

**Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета**

**Кафедра
«Промышленное и гражданское строительство»**

**С.В. Писарев, А.Х. Муравьев
Проектирование комплексного технологического
процесса возведения подземной части зданий**

Учебное пособие

для бакалавров направления подготовки 08.03.01

«Строительство»

Рекомендовано методическим советом ЭИ (ф) МПУ

Электросталь 2018

УДК 693.1

Писарев С.В., Муравьев А.Х. Проектирование комплексного технологического процесса возведения подземной части здания. Учебное пособие. - Электросталь: ЭИ (Ф) МПУ, 2018. - 35 с.

В учебном пособии приведены классификация и технологические свойства грунтов с описанием технологических процессов их разработки, изложены вопросы технологии возведения подземной части зданий. Даны примеры расчетов количества иглофильтров при понижении уровня грунтовых вод и размеров проходок одноковшовых экскаваторов; разработки календарного графика выполнения процессов при возведении подземной части зданий.

Учебное пособие предназначено для студентов-бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» при проведении практических занятий и дипломном проектировании.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Состав работ по возведению подземной части зданий.....	4
2. Классификация и технологические свойства грунтов	5
3. Понижение уровня грунтовых вод	7
4. Разработка выемок под фундаменты зданий	10
5. Монтаж сборных элементов подземной части зданий	21
6. Устройство бетонного подстилающего слоя под полы	26
7. Устройство гидроизоляции	27
8. Обратная засыпка пазух	30
9. Календарное планирование производства работ	31

Введение

Строительство подземной части зданий, или так называемый «нулевой цикл», является важным разделом строительной практики. Для сокращения продолжительности строительства, уменьшения его стоимости и сбережения ресурсов необходимо применение современных методов технологического проектирования, разработка обоснованных организационно-технологических решений по выполнению строительно-монтажных работ. Особое внимание должно быть уделено выбору экономических вариантов производства работ с применением строительных машин, в частности экскаваторов.

Курсовой проект, выполняемый студентами при изучении курса «Технология строительных процессов», в совокупности представляет единый комплекс задач, тесно связанных между собой, и в конечном счете завершает подготовку специалиста по этому предмету. Он должен содержать оригинальные способы производства работ, обеспечивающие совершенствование технологических процессов, снижение стоимости и трудоемкости строительства, повышение качества продукции.

1. Состав работ по возведению подземной части зданий

Возведению подземной части здания предшествует инженерная подготовка площадки строительства. В комплекс работ по инженерной подготовке (подготовительные работы) входят такие работы, как планировка строительной площадки, отвод поверхностных и подземных вод, создание геодезической основы, устройство дорог, временных коммуникаций и зданий.

В состав работ по возведению подземной части зданий входит: разработка грунта в выемках одноковшовыми экскаваторами; подготовка основания под фундамент с удалением грунта, оставшегося после его разработки экскаватором; возведение фундаментов, стен и перекрытия; устройство в подвальных помещениях подготовок под полы и гидроизоляции наружных поверхностей стен подвала; выполнение обратной засыпки грунтом воздушных полостей.

Работы нулевого цикла считаются законченными после устройства подземной части здания со всеми подземными коммуникациями (вводы в здание водопровода, канализации и теплотрассы) и их элементами (подпольные каналы и т.д.)

В состав курсового проекта из подготовительных работ включено лишь устройство

системы понижения уровня грунтовых вод с применением легких иглофильтровых установок (ЛИУ), а из основных работ исключены работы по устройству подземных коммуникаций и их элементов.

2. Классификация и технологические свойства грунтов

Грунтами принято называть горные породы, залегающие в верхних слоях земной коры. По характеру структурных связей их подразделяют на скальные и нескальные (ГОСТ 25100-2011).

Скальные грунты характеризуются высокой прочностью связей между зернами и залегают в виде сплошного или трещиноватого массива.

Нескальные грунты по крупности частиц и их содержанию делят: на крупнообломочные, песчаные, пылеватоглинистые, биогенные, почвы.

К крупнообломочным относят нецементированные грунты, в которых масса частиц крупнее 2 мм составляет 50% и более. Песчаные - это грунты, содержащие менее 50% частиц крупнее 2 мм. Пылеватоглинистые грунты содержат пылеватые (размером 0,05-0,005 мм) и глинистые (размером менее 0,005 мм) частицы. В зависимости от соотношения пылеватых и глинистых частиц пылеватоглинистые грунты делят на супесь, суглинок и глину. Биогенные грунты (зоторфованные грунты, торф и др.) характеризуются значительным содержанием органического вещества. Почва - это природные образования, слагающие поверхностный слой земной коры и обладающие плодородием.

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают такие свойства грунтов, как плотность, сцепление, влажность, разрыхляемость, угол естественного откоса.

Плотность - это отношение массы грунта в природном состоянии (плотном теле), включая массу воды в порах к занимаемому этим грунтом объему.

Сцепление характеризует прочностные связи между частицами грунта и выражается сопротивлением сдвигу в предельном состоянии. Сцепление между частицами и плотность грунта влияют на трудоемкость его разработки. Они учитываются при классификации грунтов по трудности их разработки, приводимой в ЕНиР (сб. Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы).

Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом приведено в гл. I ЕНиР Е2, табл. 1. При разработке, в частности, одноковшовыми экскаваторами грунты подразделяются на шесть групп, скреперами - на две, бульдозерами - на четыре, грейдерами - на три группы.

Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки

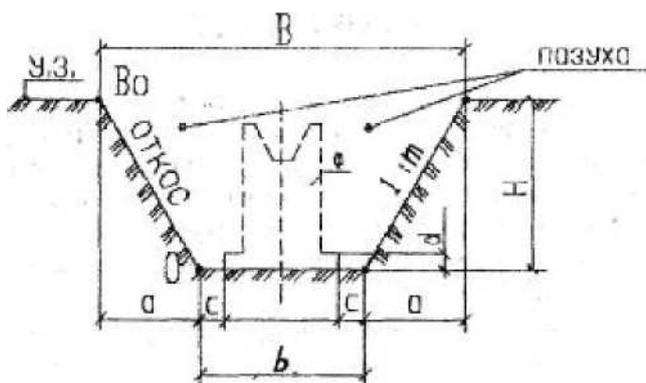
вручную приведено в гл. II ЕНиР Е2, табл. 1. При ручной разработке грунта предусмотрено семь групп. Мерзлые грунты имеют свою классификацию.

Влажность грунта - отношение массы воды к массе сухого грунта, выраженное в процентах. Сухими считаются грунты, имеющие влажность до 5%, влажными - от 5 до 30%, мокрыми - свыше 30%.

Разрыхляемость грунта характеризуется увеличением его объема при разработке по сравнению с объемом в природном состоянии (плотном теле) и выражается коэффициентом первоначального разрыхления $K_{пр}$. Уложенный при обратной засыпке разрыхленный грунт после уплотнения или трамбования не занимает первоначального объема, который он имел до разработки, и сохраняет определенное остаточное разрыхление, которое характеризуется коэффициентом остаточного разрыхления $K_{ор}$. Величины первоначального увеличения объема грунта после разработки и остаточного разрыхления грунта после уплотнения в процентах приведены в прил. 2 ЕНиР Е2. На основе данных таблицы указанного приложения коэффициенты $K_{пр}$ и $K_{ор}$, например, для глинистых грунтов составляют соответственно 1,24-4,32 и 1,04-4,09; суглинков - 1,18-4,30 и 1,03-4,08; супесей - 1,12-4,17 и 1,03-4,05; песков - 1,10-4,15 и 1,02-4,05.

Угол естественного откоса - это наибольший угол, образованный наклонной поверхностью (откосом) свободно насыпанного, несвязного (разрыхленного) грунта с горизонтальной плоскостью, при котором грунт находится в предельном равновесии. Его величина зависит от угла внутреннего трения, сцепления частиц и давления вышележащих слоев грунта. В песках угол естественного откоса составляет 25-30°, супесях - 30-35°, суглинках - 40-50°, глинах - 45-50°. Однако при разработке выемок под фундаменты зданий (траншей или котлованов) грунты находятся в связном состоянии. Для обеспечения устойчивости стенок выемок, а также в целях интенсификации земляных работ выемки выполняют с откосами трапецидального поперечного профиля (рис. 1).

Рис. 1. Элементы трапецидальной выемки:



B - ширина поверху; b - ширина по дну; a - заложение откоса; B_0 - бровка откоса; O - основание откоса;
 H - глубина выработки,

d - толщина опорной части фундамента; Φ - фундамент; c - зазор между внешним габаритом фундамента и основанием откоса (не менее $d-m$)

Основными характеристиками профиля являются: глубина выемки H , ширина по дну b и поверху B , заложение откосов a и крутизна откосов. Пространство (воздушная полость) между внешней поверхностью возводимого фундамента или стен подвала и плоскостью откоса, засыпаемого грунтом, называется пазухой. При необходимости передвижения людей в пазухе, например при выполнении гидроизоляции наружных поверхностей стен подвала здания, расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого фундамента должно быть в свету не менее 0,6 м.

Под заложением откоса a понимается величина проекции линии откоса на горизонталь. Крутизна откоса характеризуется отношением глубины выемки к заложению откоса $H:a$. Величина, обратная крутизне откоса, носит название коэффициента откоса m , т.е. $H:a = 1:m$. Так, в выемках глубиной от 1,5 до 3 м СНиП установлены коэффициенты откоса m для песчаных и гравелистых грунтов - 1,0; супесей - 0,67; суглинков - 0,5; глин - 0,25. При формировании отвалов из разрыхленных грунтов для последующей обратной засыпки пазух для всех грунтов $m = 1$.

