1,9 (ПР-1)	Оклеенная гидроизоляция двумя слоями рубероида на битумной мастике вручную	100 м ²	2,02	Изолировщик 4 разр.-1 3 разр.-1 2 разр.-1	10,5	40,3
Итого:						2363,3

В графе 2 в технологической последовательности приводятся согласованные с названиями параграфов ЕНиРа описания всех строительных процессов с указанием основных факторов, влияющих на величину нормы времени.

Графы 3 и 4 по каждому процессу содержат объёмы работ в единицах измерения ЕНиР.

В графе 5 приводятся профессиональный, квалификационный и численный составы рабочих звеньев по ЕНиР.

В графе 6 указывается норма времени в чел-ч.

В графе 7 – затраты труда, полученные перемножением граф 4, 6 и соответствующих поправочных коэффициентов.

Из условия полной загрузки звена бетонщиков необходимо, чтобы темп укладки бетонной смеси был не менее нормативной интенсивности бетонирования, м³/ч:

$$J_{б} = V_{бет} N_{зв} / T_{бет} \quad (2.1)$$

где $V_{бет}$ – объём укладываемой бетонной смеси, м³; $N_{зв}$ – численный состав звена бетонщиков, чел.; $T_{бет}$ – трудоёмкость работ по укладке бетона, чел-ч.

В выводах к работе приводятся результаты, полученные при расчёте трудоёмкости и интенсивности бетонирования фундамента, результаты трудозатрат по возведению фундамента при сравнении двух вариантов производства железобетонных работ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

ПОДБОР СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ИХ УВЯЗКА ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ ФУНДАМЕНТА

Цель работы: получение обучающимися практических навыков в расчётах по подбору средств механизации и их увязки по производительности при бетонировании фундамента

Порядок выполнения работы

1. Выбор ведущей машины

Ведущей является машина, занятая на выполнении основного процесса – укладке бетонной смеси. Если бетонирование фундамента ведётся с помощью стрелового крана, то его выбор следует начинать с уточнения схемы передвижения относительно возводи-

мого сооружения. Затем рассчитываются требуемые технические параметры: грузоподъемность и вылет стрелы крана (рис. 3.1).

Требуемая грузоподъемность крана

$$Q_{\text{тр}} = P_{\text{max}} + P_3, \quad (3.1)$$

где P_{max} – максимальная масса поднимаемого груза (бадьа с бетоном или плита перекрытия), т; P_3 – масса захватного приспособления, принимаемая равной 0,05 т.

Тип бадьи и ее масса с бетоном определяются по прил. 1, табл. 1.

Требуемый вылет стрелы крана рассчитывается из условия безопасного приближения крана к котловану:

$$L_{\text{тр}} = b_{\text{к}} / 2 + l_{\text{д}} + q + b_3, \quad (3.2)$$

где $b_{\text{к}}$ – ширина базы крана, равная 3-4 м; $l_{\text{д}}$ – допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса до ближайших опор крана, определяемое по табл. 3.1; q – расстояние от нижней точки откоса до ближайшей оси фундамента, м; b_3 – ширина обслуживаемой зоны, равная половине ширины фундамента при перемещении крана с двух сторон котлована, и полной его ширине – при перемещении с одной стороны выемки, м.

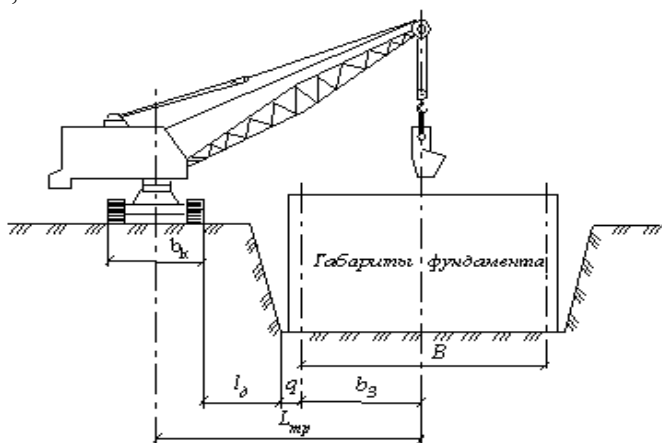


Рис. 3.1. Схема определения требуемого вылета стрелы

Таблица 3.1

Допустимое расстояние от основания откоса до ближайших опор машины по горизонтали, м

Глубина выемки, м	Г р у н т			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1	1,50	1,25	1,00	1,00
2	3,00	2,40	2,00	1,50
3	4,00	3,60	3,25	1,75
4	5,00	4,40	4,00	3,00

Рассчитав требуемые технические параметры по справочникам или по прил. 1, рис. П.1 подбирается кран, у которого на вылете стрелы $L_{тр}$ фактическая грузоподъемность не менее рассчитанной по формуле (3.1).

Если бетонная смесь подаётся в опалубку другими способами, то выбор ведущей машины производится из условия обеспечения интенсивности бетонирования, полученной по формуле (2.1).

2. *Расчёт эксплуатационной производительности ведущей машины*

Эксплуатационная производительность крана на укладке бетонной смеси, $м^3/ч$,

$$П_{э,к} = 60 V_6 k_b / T_{ц} \quad (3.3)$$

где V_6 – объём бетонной смеси, загружаемой в бадью, $м^3$; $T_{ц}$ – продолжительность цикла крана по укладке бетонной смеси в опалубку, мин; k_b – коэффициент использования крана по времени.

Объём смеси, выгружаемой из транспортного средства в бадью, $м^3$,

$$V_6 = V_{тр} / N_6, \quad (3.4)$$

где $V_{тр}$ – объём смеси, доставляемой за один рейс, $м^3$ (прил. 1, табл. 4 и 5); N_6 – количество бадей, устанавливаемых при разгрузке транспортного средства (прил. 1, табл. 1).

Продолжительность кранового цикла, мин, равна

$$T_{ц} = t_b + t_c + 2 t_n + t_y + t_p, \quad (3.5)$$

где $t_b = 2-5$ мин – время выгрузки бетонной смеси из транспортного средства; $t_c = 0,5-1$ мин – продолжительность строповки бадей;

$t_n = 1,5-2$ мин – время перемещения бады с краном в одном направлении; $t_y = 1-3$ мин – продолжительность укладки бетона в опалубку; $t_p = 0,35-0,5$ мин – время расстроповки бады.

