

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

«МАЙКОПСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра строительных и общепрофессиональных  
дисциплин

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению практических работ  
по дисциплине

**«Основы технологии возведения зданий»**

для направления подготовки

**08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО**

для профиля подготовки

**«Промышленное и гражданское строительство»**  
всех форм обучения

Майкоп 2019

УДК 725(07)

ББК 38.71

М 54

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

Составители:

Гонежук С.Ю. ст. преподаватель  
Стерехова Н.В. ст. преподаватель  
Шишова Р.Г. канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Меретуков З.А.

канд. техн. наук, доцент

Методическое указание содержит описание последовательности действий студента при выполнении практических работ, включает в себя рекомендации по, составу, объему, содержанию и оформлению курсового проекта, указания и требования, предъявляемые к конструкторской документации, список литературы.

Методические указания по выполнению по выполнению практических работ по дисциплине «Основы технологии возведения зданий» для студентов по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» для профиля подготовки «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения. / Гонежук С.Ю. ст. преподаватель; Стерехова Н.В. ст. преподаватель

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

При выполнении практической работы студенты должны овладеть основами проектирования технологии строительных процессов при возведении подземной части здания и методикой разработки технологических карт на выполнение простых и сложных строительных процессов (строительных работ).

Перед студентами ставятся следующие задачи:

- изучение простых и сложных строительных процессов;
- выбор основных технологических средств, используемых при выполнении заданного вида работ или строительных процессов;
- разработка технологических карт на выполнение двух сложных строительных процессов (например, земляные и монолитные железобетонные работы или земляные работы и монтаж строительных конструкций).

## **2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛОЖНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **2.1. Уточнение специфики конкретного варианта**

Для определения специфики конкретного варианта, необходимо составить краткое описание объекта, для которого будет разрабатываться технология производства сложного строительного процесса - тип здания и сооружения, его основные размеры, этажность, виды применяемых материалов и конструкций (сборные, монолитные, сборно-монолитные) и их основные характеристики.

Следующим этапом на миллиметровой бумаге вычерчиваются план и поперечный разрез здания или сооружения с расположением всех элементов подземной части. На этих схемах указываются все конструктивные элементы, размеры и отметки здания или сооружения в соответствии с заданием. В дальнейшем эти схемы используются при составлении ведомости объемов работ на проектируемый сложный строительный процесс.

### **2.2. Процессы возведения подземной части здания**

При возведении подземной части здания выполняются два основных вида работ - земляные и монолитные железобетонные или монтажные работы (для сборных фундаментов). Чтобы определить состав каждого сложного строительного процесса студенты сначала определяют входящие в него простые процессы, т.е. выписывают все основные, заготовительные, вспомогательные и транспортные процессы, которые необходимы для реализации в полном объеме проектируемого сложного строительного процесса. Описание этих процессов должно соответствовать ЕНиРам на

соответствующие виды работ.

Ниже рассмотрена технология производства перечисленных процессов земляных, монолитных железобетонных и монтажных работ. Номенклатура и объемы работ являются исходными данными для технологического проектирования. В процессе проектирования должен быть определен комплект машин и механизмов, которые предполагается использовать для каждого строительного процесса. В результате технологического проектирования разрабатываются технологические карты на выполнение двух комплексных строительных процессов.

Если в задании указаны экстремальные условия производства работ, то следует привести описания дополнительных процессов и мероприятий, необходимых для выполнения работ в этих условиях.

### **3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ**

#### **3.1. Объем котлована и засыпки пазух**

По данным задания студент должен произвести привязку здания на местности, разбивку осей котлована, определить геометрические размеры и объем котлована (рис. 3.1). В прил. 1 приведены необходимые для этих целей справочные материалы.

Объемы работ подсчитывают, используя план и разрез подземной части здания, по которым определяют наличие подвала, технического подполья, типы, расположение и общее количество фундаментов.

Для заложения фундаментов многоэтажных гражданских и промышленных зданий разрабатывается общий котлован или траншеи под ленточные фундаменты. Решение о типе земляного сооружения под отдельно стоящие фундаменты колонн (вариант одноэтажного промышленного здания) принимается после разработки профилей отдельных котлованов под каждый фундамент по продольным и поперечным осям. Результаты построения сводятся к трем вариантам, при которых откосы котлованов:

- пересекаются по продольным и поперечным осям - разрабатывается один общий котлован;

- пересекаются по продольным осям- в этом случае отрываются траншеи по каждой оси;

- не пересекаются- в подобном варианте разрабатываются отдельные котлованы под каждый фундамент.

Объемы грунта при отрывке общего котлована и траншей определяют по формуле

$$V = \frac{h(F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + 4F_{\text{ср}})}{6},$$

где  $h$  - глубина котлована (определяется заданием), м;  $F_{\text{н}}$  - площадь котлована по низу, м<sup>2</sup>;