3. Понижение уровня грунтовых вод

Во многих случаях возведение подземной части зданий приходится выполнять в условиях подземных (грунтовых) вод, затрудняющих производство земляных и других работ нулевого цикла. В зависимости от конкретных гидрогеологических условий производство работ по осушению грунтов можно выполнять следующими способами: открытым водоотливом; дренажем; глубинным водоотливом.

При курсовом проектировании предусмотрено понижение уровня грунтовых вод с помощью ЛИУ, которые понижают уровень грунтовых вод на глубине до 4-5 м и состоят из комплекса иглофильтров, водосборного коллектора, рукавов, соединяющих каждый иглофильтр с коллектором, и двух насосов.

Иглофильтр - стальная труба диаметром 38 мм с фильтровым звеном внизу. Фильтровое звено собирают из двух труб: наружной с отверстиями и внутренней - глухой. Отверстия наружной трубы закрыты фильтрационной и защитной сетками. В нижней части трубы имеется фрезерный наконечник, внутри которого размещены два клапана - шаровой и кольцевой. Иглофильтры погружают в грунт через буровые скважины или путем нагнетания в трубу иглофильтра воды под давлением до 0,3 МПа (гидравлическое погружение). Поступая к наконечнику, вода опускает шаровой клапан, а кольцевой клапан,

отжимаемый при этом кверху, закрывает зазор между внутренней и наружной трубами. Выходя из наконечника под давлением, струя воды размывает грунт и обеспечивает погружение иглофильтра. Когда вода всасывается насосом из грунта через фильтровое звено, клапаны занимают обратное положение: шаровой клапан за счет разрежения поднимается кверху, а кольцевой опускается вниз, открывая путь грунтовой воде в зазор между внутренней и внешней трубами.

При работе насосов уровень воды в самих иглофильтрах понижается, а ввиду дренирующих свойств грунта он понижается и в окружающих грунтовых слоях, образуя новую границу уровня грунтовых вод, характеризующуюся так называемой депрессионной кривой.

При низком коэффициенте фильтрации грунта (глины, суглинки) для ускорения движения грунтовой воды к иглофильтрам применяют способ электроосмоса. Для этого рядом с иглофильтрами на расстоянии до 1 м в шахматном порядке погружают со стороны выемки стальные стержни или трубы. Иглофильтры подключают к отрицательному полюсу цепи постоянного электрического тока (катоде), а металлические стержни - к положительному полюсу источника тока (аноду) с напряжением 30-60 В.

Под воздействием электрического тока грунтовая вода перемещается от анода (стержней) к катоду (иглофильтрам) со скоростью, превышающей естественную более, чем в 5 раз.

Иглофильтры располагают в линию по периметру строительной площадки на расстоянии друг от друга (шаг иглофильтров) 0,5-1,5 м. Более точно шаг иглофильтров и их количество, определяют специальным расчетом.

Имеется подземная часть 3-пролетного промышленного здания (рис. 3) с шириной пролета 12 м (ширина здания между крайними буквенными осями - 36 м). Длина здания между крайними цифровыми осями - 144 м. Фундаменты здания - сборные одноблочные столбчатые стаканного типа размером в плане 190×190 см. На несущую плиту фундамента толщиной $d=30$ см устанавливаются опорные столбики, на которые, в свою очередь, опираются фундаментные балки. Глубина заложения фундамента - 1,8 м.

Уровень грунтовых вод от поверхности земли - 1,2 м.

Грунт - среднезернистый песок с коэффициентом фильтрации грунтовых вод 25 м/сут.

Для песка коэффициент откоса $m = 1$, крутизна откоса - 1:1. Ширина траншеи по дну складывается из ширины фундамента 1,9 м и расстояния от грани фундамента до основания откоса (с двух сторон), которое равно $d \cdot m$. Тогда ширина траншеи по дну

составит $1,9 + 0,3 \cdot 1 + 0,3 \cdot 1 = 2,5$ м. Ширина траншеи поверху складывается из ширины траншеи по дну и заложения откоса (с двух сторон), т.е.

$$2,5 + 1,8 \cdot m + 1,8 \cdot m = 2,5 + 1,8 \cdot 1 + 1,8 \cdot 1 = 6,1 \text{ м.}$$

Длина линии расположения иглофильтров по периметру строительной площадки составит:

$$2 (144 + 6,1/2 + 20 + 6,1/2 + 20) + 2 (36 + 6,1/2 + 20 + 6,1/2 + 20) = 544,4 \text{ м.}$$

Приток грунтовых вод:

$$Q = n K_{\phi} (2HnS)nS / 1 N Rr n l n_r, \text{ м}^3/\text{сут.};$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации (25 м/сут.); H - толщина водоносного слоя от уровня грунтовых вод до водоупора на глубине 4 м от подошвы фундамента:

$$4 + 1,8 - 1,2 = 4,6 \text{ м};$$

S - требуемое понижение уровня грунтовых вод, который должен быть ниже подошвы фундамента на величину не менее 0,5 м, составляет $(1,8 - 1,2) + 0,5 = 1,1$ м;

$$R_r - \text{радиус действия иглофильтров: } R_r = R + r,$$

где R - радиус действия одного иглофильтра, который равен $1,95 - S < H - K_{\phi}$, т.е. $1,95 - 1,1 - 7 < 4,6 - 25 = 23$ м; r - приведенный радиус группы иглофильтров/

В результате расчетов определяем количество иглофильтров (795 шт.) и их шаг (0,7 м).

Работы по устройству системы понижения уровня грунтовых вод включают следующие технологические операции: сборка иглофильтров; погружение иглофильтров в грунт; монтаж водосборного коллектора; монтаж соединительных рукавов, насосов. Затраты труда на каждую из этих операций можно определить по ВНиР, сб. В15, вып. 2. При этом единицы измерения для определения трудозатрат на каждую операцию разные. В то же время для построения календарного графика производства работ при возведении подземной части здания необходима одна запись: устройство системы понижения уровня грунтовых вод. Поэтому требуется разработать на каждый конкретный случай комплексную норму времени на устройство этой системы в расчете на 10 иглофильтров.

Составим комплексную норму времени для рассмотренного ранее примера, в котором количество иглофильтров составляет 795 шт.; шаг иглофильтров - 0,7 м; количество насосов - 2 шт.; глубина погружения иглофильтров в песок до 4 м гидравлическим методом; длина линии, по которой расположены иглофильтры - 544,4 м.

По данным В15-2-31 норма времени на сборку 100 иглофильтров составляет 29,5 чел.-ч; погружение 1 иглофильтра - 0,43 чел.-ч; монтаж одной трубы длиной до 3 м для водосборного коллектора - 1,2 чел.-ч; монтаж одного соединительного рукава - 0,5 чел.-ч и монтаж одного насоса - 13,4 чел.-ч.

В пересчете на 10 иглофильтров затраты труда по каждой операции составят: на сборку - 2,95 чел.-ч; на погружение - 4,3 чел.-ч; на монтаж труб водосборного коллектора, количество которых

$$0,7 \text{ м} \times 9 \text{ шагов} / 3 \text{ м} = 2,1 \text{ шт.}$$

- 1,2 чел.-ч. $2,1 \times 1,2 = 2,52$ чел.-ч; на монтаж соединительных рукавов - 5,0 чел.-ч; на монтаж насосов $- 10 \times 0,34 = 3,4$ чел.-ч.

Комплексная норма времени при устройстве системы понижения уровня грунтовых вод в расчете на 10 иглофильтров в рассмотренном примере составит $2,95 + 4,3 + 2,52 + 3,4 = 13,17$ чел.-ч.

4. Разработка выемок под фундаменты зданий

Выемкой под фундаменты жилых зданий с подвалом являются котлованы. При возведении подземной части промышленных зданий с колоннами в качестве выемок под фундаменты стаканного типа могут быть использованы как траншеи, так и котлованы. Траншеи обычно разрабатывают по продольным осям (рис. 4). Грунт, необходимый для последующей обратной засыпки пазух, складывают в виде отвалов у бровки траншей. Излишки грунта вывозят автосамосвалами за пределы строительной площадки. Отвалы образуют с таким расчетом, чтобы некоторые из площадок между бровками соседних траншей были свободны для движения самоходного крана по монтажу фундаментов. В примере на рис. 4 отвалы грунта помещают у внешних бровок крайних траншей и на площадке между осями Б-В, а площадки между осями А-Б и В-Г свободны для монтажного крана.

Однако для определения возможности использования площадок между траншеями, с которых производится монтаж фундаментов самоходными кранами, необходимо строго учитывать правила по технике безопасности в части расположения крана у бровки выемок. При этом необходимо знать размеры базы кранов (расстояние между наружными гранями колес, гусениц или выносных опор), которая ориентировочно равна для автомобильных и пневмоколесных кранов без выносных опор – 3 м; автомобильных и пневмоколесных кранов с выносными опорами -5 м, гусеничных кранов - 4 м. СНиП по охране труда и технике безопасности установлены безопасные расстояния по горизонтали от основания откосов выемки до ближайшей опоры машины для различных грунтов. В частности, для песков при глубине выемки до 2 м такое расстояние равно 3 м.

На схеме рис. 4 видно, что общая ширина площадки между бровками соседних траншей составляет 5,9 м, в то время как ширина площадки между точками В₁ с учетом требований по технике безопасности - 3,5 м. А это означает, что монтировать фундаменты в этом случае можно только автомобильным краном без выносных опор. В случаях, когда ширина площадки между точками В₁ будет меньше трех метров, то выемкой для возведения подземной части здания должен быть котлован.

