

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ШАХТИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ (філія) ПІВДЕННО-РОСІЙСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (НПІ)
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



КАФЕДРИ: БШ і ПС ДонНТУ
БГ і К НГУ
БГ і К ДГУ
ППЦБ і К

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по складанню курсового проекту на тему:

***«Проектування чотирьохстоїчного сталевого надшахтного
копра і визначення розрахункових навантажень»***
для студентів напрямку "Гірництво"

спеціальності 7.090303 "Шахтне та підземне будівництво"

за курсом:

"ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ"



м. Донецьк - Новочеркаськ – Дніпропетровськ - Алчевськ – 2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ШАХТИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ (філія) ПІВДЕННО-РОСІЙСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (НПІ)
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРИ: БШ і ПС ДонНТУ
БГ і К НГУ
БГ і К ДГУ
ППЦБ і К

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по складанню курсового проекту на тему:

**«Проектування чотирьохстоїчного сталевого надшахтного
копра і визначення розрахункових навантажень»**
для студентів напрямку "Гірництво"

спеціальності 7.090303 «Шахтне та підземне будівництво»
за курсом:

"ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ"

Рассмотрено:
на заседании кафедры
строительных геотехнологий и
конструкций ДГТУ
Протокол №
от “ “ 2005г.

Рассмотрено:
на заседании кафедры
строительных геотехнологий и
конструкций НГУ
Протокол №
от “ “ 2005г.

Рассмотрено:
на заседании кафедры
строительства шахт и
подземных сооружений ДонНТУ
Протокол № 5
от “ 9 “ ноября 2005г.

Рассмотрено:
на заседании кафедры
подземного, промышленного, гражданско-
го строительства и стройматериалов
ШИ ЮРГТУ (НПИ)
Протокол № 3
от “ 10 “ ноября 2005г.

Утверждено:
на заседании
Учебно-издательского Совета
ДонНТУ
Протокол №
от “ “ 2005г.

м. Донецьк - Новочеркаськ – Дніпропетровськ - Алчевськ – 2005

Методичні вказівки щодо курсового проекту на тему: “Проектування чотирьох-остійного сталевго надшахтного копра та визначення розрахункових навантажень” по дисципліні “Гірничо-технічні будинки та споруди” спеціальності 7.090303 “Шахтне та підземне будівництво” Скл.: С.В. Борщевський, В.В. Левіт, К.М. Лабінський, А.А. Дрюк, А.Ю. Прокопов, С.В. Мартиненко, О.О.Ткач, В.Б. Волошин, (Під загальною редакцією Борщевського С.В.). – Донецьк: ДНТУ, 2005 – 47 с.

Методичні рекомендації складаються з навчального матеріалу, що використовується при вивченні курсу “Гірничо-технічні будинки та споруди” в українських та російських вищих навчальних закладах і призначені для виконання курсового проекту студентами-шахтобудівельниками.

У методичних рекомендаціях розглянуті питання, пов'язані з проектуванням чотирьох-остійного сталевго надшахтного копра та визначення розрахункових навантажень.

Укладачі:

С. В. Борщевський, доц.,
В.В. Левіт, проф.,
К.М. Лабінський, доц.,
А.А. Дрюк, асп.,
А.Ю. Прокопов, доц.,
С.В. Мартиненко, ас.,
О.О. Ткач, доц.,
В.Б. Волошин, доц.,

Відповідальні за випуск:

М. Р. Шевцов, проф.,
А.Ю. Прокопов, доц.,
О.М. Шашенко, проф.,
Г.Г. Литвинський, проф.

Рецензент:

М.М. Кас'ян, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ СТАНКА КОПРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТАНКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА СТВОЛА.....	9
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ КОПРА, ВЫСОТЫ СТАНКА И РАЗМЕРОВ ПАНЕЛЕЙ.....	10
3.1. Выбор комплекса забойного оборудования для проходки ствола.....	10
3.2. Определение высоты копра.....	10
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕВОЙ НАГРУЗКИ НА КАНАТ. ВЫБОР ТИПА КАНАТА И ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ.....	15
5. Построение геометрической схемы копра. Определение направления $\frac{\alpha_1}{2}$ и $\frac{\alpha_2}{2}$ равнодействующих R натяжения подъемных канатов.....	22
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА КОПЕР ОТ УСИЛИЙ В ПОДЪЕМНЫХ КАНАТАХ.....	27
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ P_3 ПРИ ПОСАДКЕ КЛЕТЕЙ НА КУЛАКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИИ P_4 ОТ ТОРМОЗНЫХ КАНАТОВ ПАРАШЮТНЫХ УСТРОЙСТВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА.....	29
8. ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ НА КОПЕР.....	30
9. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТА ПОД УКОСИНУ.....	35
10. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ КОПРА НА ОПРОКИДЫВАНИЕ.....	43
Варианты заданий.....	45
Приложение.....	46
ЛИТЕРАТУРА.....	47

Курсовой проект имеет целью закрепить и углубить знания, полученные студентами при изучении курса, а также привить им навыки самостоятельного проектирования горнотехнических зданий и сооружений.

При проектировании необходимо основываться на действующих правилах безопасности, ДБН, СНиП, ГОСТ, основных технических направлениях развития угольной промышленности страны и нормах технологического проектирования угольных шахт.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В шахтном строительстве особые требования предъявляются к оснащению поверхности при проходке стволов, как к одному из основных факторов, оказывающих существенное влияние на технико-экономические показатели не только при сооружении стволов, но и шахты в целом. Технологический процесс оснащения ствола подъемно-копровым комплексом и забойным оборудованием включает использование различных сочетаний временного (передвижного и стационарного) и постоянного оборудования (копры и подъемные машины), а также применение как серийного, так и перспективного нового забойного оборудования.

Выполнение проекта следует начинать с изучения задания и настоящих методических указаний, рекомендуемой литературы и типовых технологических схем и проектов, чтобы получить ясное представление о проектируемом объекте и технологических процессах, происходящих в нем. Затем необходимо составить эскиз проектируемого копра и после этого притупить к разработке общей части проекта в соответствии с заданием.

Следует отметить, что приведенные указания не охватывают всех возможных случаев оснащения стволов временными проходческими копрами, для остальных случаев оснащение должно выбираться по аналогии с рассмотренными примерами в соответствии с технической характеристикой и областью применения соответствующего оборудования на базе изложенных в настоящей методике принципов.

В настоящем проекте следует рассмотреть оснащение стволов временными проходческими копрами в комплексе с временными передвижными одно-оконцевыми и стационарными одно-и двухконцевыми подъемными установками, а также постоянными одно-и двухконцевыми подъемами, и выполнить расчет и конструирование временного проходческого копра. Проект состоит из общей части, где следует решить вопросы, связанные с выбором геометрической схемы подъема, построением ситуационного плана лебедок, разработкой геометрической схемы копра и определением расчетных нагрузок, и специальной части, в которой необходимо выполнить расчет и конструирование одного из конструктивных элементов копра (надстройки, подшивной площадки, шатра, фундамента под ноги шатра и т.д.).

Проект выполняется на основании задания, где указываются основные исходные данные, необходимые при проектировании (диаметр, глубина и назначение проходимого ствола), тип сосудов, их число и вид подъема, необходимые расчетные и технико-экономические показатели, график и срок

выполнения работы. Если студент не уложился в установленный срок без уважительных причин, ему выдается дополнительное задание. В ряде случаев задание может быть аннулировано и заменено новым.

Курсовой проект должен представлять собой вполне оформленный технический документ, включающий пояснительную записку и чертежи, выполненные с применением компьютерной техники. В пояснительной записке следует приводить краткие исчерпывающие пояснения к расчетам и чертежам, а также обоснования к принятым в проекте техническим решениям. Пояснительная записка должна быть распечатана на одной стороне листа белой бумаги формата А 4 и состоять из титульного листа, задания, реферата, оглавления, текста записки, списка использованных источников и приложений. В пояснительную записку нельзя переписывать текст из литературы, заимствованный, но переработанный литературный материал необходимо сопровождать ссылкой (в прямых скобках) на источник, применять местные термины и делать произвольные сокращения слов запрещается. Формулы следует записывать в буквенном выражении с расшифровкой смысла принятых обозначений и указанием их количественных значений в редакторе формул Equation. Сведения об источниках, включенных в список использованной литературы, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ и ДБН. Объем пояснительной записки не должен превышать 30...35 страниц. Приложения необходимо оформлять как продолжение записки, располагают их в порядке ссылок и помещают в них, например, распечатки с ЭВМ и т.д.

Графическая часть проекта должна содержать чертежи и схемы, разработанные студентом самостоятельно при проектировании копра:

- общий вид копра (М 1:50; 1:40);
 - вид на укосину (М 1:50; 1:40);
 - вид на подшивную площадку (М 1:25; 1:20; 1:15; 1:10);
 - ситуационный план лебедок или стройгенплан промплощадки (М 1:200; 1:100);
 - рабочий чертеж конструируемого элемента копра, отдельно разработанными узлами (М 1:50; 1:40; 1:25; 1:20; 1:15; 1:10);
 - ведомость отправочных марок;
- экспликацию подъемных машин и лебедок.

Графическую часть необходимо выполнять в электронном варианте с применением программ векторной графики Corel Draw, AutoCad, Компас или в туши (карандаше) на листе бумаги формата А I и оформлять в соответствии с ЕСКД.

Защита курсового проекта производится после его проверки руководителем по специально утвержденному графику перед комиссией, назначаемой кафедрой из числа ведущих преподавателей (2...3 человека). Оценка выполненного проекта осуществляется комплексно, учитывая при этом качество расчетов и графической части, а также оценку собственно защиты проекта студентом. При получении неудовлетворительной оценки по решению комиссии проект может быть направлен на доработку.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ СТАНКА КОПРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТАНКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА СТВОЛА

Эту задачу следует решить графически. Прежде всего, на планшете составляется несколько вариантов взаимного расположения сосудов и лестничного отделения. Выбирается наиболее компактный вариант, для которого строится расчетная схема в масштабе. Рекомендуется масштаб 1:50 или 1:25 (Приложение).

На рис. 1 показано графическое определение размеров станка в осях. В стволе две клетки и лестничное отделение.

В общем, виде размеры станка составляют:

$$B = 2x + 2\Delta + B + t_1, \text{ мм};$$

$$a = y + 2\Delta + t_2, \text{ мм},$$

где x, y —поперечные размеры клетки;

Δ — зазоры между клетью и наиболее выступающими частями станка согласно Правилам техники безопасности;

B —расстояние между клетями, зависящее от ширины полки расстрела и типа проводника;

t_1, t_2 —ширина полок главной и вспомогательной балок опорной рамы.

Таким образом, размеры станка в осях определяются размерами станка «в свету» с добавлением с каждой стороны по половине ширины полки балок опорной рамы.

Некоторые авторы считают, что размеры станка в осях определяются размерами «в свету» с добавлением с каждой стороны по половине ширины стойки станка. Это неточно, поскольку ось стойки станка должна проходить в плоскости, образованной продольной осью балки опорной рамы.

Размеры a и b должны быть кратными 100 мм. Прежде чем вписать размеры станка в круг, необходимо определить размер M для размещения лестничного отделения. Этот размер должен быть не менее 1500 мм. Минимальный диаметр круга, в который вписаны станок и лестничное отделение, есть проектный диаметр ствола, но его необходимо довести до стандартного.

Положение станка в плане относительно центра ствола определяется величинами эксцентриситетов e_1 и e_2 - расстояниями между геометрическими центрами ствола и станка. На рис. 1 одна из осей симметрии станка совпала с осью ствола, поэтому $e_2 = 0$.

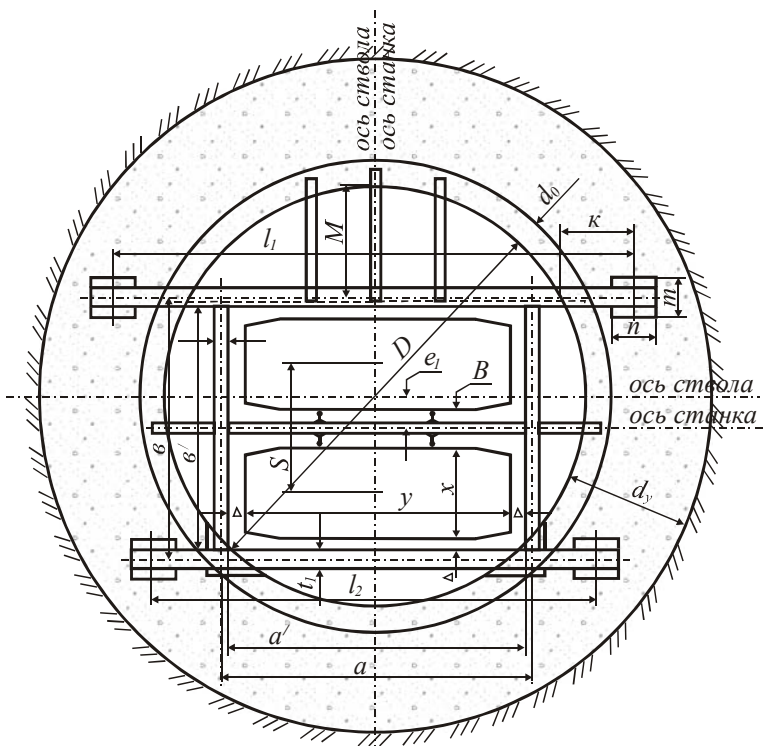


Рис. 1

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ КОПРА, ВЫСОТЫ СТАНКА И РАЗМЕРОВ ПАНЕЛЕЙ

3.1. Выбор комплекса забойного оборудования для проходки ствола

Комплекс забойного оборудования для проходки ствола следует выбрать в соответствии с заданными назначением, глубиной и диаметром ствола и принятой схемой его проходки [7]. ИСХОДНЫМИ данными для проектирования могут служить результаты второй технологической практики или курсового проекта по сооружению вертикальных стволов.

В соответствии с выбранным забойным оборудованием для оснащения ствола следует применять типовые проходческие копры конструкции НИИ-ОМШСа по рекомендациям [7]. Кроме того, для проходки неглубоких стволов можно применять сборно-разборный копер конструкции ГОАО «Трест Донецкшахтопроходка», а при использовании проходческого копра а во второй период строительства можно применять крупноблочный копер института Донгипрооргшахтострой, особенностью которого является наличие двух подшивных площадок [7].

Характеристика и область применения рекомендуемых проходческих копров приведена на рис. 2 и табл.1, а перечень оборудования, которое следует принимать для расчета копров, в табл.2.

3.2. Определение высоты копра

Высотой копра принято считать расстояние от нулевой отметки до уровня оси верхнего шкива. Высота копра - размер, зависящий от технологических факторов. Определение высоты копра сводится к суммированию ряда величин технологического и конструктивного порядка.