Если выгрузка доставленной бетонной смеси производится в несколько бадей, то для расчёта усреднённой продолжительности цикла работы крана в качестве первого слагаемого в формулу (3.5) подставляется величина t_B / N_B .

Коэффициент k_B для кранов с двигателем внутреннего сгорания принимается равным $0,76-0,78$, а для кранов с электроприводом – $0,8-0,82$.

Выработка других средств механизации, используемых для подачи и укладки бетона, определяется по прил. 1, табл. 2 и 3. Если полученная часовая производительность ведущей машины окажется значительно меньше интенсивности бетонирования, рассчитанной по формуле (2.1), то возможны следующие решения:

- увеличивается вместимость бады в пределах грузоподъёмности выбранного крана;
- назначается кран большей грузоподъёмности, способный подавать бетонную смесь в более вместительной баде;
- разрабатываются мероприятия по сокращению продолжительности цикла работы крана;
- меняется способ подачи бетонной смеси в конструкцию;
- оставляется неполная загрузка звена бетонщиков.

После принятия решения приводятся соответствующие обоснования и расчёты.

3. Подбор вспомогательных средств механизации и инвентаря

Для формирования комплекта машин, обеспечивающих бетонирование фундамента, необходимо подобрать транспортные средства для доставки бетонной смеси от завода на строительную площадку и рассчитать их количество, уточнить тип и число бадей для подачи смеси в опалубку, определить марку вибраторов и потребность в них.

Способ доставки смеси на строящийся объект определяется прежде всего удалённостью последнего от растворобетонного узла. Автомобили-самосвалы грузоподъёмностью $3,5-10$ т доставляют за один рейс $1,5-4,5$ м³ смеси на расстояние $10-20$ км (прил. 1, табл. 4),

а серийно выпускаемые автобетоносмесители имеют объём замеса от 2,5 до 7 м³ и обслуживают зону радиусом до 80-100 км (прил. 1, табл. 5). Отечественные автобетоновозы марки СБ-113М на шасси ЗИЛ-130Д-1 вмещают 2,2 м³ бетона, СБ-113М на базе МАЗ-504Г – 3 м³, а СБ-124 на базе шасси КамАЗ-5511 – 4 м³. Они способны перевозить бетонную смесь на расстояние 30-45 км.

Количество транспортных средств для бесперебойной доставки бетонной смеси на объект:

$$N_{\text{тр}} = [\Pi_{\text{э,к}} t_{\text{тр}} k_{\text{р}} / (60 V_{\text{тр}} k_{\text{в}})] + 1, \quad (3.6)$$

где $\Pi_{\text{э,к}}$ – часовая эксплуатационная производительность ведущей машины, м³/ч; $t_{\text{тр}}$ – продолжительность транспортного цикла, мин; $k_{\text{р}} = 0,85-0,9$ – коэффициент, учитывающий необходимый резерв производительности ведущей машины; $k_{\text{в}} = 0,85-0,95$ – коэффициент использования транспортной единицы по времени.

Продолжительность транспортного цикла, мин,

$$t_{\text{тр}} = t_3 + 120 L_{\text{т}} / v_{\text{т}} + t_{\text{в}}, \quad (3.7)$$

где $t_3 = 4-6$ мин – время загрузки автомобиля; $L_{\text{т}}$ – расстояние перевозки бетонной смеси, км; $v_{\text{т}}$ – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч; $t_{\text{в}} = 2-5$ мин – время выгрузки смеси.

Величина $v_{\text{т}}$ при доставке бетонной смеси по дорогам с жёстким покрытием принимается равной 30 км/ч.

Если при увязке производительности ведущей машины с интенсивностью укладки бетонной смеси поменялся тип бады, то их количество уточняется:

$$N_{\text{б}} = V_{\text{тр}} / V_{\text{б}}, \quad (3.8)$$

где $V_{\text{б}}$ – вместимость бады, м³.

В зависимости от массивности бетонируемой конструкции и густоты её армирования для уплотнения смеси подбираются электромеханические глубинные вибраторы с встроенным электродвигателем (прил. 1, табл. 6) или с гибким валом (прил. 1, табл. 7).

Количество вибраторов рассчитывается из условия:

$$N_{\text{в}} = J / \Pi_{\text{э,в}},$$

где J – фактическая интенсивность укладки бетонной смеси, определяемая эксплуатационной производительностью ведущей машины, м³/ч; $\Pi_{э,в}$ – эксплуатационная производительность вибратора, м³/ч,

$$\Pi_{э,в} = 7200 R^2 h_{сл} k_v / (t_{уп} + t_{пер}), \quad (3.9)$$

где R – радиус действия вибратора, м; $h_{сл}$ – толщина уплотняемого слоя бетонной смеси, м; $t_{уп} = 20-40$ с – продолжительность работы вибратора на одной позиции; $t_{пер} = 5$ с – продолжительность перестановки вибратора с одной позиции на другую; $k_v = 0,7-0,8$ – коэффициент использования вибратора по времени.

Согласно [11] предельная толщина уплотняемого слоя, м, составляет:

$$h_{сл} = l_v - l_n, \quad (3.10)$$

где l_v – длина рабочей части вибратора, м; $l_n = 0,05 - 0,1$ м – глубина погружения наконечника вибратора в ранее уложенный слой смеси.

На практике укладка смеси ведётся слоями 0,2-0,4 м.

Для исключения перерывов в уплотнении смеси фактическое количество вибраторов увеличивается с учетом одного резервного механизма.

В выводах приводятся результаты по подбору ведущей машины и вспомогательных средств механизации и инвентаря.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПОТОКА

Цель работы: получение обучающимися практических навыков по определению частных потоков, захваток и ярусов при бетонировании фундамента.