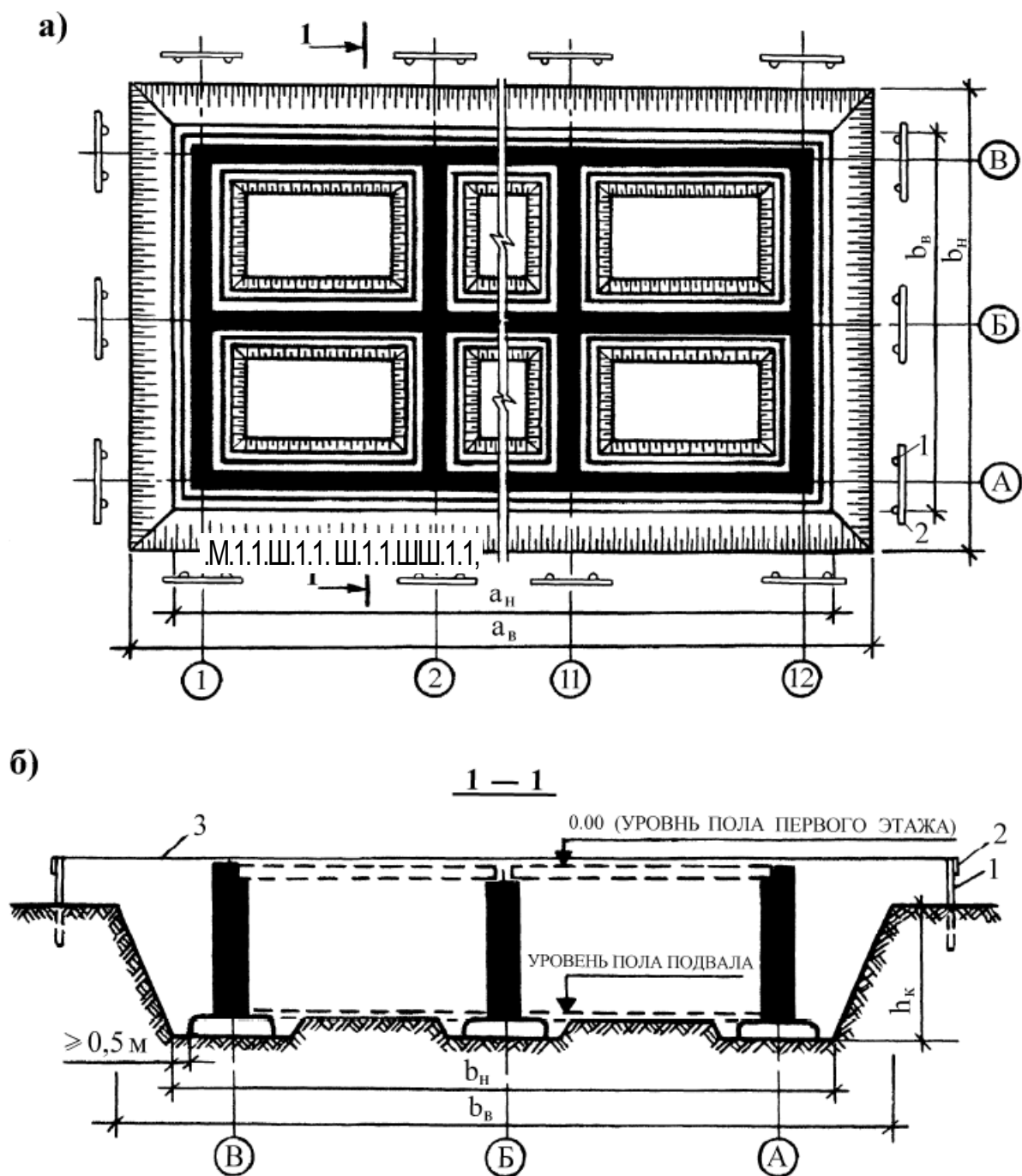


Рис. 3.1. Разбивка и привязка здания:  
 а) закрепление осей на обноске; б) вертикальная привязка здания;  
 1 - стойка; 2 - доска; 3 - проволока

$F_B$  - площадь котлована по верху,  $m^2$ ;

$F_{cp}$  - площадь котлована на глубине  $h/2$ ,  $m^2$ .

Для отдельных котлованов объемы грунта вычисляют, используя формулу объема усеченной пирамиды:

$$V = \frac{h(F_B + F_{cp} + \sqrt{F_B F_{cp}})}{3}.$$

Объем грунта обратной засыпки пазух котлованов и траншей определяется по формуле:

$$V_{обр.з.} = \frac{V - V_{п.ч.}}{1 + \rho},$$

где  $V$  - объем котлована,  $m^3$ ;

$V_{п.ч.}$  - объем подземной части здания или фундаментов до планировочной отметки,  $m^3$ ;

$\rho$  - остаточное разрыхление грунта после искусственного уплотнения, зависит от вида грунта.

## 3.2. Объемы монтажных и железобетонных работ

### 3.2.1. Составление спецификации монтажных или конструктивных элементов

На основании анализа архитектурно-планировочных решений здания необходимо составить спецификацию основных конструктивных элементов как для сборных, так и для монолитных конструкций. Для этого определяется объем и масса каждого элемента, и их необходимое количество, а затем суммарный объем элементов на захватку или все здание (табл. 3.1).

**Таблица 3.1 Спецификация монтажных или конструктивных элементов**

№ и/и	Наименование элементов, конструкций	Размеры, см			Пло- щадь, $m^2$	Объем эле- мента или конст- рук- ции, $m^3$	Масса эле- мента или конст- рук- ции, т	Ко- личе- ство, шт.	Объем элемен- тов или конст- рукций на за- хватку
		Длина	Ширина или высота	Тол- щина					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

При составлении спецификации необходимо иметь в виду, что графа 6 заполняется только для плит перекрытий, покрытий и стеновых панелей. Если в задании не указаны размеры отдельных элементов, они определяются по чертежам; массу этих элементов можно вычислить, принимая среднюю

плотность бетона несущих конструкций 2,3...2,5 т/м<sup>3</sup>,  
ограждающих -1,8...2,0т/м<sup>3</sup>.

Объемы сборных железобетонных фундаментов подсчитывают в следующей последовательности: определяют количество и объем блок-подушек по типам и размерам, затем подсчитывают количество рядовых фундаментных блоков. Для этого сначала определяют объем кладки, а затем делят его на объем одного блока, умноженного на коэффициент 1,02, т.е. объем блока «увеличивается» на 2% (на швы). Количество блоков определяют по формуле

$$N = \frac{V}{v} \cdot 1,02, \text{ шт.},$$

где  $V$  - объем кладки, м<sup>3</sup>;  
 $v$  - объем одного блока, м<sup>3</sup>.

Объем кладки определяют как произведение развернутой длины фундамента ( $L_p$ ), проектной высоты фундамента от блок-подушки до верхнего обреза ( $h$ ) и толщины стены подвала или фундаментного блока ( $\delta_{ст}$ ):

$$V = L_p \cdot h \cdot \delta_{ст}, \text{ м}^3.$$

Объем одного блока определяют по его геометрическим размерам.

При различной глубине заложения фундаментов переход между ними устраивают уступами. В сборных фундаментах высота уступов обычно равна высоте блоков или блок-подушек.

### 3.2.2. Подсчет количества основных полуфабрикатов и материалов

После составления спецификации приступают к формированию ведомости потребности в основных материалах и полуфабрикатах (табл. 3.2).

**Таблица 3.2 Ведомость потребности в материалах, полуфабрикатах и конструкциях**

№ и/и	Наименование конструкций	Едини- цы из- мерения объема	Объем (коли- чество)	Наименование материалов	Норма на единицу объема	Расход мате- риалов	Обосно- вание (глава и парагра ф СНиП)
1	2	3	4	5	6	7	8

Объемы работ, необходимые для определения количества полуфабрикатов и материалов, берутся из табл. 3.1. Количество и характеристику основных полуфабрикатов и материалов определяют по СНиП 4.02-91; СНиП 4.05-91 (сборник 6 «Устройство бетонных и железобетонных конструкций монолитных» и сборник 7 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные») или Нормативным показателям расхода материалов (сборники 06 и 07), разработанным Минстроем России на

основе СНиП 4.02-91; СНиП 4.05-91 с конкретизацией структуры строительно-монтажных процессов.

Например, основными полуфабрикатами при выполнении монтажных работ являются бетонная смесь, растворы, а материалами- арматурная или листовая сталь и электроды для соединения сборных элементов посредством электросварки. Нормы расхода и марки растворов и бетонной смеси для устройства растворной постели, заливки и расшивки швов, а также количество электродов определяются по нормативным источникам (прил. 2, табл. 2.1, 2.2).

Необходимое количество материалов и полуфабрикатов для гидроизоляционных работ определяют с учетом нормативных расходов материалов, приведенных в прил. 2, табл. 2.3. Площадь вертикальной обмазочной гидроизоляции определяют как площадь подземной части наружных поверхностей стен подвала.

Площадь горизонтальной гидроизоляции в уровне пола подвала равна площади сечения всех стен подвальной части здания в этом уровне, а площадь изоляции выше спланированной отметки земли - площади сечения наружных стен здания на этой отметке.

В дальнейшем данные табл. 3.2 используют при составлении формы 5 технологической карты.

### 3.3. Составление ведомости объемов работ

В ведомость объемов работ (табл. 3.3) включают все основные и вспомогательные процессы, которые выполняются в проектируемом сложном строительном процессе. Определение объемов работ ведется с использованием спецификации монтажных и конструктивных элементов и ведомости расхода основных конструкций, материалов и полуфабрикатов, а также рабочих чертежей.