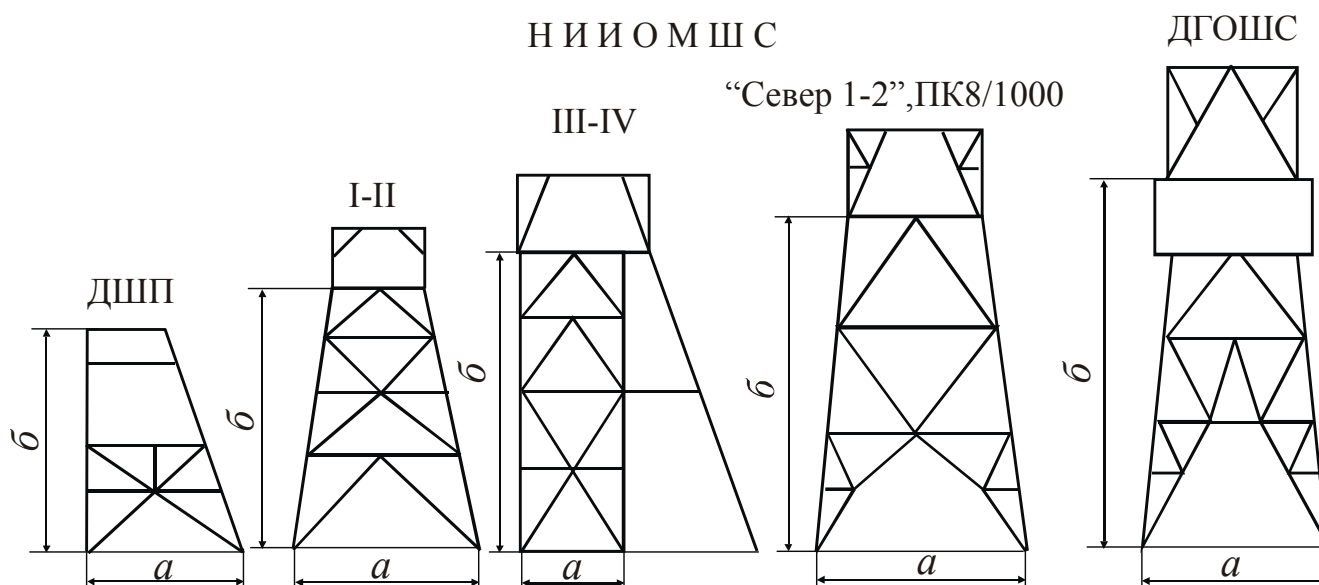


Рис.2. – Схемы проходческих копров

Таблица 1

Характеристика проходческих копров

Показатели	Тип копра									
	ДПП	НИИОМШС							ДГОШС	
	I	I	II	III	IV	ПК 8/1000	Се- вер 1	Север 2	I	II
Глубина ство- ла, м	50	400	800	1100	1400	1000	1200	1600	1400	800
Диаметр ство- ла, м	5...7	5	6,5	7	9	8	8	9	7...9	5...7
Размер коп- ра,м:										
а	10	12	14	7	8	16	15	16	15	12
б	14,5	19	20,5	22	22,3	26	22	26	28,6	20,3
Размер под- шивной пло- щадки в плане, м	3x3	5,5x 5,5	7x 7,95	7x8	8x8,5	9x9	8x8	9x9	8x8	6x6
Общий вес копра, т	17,8	35	60	80,2	93	110	86	130	264,6	131,3
в том числе:										
надстройки	-	2,3	3,3	-	-	5,5	3,7	5,5	-	-
подшивной площадки	-	7	13,5	-	-	22	18	24	71,1	28,6
шатра	-	23	40	-	-	80	63	98	74,5	34,5
лестниц	-	2,2	2,6	-	-	2,2	1,8	2,1	-	-
Материал об- шивки	Волнистые асбестоцементные листы						Зологазо- бетонные панели		металл	
Тип фунда- ментов	Монолитный бетон									Сб. ж/б бло- ки

На рис.3 показана расчетная схема определения минимальной технологической высоты копра при клетевом подъеме.

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ мм},$$

где H_k - минимальная технологическая высота копра;

h_1 - расстояние между уровнями головок рельсов верхней и нижней ($\pm 0,00$) приемных площадок;

h_2 - высота клетки при разгрузке, считая от верхнего жимка каната;

h_3 - высота переподъема, назначаемая в соответствии с Правилами безопасности;

h_4 - конструктивная величина, назначаемая для предупреждения соприкосновения верхнего жимка каната с ребордой шкива;

Таблица 2

Перечень оборудования, рекомендуемого применять при расчете копров

Наименование	ДШП	НИИОМШС								ДГОШС	
		I	II	III	IV	ПК-8/1000		«Север»			
Бадья породная:											
БПС-1,5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
БПС-2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БПС-3	-	-	2	-	-	2	-	3	-	-	2
БПС-5,5	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-
БПС-6,5	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-
Бадья материальная:											
БП-1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БП-1,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
БП-2	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-
Полок подвешной 2эт.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Полок подвешной 2эт. с КС-2у/40	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1
Полок-каретка с 2КС-2у/40 или КС-1м	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Полок-каретка с 2КС-2у/40	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Грузчики КС-3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Полок для возведения тубинговой крепи	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Канат для установки тубинга	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Опалубка подвешная призабойная	-	1	1	1	1	1	-	1	1	-	-
Насосы подвесные:	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
ВП-2, ВП-3	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-
Спасательная лестница	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Кабели	2	4	4	6	6	8	8	9	10	4	4
Направляющие канаты	2	6	6	6	6	6	4	6	4	4	4
Маневровый канат	1	1	2	-	2	3	3	2	1	2	2
Канат трубы для подачи бетона	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-
Канат трубы вентиляции	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Канат трубы сжатого воздуха	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Канат механической сигнализации	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Канат центрального отвеса	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

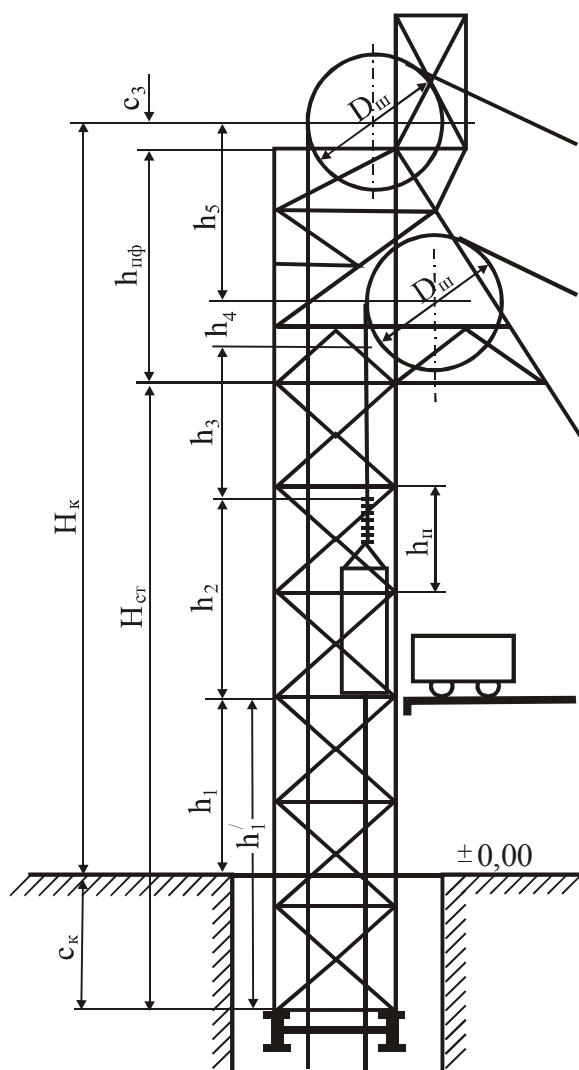


Рис. 3. – Расчетная схема при клетевом подъеме

$$h_4 = 0,3D_{ш};$$

$D_{ш}$ - номинальный диаметр направляющего шкива;

h_5 - расстояние по вертикали между уровнями осей верхнего и нижнего ярусов головки.

Если шкивы находятся на одном уровне, то $h_5 = 0$ (рис. 4). Весьма часто расстояние от верхней приемной площадки до нулевой отметки h_1 или до опорной рамы h_1' задается числом панелей станка n . Поскольку размер панели еще не известен, для определения величин h_1 и h_1' пользуются следующей рекомендацией:

$$h_1 = 4,0 n'; \quad h_1' = 4,0 n'',$$

где n' и n'' - число панелей, определяющее расстояние от верхней приемной площадки до нулевой отметки или до опорной рамы соответственно.

Величина H_k должна быть кратна модулю, равному 500 мм.

На рис. 4 приведена расчетная схема определения высоты скипового копра.

$$H_k = h_1 + h_2 + r + h_3 + h_4 + h_5, \text{ мм},$$

где H_k - минимальная технологическая высота скипового копра;

r - конструктивная величина:

$$r = (0,3-0,6) \text{ м};$$

h_2 - высота скипа при разгрузке, считая от верхнего жимка каната до нижней кромки затвора;

h_3 - высота переподъема, назначаемая по Правилам безопасности;

h_4 и h_5 - те же значения, что и в схеме определения высоты клетевых копра.

Величина H_k должна быть кратна модулю, равному 500 мм.

Высота станка определяется так (см. рис. 2, 3 и 4):

$$H_{ст} = H_k + C_k - h_{аф} - C_3, \text{ мм};$$

$$H_{ст} = H_k + C_c - h_{пф} - C_2, \text{ мм},$$

где C_3 - расстояние от уровня оси шкива до геометрической оси элементов, из которых состоит верхний пояс подшивной фермы;

C_k — заглубление опорной рамы клетевых копра;

$$C_k = (2,0-3,0) \text{ м};$$

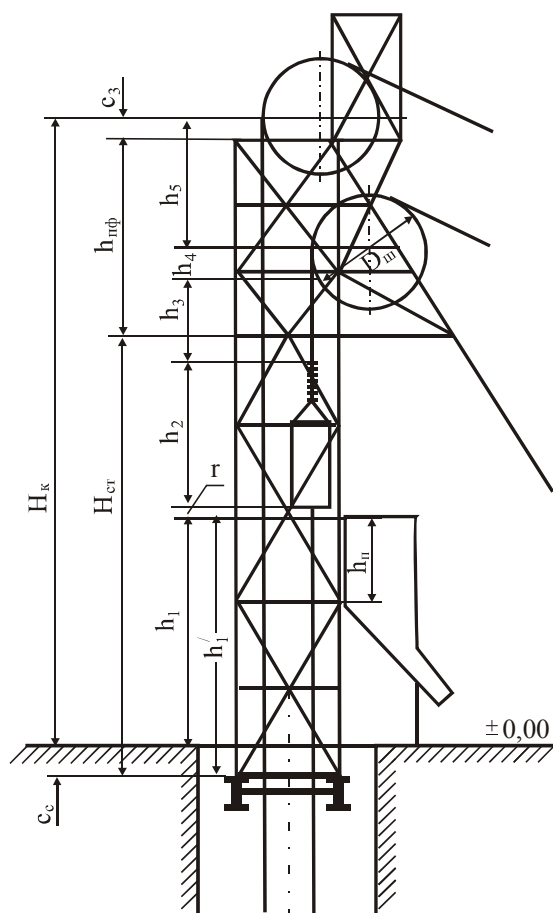


Рис. 4. Расчетная схема при скиповом подъеме

C_c —заглубление опорной рамы скипового копра;

$$C_c = (0,8—1,2) \text{ м.}$$

Величина заглубления опорной рамы зависит от габаритов оборудования, размещаемого в стволе ниже нулевой отметки. В клетевом стволе - это посадочные кулаки на подкулачных балках, механизмы привода кулаков или качающиеся площадки с приводами. В скиповом стволе - противопожарные ляды, герметические устройства.

Высота нормальной панели h_n для копра определяется:

с одноярусной головкой

$$h_n = (H_{ст} + h_{нф}) / (n+1) = (3,5 — 4,2) \text{ м};$$

с двухъярусной головкой ($h_5 \neq 0$)

$$h_n = (H_{ст} + h_{нф}) / (n+3) = (3,5 - 4,2) \text{ м}$$

где n - число панелей фермы станка, задаваемое ориентировочно. В процессе подбора величины h_n число n панелей фермы станка может быть изменено в большую или меньшую сторону так, чтобы соблюдалось условие,

при котором h_n находилось бы в пределах от 3,5 до 4,2 м.

Высота панели должна быть кратна модулю, равному 100 мм.

Высота $h_{нф}$ подшивной фермы определяется так (см. рис. 3, 4 и 5).

$$h_{нф} = H_k + C - (H_{ст} + C_3), \text{ м}$$

где C - заглубление опорной рамы;

C_k — у клетового копра;

C_c —у скипового.

Величина $h_{нф}$ не модульная.

Как правило, для одноярусных головок $h_{нф} < h_n$, а для двухъярусных

$$h_{нф} < 3h_n.$$

Минимальная высота копра, вычисленная по формулам и схемам (рис. 3, 4 и 5), должна быть проверена на возможность спуска в шахту длинномерного груза (рис. 6). Проверка заключается в определении высоты копра по расчетному длинномерному грузу:

$$H_k \geq H_{кр} = 0,5 + l_p + h_o + h_2 + 0,3D_{ш}, \text{ м,}$$

где $H_{кр}$ - минимальная высота копра, определяемая из условий возможности спуска в шахту расчетного длинномерного груза;

0,5 м - конструктивная величина;

l_p - расчетный длинномерный груз, м;

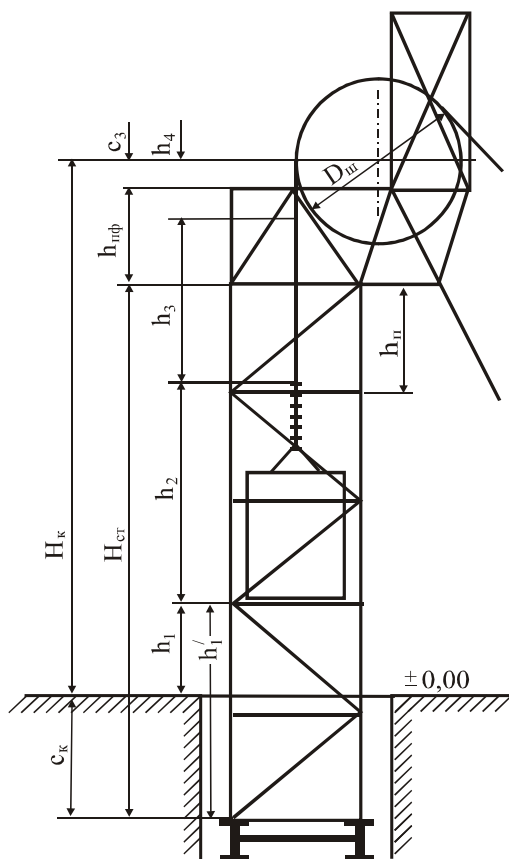


Рис.5

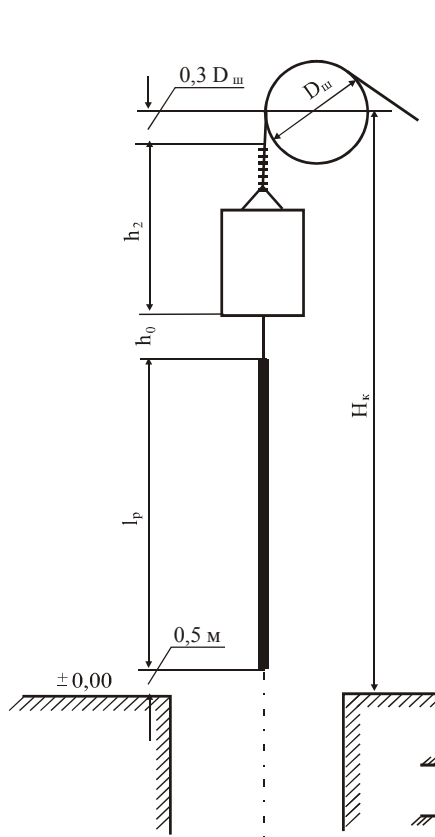


Рис.6

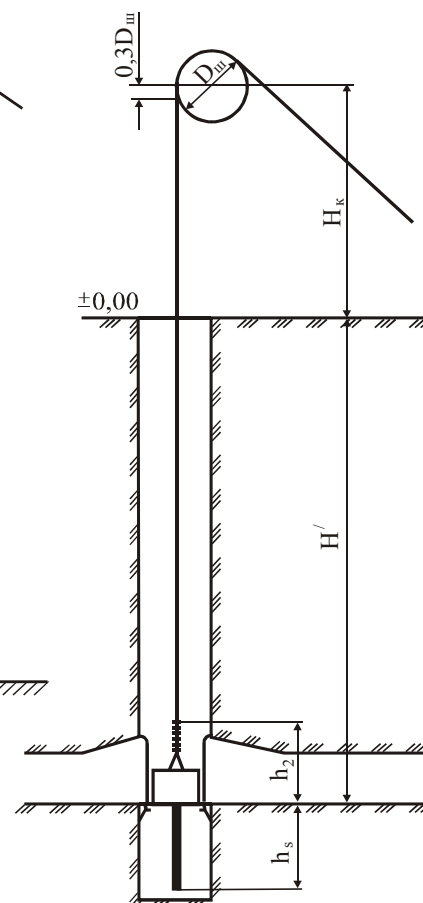


Рис. 7

h_0 -величина прицепного устройства. Обычно $h_0 = 1,5$ м;

h_2 - высота клетки от верхнего жимка до нижней кромки днища.