Общие сведения

Для организации поточного производства бетонных работ необходимо весь комплекс строительных процессов по возведению фундамента расчленить на отдельные частные потоки, а сооружаемую конструкцию в плане – на захватки и по высоте – на ярусы. Учитывая удобство выполнения операций по установке и соединению арматурных каркасов вне опалубки, а также большую трудоёмкость опалубочных работ рекомендуется разделить их на два потока:

первый – установка щитов по одной стороне фундамента и второй – сборка опалубки по второй стороне после завершения арматурных работ. Таким образом, бетонирование фундамента может быть расчленено на 5 частных потоков:

- первый – монтаж опалубки по одной стороне конструкции;
- второй – установка арматуры;
- третий – сборка опалубки по другой стороне фундамента;
- четвертый – укладка и уплотнение бетонной смеси;
- пятый – распалубка конструкции.

Порядок выполнения работы

Минимальное число захваток m_{min} , обеспечивающее необходимый фронт работ для всех звеньев рабочих, составит:

$$m_{min} = n + \alpha t_6 / k, \quad (4.1)$$

где n – количество частных потоков; α – число рабочих смен в сутки; t_6 – время нахождения бетона в опалубке, сут; $k = 1$ смене – ритм потока (продолжительность работ на одной ярусо-захватке).

В общую продолжительность цикла бетонирования входит технологический перерыв, необходимый для набора бетоном распалубочной прочности. Нормативные документы [11] устанавливают наименьшую прочность бетона для снятия вертикальных щитов опалубки в пределах 0,2-0,3 МПа. На практике опалубку ленточных фундаментов снимают через 6-72 ч в зависимости от температурного режима твердения бетона. В практической работе можно принять $t_6 = 2$ сут.

При назначении размера захватки необходимо учитывать технологические особенности производства бетонных работ, которые сводятся к следующим требованиям:

- бетонирование в течение смены должно вестись непрерывно;
- бетон следует разравнивать и уплотнять горизонтальными слоями толщиной 0,2-0,4 м по всей площади захватки, причем каждый последующий слой должен укладываться на предыдущий слой до начала схватывания цемента в нём;
- назначенное число захваток должно быть не менее, чем рассчитано по формуле (4.1).

С учетом вышеизложенного средний размер захватки, м, может быть найден:

$$L_3 = J t_{\text{укл}} / b_{\text{ф}} h_{\text{сл}}, \quad (4.2)$$

где J – фактическая интенсивность бетонирования, определяемая часовой производительностью ведущей машины, м³/ч; $t_{\text{укл}}$ – время укладки бетона до начала его схватывания, ч; $b_{\text{ф}}$ – ширина ленточного фундамента, м; $h_{\text{сл}}$ – принятая толщина укладываемого слоя бетонной смеси.

Время укладки бетона, ч,

$$t_{\text{укл}} = t_{\text{схв}} + t_{\text{д}},$$

где $t_{\text{схв}}$ – время схватывания цемента с момента приготовления бетонной смеси, ч; $t_{\text{д}}$ – продолжительность доставки смеси на объект, ч.

Время схватывания цемента устанавливается строительной лабораторией в зависимости от вида цемента, температуры воздуха, добавок в бетон и т.п. В практической работе можно принять $t_{\text{схв}} = 2$ ч.

Продолжительность доставки бетонной смеси на объект рассчитывается по формуле (3.7) с учётом перемещения загруженного транспортного средства в одном направлении. Для автобетоносмесителей, которые могут приготавливать смесь в конце транспортного цикла, принимается $t_{\text{д}} = 10-20$ мин.

После определения величины L_3 производится разбивка плана фундамента на захватки таким образом, чтобы они были равновелики по трудоёмкости или различались не более чем на 25%. Очередность бетонирования захваток должна быть увязана с направлением перемещения ведущей машины относительно возводимой подземной части дома.

Высота яруса при бетонировании конструкций определяется, в первую очередь, допустимой высотой свободного падения бетонной смеси во избежание её расслоения. Согласно [11] для стен и ленточных фундаментов она равна 4,5 м. Однако в целях удешевления работ за счёт неоднократного использования элементов опалубки фундамент рекомендуется разбить на два яруса. Кроме снижения стоимости работ уменьшение высоты бетонируемой конструкции снизит боковое давление уплотняемой смеси на опалубку, уменьшит её прогиб и повысит качество поверхностей фундамента.

В выводах приводятся результаты по определению размеров захваток и ярусов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ТРУДА РАБОЧИХ

Цель работы: получение обучающимися практических навыков по проектированию организации и методов труда рабочих при бетонировании фундамента.

Порядок выполнения работы

1. Расчёт состава комплексной бригады

В основу организации труда в комплексной бригаде, занятой выполнением работ нулевого цикла, закладывается поточно-расчленённый метод. Его сущность заключается в том, что для выполнения каждого частного потока назначается отдельное специализированное звено рабочих. Продолжительность его пребывания на объекте при ритмичном потоке принимается равной продолжительности работы ведущего звена. Она в свою очередь определяется ритмом потока и общим числом ярусо-захваток, на которые разбит фундамент. При односменной работе

$$t_{\text{вед}} = k m N_{\text{я}}, \quad (5.1)$$

где $t_{\text{вед}}$ – продолжительность работы ведущего звена, дни; k – ритм потока, смен; m – общее количество захваток; $N_{\text{я}}$ – число ярусов.

Численный состав звена, занятого в составе частного потока,

$$N_{\text{зв}} = T / t \alpha k_{\text{пер}}, \quad (5.2)$$

где T – трудоёмкость работ по частному потоку, чел-смен; t – продолжительность работы звена, равная величине $t_{\text{вед}}$; α – число смен работы звена в сутки; $k_{\text{пер}} = 1,1-1,2$ – коэффициент перевыполнения норм выработки.

Для нетрудоёмких процессов, осуществляемых вне потока (монтаж плит перекрытия), состав звена принимается по табл. 5.1.

Профессиональный, квалификационный и численный составы звеньев сводятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Состав комплексной бригады по возведению подземной части здания

Наименование частных потоков	Состав звена			Число смен в сутки	Общее число рабочих
	профессия	разряд	кол-во рабочих		
1. Установка наружных щитов опалубки	Плотник	4	1	1	2
2. Укладка арматуры		2	1		
3. Установка внутренних щитов опалубки	Арматурщик	3	1	1	2
4. Бетонирование фундамента		2	1		
5. Распалубка конструкции			и т.д.		
6. Монтаж плит перекрытия					
7. Гидроизоляция фундамента					
Итого: N_p чел.					