**Таблица 3.3 Ведомость объемов работ**

№ п/п	Наименование процессов	Единица измерения	Количество работ на захватку	Расчет объемов работ
1	2	3	4	5

*Для земляных работ* может составляться отдельная ведомость. В нее включаются следующие основные процессы: разработка грунта экскаватором с погрузкой на автотранспорт и в отвал; рытье траншей под фундаменты стен и котлованов под фундаменты колонн; засыпка пазух с уплотнением грунта; зачистка котлована; устройство песчаной подушки в траншеях и котлованах под фундаменты (в случаях, перечисленных в СНиП).

*При возведении монолитных фундаментов* основными процессами, формирующими ведомость объемов работ, являются: установка, разборка и перестановка опалубки, монтаж арматурных каркасов и сеток; ручная установка арматурных стержней и закладных деталей; сварка и вязка стыков



арматуры; укладка бетонной смеси; установка бетононасосов и т.п.

При подсчете объемов работ монолитных конструкций площадь опалубки (опалубливание и распалубливание) соответствует площади боковых поверхностей монолитных конструкций. Масса арматуры и объем арматурных работ определяется заданием.

Объемы работ по укладке бетонной смеси определяются как геометрические объемы возводимых конструкций.

*При подсчете объемов работ по возведению монолитных ленточных фундаментов* постоянного поперечного сечения необходимо определить площадь поперечного сечения и умножить ее на длину фундамента:

$$V = F \cdot L, \quad \text{м}^3,$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения фундамента,  $\text{м}^2$ ;

$L$  - длина фундамента, м.

При различной глубине заложения фундаментов, ширине подошвы и т.п. объем работ подсчитывают по отдельным участкам с одинаковыми сечениями. Результаты подсчета по всем участкам суммируют.

$$V = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 + F_3 \cdot L_3 + \dots + F_n \cdot L_n, \quad \text{м}^3,$$

где  $F_1, F_2 \dots F_n$  - площади сечений фундаментов на отдельных участках,  $\text{м}^2$ ;

$L_1 \cdot L_2 \dots L_n$  - длина соответствующих участков, м.

Развернутую длину фундаментов под наружные стены подсчитывают по размерам в осях отдельных участков с одинаковыми профилями поперечных сечений. Такой способ подсчета может быть применен независимо от конфигурации фундамента в плане, если ось симметрии фундамента не выходит за пределы средней трети его ширины. Если это условие не выполняется, то развернутую длину ленточных фундаментов подсчитывают «в чистоте» отдельными участками с одинаковыми профилями поперечного сечения (способ «отсечки»).

Длину фундаментов под внутренние стены тоже определяют «в чистоте» участками, длина которых соответствует расстоянию между внутренними гранями фундаментов под наружные стены.

*При проектировании монтажных работ* основными процессами, формирующими ведомость объемов работ, являются: монтаж фундаментных плит и блоков, плит перекрытий над подвалом, лестничных площадок и маршей (всех конструктивных элементов, представленных в спецификации); сварка стыков монтируемых элементов; заделка стыков бетоном, раствором или другими материалами, гидроизоляция фундаментов и стен подвала (вертикальная и горизонтальная).

Наименование процессов и единицы измерения необходимо записывать в соответствии с ЕНиРом на соответствующие работы. Например, конструктивный элемент «Колонна» из табл. 3.1 будет записан в графу 2 табл. 3.3 (см. ЕНиР Е-4-1) - «Установка колонны в стакан фундамента», «Плиты перекрытия»- «Укладка плиты перекрытия»; размерность в обоих случаях-штуки. Вспомогательным процессом при установке колонн является

заделка стыков колонн с фундаментами, для плит перекрытий- сварка стыков и заливка швов плит перекрытий. Вспомогательные процессы учитывают только в тех случаях, если они не учтены нормами на выполнение основных процессов.

Количество работ (графа 4) для основных процессов переносится из графы 9 табл. 3.1, а для вспомогательных процессов сначала осуществляется расчет в графе 5, а затем полученное количество записывается в графу 4. Объем сварочных работ определяется в соответствии с заданием, где указана общая длина сварных швов на элемент. При заливке швов плоскостных конструкций длина шва на один элемент принимается равной половине периметра этого элемента.

#### **4. МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

Рассматривая вопрос разработки грунта, студент должен привести основные параметры котлована (размеры в плане, глубину, уровень грунтовых вод, виды грунтов). Затем определяется состав работ, подлежащих выполнению, и решаются вопросы организации работы экскаватора (с погрузкой грунта в автотранспорт или навывет, производится ли доставка грунта для засыпки пазух или используется грунт, оставленный на бровке котлована). Устанавливается период выполнения работ (летний или зимний) и сменность (одна, две или три смены).

В соответствии с принятыми решениями студент определяет номенклатуру, объемы и трудоемкость работ и разрабатывает технологические схемы их производства.

##### **4.1. Технология процессов разработки грунта котлованов**

Отрывка котлованов под фундаменты производится одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной или прямой лопатой, а также драглайном с ковшами вместимостью 0,25... 1 м<sup>3</sup> в зависимости от объема разрабатываемого грунта.

В зависимости от геометрических размеров котлована, типа и марки землеройной техники назначают проходки экскаватора.

Разработка котлована может производиться по одному из трех вариантов:

- разработка всего объема грунта с погрузкой в автотранспорт и вывозом;
- разработка грунта частично с погрузкой в автотранспорт и частично навывет;
- разработка всего объема грунта навывет с последующим перемещением его от котлована бульдозером.

Доработка грунта после экскаватора осуществляется вручную. Грунт укладывают в откосы за опалубку или в промежутке между фундаментами. Величина добора принимается в зависимости от типа оборудования экскаватора и вместимости ковша в пределах 10... 20 см.

## 4.2. Выбор экскаваторов

Выбор экскаватора производится с учетом разрабатываемого сооружения и предполагаемого типа экскаваторного оборудования. В зависимости от объема грунта в котловане и геометрических размеров сооружения определяется необходимая вместимость ковша экскаватора (прил. 1, табл. 1.3).

При разработке грунта для возведения подземной части здания рационально применять экскаваторы со следующим рабочим оборудованием:

- для котлованов - прямую или обратную лопаты, драглайн;
- для траншей (шириной в основании до 3 м) - обратную лопату;
- для небольших котлованов под отдельно стоящие фундаменты (одноэтажные промышленные здания) - обратную лопату;
- для работы в карьере или разработки сгуртованного грунта - прямую лопату.

Выбрав тип экскаватора и вместимость его ковша, определяют техническую возможность использования экскаватора конкретной марки, т.е. оценивают его технические характеристики: глубину или высоту копания, максимальный и минимальный радиусы резания. Технические характеристики одноковшовых экскаваторов приведены в прил. 1, табл. 1.4.

Установив марки экскаваторов, удовлетворяющих условиям работы, на основе экономического сравнения определяют рациональный вариант.

## 4.3. Выбор самосвалов для перевозки грунта

Для отвозки грунта из котлована необходимо подобрать марку самосвала и определить их количество, обеспечивающее бесперебойную работу ведущего механизма - экскаватора.

Объем грунта  $V_{гр}$ ,  $м^3$ , в плотном теле в ковше экскаватора определяется по формуле

$$V_{гр} = \frac{V_{кш} \cdot K_{нап}}{K_{пер.р.}},$$

где  $V_{кш}$  - вместимость ковша экскаватора,  $м^3$ ;

$K_{нап}$  - коэффициент наполнения ковша, принимаемый для обратной лопаты - 0,8...1,0; драглайна - 0,9...1,15; прямой лопаты - 1,0...1,25;

$K_{пер.р.}$  - коэффициент первоначального разрыхления грунта, принимаемый по прил. 1, табл. 1.2 или ЕНиР Е-2, прил. 2.