Для разработки грунта в выемках при возведении подземной части зданий наиболее часто применяются одноковшовые экскаваторы с различным видом рабочего оборудования - прямая лопата, обратная лопата и драглайн. Управление рабочим органом экскаватора может быть механическим и гидравлическим. Вместимость ковша от 0,15 до 2,5 м³.

Разработка выемок одноковшовыми экскаваторами заключается в снятии стружки грунта и выгрузки его в отвал (навывет) или погрузке в транспортные средства. Работа экскаватора имеет циклический характер. Рабочий цикл состоит из последовательно выполняемых операций: набора грунта ковшом, подъема ковша и поворота на выгрузку, выгрузки, поворота в забой и опускание ковша.

Забой - это рабочая зона экскаватора, где находятся его стоянка и разрабатываемый с этой стоянки массив грунта. В этой зоне располагают загружаемые транспортные средства или размещают отвал грунта.

Последовательное перемещение экскаватора при разработке грунта с одной стоянки на другую называют проходкой. Прямой лопатой разрабатывают грунт, расположенный выше его стоянки, с погрузкой преимущественно в транспортные средства. Обратную лопату и драглайн используют для разработки грунта, находящегося ниже уровня стоянки экскаватора с погрузкой в транспортные средства и укладкой в отвалы.

Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, имеют следующие технические

параметры: вместимость ковша, наибольший радиус копания R_k , наибольший радиус копания на уровне стоянки экскаватора $R_{\max.сТ.}$, наименьший радиус копания на уровне стоянки $R_{\min.сТ.}$, наибольшая высота копания (подъем ковша) H_k , наибольший радиус выгрузки R_b , наибольшая высота выгрузки H_b . Величины указанных параметров экскаваторов с механическим и гидравлическим приводами приведены в ЕНиР Е2 § Е2-1-8. При этом в экскаваторах с механическим приводом применяют ковши с зубьями и ковши со сплошной режущей кромкой. Ковш со сплошной (обычно полукруглой формы) режущей кромкой имеет несколько увеличенный объем и предна- значен для разработки I и II групп грунтов.

Разрабатывая забой впереди себя, экскаватор перемещается на расстояние, зависящее от наибольшего и наименьшего радиусов копания на уровне стоянки. Разность между этими радиусами составляет рабочую передвижку, т. е. $l_{\Pi} = R_{\max.сТ.} - R_{\min.сТ.}$ (рис. 5).

В зависимости от расположения экскаватора в забое по отношению к массиву грунта и характера разработки этого массива, различают два вида забоев: лобовой и боковой. Соответственно проходки экскаватора могут быть лобовыми и боковыми. В лобовом забое экскаватор разрабатывает грунт впереди себя по обе стороны оси движения, выгружая его в транспортные средства, которые следуют за ним. В боковом забое экскаватор разрабатывает грунт по одну сторону от оси движения и грузит его на транспортные средства, подаваемые по другую сторону.

Лобовым забоем (рис. 5, в) разрабатывают выемки ограниченной ширины. При отрывке неглубоких узких котлованов возможно движение транспортных средств за бровкой выемки, при соблюдении условия

$$h \leq H_b - (h_t + 0,5),$$

где h - глубина выемки, м; H_b - максимальная высота выгрузки экскаватора, м; h_t - высота транспортной единицы до верха борта, м; 0,5 - запас по высоте на погрузку грунта выше бортов (с шапкой), м.

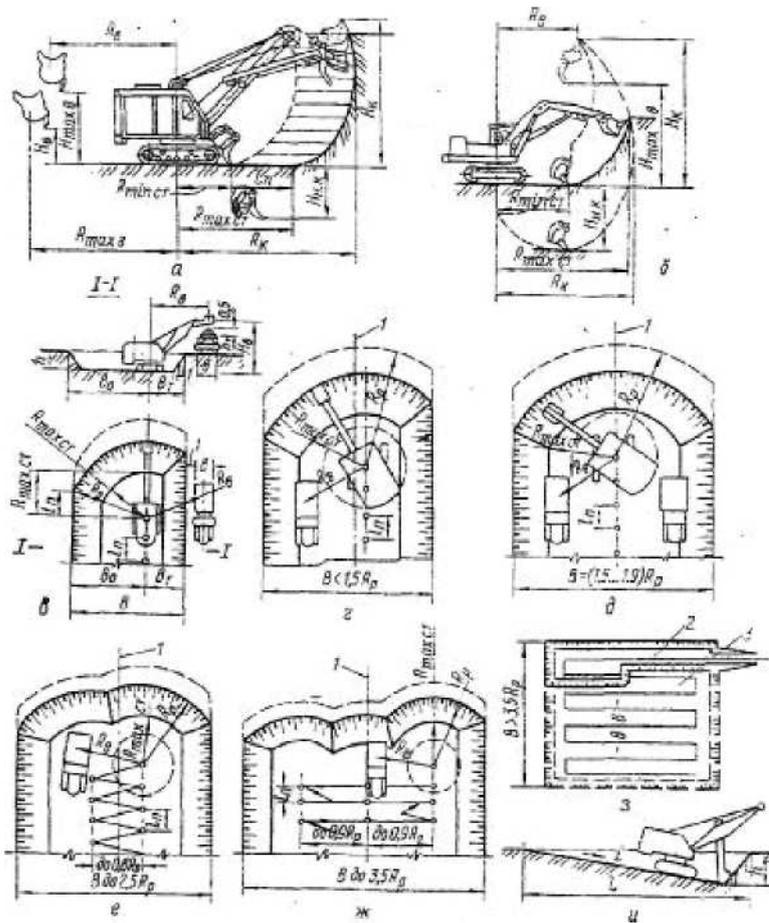


Рис. 5. Схемы копания экскаватором «прямая лопата» при разработке котлованов: а - схема копания механическим экскаватором; б - то же, гидравлическим; в - лобовой забой при движении транспорта за бровкой котлована; г - то же, при подаче транспортных средств в котлован по одну сторону экскаватора; д - то же, при подаче транспортных средств в котлован на обе стороны экскаватора; е - то же, при перемещении экскаватора по зигзагу; ж - то же, при поперечном перемещении экскаватора; з - то же, при разработке котлована шириной более $3,5 R_p$; и - отрывка въездной траншеи; 1 - ось котлована; 2 - лобовая проходка; 3 - въездная траншея; 4 - боковые проходки (размеры в м)

Наибольшую ширину такого забоя поверху B , м, получают из ширины в сторону транспортных средств, подаваемых под погрузку B_T и ширины в противоположную сторону, к откосу B_0 , т.е. $B = B_0 + B_T$. Ширину B_T , м, вычисляют по радиусу выгрузки экскаватора:

$$B_T = R_b - \left(\frac{b}{2} + 1 \right),$$

где R_b - радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м; b - ширина хода транспортного средства (база), м; 1 - запас ширины, учитывающий возможность обрушения откоса, м.

Ширину B_0 , м, определяют как катет прямоугольного треугольника, гипотенузой которого является принятый радиус копания, а вторым катетом - рабочая передвигка:

$$B_0 = \sqrt{R_p^2 - l_n^2},$$

где R_p - радиус копания, м, который принимают 0,9 R_H (R_H - наибольший радиус копания по технической характеристике, м); l_n - длина рабочей передвигки, м.

При глубоких котлованах разработку лобовой проходки ведут с заездом транспортных средств в котлован, применяя узкий, нормальный и уширенный забои. В узких забоях (рис. 5, г) транспорт располагают с одной стороны оси проходки, и въезжает он задним ходом. В нормальных забоях шириной 1,5 - 1,9 R_p (рис. 5, д) предусматривают подачу транспортных средств по обе стороны экскаватора. При уширенном лобовом забое экскаватор перемещается по зигзагу или поперек котлована. Предельная ширина забоя поверху составляет при движении по зигзагу 2,5 R_p (рис. 5, е), а при поперечном движении - до 3,5 R_p (рис. 5, ж). Если ширина котлована превышает указанные пределы, его разрабатывают за несколько проходок. Вначале отрывают пионерную траншею лобовой проходкой, затем применяют боковые проходки (рис. 5, з).

Оптимальная высота забоя для прямой лопаты составляет 0,7-Ю, 8 максимальной высоты копания экскаватора. Минимальная высота забоя для экскаваторов с механическим приводом оставляет около 3 м, а с гидравлическим приводом - 0,7-И, 7 м. Для въезда в забой экскаватора и транспортных средств необходимо устраивать въездную траншею (пандус) с уклоном $i = 0,01 - 0,015$ (рис. 5, з, и). Ширину пандуса по дну принимают при одностороннем движении транспорта 3-3,5 м, а при двустороннем 7 м.

Экскаваторы с обратной лопатой характеризуются следующими параметрами: вместимость ковша; наибольший радиус копания на уровне стоянки R_K ; наибольший и наименьший радиусы копания на уровне подошвы забоя $D_{\text{пах}}^{\wedge} \text{mm } j$ наибольшая глубина копания H_K ; начальный и конечный радиусы выгрузки $R_{\text{вн}}$ и $R_{\text{вк}}$; начальная и ко-

нечная высота выгрузки $H_{ВН}$ и $H_{ВК}$; длина рабочей передвижки $l_{П}$. Последнюю определяют как разность между максимальным и минимальным радиусами копания на уровне подошвы забоя (рис. 6, а, б).

Величина указанных параметров экскаваторов с механическим и гидравлическим приводами приведены в ЕНиРЕ2, § Е2-1-11.

Наибольший радиус копания на уровне подошвы забоя зависит от глубины копания и его вычисляют по формуле:

$$R_{\max} = R_k - mh,$$

где R_k - наибольший радиус копания на уровне стоянки экскаватора, м; m - коэффициент откоса; h - глубина выемки, м.