2. Опалубочные работы

Важнейшими факторами прогрессивной организации труда на установке и снятии опалубки являются: применение унифицированной оборачиваемой опалубки с инвентарными крепёжными и поддерживающими элементами, использование средств малой механизации (электросверлилок, талей, домкратов) и обеспечение рабочих необходимым ручным и измерительным инструментом. Применение опалубки из отдельных досок допускается лишь в местах доборов и в качестве разделительной на границах захваток.

До установки опалубки необходимо осуществить геодезическую разбивку осей и закрепление отметок бетонируемого фундамента. В процессе монтажа систематически проверяются все основные размеры опалубки в сборе, так как точное соблюдение параметров и положения щитов является основным требованием к производству работ.

При организации рабочих мест плотников необходимо учитывать, что они должны располагаться, как правило, внутри контура фундамента и обеспечивать безопасное выполнение работ на захват-

ке без лишних движений и потерь времени. Для установки и снятия щитов опалубки второго яруса рабочие места организуются на инвентарных подмостях или рабочих площадках, которые должны легко и быстро выставляться и убираться.

Поэлементный монтаж унифицированной мелкощитовой опалубки начинается с укладки по контуру фундамента направляющих досок, которые крепятся к забитым в землю кольям. Затем на направляющих досках в углах и через каждые 3-4 м с помощью временных распорок и подкосов выставляются маячные щиты. Расстояние между ними должно быть кратно длине щита. Затем устанавливаются схватки, которые соединяются со щитами натяжными крюками, и к схваткам клиновыми зажимами и стяжками присоединяются все промежуточные щиты. С наружной стороны опалубки ставятся подкосы, которые упираются в боковые стенки котлована. Внутри ленты фундамента противоположные щиты раскрепляются временными распорками, удаляемыми во время бетонирования.

Разборка опалубки производится поэлементно в порядке, обратном монтажу. Вначале выбиваются распорки и подкосы, снимаются схватки и другие крепёжные элементы. Затем ломиками отделяются от бетонной поверхности и снимаются щиты опалубки.

3. Арматурные работы

Передовая организация труда в звене арматурщиков базируется на комплексном обеспечении объекта арматурой в порядке и последовательности её установки. Поставляемые арматурные изделия должны быть снабжены бирками с обозначением марки элемента.

Для создания защитного слоя у боковых граней фундамента устанавливаются пластмассовые фиксаторы или к каркасу привариваются коротыши арматуры. Расстояние между фиксаторами принимается равным 1,5-2 м. Соединение арматурных изделий между собой может производиться дуговой сваркой или внахлестку с использованием вязальной проволоки $\varnothing 0,8-1$ мм.

4. Бетонные работы

В состав выполняемых звеном бетонщиков рабочих операций входят:

- очистка опалубки, заделка щелей шириной более 10 мм паклей, глиняным тестом или деревянными рейками, увлажнение водой деревянной и смазка поверхности металлической опалубки;
- удаление ржавчины и грязи с арматуры;
- приём, подача, укладка и уплотнение бетонной смеси;
- обработка рабочих швов;
- очистка инвентаря и приспособлений от налипшего бетона;
- укрытие бетона влагоёмкими материалами и его поливка в начальный период.

Рациональное распределение указанных операций обеспечивается при звене из трёх бетонщиков. Бетонщик 2-го разряда на приёмной площадке следит за выгрузкой смеси в бадьи, очищает транспортное средство от налипшего бетона, производит строповку бадьи и с помощью каната-оттяжки регулирует её подачу. Другой бетонщик 2-го разряда принимает бадью с бетоном, открывает затвор, включает прикрепленный к бадье вибратор, регулирует подачу смеси в опалубку, сигнализирует крановщику о перемещении бадьи в пространстве. Бетонщик 4-го разряда разравнивает и уплотняет бетонную смесь вибратором, устанавливает выгородки из досок для устройства рабочих швов, производит обработку поверхности последних.

При численном составе звена из двух человек разделение труда следующее. Бетонщик 2-го разряда осуществляет строповку бадьи и её подачу к месту бетонирования, а бетонщик 4-го разряда выгружает, разравнивает и уплотняет бетонную смесь.

При порционной подаче смеси образуются конусы, которые разравниваются вибратором до получения слоя требуемой толщины в пределах захватки. Распределение жёстких смесей осуществляется вручную с помощью лопат. Уплотнение глубинными вибраторами производится их погружением в слой бетона в вертикальном или слегка наклонном положении без соприкосновения с арматурой. При этом наконечник вибратора должен заглубляться в ранее уложенный и еще не схватившийся слой на глубину 5-10 см. Схема перестановки рабочего органа при ширине фундамента более двух радиусов действия вибратора показана на рис.5.1.

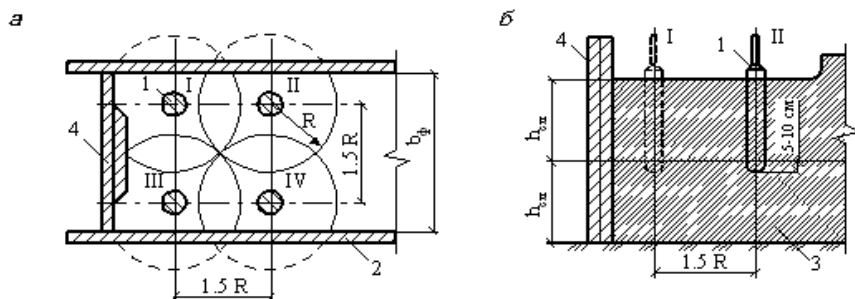


Рис. 5.1. Схема уплотнения слоя бетона: *a* – схема перестановки вибратора; *б* – положение вибратора в слое бетона; 1 – глубинный вибратор; 2 – опалубка; 3 – ранее уплотнённый слой; 4 – выгородка на границе захватки; I, II, III, IV – позиции вибратора

При $b_{\phi} < 2R$ наконечник вибратора переставляется по продольной оси фундамента с шагом, м,

$$l_{из} = 2 \sqrt{R^2 - \left(\frac{b_{\phi}}{2}\right)^2}.$$

Основными признаками завершения уплотнения смеси на данной позиции является прекращение оседания смеси и появление цементного молока на её поверхности.