При $l_p = 12,5$ м (длина рельса) формула упрощается:

$$H_k \geq H_{кр} = h_2 + 0,3D_{ш} + 14,5 \text{ м.}$$

На рис. 7 указана одна из возможных схем спуска в шахту длинно-мерного груза. Возможны другие варианты.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕВОЙ НАГРУЗКИ НА КАНАТ. ВЫБОР ТИПА КАНАТА И ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Полная концевая нагрузка Q_0 составляет:

$$Q_0 = Q_k - n_b Q_b - Q_{гр}$$

где Q_k - вес клетки с прицепным устройством;

Q_b - вес вагонетки;

$Q_{гр}$ - вес груза;

n_b - число вагонеток в клетке.

При высоте подъема $H < 600$ м канат выбирается по расчетному весу p одного метра каната, определяемому по формуле

$$p = \frac{Q_0}{\frac{\sigma_B}{m\gamma_0} - H_0},$$

где σ_B - расчетный предел прочности проволоки каната при растяжении, кг/мм² или кг/см²;

γ_0 - фиктивная плотность каната, кг/м³ или кг/м см².

m - статический запас прочности, назначаемый согласно ПБ, §323;

H_0 - максимальная длина отвеса каната:

$$H_0 = H + H_k.$$

Эту величину не следует уменьшать на h_2 (рис. 7), так как зажимкованная часть каната и петля хвостового каната в зумпфе компенсируют эту величину.

Фактический запас прочности вычисляется по формуле:

$$m_\phi = \frac{Q_z}{Q_0 + pH_0}$$

где Q_z - суммарное разрывное усилие всех проволок в канате.

Необходимо, чтобы соблюдалось условие

$$m_\phi \geq m$$

При высоте подъема $H > 600$ м выбор каната согласно ПБ, производится по концевой нагрузке.

$$Q_z = m' Q_0,$$

где m' - коэффициент, зависящий от типа подъема. Согласно ПБ этот коэффициент принимают для грузового подъема $m' = 8,5$; для грузо-людского подъема $m' = 10$; для людского подъема $m' = 13$.

При этом запас прочности каната не остается постоянным, его определяют в зависимости от глубины подъема по формуле

$$m_d = \frac{m' \sigma_B}{\sigma_B + m' \gamma_0 H_0}$$

Надо иметь в виду, что для грузо-людских подъемов $m_d \geq 5$, а для грузовых подъемов $m_d \geq 4,5$.

Фактический запас прочности каната определяется по формуле, приведенной выше; он должен быть больше допускаемого $m_\phi \geq m_d$.

Выбор подъемной машины производится по четырем показателям.

1. Максимальное статическое натяжение каната F

$$F = Q_k + n(Q_B + Q_{гр}) + pH_0, \text{ т.}$$

2. Максимальная разность статических натяжений F' .

Эту величину можно ожидать в трех случаях: в начале подъема, при навеске новых канатов в конце подъема. При уравновешенном подъеме и неопрокидных клетях вероятнее всего максимальное значение F' получит в конце подъема, когда верхняя груженная клеть находится над кулаками, а нижняя клеть — на кулаках. В этом случае F' определяется по формуле

$$F' = Q_k - n_B Q_B - Q_{гр}, \text{ т.}$$

т. е. максимальное статическое, неуравновешенное усилие равно концевой нагрузке.

Если ствол оборудован качающимися площадками, то имеет меньшие

значения, чем при подкулачных балках.

Для каждого подъема вычисляется разность статических натяжений для всех случаев, а подъемная машина выбирается по максимальному значению.

3. Расчетная ширина однослойной навивки каната на барабан **В**.

Величину **В** необходимо вычислять по формулам, приведенным в табл.3 в зависимости от принятой расчетной схемы.

Расчетные схемы указаны на рис. 8...13. Для формул табл.3 приняты следующие обозначения:

Н - максимальная длина отвеса каната, наматываемая на барабан при подъеме (см. рис.7).

$$H = H' + H_k - h_2;$$

Н' - глубина ствола;

В' - строительная ширина барабана подъемной машины;

Д - диаметр барабана подъемной машины;

δ - расстояние между внутренними ребрами барабанов;

С - расстояние между отвесами канатов;

α_н - наружный угол отклонения каната от плоскости шкива (угол девиации);

α_в - то же, внутренний;

l_н - наружное линейное отклонение каната на барабане от плоскости шкива;

l_в - то же, внутреннее;

l_с - длина струны каната;

l_р - резервная длина каната;

m_{тр} - витки трения, предусматриваемые ПБ; для расчетов принято **m_{тр} = 3**;

m_з - число витков, определяющих зазор между навитым канатом и разрезом на барабане;

m_{ин} - число витков, определяющих постоянный интервал по ширине барабана между двумя перемещающимися вдоль него ветвями каната;

d - диаметр каната;

ε - зазор между соседними витками каната.

В табл.3 подъемным машинам даны следующие обозначения: **2Ц** - два неразрезных цилиндрических барабана; **Ц** - одинарный неразрезной цилиндрический барабан, **ЦР** - одинарный разрезной цилиндрический барабан.

4. Диаметр барабана **D** подъемной машины должен удовлетворять условию:

$$D \geq 80d.$$

Выбранная подъемная машина должна удовлетворять параметрам, определенным в пунктах 1...4.

Выбор подвесного каната для лебедок при подвеске груза на один конец следует производить по тем же формулам, что и для бадьевого подъема.