Наименьший радиус копания на уровне подошвы забоя R_{\min} зависит также от глубины копания и размеров ходовой части.

При работе обратной лопатой применяют торцевые (лобовые) и боковые забои. В торцевом забое экскаватор с обратной лопатой разрабатывает грунт «на себя», двигаясь вдоль оси котлована и попеременно опуская ковш то в одну, то в другую сторону от оси движения. При боковом забое грунт разрабатывают по одну сторону от оси движения экскаватора.

Рабочий радиус копания на уровне стоянки принимают равным 0,9 наибольшего радиуса копания на этом же уровне.

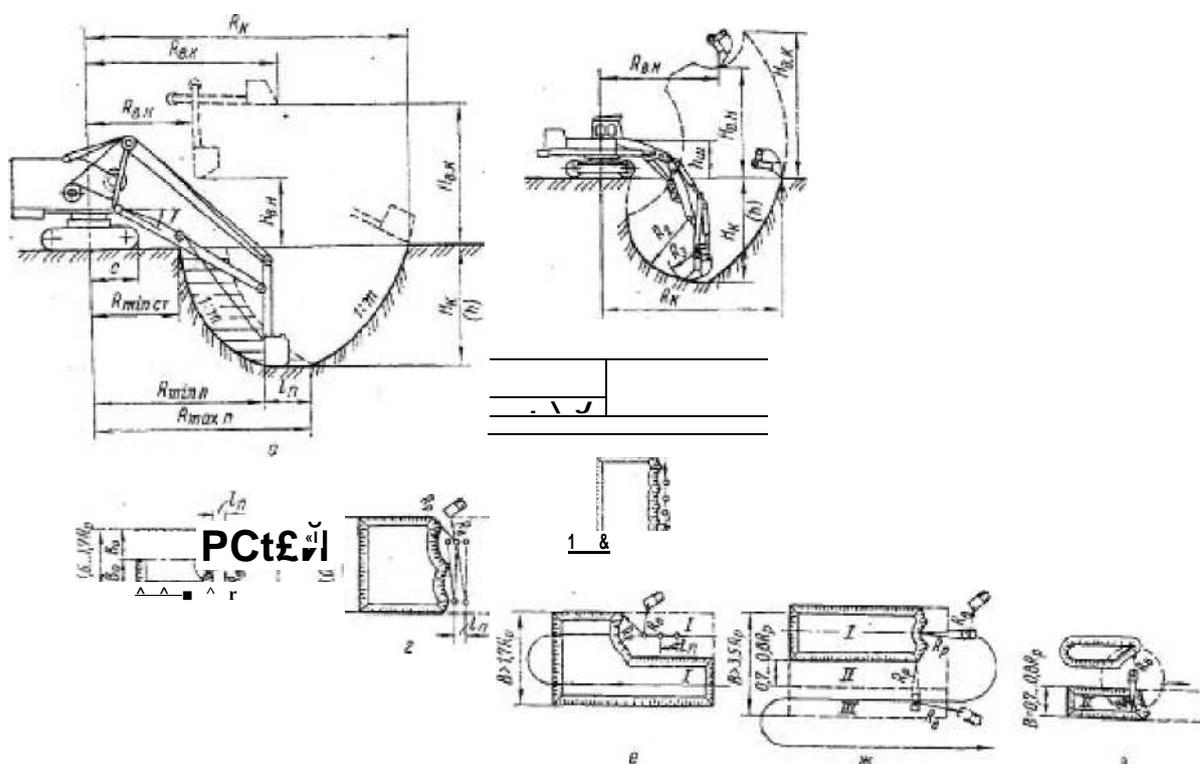


Рис. 6. Схема копания и виды забоев при разработке выемок механическим и

гидравлическим экскаваторами «обратная лопата»: а - схема копания механическим экскаватором; б - то же, гидравлическим при торцевом забое (указанном в плане); в - торцевой забой при движении экскаватора по оси выемки; г - то же, при зигзагообразном перемещении; д - то же, при поперечном перемещении; е - то же, при параллельных продольных проходках; ж - торцевой и боковой забои, з - боковой забой при разработке фунта в отвал; у - угол наклона стрелы экскаватора; (З - угол поворота экскаватора от оси движения; I - торцовая проходка; II, III - боковые проходки.

Более широкие котлованы разрабатывают уширенными торцевыми забоями с перемещением экскаватора по зигзагу $B = 3-3,5 R_p$ (рис. 6, г); поперечно-торцевыми проходками $B > 3,5 R_p$ (рис. 6, д); параллельными продольно-торцевыми проходками $B > 1,7 R_p$ (рис. 6, е); боковыми проходками после первой торцевой $B > 3,5 R_p$ (рис. 6, ж). При разработке котлована продольно-торцевыми проходками наибольшая ширина каждой последующей проходки поверху $B = 2 JR_p^2 - I_n^2 - mh$. Применение боковой проходки при разработке котлованов показано на рис. 6, ж, з.

Методику выбора проходок одноковшового экскаватора с механическим приводом, оснащенного обратной лопатой, рассмотрим на следующем примере.

Предстоит разработать котлован под подземную часть жилого здания. Размеры будущего котлована: ширина по дну - 19,5 м; длина по дну - 67,5 м; глубина котлована - 2 м; коэффициент откоса - 0,5; ширина поверху - 21,5 м; длина поверху - 69,5 м. Марка экскаватора - Э-652. Техническая характеристика экскаватора (табл.1. § Е2-1-11, ЕНиР Е2): вместимость ковша - 0,65 м³; длина стрелы - 5,5 м; наибольший радиус резания (копания на уровне стоянки) - 9,2 м; наибольшая глубина копания для котлованов - 4 м; радиус выгрузки в транспорт или отвал - 5,0 м; высота выгрузки в транспорт - 2,3 м.

Находим наибольший радиус копания на уровне подошвы забоя $D^{\wedge} = 9,2 - 0,5 \cdot 2 = 8,2$ м. Минимальный радиус копания на уровне стоянки экскаватора $D^{\wedge} = c + mh + 0,5 = 2 + 0,5 \cdot 2 + 0,5 = 3,5$ м. Минимальный радиус копания на уровне подошвы забоя $D_{\Pi\Pi\Pi} = 3,5 + mh = 3,5 + 0,5 \cdot 2 = 4,5$ м. Тогда длина рабочей передвижки $l_{\Pi} = D^{\wedge} - D_{\Pi\Pi} = 8,2 - 4,5 = 3,7$ м. Наибольшая ширина торцевой проходки поверху при движении экскаватора по оси забоя (рис. 6, в) при $R_{\text{раб.}} = 0,9 \cdot R_{\text{max}} = 8,3$ м составит

$$-!_n^2 - 2^{\wedge} - 3.7' = 2^{\wedge} / 68,6 - 13,7 -]4,8\text{м}.$$

При продольной разработке котлована отношение его ширины поверху к рабочему радиусу резания составляет $21,5 : 8,3 = 2,6$, т.е. $B > 1,7 R_p$, но $B < 3 - 3,5 R_p$ (рис. 6, г, е). Поэтому разработку котлована можно вести двумя параллельными торцевыми

проходками экскаватора (рис. 6, е) с шириной каждой проходки поверху $21,5:2 = 10,75$ м, что не превышает значения наибольшей ширины торцевой проходки поверху для данного экскаватора (14,8 м). Однако при такой технологической схеме производства работ, при паспортном радиусе выгрузки экскаватора 5 м не представляется возможным экскаватору работать навывлет для образования отвала грунта у бровки котлована для последующей обратной засыпки пазух. В данном случае отвал образуют путем подачи грунта автосамосвалами, работающими на отвозке лишнего грунта за пределы строительной площадки.

Возможна и другая схема разработки грунта. По ней сначала разрабатывают грунт торцевой проходкой наибольшей ширины (14,8 м), а оставшуюся полосу шириной $21,5 - 14,8 = 6,7$ м разрабатывают боковой проходкой (рис. 6, з, ж), так как $B = 0,8 R_p$. Но в данном случае складывать грунт в отвал у бровки котлована возможно лишь с одной стороны - со стороны боковой проходки.

Для гидравлических экскаваторов, оборудованных обратной лопатой, формирование торцевого забоя при заданной глубине котлована обуславливается наибольшим радиусом копания на уровне стоянки экскаватора $R_{ки}$ углом поворота экскаватора относительно оси движения β (рис. 6, б), который равен $50-55^\circ$. На рисунке приведены наибольшие кинематические параметры. Длина ходовой части экскаватора составляет около 3 м. Соответствующие эксплуатационные параметры определяют аналогично механическим экскаваторам. При вычислении ширины торцевого забоя поверху принимают в расчет высоту оси крепления шарнира стрелы относительно уровня стоянки экскаватора $h_m \sim 2,0$ м. Радиус копания в этом случае - гипотенуза прямоугольного треугольника с известным катетом h_m . Ширина $B = 2 \sin \beta \sqrt{R_{ки}^2 - H_m^2}$, м.

При определении ширины торцевого забоя по дну выемки учитывают удаление оси крепления шарнира стрелы относительно дна выемки.

Экскаваторы, оборудованные драглайном, имеют удлиненную стрелу кранового типа и ковш на гибкой подвеске (рис. 7). Забрасывая ковш в выемку на расстояние, несколько превышающее длину стрелы, его заполняют грунтом путем подтягивания по поверхности массива грунта в забое к нижней части стрелы (шарнирному креплению). Затем ковш переводят в горизонтальное положение, поднимают к верхней части стрелы и поворотом машины доставляют к месту выгрузки. Опорожняется ковш при ослаблении тягового каната. Техническая характеристика экскаваторов - драглайн приведена в ЕНиР Е2 § Е2-1-7. Драглайном разрабатывают выемки торцевыми и боковыми забоями. Размеры их определяют по формулам для обратной лопаты. Оптимальная глубина забоя (из условия наполнения ковша драглайна при его подтягивании) составляет 0,15-0,2

длины стрелы.