При односменном режиме укладки бетонной смеси в конструкцию возникают технологические перерывы, требующие устройства рабочих швов по границам захватки. Согласно требованиям [11] поверхность рабочего шва должна быть перпендикулярна к продольной оси бетонируемой конструкции. Для образования вертикального ограничения на всю ширину фундамента закладываются деревянные доски с прорезями для арматуры. Перед началом бетонирования очередной захватки разделительные доски убираются, а поверхность рабочего шва очищается от цементной плёнки и промывается водой или продувается сжатым воздухом для прочного сцепления укладываемого бетона со старым.

Из прил. 2 видно, что за сутки (время укладки бетона на одной ярусо-захватке с технологическим перерывом) нижние слои бетона в тёплое время года набирают от 9 до 35 % марочной прочности в зависимости от температуры наружного воздуха. Поэтому при

прочности уложенного бетона не более 2-3 МПа обработка поверхности стыка производится механической металлической щеткой, а после набора бетоном прочности выше 7-10 МПа – пневматической шарошкой.

С целью создания благоприятных условий для твердения бетона в летнее время необходимо:

– на горизонтальные поверхности укладывать влагоёмкие материалы (мешковину, опилки, брезент и др.) на срок не менее 2 суток для предохранения бетона от вредного воздействия прямых солнечных лучей и ветра;

– в жаркую погоду поливать открытые поверхности и деревянную опалубку;

– поливку начинать не позднее чем через 10-12 ч, а в жаркую и ветреную погоду – через 2-3 ч после окончания бетонирования;

– при температуре воздуха 15°C и выше поливать конструкцию рассеянной струёй воды не реже трёх раз в сутки до достижения бетоном 75 % проектной прочности.

Далее разрабатываются организация и методы труда рабочих по устройству гидроизоляции фундамента.

В выводе применительно к выполняемым строительным процессам излагаются принятые студентом решения по организации труда в звеньях; организации фронта работ и рабочих мест; методам и приёмам труда рабочих.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА РАБОТ

Цель работы: получение обучающимися практических навыков по построению графика работ при бетонировании фундамента.

Общие сведения

График работ – основной документ в составе технологической карты, определяющий технологическую последовательность и продолжительность выполнения строительных процессов, сроки поставок материально-технических ресурсов, разделение и организацию труда в бригаде рабочих. По форме графики могут быть линейными, сетевыми и в виде циклограммы.

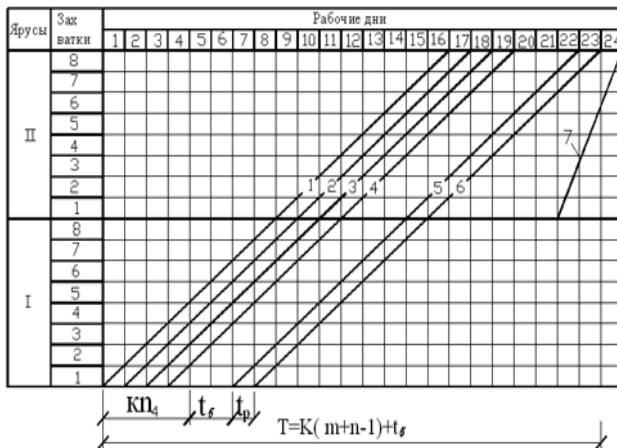


Рис. 6.1. Циклограмма специализированного потока по возведению фундамента:
 1 - устройство опалубки с одной стороны фундамента; 2 - установка арматуры;
 3 - устройство опалубки с другой стороны; 4 - бетонирование конструкции;
 5 - распалубка фундамента; 6 - гидроизоляция; 7 - монтаж плит перекрытия подвала

Порядок выполнения работы

В основу составления графика работ полагаются следующие принципы:

- выполнение работ в строгой технологической последовательности;
- максимальное совмещение по времени отдельных процессов;
- не менее чем двухсменная работа ведущих машин;
- соблюдение основных положений техники безопасности.

При проектировании графика продолжительность строительных процессов, выполняемых поточным методом с одинаковым ритмом, определяется по формуле (5.1), а других работ, осуществляемых с иным ритмом, рассчитывается по формуле

$$t = T / N_{зв} \alpha k_{пер}, \quad (6.1)$$

где t – продолжительность строительного процесса, дн.; T – трудоёмкость работ, чел-смен; $N_{зв}$ – численный состав звена рабочих по табл. 5.1; α – число смен работы в течение суток; $k_{пер} = 1,1-1,2$ – коэффициент невыполнения норм выработки.

Рекомендуется в данной работе построить циклограмму поточного возведения подземной части здания (рис. 6.1), а также изобразить линейный график, отражающий производство бетонных работ при возведении фундамента.

Линейный график строительства подземной части дома разрабатывается по следующей форме (табл. 6.1).

Таблица 6.1

График производства бетонных работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ	Трудоёмкость		Состав бригады	Рабочие дни
			на ед. изм., чел-ч	общая, чел-смен		
1	2	3	4	5	6	7

В первом столбце графика в технологической последовательности приводятся краткие описания строительных процессов по возведению фундамента.

Столбцы 2-5 заполняются на основании ведомости трудовых затрат. При этом общая трудоёмкость работ переводится в чел-смены.

В графе 6 указывается профессиональный и численно-квалификационный состав звеньев рабочих, назначаемых для выполнения каждого процесса.

В 7 столбце горизонтальными линиями толщиной не менее 2 мм в масштабе времени изображаются сроки выполнения соответствующих работ и взаимосвязи между отдельными звеньями рабочих. Над линией арабской цифрой показывается продолжительность процесса в рабочих днях, которая округляется до целого числа, в крайнем случае – до 0,5 дня.

В выводе приводятся результаты по определению продолжительности бетонирования фундамента, в случае рассмотрения нескольких вариантов производства работ по бетонированию фундамента приводится сравнение этих вариантов по продолжительности бетонирования.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Цель работы: получение обучающимися практических навыков по определению материально-технических ресурсов для производства работ при бетонировании фундамента.