Масса грунта в ковше экскаватора, рассчитывается по формуле

$$M = V_{гр} \cdot \gamma, т,$$

где  $\gamma$  - плотность грунта, определяется по ЕНиР Е-2, табл. 1,  $т/м^3$ .

В кузов самосвала должно быть загружено от 3 до 8 ковшей с грунтом. Подбор марки самосвала осуществляется на основании этого условия с учетом

справочных данных прил. 1, табл. 1.5 и 1.6.

Количество ковшей с грунтом, загружаемых в самосвал, составляет:

$$n = \Pi / M,$$

где  $\Pi$  - грузоподъемность самосвала, т.

Объем грунта в плотном теле, загружаемого в кузов самосвала,  $V_{\text{САМ}}$ , м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{САМ}} = V_{\text{ГР}} \cdot n.$$

Продолжительность цикла работы самосвала в минутах, начиная с погрузки и кончая снова установкой под погрузку:

$$T_{\text{Ц}} = t_{\text{ПОГР}} + 60 \cdot L / U_{\text{ГР}} + t_{\text{РАЗГ}} + 60 \cdot L / U_{\text{ПОР}} + t_{\text{МАН}},$$

где  $t_{\text{ПОГР}}$  - время погрузки грунта в самосвал, мин.;

$L$  - дальность перевозки грунта, км, принимается по заданию;

$U_{\text{ГР}}$  и  $U_{\text{ПОР}}$  - скорости движения самосвала, соответственно, в груженом и порожнем состоянии (прил. 1, табл. 1.6);

Время самосвала в пути, соответственно, в груженом и порожнем состоянии, мин.:

$$60 \cdot L / U_{\text{ГР}} \text{ и } 60 \cdot L / U_{\text{ПОР}}$$

$t_{\text{РАЗГ}}$  - время разгрузки самосвала в отвале, включая необходимые развороты перед установкой (1.... 2 мин.);

$t_{\text{МАН}}$  - время установки под погрузку, включая маневрирование, принимается равным 2.... 3 мин.

Время загрузки одного самосвала можно рассчитать на основании нормы времени из ЕНиРа на погрузку грунта в транспорт.

Расчетное количество самосвалов (целое число) составит (шт.):

$$N = T_{\text{Ц}} / t_{\text{ПОГР}}$$

Необходимое количество самосвалов определяется с учетом того, что экскаватор параллельно с погрузкой грунта в транспорт отсыпает часть грунта на бровку котлована для обратной засыпки. Определив в процентах время погрузки грунта в транспорт от общего времени работы экскаватора и умножив его на расчетное количество самосвалов, можно узнать их необходимое количество.

#### 4.4. Технология процессов обратной засыпки

Обратная засыпка пазух между стенами подвала (фундаментами) и откосами котлована выполняется после устройства перекрытия над подвалом и гидроизоляции стен. Необходимый для этого грунт либо доставляется автосамосвалами извне, либо используются излишки грунта, оставленные при отрывке котлована.

Перемещение грунта производится бульдозером или погрузчиком, укладка осуществляется с послойным уплотнением грунтоуплотняющими машинами, а также вручную электрическими и пневматическими трамбовками. Технические характеристики перечисленных машин приведены в прил. 1,

табл. 1.7, 1.8, 1.9 и 1.10. Толщины отсыпаемых слоев определяются в зависимости от вида грунта и используемого оборудования и изменяются в пределах 20.... 30 см.

## **5. МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖНЫХ И МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ**

### **5.1. Монтажные работы**

Монтировать сборные элементы подземной части здания следует по принципу укладки одноименных конструкций (только блоков фундаментов, только блоков стен подвала и т.д.) равномерно, рядами в пределах всего здания или захватки. Монтажные работы можно вести с приобъектного склада или с транспортных средств.

Установку блоков ленточных фундаментов и стен подвала следует производить, начиная с установки маячных блоков в углах здания и на пересечении осей. Установку блоков стен подвала следует выполнять с соблюдением перевязки. Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть заполнены раствором и расшиты с двух сторон.

Работы производят в следующем порядке. Сначала укладывают по всему периметру фундаментные блоки, затем стеновые блоки первого ряда, второго и т.д. далее монтируют лестничные площадки и марши. Последними укладывают плиты подвального перекрытия.

Для монтажных процессов комплект механизмов должен включать транспортное средство для доставки конструкций на строительную площадку, кран для разгрузки и раскладки этих конструкций в зоне монтажа и монтажный кран.

Для выбора монтажного крана по табл. 3.1 студент устанавливает сборный элемент, имеющий максимальную массу. Чтобы учесть массу грузозахватного устройства и определить необходимую грузоподъемность, эту максимальную массу нужно умножить на коэффициент 1,1. Затем вычисляют высоту, на которую нужно поднять этот груз, и вылет стрелы крана при этом. По трем полученным параметрам - массе  $Q$ , высоте подъема  $H$  и вылету стрелы  $L$  подбирают монтажный кран. Рекомендуется рассматривать такие краны, максимальная грузоподъемность которых превышает массу элементов на заданных вылете стрелы и высоте подъема не более, чем в 2 раза.

### **5.2. Монолитные железобетонные работы**

Возведение монолитных железобетонных фундаментов производится комплексно-механизированным методом. Подбирается тип опалубочной системы. Выбираются методы монтажа элементов опалубки и арматуры, способы и средства механизированной подачи бетонной смеси в конструкцию,

уплотнение бетонной смеси и выдерживание бетона до распалубки.

Для бетонных работ доставка бетонной смеси на объект может осуществляться в самосвалах, бетоновозах или в автобетоносмесителях. К месту производства работ бетонная смесь может подаваться в бадьях краном, транспортером, бетононасосом, пневмонагнетателем и т.д. Установка щитов опалубки и арматуры производится краном.

Ведущим процессом при возведении монолитных железобетонных фундаментов является подача бетонной смеси к месту производства работ. Выбранный механизм должен обеспечить бетонирование на верхнем ярусе сооружения с требуемой производительностью. Для его выбора используют те же критерии, что и в п. 5.1 (Q, L, H).

Для остальных процессов решения основываются на принципах комплексной механизации. Справочные данные по механизации укладки бетонной смеси приводятся в прил. 2.

### **5.3. Выбор ведущих строительных механизмов (механизированных комплексов)**

Для проектируемого ведущего сложного строительного процесса подбирается необходимый комплект машин и механизмов, начиная от доставки элементов и конструкций с заводов-поставщиков, кончая окончательной установкой (укладкой) конструкции или материалов в проектное положение.

Машины и механизмы, которые могут быть использованы для выполнения строительного процесса, приведены в справочных материалах.

#### *5.3.1. Башенные и стреловые рельсовые краны*

При выборе кранов необходимо:

- установить техническую возможность использования данного типа крана;
- выполнить технико-экономическое обоснование его применения;

Исходными данными при этом являются:

- габариты и объемно-планировочное решение здания или сооружения;
- габариты, масса и рабочее положение монтируемого элемента с учетом монтажных приспособлений;
- технология монтажа;
- условия производства работ (подъездные пути, склады, близость соседних сооружений и инженерных коммуникаций, грунтово-климатические особенности, конструкция подземной части и т.д.).

На рис. 5.1 приводятся схемы для определения монтажных характеристик башенных и стреловых рельсовых кранов при монтаже надземной (а) и подземной (б) частей здания.