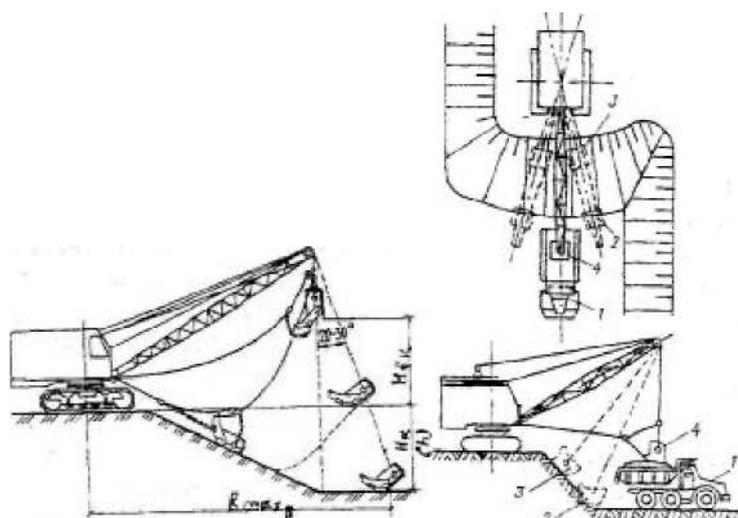


Рис. 7. Схема разработки забоя драглайном:

- 1- самосвал; 2 - опускание ковша и набор грунта; 3 - окончание набора и подъем ковша;
- 4 - разгрузка ковша.

При погрузке грунта на транспорт в широких котлованах применяют челночные способы разработки с заездом автосамосвалов на дно выемки. При поперечно-челночной схеме грунт набирают поочередно с каждой стороны автосамосвала, не прекращая поворота стрелы в процессе разгрузки ковша в кузов. При продольно-челночной схеме грунт набирают перед задней стенкой кузова автосамосвала. После разгрузки ковш, челночно двигаясь в продольном направлении по отношению к автосамосвалу, снова возвращается к месту набора.

Экскаваторами отрывают котлованы или траншеи на глубину, несколько меньшую проектной, с оставлением так называемого «недобора». Слой недобора оставляют для того, чтобы избежать повреждения естественной структуры грунта в основании фундаментов. Предельная величина слоя недобора грунта зависит от рабочего оборудования и вместимости ковша экскаватора колеблется в пределах 5 – 25 м.

Разработку слоя недобора грунта под столбчатые фундаменты стаканного типа и подушки ленточных фундаментов зданий производят, как правило, вручную. Причем разработку ведут не по всей площади дна траншеи или котлована, а только непосредственно на участках установки фундаментов. Для столбчатых фундаментов – это отдельные выработки размерами в плане, превышающими размер фундамента на 10–15 см с каждой стороны, а для подушек ленточных фундаментов – траншеи,

разрабатываемые по осям здания, ширина которых также на 10-15 см больше ширины подушек с каждой стороны. Глубина ручной разработки траншеи равна толщине слоя недобора грунта.

Затраты на ручную разработку слоя недобора грунта оказывают существенное влияние на выбор типа и марки экскаватора по экономическим показателям, так как при определении себестоимости работ учитываются как затраты на механизированную разработку грунта (табл. 1), так и затраты на разработку слоя недобора грунта.

Разработку грунта в выемках выполняют в соответствии с технологической документацией при соблюдении требований СП 70.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». В процессе работ контроль осуществляют согласно схемам операционного контроля. При отрывке котлованов и траншей контролируют правильность выноса осей и контуров выемки; правильность мероприятий по отводу поверхностных вод; вертикальные отметки дна выемки; крутизну откосов. Отметка спланированной поверхности дна выемки в местах устройства фундаментов после удаления слоя недобора грунта не должна превышать проектную на величину ± 5 см.

Таблица 1

Стоимость машино-смен одноковшовых экскаваторов

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м	Средняя стоимость машино-смены,
ЭО3311Г(Э-302Г)	0,4	18,31
ЭО33ПГ(Э-303Б)	0,4	18,87
ЭО-3211Б(Э-304)	0,4	18,6
Э-504	0,5	25,34
Э-505	0,5	23,78
ЭО-3112Б(Э-505А)	0,5	24,93
ЭО-3121Б(Э-5015Б)	0,5	26,20
ЭО-3322А	0,5	26,08
Э-651	0,65	28,78
ЭО-4111Б(Э-652)	0,65	28,3
Э-656	0,65	28,37
ЭО-4121А	0,65	31,08
ЭО-4321	0,65	33,62
Э-801	0,8	30,18
ЭО-5111А(Э-10011а)	1,0	35,90
ЭО-5122	1,25	42,64
ЭО-611	1,25	33,73
ЭО-6112Б	1,25	37,64

5. Монтаж сборных элементов подземной части зданий

Монтаж сборных железобетонных элементов подземной части зданий, предусмотренных в курсовом проекте, ведут преимущественно стреловыми самоходными кранами: автомобильными, пневмоколесными и гусеничными. Для ограничения нагрузок на шасси и обеспечения устойчивости автомобильных и пневмоколесных кранов в их конструкции предусмотрены выносные опоры. При работе без выносных опор грузоподъемность кранов уменьшается на 80%. Основные технические характеристики некоторых автомобильных, пневмоколесных и гусеничных кранов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики стреловых самоходных кранов

Марка крана	Грузоподъемность, т		Длина стрелы, м	Вылет крюка, м		Высота подъема крюка, м
	на выносных опорах	без выносных опор		min	max	
КС-3562А	Автомобильные краны					
	10-1,6 16-3,7	2,5-0,4 5,1	10,0 9,75	4,0 3,8	10,0 8,40	10,5 10,6
КС-4362	Пневмоколесные краны					
	16-3,5 25-3,5	8,5-2,0 14,0	12,5 15	3,8 4,5	10,0 13,8	12,1 14,0
Э-1011А	Гусеничные краны					
	-	15-3,7 25-3,5	12,5 14	3,8 4,25	12,0 14,0	9,2 11,5

Как видно из табл. 2, грузоподъемность крана изменяется в широком диапазоне и зависит от трех факторов: длины стрелы, вылета крюка и применения выносных опор (для автомобильных и пневмоколесных кранов). Эти факторы учтены в кривых грузоподъемности, приведенных на рис. 8-13. Кривые отражают зависимости грузоподъемности крана Q , т, от вылета крюка стрелы L , м. На рис. 8, 10-13 в графиках пунктирные линии отражают зависимость высоты подъема крюка H , м, от его вылета. Вылет крюка на верхнем конце стрелы складывается из величины горизонтальной проекции стрелы крана и расстояния от оси вращения крана до оси крепления нижнего конца стрелы (1,5 м).

Для выбора типа и марки крана по монтажу сборных элементов подземной части зданий сначала необходимо наметить схему его движения и стоянки.

В зданиях со столбчатыми фундаментами под колонны, которые устанавливают в траншеях (см. рис. 3, 4), кран может передвигаться по площадкам между траншеями, свободным от отвалов грунта. При этом сборные элементы фундаментов монтируют по двум смежным продольным осям здания. Стоянки крана намечают из расчета, чтобы с одной стоянки в зону действия крана попало несколько фундаментов по каждой оси (рис. 14). Вычертив в масштабе схему, можно определить максимальную величину вылета крюка крана. Зная массу элемента, который монтируется на данном вылете крюка, выбирают, используя графики грузовых характеристик, марку крана.

В зданиях с ленточными фундаментами и подвалом сборные конструкции монтируют преимущественно кранами, движущимися по дну котлована, которые ведут монтаж «на себя» (рис. 15). Это обусловлено тем, что у бровки котлована по его периметру складывается в отвалах грунт для последующей обратной засыпки пазух. Схема монтажа сборных конструкций с перемещением крана у бровки котлована возможна в том случае, если отвалы грунта будут отсыпаться на некотором удалении от бровки для возможности передвижения крана. Однако в этом случае кран с учетом требований техники безопасности его работы у бровки котлована должен иметь длинную стрелу, а следовательно, и большую грузоподъемность, чтобы монтировать элементы в середине котлована.

Стоянки крана, движущегося по дну котлована, намечают с таким расчетом, чтобы ходовая часть кранов при его передвижении не нарушала структуру грунта в местах непосредственно расположения фундаментов. Марку крана определяют по вылету крюка и массе монтируемого элемента для трех вариантов: подушки фундамента; блока стен подвала и плиты перекрытия. Из всех вариантов выбирают наибольшие величины вылета крюка и массы элемента. По этим максимальным значениям, используя графики грузовых характеристик, и выбирают марку крана.

Монтажу фундаментов и подземных конструкций зданий предшествует разбивка и закрепление осей, проверка отметки основания. На обноске по осям натягивают проволоки и, пользуясь отвесом, закрепляют пересечения осей на дне выемки металлическими штырями, втыкаемыми в грунт. При монтаже столбчатых отдельно стоящих фундаментов в траншеях разметку выполняют для каждого фундамента (рис. 16, а). От закрепленной на дне траншеи точки пересечения осей во все четыре стороны (в направлении осей) отмеряют половину ширины и длины подошвы фундамента, прибавляя к этим размерам по 30 см. В полученных точках забивают в землю разбивочные скобы или колышки, на которых с помощью отвеса, перемещаемого по осевым проволокам, наносят осевые риски. Фундаменты под монтаж подают в транспортных средствах; полость стакана очищают и

закрывают щитком; на боковые грани опорной части фундамента наносят осевые риски, которые при установке фундаментов на подготовленное основание совмещают с рисками, нанесенными на разбивочных скобах или кольшках. Слой недобора грунта удаляют непосредственно перед монтажом конкретного фундамента.