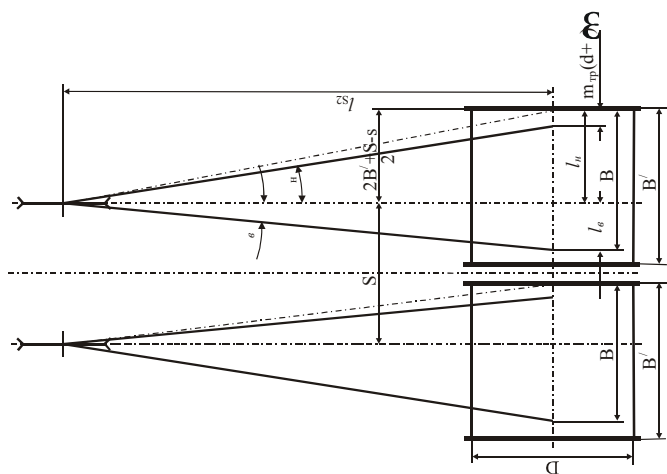


Рис. 8

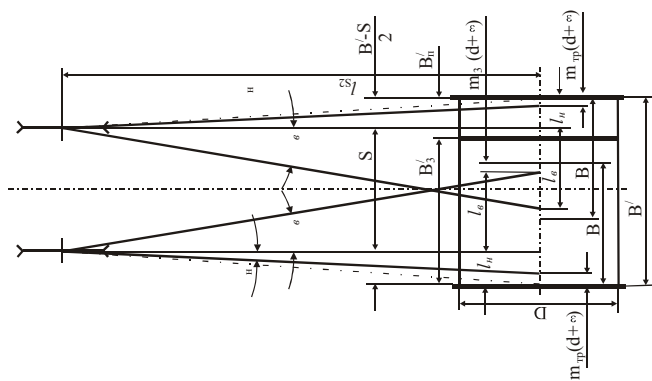


Рис. 9

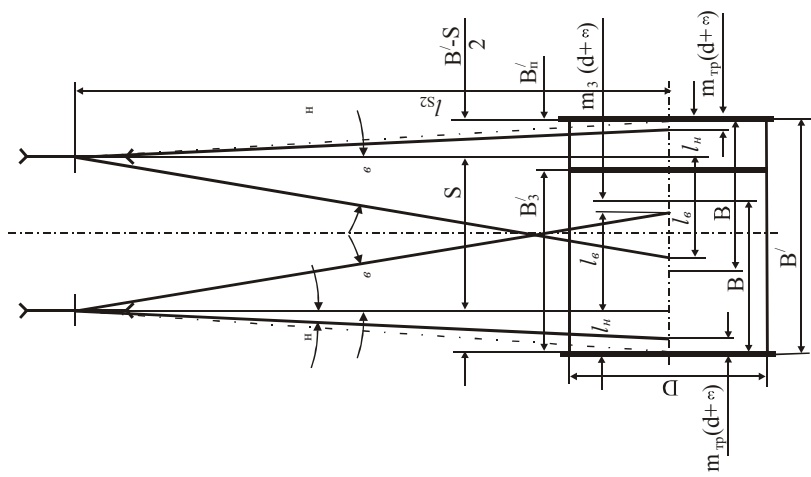


Рис. 10

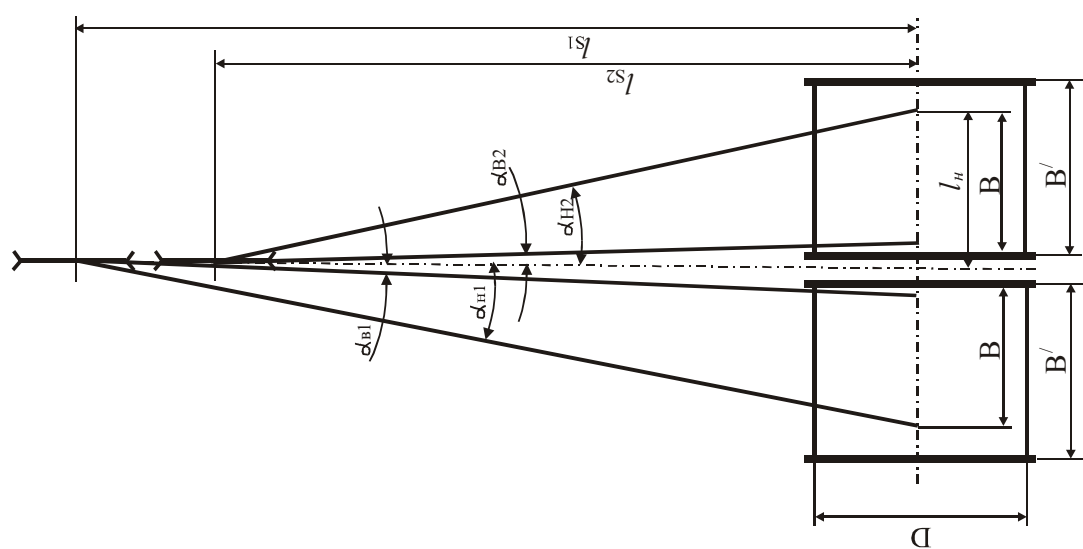


Рис. 11

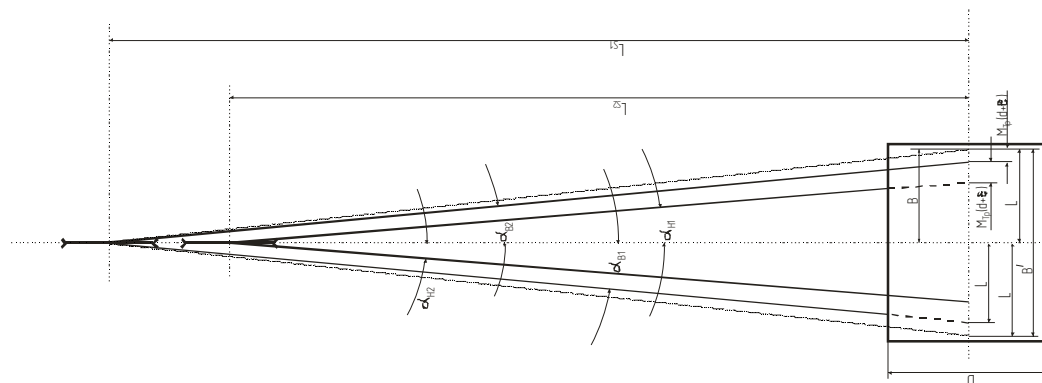


Рис. 12

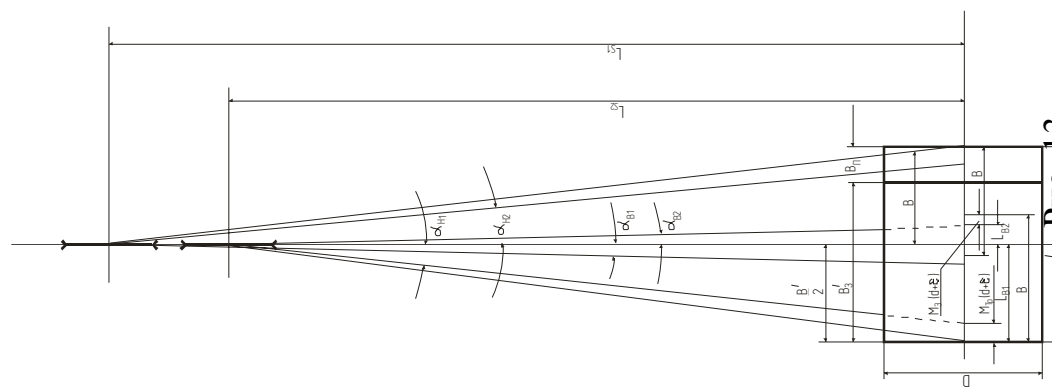


Рис. 13

Таблица 3

Тип подъемной машины, характер расположения шкивов	B – расчетная ширина навивки каната на барабан подъемной машины	l_e, l_{in} – наружное или внутреннее линейное отклонение каната на барабане от плоскости шкива	l_e – длина струны каната	$\alpha, \alpha_{рас}$ – расчетные углы deviation наружный или внутренний	Варианты
Подъемная машина типа ЦШШ, расположенная на одном уровне ($h_1=0$). Расчетная схема рис. 7	$B = \left(\frac{H+l}{\pi D} + 4,5 \right) (d+\varepsilon)$	$l_e = \frac{2B + \delta - S}{2}$	$l_e = 19,1(2B + \delta - S)$	При $l_e > B/2$ – расчетным является $\alpha_{рас}$, при $l_e < B/2$ – расчетным является угол α	1
Подъемная машина типа ЦШШ, расположенная на одном уровне ($h_1=0$). Расчетная схема рис. 8	$B = \left(\frac{H+2l}{\pi D} + 7,5 + m_{ш} \right) (d+\varepsilon)$	$l_e = \frac{S+B}{2} - m_{ш} (d+\varepsilon)$ Для $\frac{S+B}{2} \cdot \text{возможны значения } 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5$ м. И.Д. Рекомендуется $m_{ш} = 2,5$	$l_e = 19,1[S + B - 2m_{ш}(d+\varepsilon)]$ При $m_{ш} = 2,5$ $l_e = 19,1[S + B - \delta(d+\varepsilon)]$	Расчетным является $\alpha_{рас}$	2
Подъемная машина типа ЦРШШ, расположенная на одном уровне ($h_1=0$). Расчетная схема рис. 9	$B = \left(\frac{H+l}{\pi D} + 3 + m_{ш} \right) \times (d+\varepsilon) \times B_3$	$l_e = B - m_{ш}(d+\varepsilon) - \frac{B-S}{2} \cdot l_{in} = \frac{B-S}{2}$ $m_{ш} = (1-2) \cdot \text{внтка}$	$l_e = 19,1[2B - 2m_{ш}(d+\varepsilon) - B' + S]$, если расчетным является $\alpha_{рас}$, При расчетном угле $\alpha_{рас}$ $l_e = 19,1(B' - S)$	При $l_e > l_{рас}$ расчетным является $\alpha_{рас}$	3
Подъемная машина типа ЦШШ, расположенная на одной плоскости ($h_1 \neq 0$). Расчетная схема рис. 10	$B = \left(\frac{H+l}{\pi D} + 4,5 \right) (d+\varepsilon)$	$l_e = B + \delta/2$	$l_e = 19,1(2B + \delta)$	Расчетным является $\alpha_{рас}$, так как $l_e < l_{in}$	4
Подъемная машина типа ЦШШ, расположенная на одной плоскости ($h_1 \neq 0$). Расчетная схема рис. 11	$B = \left(\frac{H+2l}{\pi D} + 7,5 + m_{ш} \right) (d+\varepsilon)$ Рекомендуется $m_{ш} = 2,5$	$l_e = l_{in} = B/2$	$l_e = 19,1B$	Расчетным является $\alpha_{рас}$, так как $l_e < l_{in}$	5
Подъемная машина типа ЦРШШ, расположенная на одной плоскости, деловой величину B пополам ($h_1 \neq 0$). Расчетная схема рис. 12	$B = \left(\frac{H+l}{\pi D} + 3 + m_{ш} \right) (d+\varepsilon) \times B_3$	$l_e = B/2$	$l_e = 19,1B$	Расчетным является угол $\alpha_{рас}$, так как $l_e < l_{in}$	6

При подвеске оборудования на несколько ветвей величина концевой нагрузки распределяется между всеми канатами в соответствии со схемой подвески.

При проходке вертикальных стволов рекомендуется применять канаты двойной свивки - прядевые и спиральные закрытой конструкции (табл.4).

Таблица 4

Характеристика и область применения стальных шахтных канатов

Назначение	Группа	Тип	ГОСТ и техническое условие
Для проходческих подъемных установок	Многопрядные	Малокрутящиеся ЛКО, ЛК-РО	ГОСТ 16828-71
	Закрытые	Спиральные	ГОСТ 10506-63 УМТУ 4-96-69
Для направляющих	Многопрядные	Малокрутящиеся ЛК-РО	ГОСТ 16827-71
	Шестипрядные	Малокрутящиеся ЛК-РО	ГОСТ 7668-69
Для подвески кабелей	Многопрядные	Малокрутящиеся	ГОСТ 16828-71
	Закрытые	Спиральные	ГОСТ 10506-63
Для подвески труб	Шестипрядные Крестовой свивки	ЛК-РО, ЛК-З	ГОСТ 7668-69 ГОСТ 7665-69
	Многопрядные	Малокрутящиеся	ГОСТ 16828-71 ГОСТ 16827-71
Для подвески опалубки	Закрытые	Спиральные	ГОСТ 10508-63 4МТУ 4-96-69
Для подвески насосов	многопрядные	малокрутящиеся	ГОСТ 16827-71 ГОСТ 16628-63
Для подвески спасательных лестниц	Закрытые	Спиральные	ГОСТ 10566-63
	Многопрядные	Малокрутящиеся	ГОСТ 16828-71

В табл.5 приводится краткая характеристика некоторых подъемных машин.

Таблица 5

Краткая характеристика некоторых подъемных машин

Тип подъемной машины	Диаметр барабана D, мм	Ширина барабана B', мм	Максимальное статическое натяжение каната P, кг	Максимальная разность статических натяжений канатов F', кг	Расстояние между внутренними ребрами барабанов δ, мм
БМ-3000/2039	3900	2000	10000	5000	
Ц-3,5X2	3500	2000	18000	14000	-
ЦР-3;5x30,9	3500	2100+900	20000	12500	-
ЦР-4x 3,2/0,9	4000	2300+900	22000	14000	-
ЦР-5x3.2/0,65	5000	2350+850	25000	18000	-
ЦР-6x3,2/0,75	6000	2450+750	30000	21000	-
1X5x4,7/0.50	5000	4200+500	50000	35000	-
2БМ-3000/1520	3000	1500	10000	6000	600
2Ц-3,5x1,7	3500	1700	15000	12500	160
2Ц-4x1,8	4000	1800	20000	12500	160
2Ц-4x2,3	4000	2300	22000	14000	160
2Ц-5x2,3	5000	2300	25000	18000	160
2Ц-6x2,4	6000	2400	30000	21000	160
2Ц-5x2,7	5000	2700	50000	35000	160

5. Построение геометрической схемы копра. Определение направления $\frac{\alpha_1}{2}$ и $\frac{\alpha_2}{2}$ равнодействующих R натяжения подъемных канатов

Построение геометрической схемы копра включает определение ряда величин: длин струн канатов, расстояния от центра ствола до оси барабана подъемной машины, направления равнодействующих натяжения канатов, угла наклона укосины, размеров укосины и построение подкосной схемы головки копра.

На рис. 14 и 15 показаны расчетные схемы построения геометрической схемы. На рис. 14 рассмотрен вариант клетового копра с одноярусной головкой. Ствол оборудован двумя клетями и лестничным отделением. На рис. 15 рассмотрен вариант расчетной схемы копра с двухъярусной головкой, когда направляющие шкивы лежат в одной плоскости. Ствол, оборудован двумя клетями и лестничным отделением.

Длины струн канатов l_s могут быть определены в зависимости от максимального линейного отклонения каната на барабане подъемной машины по допускаемому углу девиации, принимаемому $1^\circ 30'$ по ПБ.

Линейное отклонение каната l_n или l_b зависит от глубины подъема, диаметра каната, принятой схемы подъема и типа подъемной машины. В табл.3 приведены формулы для определения линейных отклонений каната для шести различных вариантов. Там же приведены формулы для вычисления длины струны каната. Расчетные схемы вариантов указаны на рис. 7...13.

Построение геометрической схемы копра.

Вариант 1 (см. табл. 3, рис. 8 и 14)

Сначала определяется нижняя струна каната l_{s2} , поскольку она короче. Но для этого надо определить, какой из углов (α_n или α_b) является расчетным, т. е. какой из углов является большим. Если $l_n > 0,55$, расчетным является α_n ; при $l_n < 0,55$ расчетным является α_b . На рис. 8 показан пример, в котором расчетным является наружный угол α_n , так как $(2B' + \delta - S) > B$.

Нижняя длина струны составит:

$$l_{s2} = \frac{l_n}{\operatorname{tg} 1^\circ 30'}$$

подставив $\operatorname{tg} 1^\circ 30' = 0,0262$, получим

$$l_{s2} = 19,1 (2B + \delta - S).$$

Если расчетным является α_b , то

$$l_{s2} = 19,1 (S - \delta - 2B' + 2B).$$

Длина верхней струны l_{s1} составит

$$l_{s1} = \sqrt{l_{s2}^2 + D^2}$$

В расчетной схеме принято, что диаметры направляющих шкивов приняты равными диаметру барабана подъемной машины: $D_{ш} = D$. Исходя из этого, углы входа канатов в направляющие шкивы α_1 и α_2 составят (см.рис.14.):

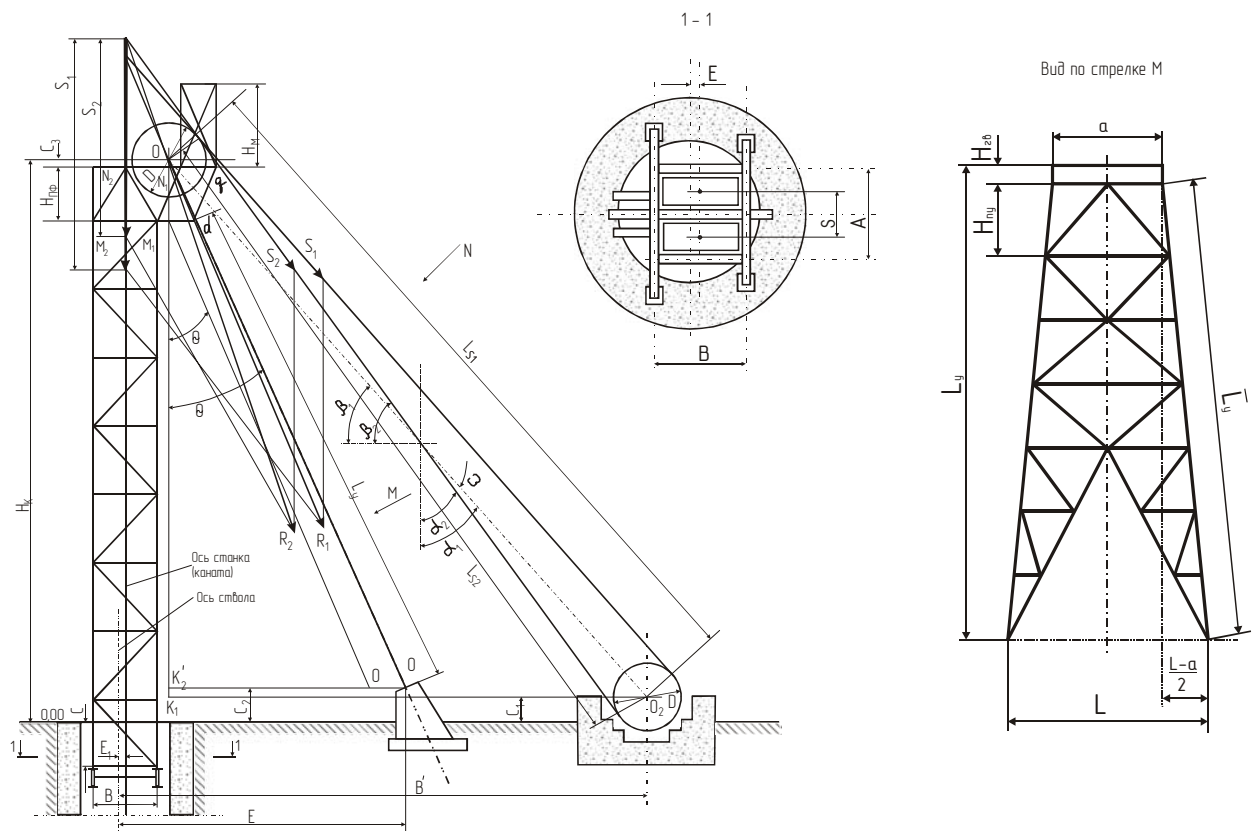


Рис. 14

$$\alpha_1 = \arcsin \sqrt{\frac{K_1 O_2}{l_{s1}}}, \text{ град}$$

Угол β_1 наклона верхней струны к горизонту составит:

$$\beta_1 = 90^\circ - \alpha_1.$$

Далее определим $\alpha_2 = \alpha_1 - \omega$;

$$\alpha_2 = \alpha_1 - \arcsin \frac{D}{l_{s1}};$$

$$\beta_2 = \beta_1 - \omega = 90^\circ - \alpha_1 + \arcsin \frac{D}{l_{s1}}, \text{ град.}$$

Поскольку равнодействующие R_1 и R_2 проходят по биссектрисам углов входа канатов в направляющие шкивы, углы наклона равнодействующих от вертикали составят соответственно $\frac{\alpha_1}{2}$ и $\frac{\alpha_2}{2}$

Расстояние B (см. рис. 14) по горизонтали от центра ствола до оси вала подъемной машины составит в общем виде

$$B = 0,5D_{ш} + K_1 O_2 \pm e_1,$$

где e_1 - величина эксцентриситета, определяемая построением, указанным на рис. 1.

Заменив отрезок $K_1 O_2$ через известные величины, получим

$$B = 0,5D_{ш} + \sqrt{l_{s1}^2 - (H_k - c_1)^2} \pm e_1, \text{ м,}$$

где c_1 - превышение уровня оси вала подъемной машины над нулевой отметкой. Величина c_1 может быть определена по формуле

$$C_1=0,3 (D-1), \text{ м.}$$

Геометрическая ось укосины должна проходить через центр O_1 : оси шкивов. Угол θ наклона оси укосины выбирается таким образом,

чтобы равнодействующие R_1 и R_2 (см. рис. 14) от натяжения S_1 и S_2 канатов находились в зоне между станком и осью укосины. В таком случае элементы укосины и станка будут «работать» на сжатие.

Если ось укосины будет проходить между равнодействующими, то в стойках станка будут возникать напряжения растяжения и сжатия, особенно при работе подъема в режиме максимальной разницы натяжений канатов. Такое положение укосины будет менее удачным.

Угол θ выбирается таким образом, чтобы ось укосины проходила в непосредственной близости от направления внешней равнодействующей, у которой наибольший угол с вертикалью. Согласно этому на схеме рис. 13

$$\theta = \frac{\alpha_1}{2} + \varphi, \text{ град,}$$

где φ - угол между осью укосины и направлением равнодействующей, у которой больший угол с вертикалью.

Значение φ невелико. От величины этого угла зависит степень распределения загруженности станка и укосины. Чем больше φ , тем меньше нагрузка на укосину.

Для четырехстоечных стальных копров положение укосины выбирают так, что она воспринимает **70 - 80%** всей нагрузки от натяжения канатов.

Нормальную длину укосины l_y можно определить и графически, и аналитически. Графически длина укосины определяется следующим образом (см. рис. 14). Равнодействующие R_1 и R_2 натяжения канатов S_1 и S_2 , проходящие через центр оси шкивов, находятся построением параллелограммов сил. К направлению равнодействующей, имеющей больший угол с вертикалью, добавляется угол φ и проводится направление оси укосины, проходящей через центр оси шкивов. На эту ось делается горизонтальная засечка ниже уровня оси шкивов на расстояние $(h_{\alpha\varphi}+c_y)$. Это будет точка d - начало укосины.

Далее от нулевой поверхности вверх на расстоянии c_2 делают горизонтальную засечку на ось укосины и получают нижнюю точку O_4 . Расстояние между точками d и O_4 и есть в масштабе нормальная длина укосины (с головной балкой). Аналитически l_y можно определить из ΔiK_2O_4 :

$$l_y = \frac{H_k - (h_{\text{нф}} + c_3 + c_2)}{\cos\theta},$$

где c_2 - расстояние от нулевой поверхности до центра верхнего основания пирамидальной части фундамента. Величину c_2 принимают в пределах $c_2 = (0,5 - 1,2)$ м, она подлежит уточнению после расчета фундамента.