Высота подъема крюка крана  $H_{\Pi}$ , м, рассчитывается по формуле

$$H_{\Pi} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где  $h_1$  - высота монтируемого здания от основания крана, м;

$h_2$  - высота монтируемого элемента, м;

$h_3$  - высота от верхней отметки здания до низа груза (0,5... 1,0 м), при этом, если на верхней площадке могут находиться люди, высота  $h_3$  должна быть не менее 2,3 м;

$h_4$  - высота грузозахватных устройств (2...4,5 м).

В конкретных случаях величину  $h_4$  подбирают по каталогам грузозахватных приспособлений применительно к монтируемым элементам.

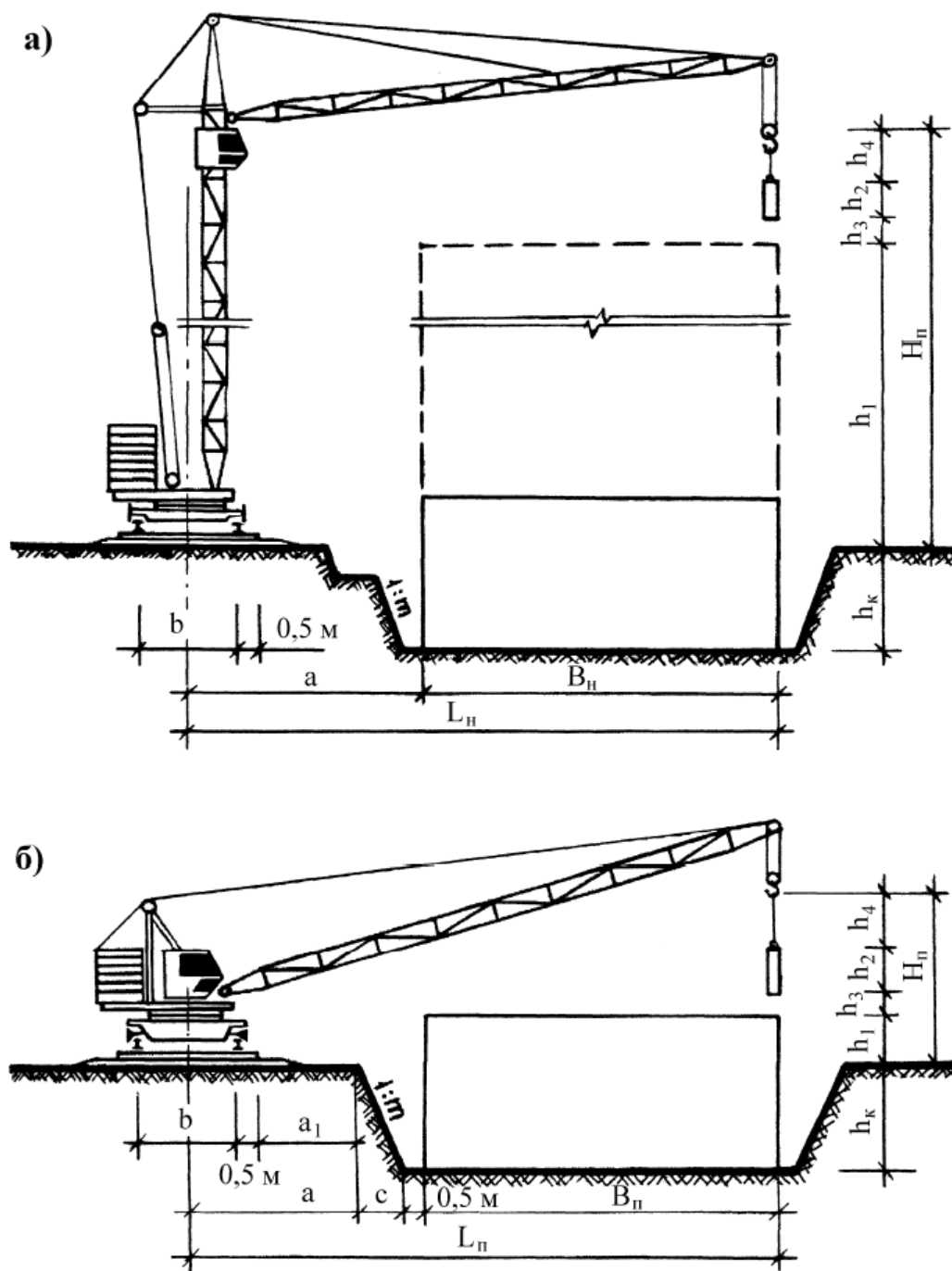


Рис. 5.1. Схемы определения монтажных характеристик башенных в стреловых рельсовых кранов

а) при монтаже надземной части; б) при монтаже подземной части

Вылет стрелы при монтаже надземной части  $L_H$ , м, определяется по формуле

$$L_H = B_H + a,$$

где  $a$  - расстояние от оси вращения крана до здания, м;

$B_H$  - ширина надземной части здания с учетом выступающих элементов, м.

Вылет стрелы при монтаже подземной части  $L_H$ , м, определяется следующим образом:

$$L_H = a + c + B_{\text{П}} + 0,5,$$

где  $c$  - заложение откоса, м;

$B_{\text{П}}$  - ширина подземной части здания, м;

0,5 - ширина резервной зоны, м;

$a$  - расстояние от оси вращения крана до бровки котлована, м, равное:

$$a = b/2 + 0,5 + a_1$$

где  $b$  - ширина колеи крана, м;

0,5 - половина ширины шпалы или шпального звена, м;

$a_1$  - наименьшее допустимое расстояние от основания откоса до края шпального звена, м, принимаемое по прил. 2, табл. 2.1.

Требуемая грузоподъемность выбираемого крана,  $G$ , т, рассчитывается по формуле:

$$G = G_{\text{ГР}} + G_{\text{ГР.У.}} \cdot K,$$

где  $G_{\text{ГР}}$  - масса поднимаемого элемента (груза), т;

$G_{\text{ГР.У.}}$  - масса грузозахватного устройства, т;

$K$  - коэффициент, учитывающий величину отклонения массы грузозахватного устройства, принимаемый равным 1,08... 1,12.

По основным характеристикам из справочников или каталогов подбирают соответствующий кран.

### 5.3.2. Самоходные стреловые краны

При учете основных параметров кранов (грузоподъемности, вылета стрелы, высоты подъема) также подлежат рассмотрению модификации базовых моделей кранов со сменным оборудованием: стреловым и башенно-стреловым, различные гуськи, площадки и т.п.

Вылет крюка крана  $L_{\text{КР}}$ , м, определяется по формуле:

$$L_{\text{КР}} = l_1 + l_2 + l_3,$$

где  $L_{\text{КР}}$  - монтажный вылет, м;  $l_1$  - расстояние от оси поворота до шарнира крепления стрелы, м;  $l_2$  - расстояние от шарнира крепления стрелы до наружной поверхности сооружения или его выступающей части, м;  $l_3$  - расстояние от наружной поверхности сооружения или его выступающей части до оси крюка крана, м.

Требуемую грузоподъемность  $G$  определяют также как и для башенных и рельсовых стреловых кранов (см. п. 5.3.1).