Монтаж фундаментов обычно начинают от одного торца к другому. Поднимают фундаменты с транспортных средств за монтажные петли стропами; наводку в проектное положение производят «на весу», после этого фундамент опускают на подготовленное основание и выверяют, при несоблюдении допустимых отклонений его поднимают, основание исправляют и процедуру повторяют. Следующим этапом монтажных работ является установка специальных опорных столбиков под фундаментные балки. После окончания их монтажа производят обратную засыпку грунта до верха опорных столбиков, затем монтируют фундаментные балки и заканчивают обратную засыпку грунта до верха фундамента.

При монтаже ленточных фундаментов разметку их положения производят следующим образом. От точки пересечения осей фундаментов (рис. 16, б) в углу здания по направлению наружных сторон с помощью метра определяют положение наружных граней угловой фундаментной подушки, забивая в этих местах два металлических стержня. Таким же образом размечают положение всех угловых фундаментных подушек, а при большой длине здания - и маячных блоков, располагая их в местах примыкания фундаментных подушек внутренних стен к наружным. Промежуточные подушки укладывают последовательно от маячной угловой до маячной промежуточной, определяя их положение в плане по причальному шнуру и по монтажному зазору между устанавливаемой и ранее установленными подушками. Монтаж подушек осуществляют непосредственно с транспортных средств способом «на весу». У смонтированных подушек монтажные петли срезают заподлицо с поверхности бетона. Места сопряжения подушек продольных и поперечных стен замоноличивают бетоном (рис. 17), а швы между блоками заполняют грунтом.

Монтаж стеновых блоков на фундаментные подушки ведут по рядам, начиная с укладки угловых и маячных блоков. Проектное положение блоков в первом ряду фиксируют рисками, нанесенными на маячные угловые и промежуточные фундаментные подушки.

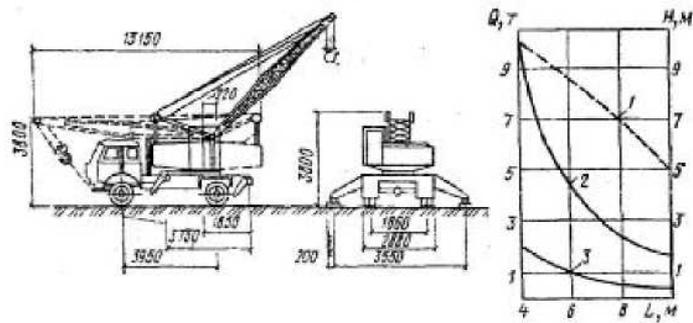


Рис. 8. Кран КС-3562А и его грузые характеристики (при длине стрелы 10 м):

1, 2 - при работе на опорах; 3 - без опор

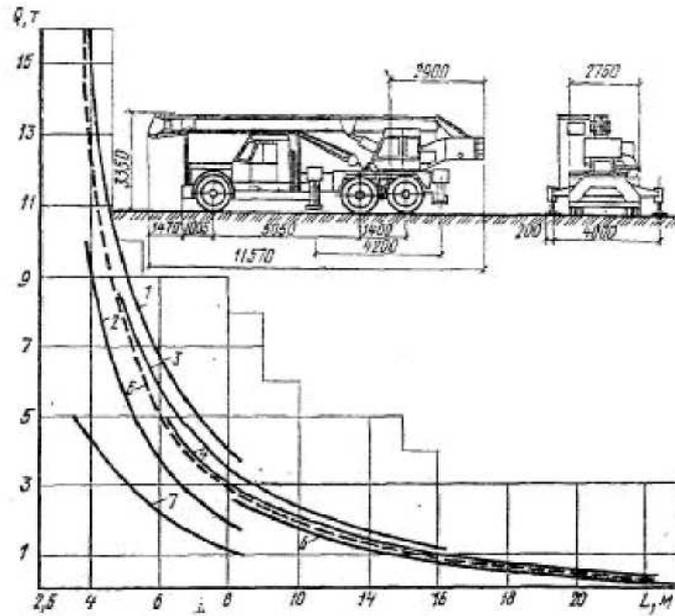


Рис. 9. Кран КС-4571 и его грузые характеристики:

1 - при $l = 9,75$ м - зона работы 260° ; 2 - то же, при $l = 9,75$ м работа над кабиной;
 3 - при $l = 15,75$ м - зона работы 250° ; 4 - при $l = 21,75$ м - зона работы 235° ;
 5 - стрела совмещенная ($l = 9,75 + 21,75$); 6 - при $l = 21,75$ м с гуськом, зона работы 240° ;
 7 - работа крана без опор $l = 9,75$ м, зона работы 180°

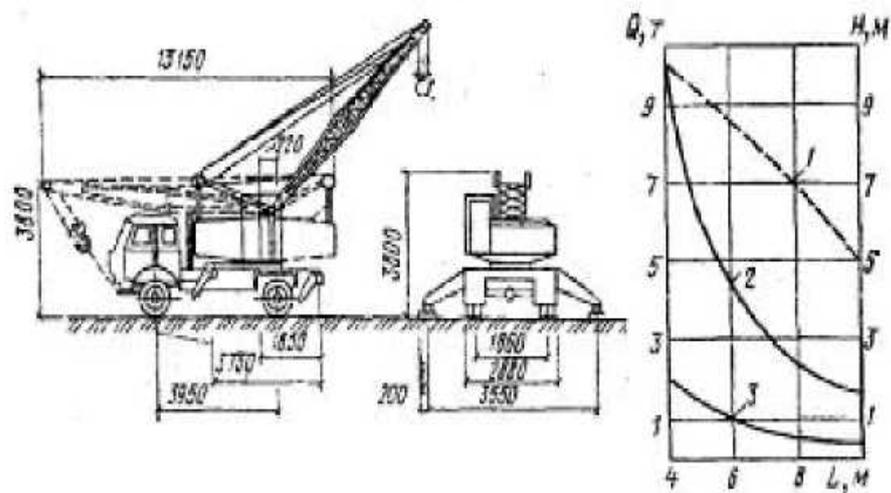


Рис. 8. Кран КС-3562А и его грузовые характеристики (при длине стрелы 10 м):

1, 2 - при работе на опорах; 3 - без опор

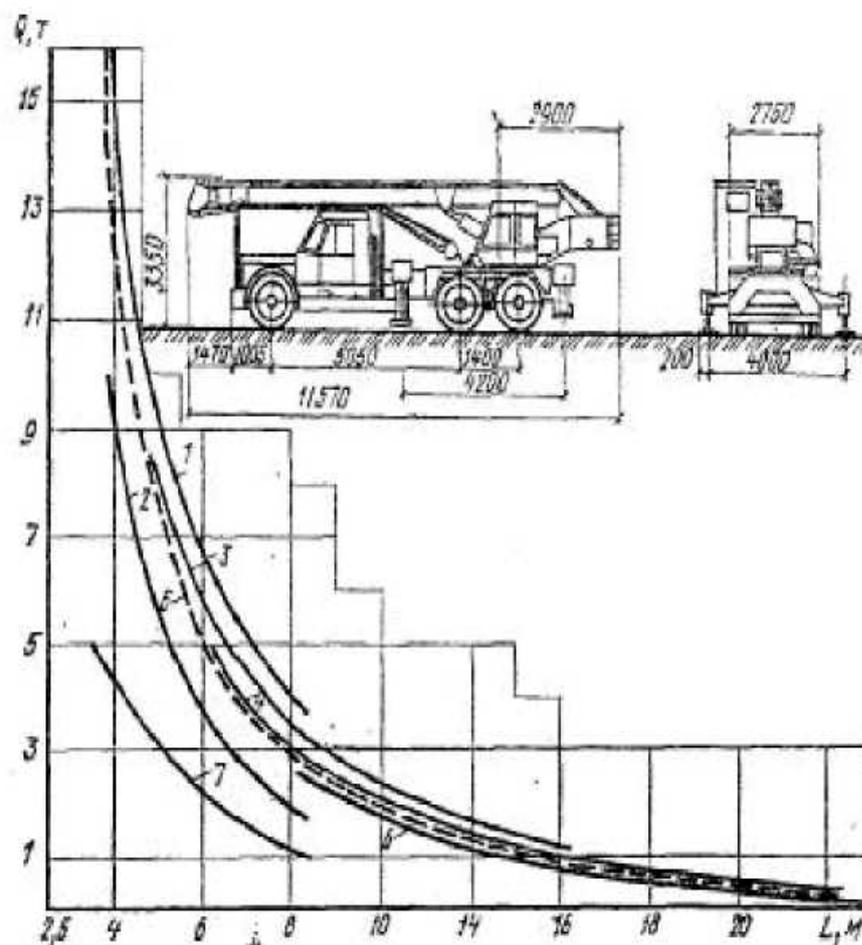


Рис. 9. Кран КС-4571 и его грузовые характеристики:

1 - при $l = 9,75$ м - зона работы 260° ; 2 - то же, при $l = 9,75$ м работа над кабиной;
 3 - при $l = 15,75$ м - зона работы 250° ; 4 - при $l = 21,75$ м - зона работы 235° ;
 5 - стрела совмещенная ($l = 9,75 + 21,75$); 6 - при $l = 21,75$ м с гуськом, зона работы 240° ;
 7 - работа крана без опор $l = 9,75$ м, зона работы 180°

После определения положения угловых блоков осуществляют с помощью рулетки разбивку положения промежуточных блоков по всем осям фундаментов. Вертикальные швы между фундаментными подушками и между блоками первого ряда, а также в последующем между смежными по высоте рядами блоков смещают относительно друг друга на расстояние не менее 0,4 высоты блоков, осуществляя, таким образом, перевязку швов.