Длина головной балки укосины обычно соответствует размеру станка в осях (см. рис. 14, вид по стрелке «М»). Разнос ног укосины l определяется по за-

данному коэффициенту разноса ног или определяется по заданному коэффициенту устойчивости копра на опрокидывание специальным расчетом.

$$l = na,$$

где **a** - размер станка копра по лобовой ферме;

n - коэффициент разноса ног укосины,

Наклонная длина укосины

$$l_s = 0.5 \sqrt{4l_y^2 + (l - a)^2}$$

Нормальная высота панели укосины

$$h_{ny} = \frac{(l_y - h_{гб})}{n},$$

где **h_{гб}** - высота головной балки укосины, определяемая расчетом:

n - число панелей укосины; обычно число панелей в укосине выбирают равным полному числу панелей наземной части ферм станка.

Расстояние **E** от оси ствола до центра **O₄** верхнего основания пирамидальной части фундамента (см. рис. 14) определяется по формуле

$$E = 0.5D_{ш} + (H_k - c_2)tg\theta \pm e_1, \text{ м}$$

Конфигурации копра определяется в основном размерами **H_к** и **B**. Рациональной считается такая, при которой соблюдается условие

$$0,9H_k < B < 2H_k.$$

При несоблюдении этого условия одна из величин подлежит корректировке в большую сторону.

Построение головки копра на чертеже начинается от оси каната (см. рис. 14). Влево и вправо от оси каната проводятся оси ног станка. По оси каната от нулевой отметки ($\pm 0,00$) откладывается в масштабе высота копра **H_к**. Через отметку высоты копра проводится горизонтальная линия - уровень оси шкивов. На этом уровне от оси каната откладывается величина радиуса направляющего шкива. Таким образом, находится центр оси шкивов. Через центр **O₁** проводятся два направления: одно вертикальное **O₁K₂** и другое наклонное, под углом к вертикали—это ось укосины **O₁O₄**. На вертикальном направлении вниз от центра **O₁** откладываются последовательно два расстояния: **c₃** и **h_{пф}**. Через полученные точки на вертикальном направлении проводят горизонтальные линии - геометрические оси верхнего и нижнего подшквновых поясов до пересечения с осями ног станка и осью укосины. Таким образом, будут получены точки **n₁**, **n₂**, **m₁**, **m₂** и **d**.

Точка **d** выбирается произвольно, но так, чтобы отрезки $\frac{m_1}{d}$ и $\frac{n_1}{d}$ были примерно равными.

Далее необходимо дополнить подшквную ферму полураскосами и провести оси стоек монтажной мачты.

Высота **H_м** монтажной мачты может быть определена по формуле:

$$H_m = c_3 + 0,5D_{ш} + c_4,$$

где **c₄** - конструктивный размер, назначаемый в пределах **c₄ = 2,3 - 3,0 м**.

Необходимо обратить внимание на то, что оси элементов в узлах должны пересекаться в одной точке, и на то, что центр оси шкивов должен находиться

на продолжении оси укосины.

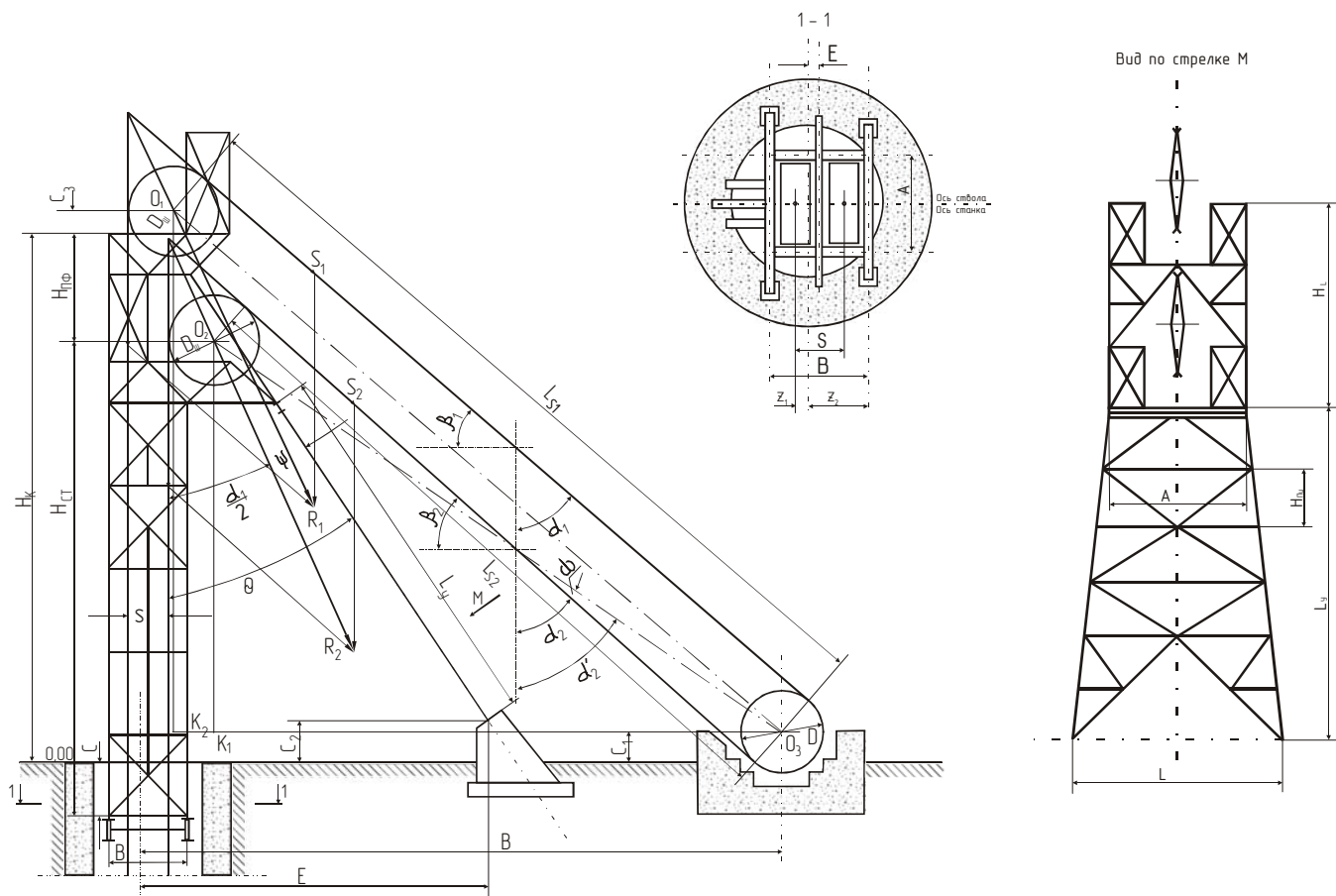


Рис.15

Построение геометрической схемы копра

Вариант 5 (см. табл. 3, рис. 12 и 15)

В этом варианте применена подъемная машина типа Ц для двухклетевого подъема. Направляющие шкивы расположены в одной плоскости на разных уровнях.

Ширина B навивочной части барабана составит

$$B = \left(\frac{H + 2 \cdot l_p}{\pi D} - 7,5 + m_{ин} \right) (d + \epsilon),$$

Ширина интервала $m_{ин}$ может быть выражена следующим возможным числом витков: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 и т. д. Рекомендуется $m_{ин} = 2,5$. При $m_{ин} = 2,5$

$$B = \left(\frac{H + 2 \cdot l_p}{\pi D} + 10 \right) (d + \epsilon),$$

Расчетным углом девиации в рассматриваемом варианте (рис. 12) является $\alpha_{в2}$, так как $l_{s2} < l_{s1}$.

Максимальное линейное отклонение каната на барабане составит:

$$l_{в2} = l_{н2} = 0,5B,$$

тогда $l_{s2} = 19,1B$.

Для определения α_2 необходимо вычислить:

$$\alpha_2 = \arccos \frac{H_k - (h_5 + c_1)}{\sqrt{l_{s2}^2 + D^2}};$$

$$\omega = \arcsin \frac{D}{\sqrt{l_{s2}^2 + D^2}}, \text{ град};$$

$$\alpha_2 = \alpha_2' - \omega.$$

Верхняя струна каната l_{s1} вычисляется из $\Delta O_1 K_2 O_3$:

$$l_{s1} = \sqrt{(H_k - c_1)^2 + \left(\sin \alpha_2' \sqrt{l_{s2}^2 + D^2} + S \right)^2}$$

Здесь S - расстояние между отвесами канатов в фасадной плоскости (см. рис. 15, по 1-1).

Угол α_1 определяется из выражения:

$$\cos \alpha_1 = \frac{H_k - c_1}{l_{s1}};$$

$$\alpha_1 = \arccos \frac{H_k - c_1}{l_{s1}}, \text{ град.}$$

Углы наклона равнодействующих R_1 и R_2 от вертикали составят соответственно $\frac{\alpha_1}{2}$ и $\frac{\alpha_2}{2}$.

Расстояние B (см. рис. 14) по горизонтали составит

$$B = l_{s1} \sin \alpha_1 + 0,5 D_{\text{ш}} \pm Z_1,$$

где Z_1 - расстояние от центра ствола до отвеса каната верхнего шкива (см. рис. 15, по 1-1).

Расстояние E от центра верхнего основания пирамидальной части фундамента до центра ствола составит:

$$E = (H_k - c_2) \operatorname{tg} \theta + 0,5 D_{\text{ш}} \pm Z_1.$$

Остальные параметры построения геометрической схемы копра по варианту 5 определяются по рекомендациям, изложенным выше при рассмотрении варианта 1.

В фермах станка и укосины применяются крестовые решетки, крестовые с дополнительными ригелями и стойками, треугольные решетки, раскосные и полураскосные.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА КОПЕР ОТ УСИЛИЙ В ПОДЪЕМНЫХ КАНАТАХ

Равнодействующие R_1 и R_2 (рис. 16) натяжения канатов, проходящие через ось шкивов, определяются построением параллелограммов сил.

$$R_1 = 2S_1 \cos \frac{\alpha_1}{2};$$

$$R_2 = 2S_2 \cos \frac{\alpha_2}{2},$$

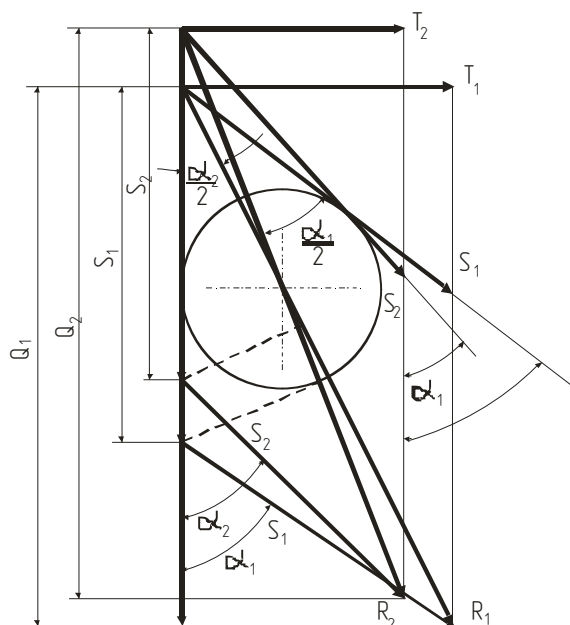


Рис. 16

На рис. 16 видно, что при $\alpha_1 > \alpha_2$
 $T_1 > T_2$, а $Q_1 < Q_2$

При расчете копров в качестве экстренных нагрузок при одном двухконцевом подъеме принимают следующие значения усилий в ветвях: разрывное усилие P_{oc} каната в оборвавшейся ветви и двойное рабочее усилие $2P_p$ в сопряженной ветви. Расчет ведут для двух случаев: обрыв верхнего каната и обрыв нижнего каната. На рис. 16 приведен пример построения параллелограммов сил в случае обрыва нижнего каната (угол входа каната α_2).

$$\left. \begin{aligned} R_{эк1} &= 2P_{oc} \cos \frac{\alpha_2}{2} \\ T_{эк1} &= P_{oc} \sin \alpha_2 \\ Q_{эк1} &= P_{oc} (1 + \cos \alpha_2) \end{aligned} \right\} \text{пострадавшая ветвь каната}$$

где S_1 и S_2 — натяжения ветвей канатов. При уравновешенном подъеме без большой погрешности можно принять, что суммарные нагрузки на копер от натяжений канатов остаются постоянными. Поэтому при расчете копров усилия в канатах S_1 и S_2 принимаются в период равномерного хода, причем опускаемый груз приравнивают к поднимаемому.

$$S_1 = S_2 = Q_k + n(Q_n + Q_{гр}) + pH_0. \quad (\text{см. п. 3})$$

Разложив R на горизонтальные и вертикальные составляющие, получим

$$T_1 = S_1 \sin \alpha_1;$$

$$Q_1 = S_1 (1 + \cos \alpha_1);$$

$$T_2 = S_2 \sin \alpha_2;$$

$$Q_2 = S_2 (1 + \cos \alpha_2).$$

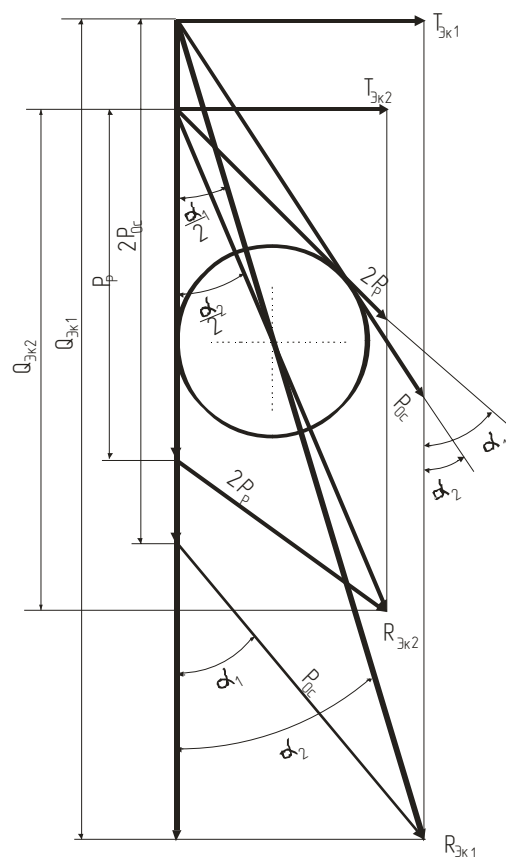


Рис. 17

$$\left. \begin{aligned} R_{\text{эк2}} &= 4P_p \cos \frac{\alpha_1}{2} \\ T_{\text{эк2}} &= P_p \sin \alpha_1 \\ Q_{\text{эк2}} &= P_p (1 + \cos \alpha_1) \end{aligned} \right\} \text{сопряженная ветвь каната}$$

Здесь P_p - рабочее усилие в канате, соответствующее глубине, на которой находился сосуд сопряженной ветви. В расчет принимается условие, при котором рабочее усилие равно максимальному статическому натяжению каната, например,

$$R_{\text{эк2}} = 4[Q_k + n(Q_v + Q_{\text{гр}}) + pH_0] \cos \frac{\alpha_1}{2}.$$

Результаты определения величин сводятся в итоговую табл.6.

При двухподъемном копре для расчета принимают разрывное усилие одного каната, плюс двойное рабочее усилие другого каната и рабочие нагрузки на двух канатах второго подъема.