Требуемый вылет стрелы находят графически. Для кранов без гуська



(рис. 5.2) ось стрелы проводят через две точки:  $A_1$  - расположенную на высоте  $H_{\Pi} + 1,5$  м (где 1,5 м - минимальная высота от крюка до оголовка стрелы), и В, обеспечивающую безопасный зазор между стрелой и максимально приближающейся к стреле точкой Д части сооружения (принимается от 0,5 до 1,5 м в зависимости от длины стрелы). Ось стрелы проводят по линии N - N, расположенной на уровне шарнира ее крепления (для стреловых кранов предварительно можно принять 1,5 м от уровня стоянки крана- УСК- с последующей корректировкой). При этом, стремясь обеспечить минимальные вылет и длину стрелы, делают построение через точку В и вертикальную ось груза. Положение стрелы  $A_1M_1$  соответствует требуемому. Затем, отложив влево от точки  $M_1$  расстояние  $l_1$ , получают положение оси вращения крана.

Для кранов, в которых используется гусек, построения аналогичные.

Расположение стреловых кранов на бровке откоса котлована или траншеи определяется с учетом вида грунта и глубины котлована (траншеи) в соответствии с табл. 2.4, прил. 2. При этом следует учитывать особенности опорной части крана (рис. 5.3).

### *5.3.3. Бетоноукладочные комплексы*

Выбор варианта производства бетонных работ связан с выбором такого комплекта машин, который обеспечит снижение трудовых затрат, себестоимости и сокращение сроков выполнения работ.

Основными схемами производства бетонных работ предусмотрена укладка смеси в опалубку конструкции (массивов и фундаментов, набивных свай, отдельно стоящих конструкций и т.п.) одним из следующих способов:

- а) непосредственно из автотранспортных средств;
- б) кранами и бадьями;
- в) стационарными или передвижными специализированными машинами (бетононасосами, пневмонагнетателями, ленточными и вибрационными конвейерами и др.);
- г) самоходными или специализированными машинами (бетононасосами на автомобильном шасси с шарнирно-сочлененной стрелой, ленточными бетоноукладчиками с телескопической стрелой и др.).

Укладка бетонной смеси непосредственно из автотранспортных средств в конструкции требует устройства подъездов к каждой конструкции (ее части) или эстакад (мостов) для проезда. При этом бетонная смесь укладывается с помощью хоботов, виброхоботов, переставных конвейеров или непосредственно разгружается в опалубку. Такая схема экономически оправдана при значительных объемах работ.

Для характеристики монолитных конструкций и объектов вводится понятие приведенной толщины бетона (методика ЦНИИОМТП).

Приведенная толщина бетона в фундаментах, здании, на этаже или в блоке получается путем деления объема бетона на площадь размещения.

Объем бетона возводимых фундаментов и конструкций, обычно определяется в пределах площади всего здания или захватки.

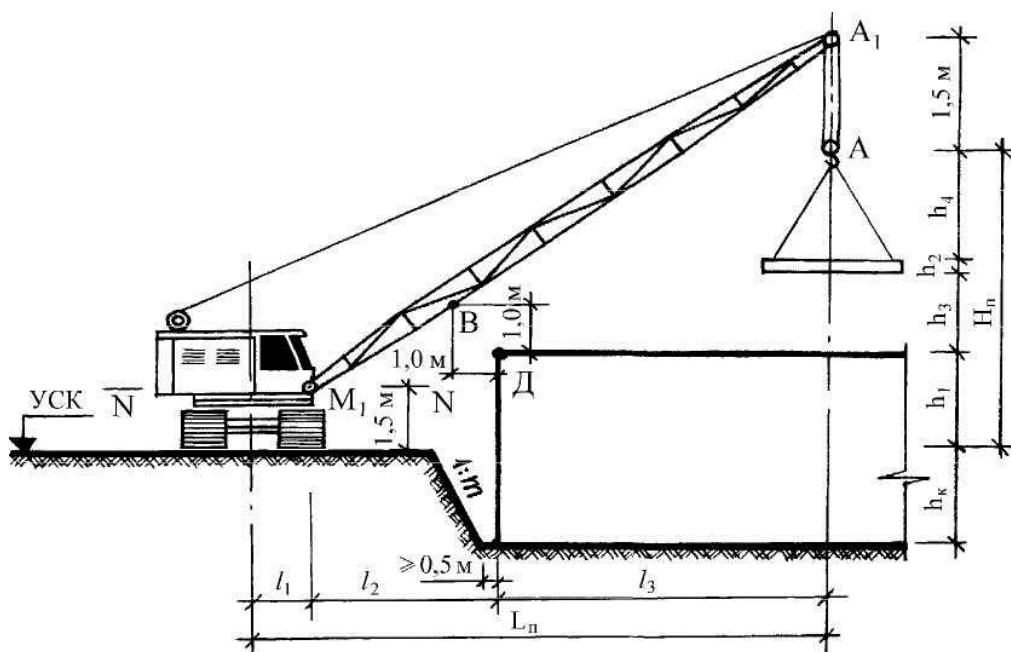


Рис. 5.2. Схема для определения монтажных характеристик самоходных стреловых кранов

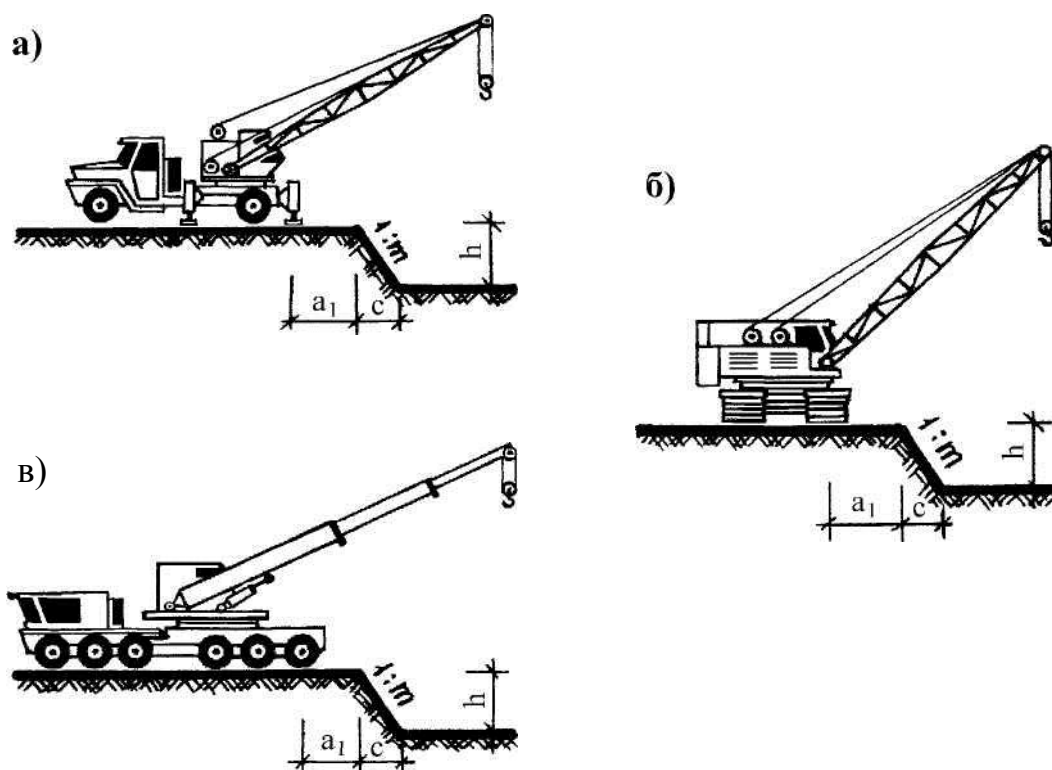


Рис. 5.3. Привязка стреловых кранов к габаритам открытых котлованов или траншей

а) краны на автомобильном ходу, б) на гусеничном ходу;  
в) краны на спецшасси

Затем рассчитываются приведенная толщина бетонного поля  $\delta$ , м, и объем бетона, укладываемого с одной стоянки бетоноукладочного комплекса,  $V_1$  м<sup>3</sup>:

$$\delta = \frac{V_B}{S_{зд}};$$
$$V_1 = S_1 \cdot \delta,$$

где  $V_B$  - объем бетона в пределах фундаментов, здания, этажа, секции, м<sup>3</sup>;

$S_{зд}$ ,  $S_1$  - площади здания, этажа (секции), обслуживаемые с одной стоянки комплекса, м<sup>2</sup>.