После выполнения разбивки тщательно укладывают угловые и маячные блоки по слою цементно-песчаного раствора. Затем на этих блоках укрепляют причальный шнур и по нему укладывают непосредственно с транспортных средств все промежуточные блоки на слой цементно-песчаного раствора толщиной не более 20 мм с тщательным заполнением вертикальных и горизонтальных швов раствором. В местах примыкания поперечных стен к продольным перевязывают швы примыкания в каждом ряду с закладкой в горизонтальные швы сварных арматурных сеток. При разметке мест установки блоков последующих рядов риски вертикальных швов наносят на боковые поверхности блоков нижнего ряда.

Правильность установки блоков контролируют по рискам осей вертикальных швов и монтажным зазорам между блоками, а также по причалке и обрезу блоков нижнего ряда. Верх блока проверяют по причалке, а его горизонтальность правилом с уровнем.

После укладки последнего ряда блоков проверяют правильность их положения относительно разбивочных осей с помощью теодолита или отвеса, а также выполняют нивелировку поверхности верхнего ряда блоков с тем, чтобы слоем раствора можно было выправить отклонения от проектных отметок для обеспечения горизонтального положения плит перекрытия (монтажного горизонта).

Плиты перекрытия укладывают на слой цементно-песчаного раствора толщиной не более 20 мм и скрепляют друг с другом и блоками верхнего ряда стен металлическими анкерами или скрутками из проволоки. В многопустотных плитах перекрытий отверстия в торцах плит заделывают раствором. Плиты, как и блоки стен подвала, подвозят на транспортных средствах непосредственно в зону действия стрелового самоходного крана.

Монтаж сборных железобетонных элементов подземной части зданий должен выполняться в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». Предельные отклонения от проектного положения не должны превышать следующих величин:

- отклонение от совмещения установочных ориентиров фундаментных подушек и стаканов фундаментов с рисками разбивочных осей - 12 мм;
- отклонение отметок опорной поверхности фундаментов от проектных ± 5 мм;
- отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в

нижнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами (рисками геометрических осей или гранями нижележащих элементов, рисками разбивочных осей) опорных столбиков, фундаментных балок, блоков стен подвала - 8 мм;

- отклонение от вертикали верха плоскостей опорных столбиков, фундаментных балок и блоков стен подвала - 12 мм;

- отклонение отметок верха фундаментных балок - 15 мм;

- разность отметок лицевых поверхностей двух смежных панелей перекрытий - 10 мм.

6. Устройство бетонного подстилающего слоя под полы

Бетонный подстилающий слой под полы в подвалах жилых зданий выполняют по грунтовому основанию толщиной 100-150 мм. Бетонную смесь в подстилающий слой укладывают полосами шириной 1,5-3 м, отделенными друг от друга маячными рейками из досок (рис. 18).

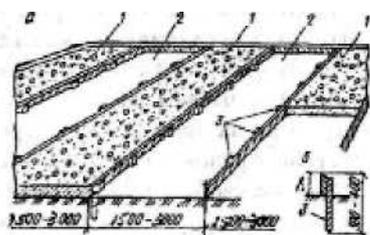


Рис. 18. Схема бетонирования подстилающего слоя п

а – схема бетонирования;

б – деталь крепления маячных досок

1 – первая очередь; 2 – вторая очередь; 3 – колья через 1–1,5 м;

h – толщина бетонируемого слоя

Маячные рейки устанавливают параллельно длинной стороне стены и закрепляют на месте с помощью кольев, вбитых в землю, так, чтобы верхняя грань доски находилась на уровне поверхности подстилающего слоя, отметка которой принимается по проекту. Рейки устанавливают сразу по всей площади или отдельными участками. Горизонтальность маячных досок проверяют контрольной рейкой-шаблоном с уровнем или геодезическими приборами. Полосы бетонируют через одну, начиная от наиболее удаленных участков. Поверхность выровненного бетонного слоя с учетом последующей его осадки в процессе уплотнения должна быть на 3-5 мм выше верхней грани маячных реек. Пропущенные полосы бетонируют после снятия маячных реек, используя забетонированные полосы в качестве опалубки и направляющих. Бетонную смесь

уплотняют виброрейками СО-131А (ширина обработки 1,5 м) или СО-132А (ширина обработки 3 м). В местах, недоступных для виброреек, бетонную смесь уплотняют трамбовками массой не менее 10 кг.

Перед возобновлением укладки бетонной смеси после перерыва вертикальную кромку затвердевшего слоя очищают от пыли и грязи и промывают водой. В местах рабочих швов уплотнение и заглаживание бетона производят до тех пор, пока шов станет незаметным.

Просветы между контрольной двухметровой рейкой и проверяемой поверхностью бетонного подстилающего слоя не должны превышать 10 мм.

Бетонную смесь доставляют от бетоносмесительного узла на строительный объект автобетоновозами или автосамосвалами, оборудованными для перевозки бетона. Выгрузку бетонной смеси осуществляют либо непосредственно у места укладки, либо выгружают в перегрузочные бункеры, в которых смесь подают кранами. Уход за бетоном подстилающего слоя осуществляют по общим правилам ухода за бетоном монолитных конструкций зданий.

Затраты труда при устройстве бетонных подстилающих слоев определяются из СНиП Е19 § Е19-38. Эти затраты составляют 7,5 чел.-ч. на 100 м² при толщине слоя 100 мм и 9,6 чел.-ч. - при толщине слоя 150 мм. Звено, выполняющее работы по устройству бетонных подстилающих слоев, состоит из одного бетонщика 3 разряда и одного бетонщика 2 разряда.

7. Устройство гидроизоляции

Гидроизоляция предназначена для защиты строительных конструкций зданий и сооружений от воздействия грунтовых и атмосферных вод. В жилых зданиях с подвалом наружные его стены покрывают гидроизоляционным слоем еще и от проникновения воды внутрь помещений.

По способам устройства и виду используемых материалов различают окрасочную, оклеечную, штукатурную, литую и облицовочную гидроизоляции.

Оклеечная гидроизоляция, в частности, покрытие из нескольких слоев рулонных или пленочных материалов, которые послойно наклеивают на поверхность посредством битумных мастик или синтетических составов. Гидроизоляцию наносят на поверхность со стороны гидростатического напора воды.

Материалами для оклеенной гидроизоляции служат рубероид, филизол, рулонные битумные материалы «Стекломаст», «Бутерол», гидростеклоизол и др. Наклеивание рулонных гидроизоляционных материалов на битумной основе производят посредством битумных, битумно-полимерных или резинобитумных мастик.

Непосредственному нанесению гидроизоляции на бетонные поверхности предшествуют работы, связанные с подготовкой основания. Поверхность тщательно продувают сжатым воздухом, очищают металлическими щетками от грязи, жировых пятен. Имеющиеся выбоины, раковины, каверны, глубокие трещины и другие дефекты на поверхности заделывают цементно-песчаным раствором.

Для обеспечения большей долговечности гидроизоляционного покрытия поверхность должна быть обязательно огрунтована. Это необходимо для обеспечения лучшей адгезии гидроизоляции к поверхности. Огрунтование производится жидким раствором материала, которым приклеивают рулонное покрытие. В случае применения рубероида в качестве грунтовки используют смесь подогретого до 80-90°C битума с растворителем в соотношении 1 ч битума на 3 ч растворителя, например, уайт-спирита. Жидкий раствор грунтовки проникает в поры и неровности основания, что обеспечивает в последующем надежное сцепление гидроизоляции. Наносят грунтовку, как и окрасочную гидроизоляцию, полосами шириной 3-4 м как правило распылением.

До приклеивания рулонного материала его перематывают. Процесс перематки сочетается с очисткой рулонного материала от насыпки. Верхнюю сторону рулонного материала последнего слоя гидроизоляции не очищают. В этом случае очистке подлежит только полоса для нахлестки.

Для вертикальных поверхностей применяют только горячие битумные мастики. Приготовление мастики осуществляют при больших объемах работ непосредственно у возводимого объекта. В этом случае используют специальные котлы с загрузочными приспособлениями и приспособлениями для подачи к месту укладки.

Вертикальные поверхности оклеивают ярусами высотой до 1,5 м. Подготовленный, разрезанный по размерам гидроизоляционный материал на рабочее место подают небольшими рулонами в контейнерах. Приклеивают рулонный материал к поверхности снизу вверх, перекрывая каждый предыдущий слой последующим не менее, чем на 100 мм в продольных и 150-200 мм в поперечных стыках. Сначала изолируемую поверхность покрывают горячей мастикой, нагретой до температуры 160-180°C, слоем толщиной 1,5-2 мм. Затем рулонный материал раскатывают, разглаживая отдельные участки от середины к краям. Края и швы впоследствии дополнительно промазывают мастикой, отжатой при притирании рулонного материала, используя для этого шпатель с удлиненной ручкой.

Стыки полос в нескольких слоях гидроизоляции не должны совпадать, смещение их должно быть не менее 300 мм. Если в процессе устройства рулонной гидроизоляции образуются пузыри, то их прокалывают шилом, выпуская воздух и выдавливая мастику.

При устройстве рулонной гидроизоляции необходимо соблюдать требования СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия». Допустимая влажность бетонной поверхности перед выполнением гидроизоляции не должна превышать 4%. Толщина слоя

горячих битумных мастик должна быть для первого слоя 2 мм, а для промежуточных - 1,5 мм с предельными отклонениями 10%. Мастика должна наноситься равномерным, сплошным, без пропусков, слоем. Каждый слой гидроизоляции следует укладывать после достижения прочного сцепления с основанием предыдущего слоя.