Таблица 6

Угол входа каната в направляющий шкив, град	Максимальное статическое напряжение канатов S, т	Двойное рабочее усилие $2P_p$, т	Равнодействующая натяжения каната R, т	Горизонтальная составляющая, T, т	Вертикальная составляющая, Q, т	Экстренные нагрузки, т					
						Случай обрыва верхнего каната			Случай обрыва нижнего каната		
						$R_{\text{эк}}$	$Q_{\text{эк}}$	$T_{\text{эк}}$	$R_{\text{эк}}$	$Q_{\text{эк}}$	$T_{\text{эк}}$
α_1 = верхний канат											
α_2 = нижний канат											

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ P_3 ПРИ ПОСАДКЕ КЛЕТЕЙ НА КУЛАКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИИ P_4 ОТ ТОРМОЗНЫХ КАНАТОВ ПАРАШЮТНЫХ УСТРОЙСТВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА

Особым видом временной нагрузки на станок копра является динамическая нагрузка P_3 , возникающая при посадке клетки на кулаки. В связи с этим элементы копра проверяют на нагрузку, величина которой принимается равной 4-кратному весу груженной клетки. Усилия прикладывают в местах крепления подкулачных балок к фермам станка.

$$P_3 = 4Q_o, \text{ т.}$$

Рабочие усилия P_4 в тормозных канатах парашютных устройств состоят из Q_p собственного веса канатов и веса натяжных грузов Q_n , плюс вес Q_a амортизаторов, устанавливаемых на станке копра.

$$P_4 = 2n_0(Q_p + Q_n + Q_a), \text{ Т,}$$

где n_0 - число подъемных сосудов в стволе.

Собственный вес Q копра может быть точно определен только после того, как копер рассчитан и сконструирован. При предварительном определении собственного веса стального копра рекомендуется эмпирическая формула

$$Q = a_1 a_2 \beta H_k \sqrt[3]{P_{oc}}, \text{ Т,}$$

где H_k - высота копра, м;

P_{oc} - разрывное усилие каната, Т;

a_1 - коэффициент, выбираемый в зависимости от величины разрывного усилия каната.

при $P_{oc} \leq 100$ Т $a_1 = 0,43$;

при $P_{oc} = 101-150$ Т $a_1 = 0,42$;

при $P_{oc} = 151-200$ Т $a_1 = 0,41$;

при $P_{oc} = 201-250$ Т $a_1 = 0,40$;

a_2 - коэффициент, выбираемый в зависимости от конструктивных особенностей копра;

$a_2 = 1,00$ для одноподъемного копра с одной подшивной площадкой;

$a_2 = 1,05 - 1,10$ для копра с двухъярусной головкой при одном подъеме;

$a_2 = 1,10 - 1,20$ для двухподъемных копров;

$a_2 = 1,2 - 1,30$ для трехподъемных копров;

β - коэффициент, выбираемый в зависимости от высоты копра;

$\beta = 1,0$ для копров $H_k \leq 40$ м;

$\beta = 1,10$ при $H_k = 40-60$;

$\beta = 1,20$ при $H_k = 60-80$ м.

Найденный общий вес копра распределяют между его узлами, определив предварительно вес отдельных частей копра. Для определения веса частей четырехстоечного копра рекомендуются данные табл.7 процентного распределения веса копра в зависимости от его высоты.

Таблица 7

Основные части копра	Вес отдельных частей копра, % при высоте, м								
	18	24	30	36	42	48	54	66	71
Головка	52	44	40	35	31	29	26	24	2
Станок	26	30	33	35	37	38	40	41	42
укосина	22	26	27	30	32	33	34	35	37

Вес шкивов должен быть взят по каталогу и распределен поровну на опоры подшипников.

8. ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ НА КОПЕР

Определение ветровых нагрузок на копер включает следующее:

1. Определение парусных площадей F_i узлов ферм.

2. Построение эпюры скоростного напора на полную высоту копра.
3. Определение сосредоточенных сил W ветровой нагрузки.
4. Определение реакций R_w опор от ветровой нагрузки.

Определение ветровых нагрузок на копер проводится в предположении направления ветра перпендикулярно плоскости наветренной фермы. Самым невыгодным направлением ветра для стального укосного копра будет направление, перпендикулярное фасадной плоскости. Давление ветра в лобовую плоскость копра будет менее опасным с точки зрения устойчивости копра на опрокидывание, поскольку в этом направлении станок надежно раскреплен мощной укосиной.

Парусные площади F_i узлов станка определяются по фасадной ферме (рис. 17, а). Для этого всю наветренную плоскость фермы разбивают на участки по числу узлов. На рис. 17, а приведен пример, в котором парусная площадь фермы разбита на 12 площадок соответственно узлам. При равных панелях фермы парусная площадь F_i узлов, кроме верхних и нижних, составит

$$F_i = \frac{h_n \times b}{2}, \text{ м}^2$$

а для верхних и нижних узлов

$$F_i = \frac{h_n \times b}{4}, \text{ м}^2$$

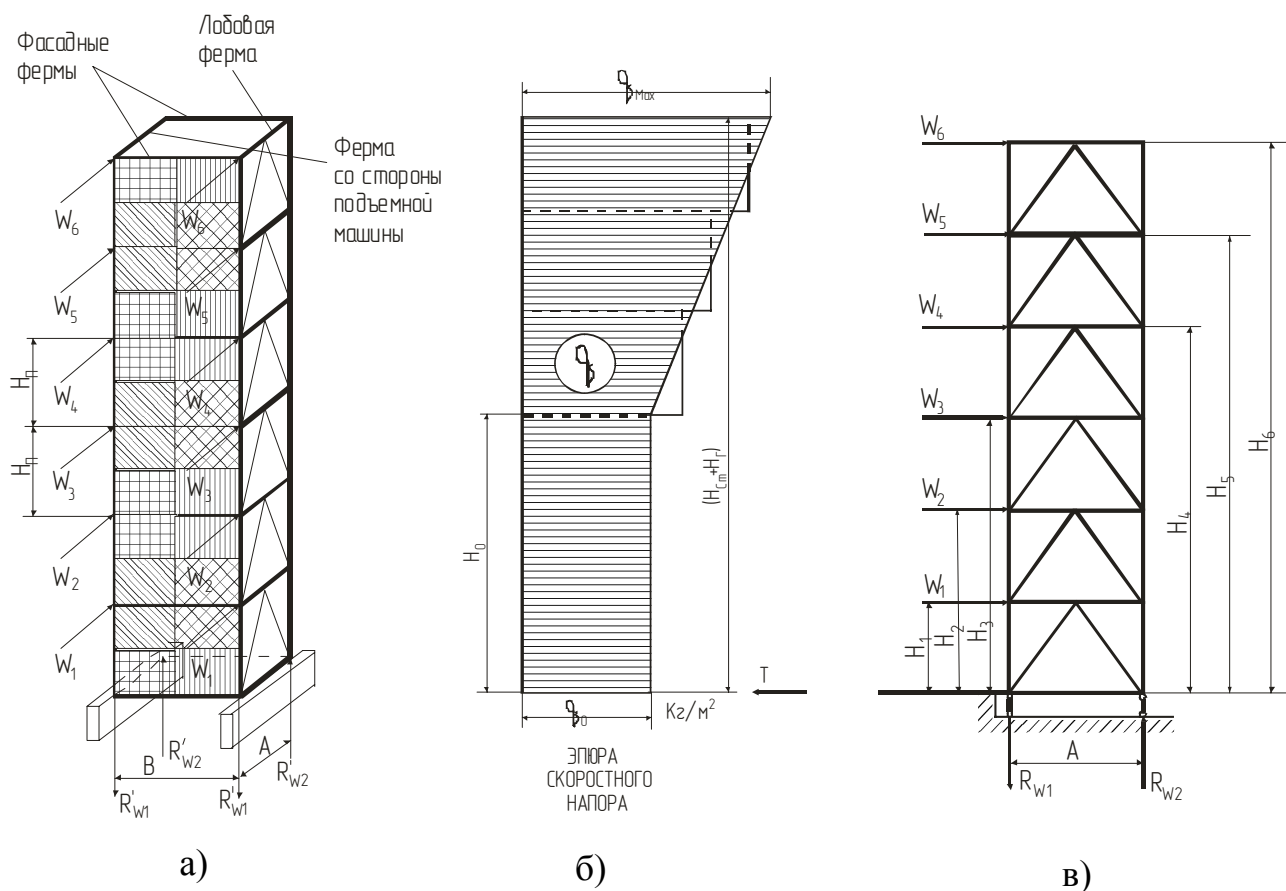


Рис. 18

При разных панелях парусная площадь узлов определится как произведение полусуммы высот смежных панелей на половину ширины фермы.

Эпюра нормативного скоростного напора q_0 строится до высоты верхних узлов монтажной мачты (рис. 18, б). До высоты H_0 скоростной напор принимается постоянным, равным нормативному q_0 . Для зон, расположенных выше этого уровня, скоростной напор увеличивается на 1 кг/м^2 , на каждый метр высоты. При большой высоте копра рекомендуется участок эпюры, лежащий выше отметки H_0 разбивать на несколько участков, как это показано на рис. 18, б. Эпюра становится ступенчатой. Для каждой ступени вычисляется средняя величина абсциссы.

Расчетная ветровая нагрузка q определяется:

$$q = nq_0c, \text{ кг/м}^2,$$

где n - коэффициент перегрузки, выбираемый по СНиП II - А, 11 - 62 или в соответствии с указаниями по определению нормативных нагрузок;

q_0 - нормативный скоростной напор, кг/м^2 ;

c - аэродинамический коэффициент, определяемый по СНиП II-А, 11-62: для плоской фермы с решеткой из прокатных профилей

$$c_\phi = c_0\phi;$$

для станка, как для пространственной фермы,

$$c_{ст} = c_0\phi (1 + \eta);$$

c_0 - аэродинамический коэффициент для профилей элементов решетчатых конструкций; $c_0=1,4$;

ϕ - коэффициент оплошности (заполнения), определяемый как отношение суммы площадей проекции элементов к площади фермы, вычисленной по ее наружным габаритам;

η - коэффициент, определяемый по табл.8 в зависимости от $\frac{a}{b}$ и от ϕ .

Таблица 8

Значение коэффициента ϕ	Значение коэффициента γ_1 , в зависимости от отношения — a/b							
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	4,0	6,0
0,10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,15	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,93
0,20	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,93	0,97
0,25	0,74	0,75	0,76	0,78	0,89	0,82	0,86	0,91
0,30	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,75	0,80	0,85
0,35	0,59	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,73	0,73
0,40	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,67	0,73
0,45	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,52	0,60	0,67
0,50	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,45	0,53	0,62
0,55	0,24	0,25	0,27	0,31	0,34	0,37	0,46	0,56
0,60	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,40	0,50
1,00	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,40	0,50

В табл.8 a и b - размеры станка в плане.

Сосредоточенные силы W_i ветровой нагрузки, приложенные к узлам фермы станка с наветренной стороны с учетом давления ветра на вторую ферму, определяются по формуле

$$W_i = F_i n q_0 c_0 \phi (1 + \eta), \text{ Т.}$$

Здесь F_i - парусная площадь узла фермы станка, м^2 ;

q_0 - нормативный скоростной напор на уровне приложения силы, кг/м^2 .

Суммарная величина ветровой нагрузки на станок составит

$$W = 2 \sum_1^n W_i, \text{ Т (см. рис. 18, а).}$$

Реакции опор R'_{w1} и R'_{w2} от действия ветровой нагрузки на станок определяют по сумме моментов относительно точек **A** и **B** (рис. 18, в).

$$R'_{w2} = -R'_{w1} = \sum \frac{W_i h_i}{a}, \text{ Т}$$

где h_i - «плечи» сосредоточенных сил ветровой нагрузки, м;

a - ширина лобовой фермы, м.

Горизонтальная реакция **T** составит

$$T = \sum W_i, \text{ Т.}$$

Для определения величин реакций от действия ветровых нагрузок в целом на копер предлагается расчетная схема, показанная на рис. 19 и 23. На этих схе-

мах указаны сосредоточенные силы ветровых нагрузок, действующие на головку, станок и укосину, а также места приложения этих сил. На рис. 23 определены расстояния от линии действия сил **W** до осп опрокидывания. Особого

внимания заслуживает положение оси опрокидывания **N - N'** в плане (см. рис. 18) ось проходит через центр верхнего основания пирамидальной части фундамента укосины и через центр опоры ноги станка, внешней по контуру. Проекция оси опрокидывания на вертикальную плоскость, параллельную плоскости фасадной фермы, имеет наклон к горизонту, определяемый углом ρ (см. рис. 13 и 14).

Величина угла ρ может быть определена по формуле

$$\rho = \arctg \frac{c + c_2}{E + 0.5b \pm e_1}, \text{ град.}$$

Величины, входящие в эту формулу, были определены ранее в п. 4 1см.

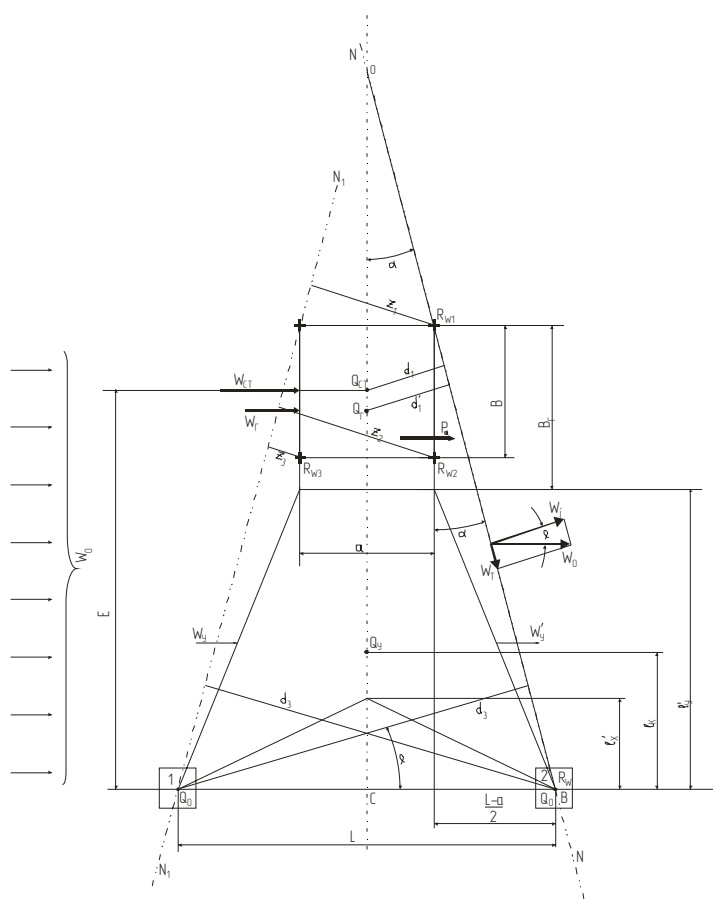


Рис. 19

рис. 14 и 15).

Если величина угла ρ небольшая, что имеет место для скиповых копров, то наклоном оси опрокидывания можно без большой погрешности пренебречь и в расчетах исходить из предположения, что ось опрокидывания проходит в нулевой горизонтальной плоскости. Это допущение значительно упрощает определение плеч сил при подсчете опрокидывающего момента (рис. 23).

Для клетевых копров, имеющих значительное заглубление опорной рамы, а следовательно и большие значения ρ , величины плеч необходимо определять с учетом ρ .