Комплексы машин и оборудования характеризуются производительностью и радиусом действия, от них зависит продолжительность работы с одной стоянки основной машины- бетоноукладочного средства, а также количество внутрисменных перебазировок.

Радиус действия автобетононасоса, гусеничного и башенного кранов определяется по возможному рабочему вылету стрелы. Для сравнений этот радиус может приниматься 15 м. При размещении бетоноукладочной машины в центре или на периферии бетонируемого объекта площадь ( $S$ ) обслуживания меняется от 90 до 120 м<sup>2</sup>.

В прил. 2, табл. 2.5 приводятся рекомендуемые варианты комплексов машин и оборудования для выполнения работ нулевого цикла.

Звенья рабочих, обслуживающие эти комплексы, выполняют следующие работы:

1. Прием смеси из автобетоносмесителя в бункер автобетононасоса, перекачивание и укладка в опалубку, промывка труб и бетононасоса, выполнение внутрисменных перебазировок.

2. Прием смеси из автосамосвала в перегрузочный бункер, подача смеси в бункер автобетононасоса, перекачивание и укладка смеси в конструкцию, промывка труб и бетононасоса, внутрисменные перебазировки.

3. Прием смеси из автосамосвала в две опрокидные бады, их строповка и подача гусеничным краном, разгрузка бадей в заданном месте, распределение и уплотнение смесей.

Бетонная смесь доставляется на объект автотранспортными средствами, поэтому ее подача и укладка представляют собой циклический процесс. Время цикла складывается из маневрирования автотранспортных средств, разгрузки, подачи смеси бетононасосом или краном в бадью, укладки в конструкцию.

В прил. 2, табл. 2.6 приведена продолжительность циклов работы для трех комплексов машин и оборудования. Продолжительность маневрирования принята с учетом практического опыта, разгрузки автосамосвалов - по ЕНиРу, подачи автобетононасосом - по эксплуатационной производительности (до 30 м<sup>3</sup>/ч), подачи гусеничным и башенным краном - по ЕНиРу. Укладка и уплотнение смеси являются сопутствующими операциями, их продолжительность не увеличивает общую продолжительность цикла.

По данным прил. 2, табл. 2.6 наибольшая интенсивность работ достигается при использовании комплекса 1 (автобетоносмеситель и автобетононасос) - 12 мин. на 1 цикл при численности звена 3 чел. Для комплекса 2 (автосамосвал, перегрузочный бункер, автобетононасос) она составляет 24 мин. и 4 чел., комплекса 3 (автосамосвал, две бадьи, гусеничный кран) - 34 мин. и 6 человек.

#### **5.4. Гидроизоляция подземных частей здания**

Для защиты вертикальных поверхностей подземной части наружных стен подвальных помещений от капиллярной влаги или при небольших напорах грунтовых вод применяется обмазочная гидроизоляция, а для изоляции горизонтальных поверхностей - оклеечная.

Обмазочную гидроизоляцию наносят преимущественно механизированным способом (автогудронатором) после возведения подземной части здания. При небольших объемах работ гидроизоляция выполняется в процессе возведения стен подвальных помещений нанесением обмазочных слоев вручную.

При наличии подвальных помещений горизонтальную оклеечную изоляцию укладывают в двух уровнях: на уровне основания пола подвального помещения и на 10... 15 см выше спланированной отметки земли. В бесподвальной части оклеечная гидроизоляция необходима только в одном уровне - на 10 ... 15 см выше спланированной отметки земли.

### **6. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ**

#### **6.1. Общие положения**

Технологическая карта должна состоять из следующих разделов:

1. Область применения.
2. Организация и технология выполнения работы.
3. Требования к качеству и приемке работ.
4. Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы.
5. График производства работ на измеритель конечной продукции.
6. Материально-технические ресурсы.
7. Техника безопасности,
8. Техничко-экономические показатели.

Технологические карты устанавливают: способы производства работ со схемами расстановки машин, оборудования и приспособлений, последовательность и продолжительность выполнения работы, входящей в комплексный технологический процесс; требования к качеству; меры обеспечения безопасности работы; расход материально-технических ресурсов.

Технологические карты разрабатывают на строительные процессы, в ре-

зультате выполнения которых создаются законченные конструктивные элементы, части зданий и сооружений и т.п.

Технико-экономические показатели на укрупненные измерители конечной продукции, входящие в технологическую карту:

- площадь - 100 или 1000 м<sup>2</sup>;
- объем - 100 или 1000 м<sup>3</sup>;
- протяженность - 100 пог. м или 1 км;
- масса - 100 или 1000 т;
- количество сборных элементов - 10 или 100 шт., и т.д.

Другие разделы технологической карты (калькуляции затрат труда, график производства работ, материально-технические ресурсы) также приводятся к указанным измерителям. Это необходимо для использования технологических карт при разработке ППР и ПОС, другой организационно-технологической документации, включая оперативную документацию инженерной службы в строительстве.

## **6.2. Состав технологической карты**

### *6.2.1. Область применения технологической карты*

В разделе приводятся следующие материалы:

- 1) строительно-монтажный процесс, на который разрабатывается карта;
- 2) условия выполнения работ (климатические, гидрогеологические, сезон, сменность и др.);
- 3) конструктивно-планировочные решения сооружения (размеры в плане, высота, шаг, пролет и др.);
- 4) состав работ, которые рассматриваются в карте.

### *6.2.2. Технология и организация выполнения работ*

В разделе приводятся следующие материалы:

- 1) требования законченности работ (текст);
- 2) рекомендуемый состав машин и оборудования по вариантам комплексной механизации с указанием их технических характеристик, типов, марок и количества в каждом комплекте (текст, можно в табличной форме);
- 3) схемы сооружения конструктивной части с разбивкой на захватки и ярусы (графический материал);
- 4) схемы комплексной механизации с привязкой машин и оборудования (графический материал);
- 5) технологические схемы монтажа (устройства) каждого из элементов конструктивной части (графический материал);
- 6) схемы складирования основных видов материалов и конструкций (графический материал);
- 7) схемы строповки и временного крепления с выверкой основных элементов (графический материал).

Графические материалы сопровождаются текстом с рекомендациями по производству работ.

### 6.2.3. Требования к качеству и приемке работ

В разделе приводятся карты и схемы операционного контроля качества строительства при производстве того вида работ, на который разрабатывается данная технологическая карта (ф. 1). При производстве работ по разработке котлованов и обратной засыпке пазух состав контролируемых показателей, допустимые отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать требованиям СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», а при производстве монолитных железобетонных и монтажных работ - СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». В прил. 1, табл. 1.11 приводятся некоторые справочные данные для составления формы 1 при производстве земляных работ, а в прил. 2, табл. 2.7, 2.8 - при производстве монтажных и бетонных работ.