Подготовительные работы перед выполнением гидроизоляции, связанные с заделкой выбоин, раковин, глубоких трещин цементно-песчаным раствором, должны выполняться в процессе монтажа стеновых блоков стен подвала.

Основными операциями при выполнении рулонной гидроизоляции, таким образом, являются: очистка поверхности от наплывов раствора, грязи и пыли; грунтование поверхности разжиженной битумной мастикой; очистка рулонного материала от посыпки; разогрев битумной мастики в котле; наклеивание рулонного материала вручную. Единицы измерения на выполнение каждой указанной операции по ЕНиР Е11 - различные, что создает определенные трудности при календарном планировании выполнения работ подземной части здания, где целесообразно работу по выполнению гидроизоляции указывать одной строкой. Поэтому необходимо составить комплексную норму устройства 100 м гидроизоляции.

Составим такую норму для следующего случая. Требуется выполнить рулонную вертикальную гидроизоляцию из 4-х слоев рубероида по бетонной поверхности.

По данным ЕНиР Е11, норма времени по очистке 100 м плоских поверхностей составляет 0,78 чел.-ч. (§ Е11-74); по механизированному нанесению разжиженного битума на 100 м - 17 чел.-ч (§ Е11 -37); по очистке рубероида от талька на станке - 0,82 чел.-ч на 100 м (§ Е11-75); по разогреву 1 т битумной мастики в котле вместимостью до 1 т, работающим на жидком топливе, - 0,7-10 = 7 чел.-ч. (§ Е11-50); по наклеиванию рубероида с нанесением мастики механизированным способом 11,5 чел.-ч. на 100 м вертикальной поверхности (§ Е11-40).

Комплексная норма времени при устройстве 4-х слойной вертикальной гидроизоляции из рубероида на 100 м² составит: 0,78 + 1,7 + 4,40-0,82 + 0,6-7+4-11,5 = 55,51 чел.-ч., где 0,6 т - расход битумной мастики на 400 м² оклеенной поверхности.

Состав звена по комплексной норме времени: изолировщики 4-го разряда - 1 чел; 3-го разряда - 1 чел; 2-го разряда - 1 чел.

8. Обратная засыпка пазух

Обратную засыпку пазух производят грунтом, оставленным на строительной площадке в отвалах, расположенных вблизи мест укладки. Грунт перемещают бульдозерами. Обратную засыпку выполняют слоями одинаковой толщины с

обязательным уплотнением катками или трамбованием (в стесненных местах, недоступных для работы машин) каждого слоя.

Наилучшие результаты достигаются при уплотнении грунтов оптимальной влажности, которая для песчаных грунтов составляет 8-14%; супесчаных 9-15%, суглинистых 12-22%, глинистых 18-28%. Необходимая степень трамбования (92-98%) устанавливается проектом. Для измерения плотности отбирают контрольные пробы грунта и исследуют их в лабораторных условиях или специальными приборами делают замеры в процессе производства работ (плотномер СоюзДорНИИ; установки, основанные на использовании изотопов, радиоизмерений, ультразвука и др).

Толщину уплотняемых слоев назначают в зависимости от условий производства работ, вида грунтов и типа применяемых машин. Она не должна превышать величин, указанных в технических характеристиках грунтоуплотняющих машин. Каждый последующий участок уплотнения во избежание пропусков в уплотнении должен перекрывать предыдущий от 0,1 до 0,2 м.

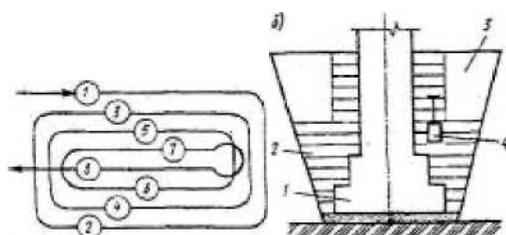


Рис. 19. Схема уплотнения грунта:

- а - на площадке катками по замкнутому кругу;
- б - электротрамбовками в пазухах фундаментов;
- 1-8 - последовательность проходки катка; 1 - фундамент;
- 2 - слой грунта по ОД...0,2 м, уплотняемые электротрамбовками;
- 3 - участок уплотнения грунта другими механизмами;
- 4 - электротрамбовка.

При уплотнении грунта в котлованах применяют преимущественно самоходные катки на пневмоколесном ходу, движение которых осуществляется по замкнутому кругу. Для уплотнения грунта трамбованием применяют пневматические или электрические трамбовки. При этом грунт разравнивают слоями от 0,1 до 0,2 м. Верхняя часть обратной засыпки, если позволяют ее размеры, может уплотняться катком.

9. Календарное планирование производства работ

Суть календарного планирования заключается в том, чтобы на календарном графике обозначить начало и окончание каждого процесса производства работ при возведении подземной части здания. Календарный график состоит из табличной формы и графической части.

В табличной форме представлены данные по объему работ, составу звена, выполняющего процесс, или количеству работающих машин; по трудоемкости (чел.-ч.) или затратам машинного времени (маш.-ч.), а также по продолжительности выполнения каждого процесса.

Графическая часть разрабатывается только после расчета и получения данных по продолжительности выполнения всех процессов в отдельности, которая определяется путем деления трудоемкости на количество работающих в звене или затрат машинного времени на количество машин. Для перевода часов в смены количество часов делят на восемь.

Методику разработки графической части рассмотрим на примере возведения подземной части жилого здания (табл. 3), в котором значения по продолжительности процессов взяты условно.

Процессы по разработке грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвалы и в отвал (навымет) на графике показаны одной линией, так как разграничить эти процессы по времени на практике не представляется возможным. Кроме того, следует учитывать, что процесс работы экскаватора навывмет возможен лишь в случаях, когда экскаватор в забое может достать при максимальном радиусе выгрузки до места складирования грунта в отвале. Если принята схема движения экскаватора с использованием в забое максимального радиуса резания, то такой возможности нет и грунт в отвал доставляется одним из самосвалов, вывозящих лишний грунт за пределы строительной площадки. В этом случае на графике показывается только один процесс - разработка грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвалы.

грунта и показан также одной линией. Это связано с тем, что при монтаже элементов самоходным краном, который спускается в котлован по пандусам, оставляются технологические проемы в торцах здания. Сборные элементы в этих проемах, включая фундаментные подушки и стеновые блоки, монтируют после окончания монтажа элементов по продольным осям здания, в том числе плит перекрытий. Поэтому зафиксировать на графике время окончания монтажа фундаментных подушек и стен подвала не представляется возможным.

Процесс разработки слоя недобора грунта является сопутствующим основному процессу по монтажу фундаментных подушек. Начинается этот процесс непосредственно до монтажа первых подушек и заканчивается перед монтажом последней. На графике основной процесс (процесс монтажа) растягивается по времени на шесть смен. Продолжительность же процесса по разработке слоя недобора грунта - три смены. Поэтому на графике этот процесс показан пунктирной линией, учитывая, что временные отрезки пунктирной линии в сумме должны составить три смены.

Окончание процесса сварки анкеров, трудоемкость которого может быть принята по ЕНиР Е22 «Сварочные работы» 3,2 чел.-ч. на 10 п. м шва (состав звена - сварщик 5 разряда - 1), совпадает практически с окончанием монтажа панелей перекрытия. Продолжительность сварочных работ составляет одну смену, что и отражено в графике.

Процесс зачеканки, расшивки швов, заделки трещин и сколов, наружной поверхности стен, а также процесс заливки швов плит перекрытий являются сопутствующими основному процессу монтажа соответствующих элементов. Они выполняются в интервале времени основных процессов и показаны на графике пунктирной линией в этом же интервале, поскольку продолжительность сопутствующих процессов меньше основных.

Процесс устройства бетонного подстилающего слоя по технологическим требованиям должен быть закончен до окончания монтажа плит перекрытий. Это требование связано с подачей бетонной смеси к месту укладки, которая может быть осуществлена либо автотранспортом, въезжающим в котлован по пандусам через технологические проемы, либо краном в бункерах. Поэтому на графике окончание процесса укладки подстилающего слоя показано за половину смены до окончания монтажа плит перекрытий, а начало соответствует продолжительности процесса (3 смены). Процесс гидроизоляции должен быть увязан по времени с готовностью наружных поверхностей наружных стен подвала. На графике начало устройства гидроизоляции предусмотрено после монтажа примерно половины стен подвала и зачеканки швов.

Окончание процесса соответствует его продолжительности.

Обратную засыпку пазух грунтом по технологическим требованиям необходимо выполнять после устройства гидроизоляции и монтажа плит перекрытий. Эта работа

включает процессы подачи отдельными порциями грунта бульдозером в пазуху котлована и процесс послойного разравнивания и трамбования каждого слоя. Процесс трамбования более трудоемкий и длительный по времени и поэтому основной. Сопутствующим процессом является подача грунта бульдозером. Это находит отражение в графике, где подача грунта показана пунктирной линией в интервале времени основного процесса.

ПИСАРЕВ Сергей Владиславович
МУРАВЬЕВ Александр Харсанович

Проектирование комплексного технологического процесса при возведении подземной части зданий

Учебное пособие
для курсового и дипломного проектирования
для бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»

Рецензент: к.т.н., доцент Астахов Н.Н.
Редактор: Дарымова Н.С.

Уч.-изд. л. 2,3
Цена «С»

Тираж 100 экз.
Регистрационный №

Электростальский институт (филиал) Московского политехнического университета
144000, Московская обл., г. Электросталь, ул. Первомайская, д.7.