Для определения реакций опор от ветровой нагрузки рассмотрим ΣM относительно точки I (см. рис. 19).

$$\Sigma M_I = M_{on} - M_R = 0,$$

где M_{on} - суммарный момент опрокидывания, вызванный давлением ветра;

M_R - суммарный опорный момент, вызванный M_{on} ;

$$M_{on} = M_R;$$

$$M_{on} = (W_r h_r + W_{ct} h_{ct} + 2W_y h_y) \cos \alpha;$$

$$M_R = R_{w1} z_1 + R_{w2} z_2 + R_{w3} z_3 + R_w d_3$$

Если конструкцию копра условно считать абсолютно жесткой, то M_{on} распределится на опорные моменты пропорционально плечам z_i , следовательно:

$$R_w = \frac{M_{on} d_3}{z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + d_3^2}.$$

R_{w1}, R_{w2}, R_{w3} определяются аналогично

Значения и определение величин, входящих в приведенные выше формулы, следующие:

W_r, W_{ct}, W_y - сосредоточенные силы ветровых нагрузок, действующие на головку, станок и укосину;

h_r, h_{ct}, h_y - (плечи соответствующих сил;

R_{w1}, R_{w2}, R_{w3} - реакции опор - ног станка;

R_w - реакция фундамента укосины, вызванная ветровой нагрузкой - на копер; усилие R_w , передаваемое укосиной, равно величине R_w ;

z_1, z_2, z_3 - плечи соответствующих сил;

α - угол наклона оси опрокидывания относительно оси симметрии на горизонтальной плоскости (см. рис. 19).

$$W_r = F_r n q_{or} c \varphi_r (1 + \eta), \text{ Т}$$

При $h_5 = 0$ (см. рис. 14)

$$F_r = \alpha (+ H_m)(0,5b + D_{ш} + 1,0), \text{ М}^2$$

$$\alpha_0 = 0,64 \div 0,72$$

При $h_5 \neq 0$ (см. рис. 15)

$$F_r = \alpha_5 (b + D_{ш})(h_{нф} + H_m), \text{ М}^2$$

$$\alpha_0 = 0,6 \div 0,7$$

$$W_{\text{ст}} = F_{\text{ст}} n q_{\text{ос}} c \varphi_{\text{ст}} (1 + \eta), \text{ Т}$$

$$F_{\text{ст}} = (H_{\text{ст}} - c) b, \text{ М}^2$$

(На расчетной схеме рис. 19 $e_I = 0$).

Для скиповых копров, у которых $h_5 = 0$,

$$h_r = H_k - 1,2c_3 ;$$

$$h_{\text{ст}} = 0,5(H_{\text{ст}} - c);$$

$$h_y = 0,5l_y \cos \Theta.$$

Для скиповых копров, у которых $h_5 = 0$, $h_{\text{ст}}$ и h_y определяются, как было указано выше, а h_r определяется по формуле

$$h_r \cong H_k - h_5 + 0,5D_{\text{ш}}.$$

Для клетевых копров, у которых $h_5 \neq 0$,

$$h_r \cong (l_y + h_{\text{шф}} / \cos \Theta) \cos(\Theta - \rho), \text{ М};$$

$$h_{\text{ст}} = 0,5(H_{\text{ст}} + c - b \operatorname{tg} \rho) \cos \rho, \text{ М};$$

$$h_y = 0,5l_y \cos(\Theta - \rho), \text{ М}.$$

Для клетевых копров, у которых $h_5 \neq 0$, величины $h_{\text{ст}}$ и h_y определяются так же, как для клетевых копров, у которых $h_5 = 0$.

Величина h_r может быть определена с незначительной погрешностью по формуле

$$h_r \cong \frac{(H_k - c_2 - h_5 + 0,6D_{\text{ш}}) \cos(\Theta - \rho)}{\cos \Theta}, \text{ М}$$

Для более точного определения величины h_r для головок различных конструкций необходимо аналитически определять положение центра тяжести площади головки, т. е. точку приложения силы W_r .

Плечи z_i опорных реакций определяются по расчетной схеме на рис. 19.

$$z_1 = a \cos \alpha;$$

$$z_2 = a \cos \alpha + b \sin \alpha;$$

$$z_3 = b \sin \alpha;$$

$$d_3 = l \cos \alpha;$$

9. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТА ПОД УКОСИНУ

Данный расчет включает определение следующих величин:

1. Определение внешних расчетных нагрузок.
2. Определение веса фундамента.
3. Определение размеров фундамента.
4. Определение глубины заложения фундамента и объема котлованов.

При расчете фундамента должны быть учтены следующие нагрузки (рис. 20, а, б).

1. Нагрузки, возникающие при обрыве каната, передаваемые укосиной,

R'_y .

2. Горизонтальные составляющие N и T , вызванные наклонным направлением усилия R'_y .

3. Нагрузка от части собственного веса $Q_{\text{Гу}}$ головки и укосины.

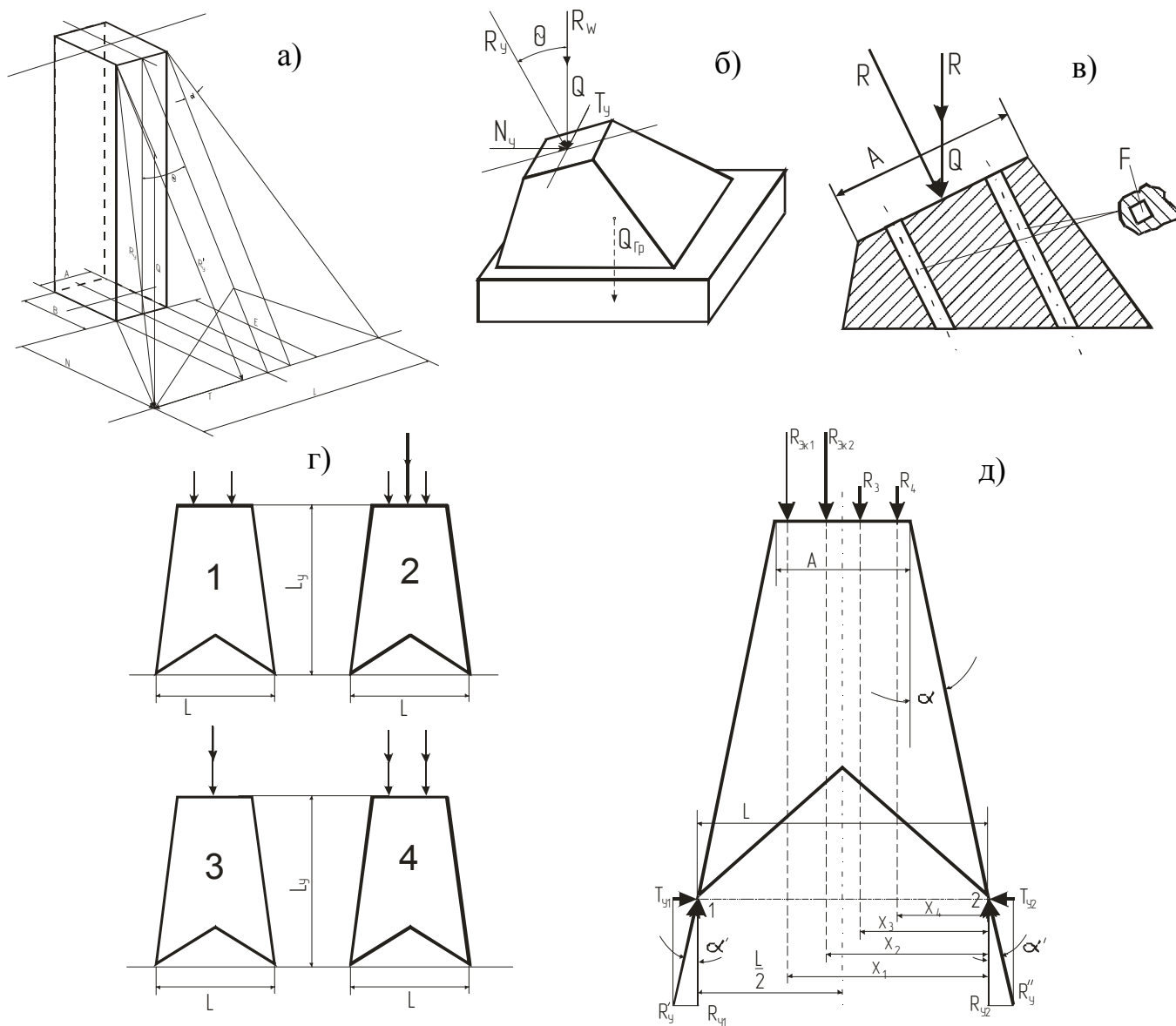
4. Усилие, действующее на фундамент, вызванное ветровой нагрузкой на

копер, $P_w = -R_w$.

5. Собственный вес фундамента Q_{Φ} , плюс вес грунта $Q_{гр}$, находящегося на выступах нижней части фундамента (рис. 22).

Усилие, передаваемое укосиной на фундамент, определяется как большая из реакций R_{y1} и R_{y2} и вычисляется по сумме моментов относительно точек 1 или 2 (рис. 20, д). На рис. 20, д приведена расчетная схема определения R_{y1} и R_{y2} для двухподъемного копра с одноярусной головкой. Усилия R_{y1} и R_{y2} расположены в плоскости укосины; $R_{y1} > R_{y2}$.

$$R_{y1} = \frac{R_{эк1}x_1 + R_{эк2}x_2 + R_3x_3 + R_4x_4}{l}, \text{ т.}$$



$$R_{y2} = (R_{эк1} + R_{эк2} + R_3 + R_4) - R_{y1}, \text{ т.}$$

Рис. 20

Угол α' наклона ноги укосины (см. рис. 20, а, б) по отношению к оси симметрии в плоскости укосины определяется из отношения

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{l - a}{2l_y},$$

где $R_{эк1}$, $R_{эк2}$ - равнодействующие натяжения канатов при экстренной нагрузке, т (п.5);

R_3 , R_4 - равнодействующие натяжений канатов при нормальной работе второго подъема, т.(п. 5);

$x_1 \div x_4$ -плечи сил, определяемые построением (см. рис.20)

l - разнос ног укосины, м;

a - размер укосины поверху, м;

l_y - нормальная длина укосины, м.

На рис.20, z показаны наиболее часто встречающиеся варианты нагрузок на укосину при определении величин R_y .

Горизонтальные составляющие N и T вычисляются по формулам

$$T_{y1} = \frac{R_{y1}(l - a)}{2l_y}, \text{ т};$$

$$T_{y2} = \frac{R_{y2}(l - a)}{2l_y}, \text{ т};$$

$$N_{y1} = R_{y1} \sin \theta, \text{ т};$$

$$N_{y2} = R_{y2} \sin \theta, \text{ т}.$$

Нагрузка от части собственного веса головки и укосины $Q_{гy}$ может быть вычислена точно, для этого надо решить сложную, статически неопределимую задачу. Приблизительно, с незначительной погрешностью значение $Q_{гy}$ может быть вычислено по формуле

$$Q_{гy} = \frac{\kappa_0 (Q_r + Q_y)}{2}, \text{ т}.$$

где Q_r -вес головки, т;

Q_y - вес укосины, т;

$Q_{гy}$ - нагрузка на один фундамент от части веса головки и укосины, т;

κ_0 - коэффициент, учитывающий часть нагрузки от веса укосины и головки; $\kappa_0 = 0,3 \div 0,4$.

Усилие R_w , действующее на фундамент и вызванное ветровой нагрузкой, было определено ранее (п. 7):

$$R_w = \frac{M_{on} d_3}{z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + d_3^2}, \text{ т}.$$

Вес фундамента Q_ϕ может быть предварительно определен по отрицательной реакции $\bar{R}$. За отрицательную реакцию, очевидно, следует принять равную ей силу, достаточную для того, чтобы вывести из состояния равновесия свободно стоящий копер относительно оси опрокидывания $N - N$ (см. рис. 19).

$$Q_\phi = 1.5 \bar{R}, \text{ т}.$$

$$Q_\phi = \frac{1.5(Q_c d_1 + Q_r d_1' + Q_y d_2)}{d_3}, \text{ т}.$$

где Q_c - вес станка, т;

Q_r - вес головки, т;

Q_y - вес укосины, т;

d_1, d_1', d_2, d_3 -плечи соответствующих сил расчетной схемы (см. рис.19).

Величина Q_{ϕ} должна быть откорректирована в соответствии с размерами фундамента, определяемыми дальнейшими расчетами.

Величины d_1, d_1', d_2, d_3 могут быть определены графически и аналитически. Расчетная схема определения приведена на плане рис. 19. Угол α наклона оси опрокидывания относительно оси симметрии ОС определяется из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l - a}{2E + b}.$$

Из $\triangle OCB$ определим катет ОС.

$$OC = \frac{l(2E + b)}{2(l - a)},$$

тогда

$$\begin{aligned} d_1 &= \left[\frac{l(2E + b)}{2(l - a)} - E \right] \sin \alpha; \\ d_1' &= 0,5 \left[\frac{l(2E + b)}{l - a} - 2E + b_r - b \right] \sin \alpha; \\ d_2 &= \left[\frac{l(2E + b)}{2(l - a)} - l_k \right] \sin \alpha; \\ d_3 &= l \cos \alpha. \end{aligned}$$

Расстояние l_k определяет положение центра тяжести укосины, вычисленного по площади. Для плоской укосины, у которой коэффициент разноса ног не превышает 3, а размер l_x' (высота раздвоенной части укосины) не превышает $l_x' = (0,25 - 0,3)l_y$, величина l_k может быть определена с небольшой погрешностью по формуле

$$l_k = 0,5 l_y \sin \theta$$

Более точно размер l_k может быть определен по формуле

$$l_k = \frac{[l_y^2(2a + l) - l_x'^2 l] \sin \theta}{3(a l_y + l_y l - l_x' l)}$$

Здесь l_y и l_x' - размеры в плоскости укосины;

θ - угол наклона оси укосины.

Усилия, действующие на фундамент, имеют разное направление по отношению к плоскости подошвы фундамента. Большинство усилий, за исключением вектора силы веса нижней части фундамента, приложены эксцентрично по отношению к осям симметрии прямоугольной подошвы фундамента. Поэтому напряжения в грунте на уровне подошвы фундамента различны. Расчет необходимо проводить по наиболее загруженному участку. С учетом этого площадь подошвы фундамента может быть определена по формуле

$$F = \frac{Q + 0,15Q_0 + 4T_y + 3N_y}{nR^n}, m^2$$

из условия

$$nR^n \geq \frac{Q + 0,15Q_0 + 4T_y + 3N_y}{F},$$

где Q - общая вертикальная нагрузка на подошву фундамента, определяемая по формуле

$$Q = R_{y1} \cos \theta + Q_{ry} + R_w + Q_{\phi} + Q_{гр}, \text{ м};$$

Q_0 - суммарная внешняя нагрузка, равная

$$Q_0 = R_{y1} \cos \theta + Q_{ry} + R_w, \text{ т};$$

$Q_{гр}$ - вес грунта, размещающийся на выступах фундамента.

Величина $Q_{гр}$ может быть принята

$$Q_{гр} = (0,1-0,2) Q_{\phi};$$

T_y - горизонтальная составляющая, действующая в направлении разноса ног укосины, т;

N_y - горизонтальная составляющая, действующая перпендикулярно направлению разноса ног укосины, т;

F - площадь опоры фундамента, м^2 ;

R^n - нормативное давление на грунт, $\text{т}/\text{м}^2$ или $\text{кг}/\text{см}^2$;

n - коэффициент перегрузки давления на грунт, принимаемый по СНиП, II-Б, 1-62.