#### Форма 1. Требования к качеству и приемке работ

№ и/и	Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время осу- ществления контроля	Ответствен- ный	Технически е критерии оценки ка- чества
1	2	3	4	5	6	7

*Примечание. В графе 2 ф. 1 рекомендуется давать графическое изображение контролируемых узлов, включая аксонометрию.*

### 6.2.4. Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы

В разделе учитываются затраты труда, машинного времени и заработной платы на выполнение основных и вспомогательных процессов (ф. 2). Калькуляция составляется на основании сводной ведомости объемов работ (см. п. 3.3, табл. 3.3) и ЕНиРов на соответствующие работы (ЕНиР Е-2, Е-4, Е-11, Е-22 и др.), выполняемые механизмами или вручную. Для ручных процессов в графе «Машинист» ставится прочерк. Общие затраты труда и заработная плата получается умножением объема работ на нормы времени и расценки.

В конце таблицы подводятся итоги по графам 10, 11, 12 и 13, которые используются в дальнейшем для определения технико-экономических показателей.

## Форма 2. Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы

№ п/п	Наименование процессов	Обоснование (ЕНиР, № сборника, табл., пункт)	Единица измерения	Объем работ	Норма времени		Расценка, руб.		Затраты труда		Заработная плата, руб.	
					Рабочих, ч.-ч.	Машинистов, м.-см.	Рабочих	Машинистов	Рабочих, ч.-дн.	Машинистов, м.-см.	Рабочих	Машинистов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

### 6.2.5. График производства работ

Составляется на принятый измеритель конечной продукции с использованием данных калькуляции затрат труда. Позиции графика образуются объединением позиций затрат труда. Продолжительность укрупненных процессов определяется делением суммированных затрат труда на принятый состав звена (чел.). Продолжительность процесса определяется в часах из расчета 8-часового рабочего дня (ф. 3).

## Форма 3. График производства бетонных и монтажных работ

№ и/и	Наименование процесса	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	
				рабочих, ч.-дн.	машинист а, м.-см.	профессия, разряд	количество рабочих
1	2	3	4	5	6	7	8
				Из гр. 10 формы 2	Из гр. 11 формы 2		

Планируемые		Рабочие смены			
выполнение норм, %	продолжительность процесса, смен	1		2	
9	10	1	2	1	2

### 6.2.6. Материально-технические ресурсы

В разделе приводятся необходимые для выполнения работ средства механизации, вспомогательные приспособления, строительные материалы и полуфабрикаты (ф. 4, 5). Потребность в механизмах, инвентарных приспособлениях и инструменте (ф. 4) определяют одновременно с разработкой технологических схем комплексной механизации. Оснащение строительных бригад механизмами, приспособлениями и инструментами принимается в соответствии с нормами. Ведомость потребности в материалах и полуфабрикатах (ф. 5) формируется на основе данных табл. 3.2 (см. п. 3.2.2).

**Форма 4. Ведомость потребности в механизмах, инвентарных приспособлениях и инструменте**

№ п/п	Наименование	Марка, техническая характеристика, ГОСТ, № чертежа	Единица измерения	Количество	Назначение
1	2	3	4	5	6

**Форма 5. Ведомость потребности в материалах и полуфабрикатах**

№ п/п	Наименование (марка, ГОСТ)	Исходные данные			Потребное количество
		Единица измерения по нормам (по чертежам)	Объем работ в нормативных единицах	Принятая норма расхода материалов на единицу измерения	
2	1	3	4	5	6

*6.2.7. Техника безопасности*

В разделе приводятся требующие проектной проработки решения по охране труда и технике безопасности, конкретные мероприятия и правила применительно к рассматриваемому процессу, в том числе:

- 1) мероприятия, обеспечивающие устойчивость отдельных конструкций и всей части сооружения;
  - 2) правила безопасной эксплуатации машин и их установки на рабочих местах (включая вблизи открытых котлованов);
  - 3) правила безопасной эксплуатации грузозахватных устройств, механизированного инструмента, периодичность осмотра;
  - 4) средства защиты работающих и правила безопасной работы при осуществлении рабочих процессов;
  - 5) общеплощадочные мероприятия по технике безопасности и охране труда.
- Приводимые материалы не должны содержать повторов из других разделов.

*6.2.8. Техничко-экономические показатели*

Приводятся на измеритель конечной продукции по данным калькуляции (п. 6.2.4) и графика производства работ (п. 6.2.5). Состав технико-экономических показателей:

- 1) нормативные затраты труда рабочих (в ч.-ч.);
- 2) нормативные затраты труда машинного времени (в м.-ч.);
- 3) заработная плата рабочих-строителей (в руб.);
- 4) заработная плата рабочих-механизаторов (в руб.);
- 5) выработка на одного рабочего в смену в натуральных измерителях, определяемая делением числового значения показателей конечной продукции на нормативные затраты труда рабочих и умножением на продолжительность рабочей смены (в натуральных измерителях / ч.-дн.).



## **7. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ (РАБОТ)**

Разработка предложений по совершенствованию технологии производства работ является элементом научных исследований. Исследования могут относиться к любому разделу проекта и включать анализ традиционной и предлагаемой технологии, трудоемкость работ, продолжительность выполнения сложного процесса. При проведении исследований целесообразно использовать ЭВМ.

Предложения разрабатываются по одному или по всем указанным направлениям и излагаются в пояснительной записке в виде самостоятельного раздела, при необходимости приводятся соответствующие расчеты, схемы и эскизы.

Предложения, разработанные в результате проведенных исследований, должны быть направлены:

- на сокращение трудозатрат при производстве работ по основному и (или) вспомогательному процессам, т.е. на повышение производительности труда;
- сокращение продолжительности производства работ;
- снижение затрат на механизацию;
- снижение себестоимости производства работ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Юдина, А.Ф. Технология строительного производства в задачах и примерах (Производство земляных работ) : учебное пособие / А. Ф. Юдина, А. Ф. Котрин, В. Д. Лихачев. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 90 с. - ЭБС IPR BOOKS. URL: <http://www.iprbookshop.ru/26880.html>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9227-0458-8

[http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW\\_ONE\\_BOOK+0A4C76](http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A4C76)

Михайлов, А.Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование : учебное пособие / А.Ю. Михайлов. - 2-е изд. - Вологда : ИнфраИнженерия, 2020. - 300 с. - ЭБС Знаниум. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=361671>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9729-0495-2

[http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW\\_ONE\\_BOOK+0A184C](http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A184C)

Дьячкова, О.Н. Технология строительного производства : учебное пособие / О.Н. Дьячкова. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 117 с. - ЭБС IPR BOOKS. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/30015.html>. Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9227-0508-0

[http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW\\_ONE\\_BOOK+0A5143](http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A5143)

Михайлов, А.Ю. Технология и организация строительства. Практикум : учебно-методическая литература / А.Ю. Михайлов. - 2-е изд. - Вологда : ИнфраИнженерия, 2020. - 200 с. - ЭБС Знаниум. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=361745>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9729-0461-7

[http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW\\_ONE\\_BOOK+0A1891](http://lib.mkgtn.ru:8004/catalog/fo12?SHOW_ONE_BOOK+0A1891)