Общие сведения

В данной работе определяется потребность в:

- *материальных ресурсах* – конструкциях, изделиях, материалах и полуфабрикатах;
- *технических ресурсах* – строительных машинах, оборудовании, инструментах и инвентаре;
- *эксплуатационных материалах*, которые необходимы для выполнения работ нулевого цикла.

Количество материалов и изделий определяется по рабочим чертежам фундамента и объемам работ по каждому строительному процессу.

Порядок выполнения работы

В основу расчётов могут быть положены следующие нормы расхода материалов:

1. Устройство ленточных бетонных фундамента (на 100 м^3 бетона):
 - Бетонная смесь – $102,0 \text{ м}^3$;
 - Щиты опалубки – 340 м^2 ;
 - Доски 40 мм – $0,59 \text{ м}^3$;
 - Доски 25 мм – $1,5 \text{ м}^3$;
 - Гвозди строительные 100 мм – 21,7 кг;
 - Проволока стальная 4 мм – 29 кг.
2. Горизонтальная гидроизоляция фундамента из рулонного материала в 2 слоя (на 100 м^2 изолируемой поверхности):
 - Рулонные материалы – $220,4 \text{ м}^2$;
 - Грунтовка из битума – 80,2 кг;
 - Мастика битумная – 420,4 кг;
 - Дрова – $0,7 \text{ м}^3$.
3. Боковая окрасочная гидроизоляция фундамента битумной мастикой в 2 слоя (на 100 м^2 изолируемой поверхности):
 - Мастика битумная – 240,2 кг;

Дрова – 0,35 м³.

Потребность в средствах механизации и прочих технических ресурсах устанавливается по принятой в технологической карте схеме организации строительства с учетом объемов работ и количества исполнителей. Перечень необходимого инструмента и инвентаря для железобетонных работ приведен в [5-7].

Результаты принятых решений оформляются в табличной форме (табл. 7.1 и 7.2).

Таблица 7.1

Материалы и полуфабрикаты

Наименование ресурса	Марка	Единица измерения	Количество
Сборные плиты перекрытия	ПК 60.12- 8Т – IV	шт	140
Бетон	Класс В15 на портландцементе класса ЦЕМ32,5	м ³	678,6
Арматура	А 400	т	26,6
Рубероид	РПП – 300	м ²	445,2
Мастика битумная и т.д.	МБК-Г-55	кг	2391,3

Более точно потребность в элементах опалубки может быть рассчитана по данным прил.3 с учетом их оборачиваемости, которая определяется по формуле

$$N_{об} = k m N_{я} / (k n + t_6), \quad (7.1)$$

где $N_{об}$ – количество оборотов опалубки, шт; k – ритм потока ($k = 1$ смене); m – суммарное количество захваток в конструкции; $N_{я}$ – число ярусов; n – количество частных потоков по бетонированию фундамента; t_6 – время твердения бетона до набора им распалубочной прочности, сут.

Ниже изложен пример подсчёта количества элементов опалубки для устройства ленточного фундамента.

Таблица 7.2

Машины, оборудование, инструмент и инвентарь

Наименование ресурса	Тип	Марка	Количество	Техническая характеристика
<i>1. Машины, оборудование и инвентарь для железобетонных работ</i>				
Монтажный кран и т.д.	Пневмо-колёсный	КС-5361	1	Стрела 22,5 м
<i>2. Инструмент для железобетонных работ</i>				
<i>3. Инструмент для монтажных работ</i>				
<i>4. Инструмент для изоляции фундамента</i>				

Пример. Требуется подобрать комплект мелкощитовой разборно-переставной опалубки для бетонирования ленточного фундамента, изображённого на рис. 1.1.

Исходные данные:

1. Площадь опалубливаемой поверхности $F_{\text{оп}} = 2217,6 \text{ м}^2$.
2. Высота фундамента – 3,3 м.
3. Число ярусов $N_{\text{я}} = 2$.
4. Высота яруса $h_{\text{я}} = 1,65 \text{ м}$.

Решение. Согласно [11] верх опалубки должен быть на 5-7 см выше верхней отметки бетонизируемой конструкции для укладки бетона с запасом на его осадку при вибрировании. Следовательно, высота опалубки на ярусе должна быть

$$h_{\text{щ}} = h_{\text{я}} + h_3 = 1,65 + 0,05 = 1,7 \text{ м}.$$

По прил. 3 подбираются размеры деревометаллических щитов, закрывающих высоту $h_{\text{щ}}$. Принято два нижних ряда щитов размером $150 \times 60 \text{ см}$, и один верхний ряд щитов размером $150 \times 50 \text{ см}$. Площадь нижнего щита $F_1 = 1,5 \times 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$, а верхнего $F_2 = 1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ м}^2$.

Для определения общего количества щитов первого (N_1) и второго (N_2) типа на 1000 м^2 опалубливаемой поверхности составляется система уравнений:

$$\begin{aligned} 0,9 N_1 + 0,75 N_2 &= 1000 \\ N_1 &= 2N_2 \end{aligned}$$

Решение полученных уравнений позволяет найти значения $N_1 = 785 \text{ шт.}$ и $N_2 = 393 \text{ шт.}$

Проверка: $0,9 \times 785 + 0,75 \times 393 \approx 1000$

Следовательно на 1000 м^2 поверхности опалубки требуется 785 щитов размером $150 \times 60 \text{ см}$ и 393 щита размером $150 \times 50 \text{ см}$.

Далее по формуле (7.1) подсчитывается оборачиваемость элементов опалубки:

$$N_{\text{об}} = k m N_{\text{я}} / (k n + t_6) = 1 \times 8 \times 2 / (1 \times 5 + 2) = 2,28 \text{ оборота.}$$

С учётом полученной оборачиваемости потребность в щитах опалубки составит:

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{оп}} : N_{\text{об}} = 2217,6 : 2,28 = 972,6 \text{ м}^2.$$

Таким образом, для выполнения опалубочных работ потребуются следующий комплект:

1. Щиты размером $150 \times 60 \text{ см}$ – $785 \times 0,973 = 764$ шт.
2. Щиты размером $150 \times 50 \text{ см}$ – $393 \times 0,973 = 382$ шт.
3. Подкосы для крепления щитов – $2000 \times 0,973 = 1946$ шт.
4. Натяжные крюки – $9000 \times 0,973 = 8757$ шт.
5. Замки для стяжек – $6000 \times 0,973 = 5838$ шт.
6. Замки соединения щитов – $5000 \times 0,973 = 4865$ шт.
7. Раздвижные ригели длиной 400 см – $20 \times 0,973 = 19$ шт.
8. Раздвижные ригели длиной 600 см – $30 \times 0,973 = 29$ шт.
9. Детали соединения схваток – $2000 \times 0,973 = 1946$ шт.
10. Навесные подмости – $150 \times 0,973 = 146$ шт.
11. Стремянки – $150 \times 0,973 = 146$ шт.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Цель работы: получение обучающимися практических навыков по определению технико-экономических показателей производства работ при бетонировании фундамента.

Порядок выполнения работы

Для оценки качества принятых проектных решений по устройству фундамента необходимо рассчитать два вида показателей: нормативные и проектные.

Основными технико-экономическими показателями технологической карты являются:

1. *Трудоемкость на весь объем работ, чел-см:*

Нормативная трудоемкость T_n определяется по ведомости затрат с переводом в чел-смены, а проектная T_n рассчитывается по формуле

$$T_n = \sum N t, \quad (8. 1)$$

где N – число рабочих в смену на выполнении данного процесса; t – продолжительность процесса в сменах, принимаемая по графику работ.

2. Трудоемкость на измеритель конечной продукции, чел-см/м³:

Нормативная трудоемкость на измеритель продукции определяется по формуле:

$$T_{\text{ед. н}} = T_n / V, \quad (8. 2)$$

При этом трудоемкость на конечный измеритель по технологической карте:

$$T_{\text{ед. п}} = T_n / V, \quad (8. 3)$$

где V – соответственно рабочий объем уложенного железобетона, м³.

3. Выработка на одного рабочего в смену, м³/чел.-см:

Нормативная выработка равна

$$B_n = V / T_n, \quad (8. 4)$$

При этом выработка по технологической карте

$$B_n = V / \sum N t. \quad (8. 5)$$

4. Продолжительность земляных и железобетонных работ, дни:

Принимается по графику работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акимова, Л.Д.* Технология строительного производства: Учеб. для вузов / Под ред. Г.М. Бадина и А.В. Мещанинова. 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, 1986.
2. *Атаев, С.С.* Технология индустриального строительства из монолитного железобетона – М.: Стройиздат, 1989.
3. *Афанасьев, А.А.* Интенсификация работ при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1990.
4. *Афанасьев, А.А.* Технология строительных процессов: Учеб. для вузов по спец. «Пром. и гражд. стр-во» / Под ред. Н.Н. Данилова и О.М. Терентьева. – М.: Высш. шк., 1997.
5. Строительные машины: Учеб. для вузов по спец. ПГС / Под ред. Д.П. Волкова. – М.: 1988.
6. *Теличенко, В.И.* Технология строительных процессов. В 2 ч. Ч. 2. Учебник / В.И. Теличенко, А.А. Лapidус, О.М. Терентьев. – М.: Высш. шк., 2003.
7. *Хамзин, С.К.* Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для строит. спец. вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М.: 1989.
8. *Хаятин, Ю.Г.* Монолитный бетон: Технология производства работ.—2-е изд., переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1991.
9. ГЭСН 81-02-06-2017. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные.
10. СП 45.13330.2012. Свод правил. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
11. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01 – 87. Несущие и ограждающие конструкции.
12. Градостроительный Кодекс РФ (ст.48, 49).
13. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
14. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства».
15. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. – М.: 2002.
16. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство – М.: 2004.
17. ЕНиР. Сборник Е 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: 1987.
18. ЕНиР. Сборник 11. Изоляционные работы. – М.:1988.

**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ**

Таблица 1

Технические характеристики поворотных бадей

Наименование показателя	Вместимость бадьи, м ³				
	0,5	1,0	1,5	2, 0	3,2
Масса бадьи, кг	315	490	617	880	2200
То же с бетоном, кг	1515	2809	4217	5680	9880
Габарит, мм:					
длина	3260	3612	4014	3600	3910
ширина	750	1232	1232	2250	3010
высота	1040	1040	1040	1040	1890
Допустимая перегрузка, %	30	25	15	25	-
Число бадей при разгрузке самосвала, шт.:					
МАЗ - 555	4	2	2	1	1
МАЗ 4571N2-537-030	-	3	2	1	1
МАЗ 5550С3-580-000	-	-	2	2	1

Продолжение прил. 1

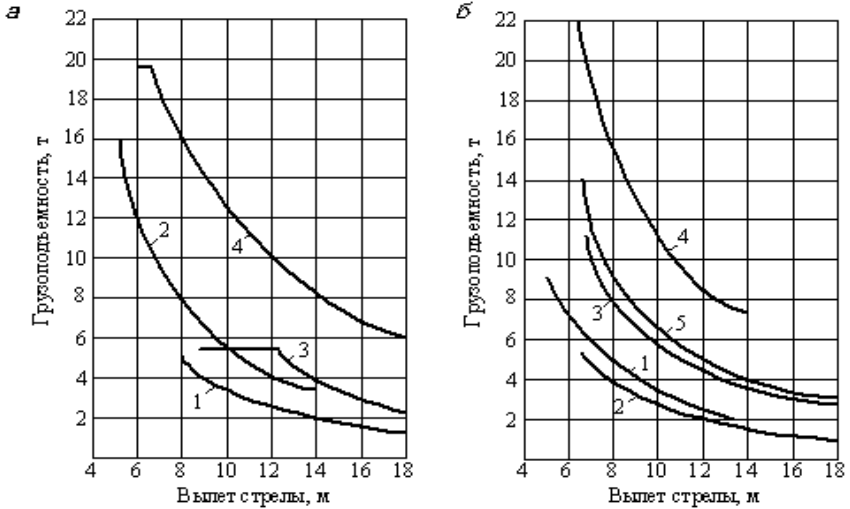


Рис. П.1. Грузовые характеристики кранов: а – гусеничные краны: 1 – МКГ-16М со стрелой 23 м; 2 – МКГ-25 со стрелой 22,5 м; 3 – то же со стрелой 22,5 м и клювом; 4 – СКГ-40 со стрелой 20 м и клювом; б – пневмоколесные краны: 1 – КС-4361 со стрелой 15 м; 2 – то же со стрелой 20 м; 3 – КС-5361 со стрелой 25 м; 4 – КС-6362 со стрелой 16 м; 5 – то же со стрелой 25 м

Таблица 2

Технические характеристики самоходных бетоноукладчиков

Наименование показателя	Марка бетоноукладчика				
	БУМ-1	БУ-1	УБК-132	ЭМ-44	ЛБУ-20
Производительность, м ³ /ч	9	11	11	15	20
Вылет стрелы, м	10	10	11	14	20
Угол поворота стрелы, град.	20	150	100	180	360
Вместимость приемного бункера, м ³	1,6	2,4	1,6	1,6	3,2
Базовая машина	Погрузчик Т-107	Трактор С-100ПГ	Трактор ДТ-75	Трактор С-100М	Спец. шасси

Продолжение прил. 1

Таблица 3

Технические характеристики бетононасосов

Наименование показателя	Марка бетононасоса			
	СБ-68	С-2Э6А	СБ-85	СБ-95
Производительность, м ³ /ч	5	10	25	25
Дальность подачи, м:				
по вертикали	10	40	50	50
по горизонтали	100	250	350	350
Диаметр цилиндра, мм	150	150	220	220
Ход у поршня, мм	-	250	1040	1040
Число ходов поршня в 1 мин	-	50	14,6	14,6
Подвижность перекачиваемой смеси, см	6-15	6-12	4-12	4-12
Вместимость приёмного бункера, м ³	-	0,45	0,55	0,55
Масса, кг	1050	2850	6500	11300

Таблица 4

Технические характеристики самосвалов

Наименование показателя	Марка автомобиля-самосвала				
	МАЗ-555	МАЗ 5550С3-580-000	МАЗ 4571N2-537-030	МАЗ 6513Е8-520-000	МАЗ 6501Е9-520-031
Грузоподъёмность, т	4,5	12,0	3,8	25,0	19,0
Объём бетона в кузове, м ³	2,0	6,5	11,0	20,0	27,5
Масса автомобиля, т	4,6	20,5	10,7	41,2	33,4

Продолжение прил. 1

Таблица 5

Технические характеристики автобетоносмесителей

Наименование показателя	Модель автобетоносмесителя					
	СБ-69Б	СБ-92-1А	СБ-15Э	СБ-127	АМ-6Н	42-84-03
Геометрический объём барабана, м ³	6,0	6,1	8,0	10,0	10,1	11,6
Объём бетона, м ³	2,5	4,0	6,0	6,0	6,0	7,0
Габарит, мм:						
длина	6630	7280	7380	7380	9930	2630
ширина	2630	2500	2500	2500	2500	3500
высота	3420	3350	3520	3480	3640	-
Масса, т	9,1	10,1	13,0	14,0	12,6	14,0

Таблица 6

Технические характеристики вибраторов со встроенным электродвигателем

Наименование показателя	Модель вибратора			
	ИВ-56	ИВ-59	ИВ-60	ИВ-65
Наружный диаметр корпуса, см	7,6	11,4	13,3	5,1
Длина рабочей части, см	51	52	52	51
Радиус действия, см	60	60	70	40
Мощность, кВт	0,80	0,60	1,10	0,27
Напряжение, В	36	36	36	36
Масса, кг	19	22	29	10

Продолжение прил. 1

Таблица 7

Технические характеристики вибраторов с гибким валом

Наименование показателя	Модель вибратора			
	ИВ-47	ИВ-66	ИВ-75	ИВ-67
Наружный диаметр корпуса, см	7,6	3,8	2,8	5,1
Длина рабочей части, см	44	36	40	41
Радиус действия, см	60	30	20	40
Мощность, кВт	1,2	0,8	0,8	0,8
Напряжение, В	36	36	36	36
Масса вибронаконечника, кг	8,6	2,4	-	4,5
Масса полного комплекта, кг	39	26	20	29
Длина вала, см	301	330	300	328

Приложение 2

Прочность бетона классов В15 – В25 на портландцементе класса прочности ЦЕМ32,5 в разном возрасте, % от R_{28}

Возраст бетона, сутки	Средняя температура твердения бетона, °С				
	0	5	10	20	30
1/2	-	4	5	12	17
1	-	9	12	23	35
2	-	19	25	40	55
3	-	27	37	50	65
5		38	50	65	78
7	35	48	58	75	87
14	50	62	72	87	100
28	65	77	85	100	100

Приложение 3

Условный комплект разборно-переставной мелкощитовой опалубки на 1000 м²
поверхности

Наименование детали	Размеры, см	Масса элемента, кг	Число, шт
Щиты каркасные деревометаллические	120 x 30	14,4	50
	120 x 40	19,2	60
	120 x 50	24,0	150
	120 x 60	28,8	180
	150 x 30	18,0	50
	150 x 40	24,0	60
	150 x 50	30,0	150
	150 x 60	36,0	180
	180 x 30	21,6	50
	180 x 40	28,6	60
	180 x 50	36,0	150
	180 x 60	43,2	180
Подкос для крепления щитов			
Натяжной крюк	200	30,0	2000
Замок для стяжек	-	1,52	9000
Замок соединения щитов	-	1,08	6000
Раздвижной ригель	-	1,52	5000
Деталь соединения схваток	400	9,0	20
Деталь соединения схваток	600	13,5	30
Навесные подмости	-	1,48	2000
Стремянки	-	84,0	150
	-	60,5	150

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1	6
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2	14
ПОДСЧЁТ ТРУДОЁМКОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА.....	14
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3	16
ПОДБОР СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ИХ УВЯЗКА ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ ФУНДАМЕНТА	16
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4	21
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПОТОКА.....	21
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5	24
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ТРУДА РАБОЧИХ	24
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6	29
ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА РАБОТ	29
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7	32
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	32
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8	35
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	43