Определение размеров фундамента

Размеры **a** и **b** нижнего основания фундамента - подошвы определяются из **F**; для этого задаются отношением сторон. Для прямоугольной подошвы фундамента под укосину **a > b**; прямоугольник подошвы расположен большей стороной в направлении усилия, передаваемого укосиной. Отношение τ сторон подошвы может быть принято в пределах

$$\frac{a}{b} = \tau;$$

$$\tau = 1,20-1,35;$$

тогда

$$a = \sqrt{\tau F}, \text{ см}; \quad b = \frac{F}{a}, \text{ см}.$$

Например, при $\tau = 1,3$ $a = 1,14 \sqrt{F}$; $b = 0,88 \sqrt{F}$. Большая сторона a_1 верхнего основания фундамента определяется из F'_1 - расчетной площади верхнего основания, которая находится (рис.20, в) по формуле

$$F'_1 = \frac{R_{y1} + (R_w + Q_{ry}) \cos \theta}{R_{пр}} + 4f,$$

где $R_{пр}$ - расчетное сопротивление бетона на сжатие, $\text{кг}/\text{см}^2$;

f - сечение отверстия под анкерный болт, см^2 .

Для определения a_1 может быть рекомендовано отношение

$$\frac{a_1}{b_1} = \tau,$$

$$\tau = 1,10-1,30.$$

Тогда

$$a_1 = \sqrt{\tau F'_1} + c, \text{ см}; \quad b_1 = \sqrt{\frac{F'_1}{\tau}} + c, \text{ см},$$

где **c** - конструктивный размер, принимаемый в пределах 20-40 см.

Высота фундамента h_{ϕ} согласно расчетной схеме, приведенной на рис. 21, составит

$$h_{\phi} = \frac{a - a_1(\cos \Theta + \sin \Theta \operatorname{tg} \beta_2)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2} + \frac{a_1 \sin \Theta}{2}, \text{ м,}$$

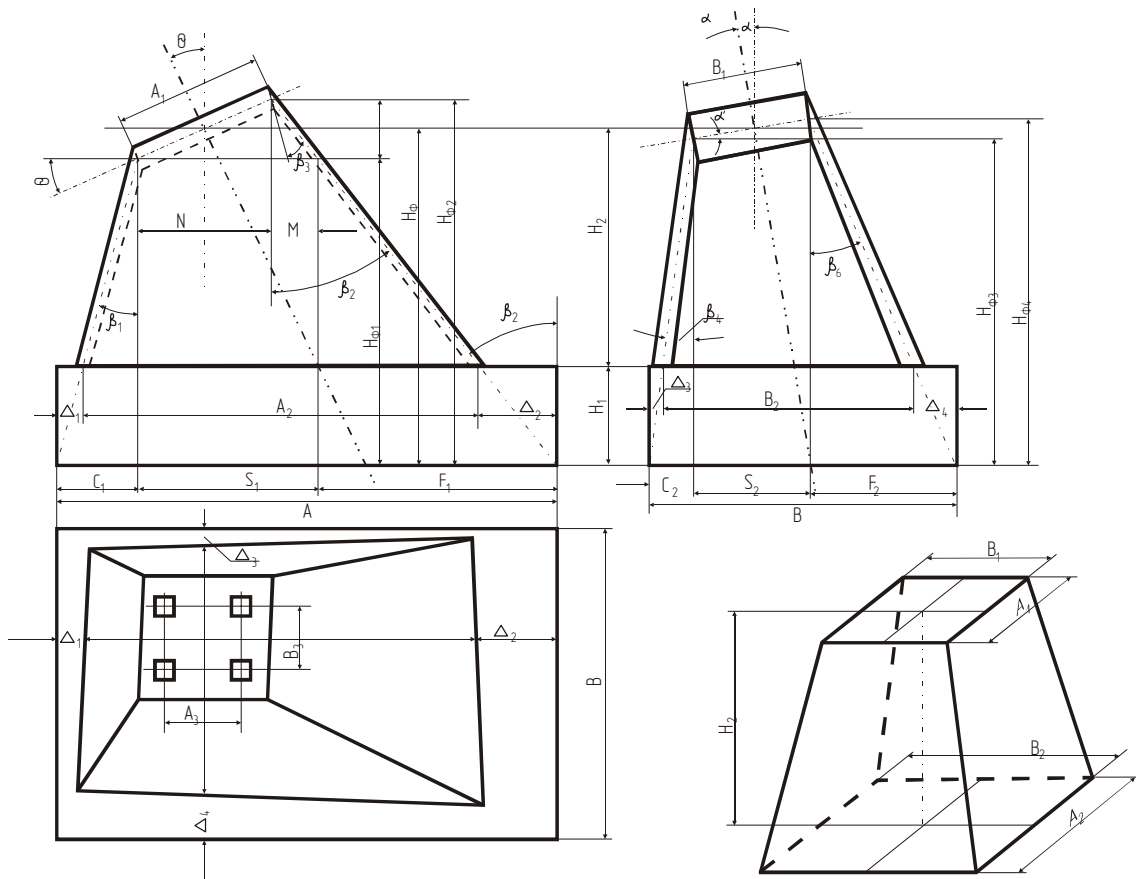


Рис. 21

где β_1 - угол наклона передней плоскости пирамиды, т. е. плоскости, обращенной в сторону копра;

$$\beta_1 = 15...20^\circ;$$

β_2 - угол наклона задней плоскости пирамиды, т. е. плоскости, обращенной в сторону подъемной машины, причем

$$\beta_2 = \theta + \beta_3;$$

β_3 - угол «жесткости» бетона, выбираемый в пределах $8...12^\circ$.

Высота h_1 прямоугольной части фундамента может быть принята в зависимости от h_{ϕ} в пределах $h_1 = (0,18—0,40) h_{\phi}$.

Тогда $h_2 = h_{\phi} - h_1$.

Далее необходимо определить размеры a_2 и b_2 нижнего основания пирамидальной части фундамента (см. рис. 21).

$$a_2 = a - (\Delta_1 - \Delta_2);$$

$$\Delta_1 = h_1 \operatorname{tg} \beta_1;$$

$$\Delta_2 = h_1 \operatorname{tg} \beta_2.$$

$$a_2 = a - h_1(\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2).$$

Для определения величины b_2 необходимо определить углы β_4 и β_6 .

Угол β_4 выбирается в пределах $10 \dots 15^\circ$.

Угол β_6 определяется из отношения

$$\operatorname{tg}\beta_6 = \frac{2b - \operatorname{tg}\beta_4(2h_\phi - b_1 \sin \alpha') - 2b_1 \cos \alpha}{2h_\phi + b_1 \sin \alpha'},$$

где α' - угол наклона ноги укосины по отношению к оси симметрии в плоскости укосины (см. рис. 20, а, б);

$$\alpha' = \arctg \frac{l - a}{2l_y},$$

$$b_2 = b - (\Delta_3 + \Delta_4);$$

$$\Delta_3 = h_1 \operatorname{tg}\beta_4;$$

$$\Delta_4 = h_1 \operatorname{tg}\beta_6;$$

$$b_2 = b - h_1(\operatorname{tg}\beta_4 + \operatorname{tg}\beta_6).$$

Для того чтобы ось укосины не выходила из средней трети размера подошвы фундамента, должны быть соблюдены условия:

$$(a - h_{\phi 1} \operatorname{tg}\beta_1 - h_{\phi 1} \operatorname{tg}\theta - \frac{a_1}{2 \cos \Theta}) > a/3$$

$$\text{и } (b - h_{\phi 3} \operatorname{tg}\beta_4 - h_{\phi 3} \operatorname{tg}\alpha - \frac{b_1}{2 \cos \alpha}) > b/3$$

$$\text{где } h_{\phi 1} = h_\phi - 0,5a_1 \sin \theta;$$

$$h_{\phi 3} = h_\phi - 0,5a_1 \sin \alpha \text{ (см. рис. 21)}$$

Определим вес фундамента Q_ϕ по размерам, полученным расчетом (ранее величина Q_ϕ была определена приближенно).

$$Q_\phi = \gamma(V_1 + V_2), \text{ т.}$$

Здесь V_1 - объем нижней прямоугольной части фундамента (рис. 22);

$$V_1 = h_1 F, \text{ м}^3;$$

V_2 - объем верхней пирамидальной части фундамента;

$$V_2 = \frac{h_2}{6} [a_1 b_1 + a_2 b_2 + (a_1 + a_2)(b_1 + b_2)], \text{ м}^3.$$

Глубина h_3 заложения фундамента составит

$$h_3 = (h_\phi - c_2) > h_{\text{пм}},$$

где c_2 - размер, принятый в п. 4, подлежащий уточнению из отношения

$$c_2 \leq 0,33h_\phi, \text{ м};$$

$h_{\text{пм}}$ - расчетная глубина промерзания грунта для заданного района, м.

Объем котлована под фундамент укосины представляет собой правильную усеченную пирамиду.

$$U_k = \frac{h_3}{6} [t_2 u_2 + t_1 u_1 + (t_2 + t_1)(u_2 + u_1)], \text{ м},$$

где U_k - объем одного котлована, м^3 ;

h_3 - глубина заложения фундамента, м;

t_2, u_2 - размеры дна котлована, м;

t_1, u_1 - размеры котлована поверху, м.

Эти размеры определяют в зависимости от угла наклона бортов котлована.

При угле наклона борта в 45° размеры t_1 и u_1 составят

$$t_1 = t_2 + 2h_3, \text{ м,}$$

$$u_1 = u_2 + 2h_3, \text{ м.}$$

Общий объем земляных работ-при отрывке котлованов составит:

$$U = 2U_k, \text{ м}^3.$$

На рис. 22 показаны примеры конструкции анкерных рам. На рис. 22, а анкерная рама с анкерными крючьями забетонирована в фундаменте. Укосина

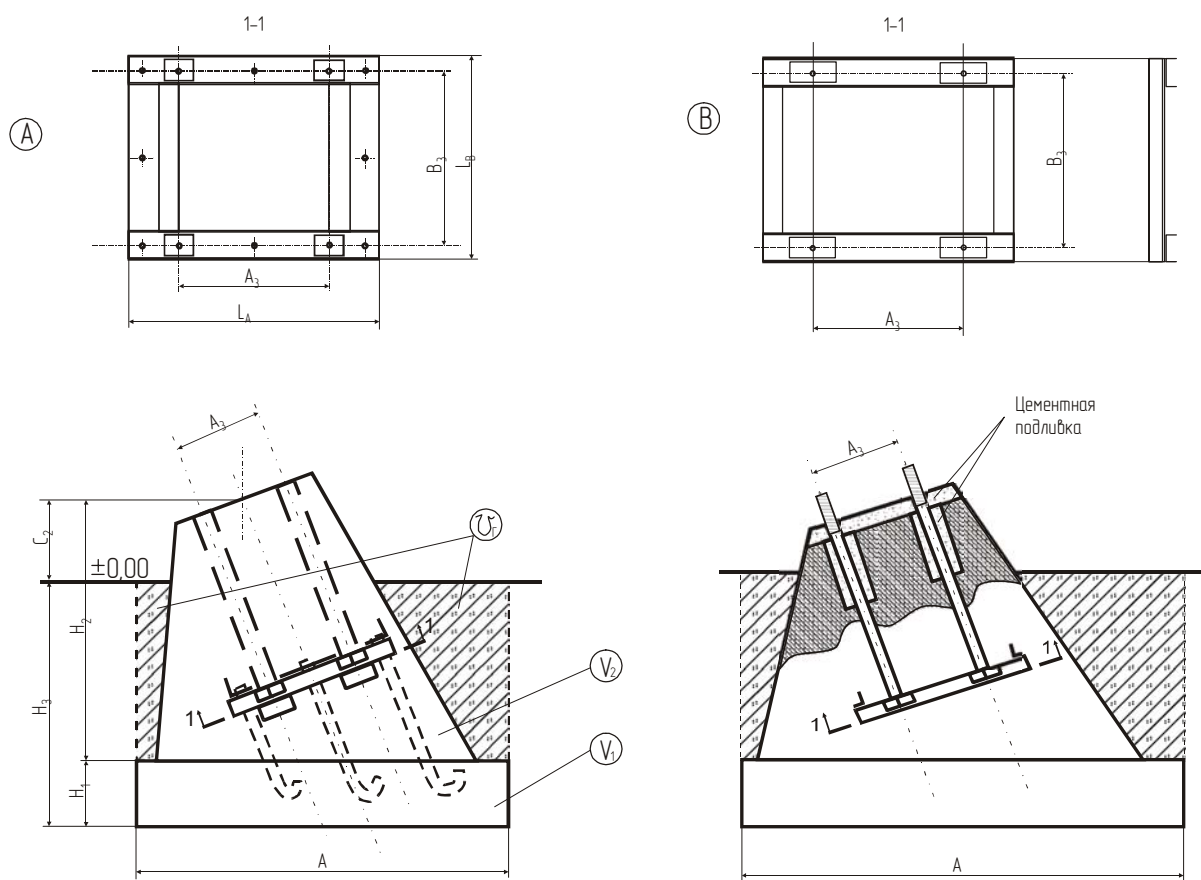


Рис. 22

крепится болтами, гайки для которых находятся под рамой. Для болтов оставлены каналы при бетонировании. Размеры a_3 и b_3 определяют положение анкерных болтов. На рис. 22, б показан пример крепления укосины анкерными болтами, закрепленными в фундаменте при бетонировании.

На рис. 23 показан общий компоновочный чертеж подъемного комплекса.

8, максимальная величина P_a составит:

$$P_a = R_{эк1} \sin \alpha_n + R_{эк2} \sin \alpha_b.$$

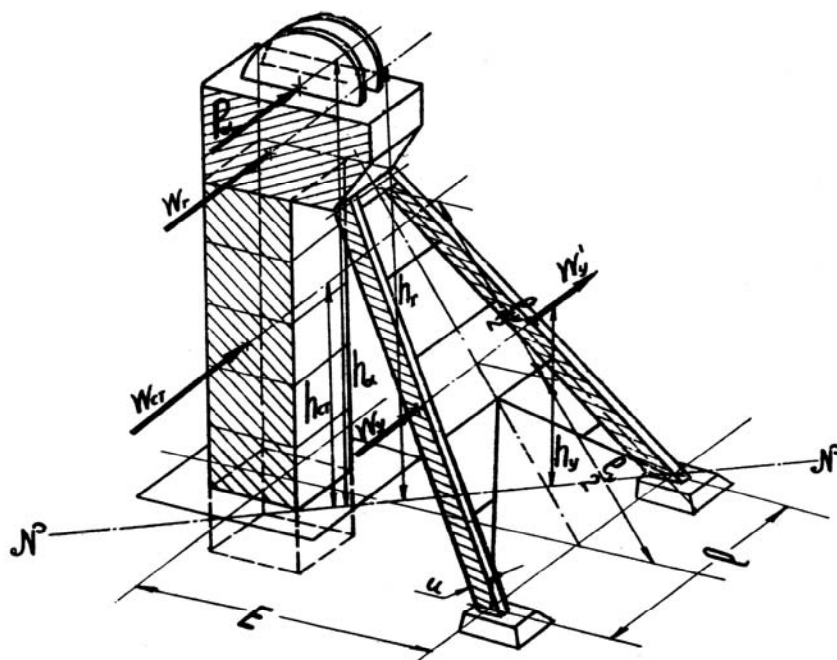


Рис. 24

Для скиповых копров, для которых $h_5 = 0$, h_a составит $h_a \cong H_k$; а для клетевых копров при $h_5 = 0$ величина h_a может быть определена по формуле

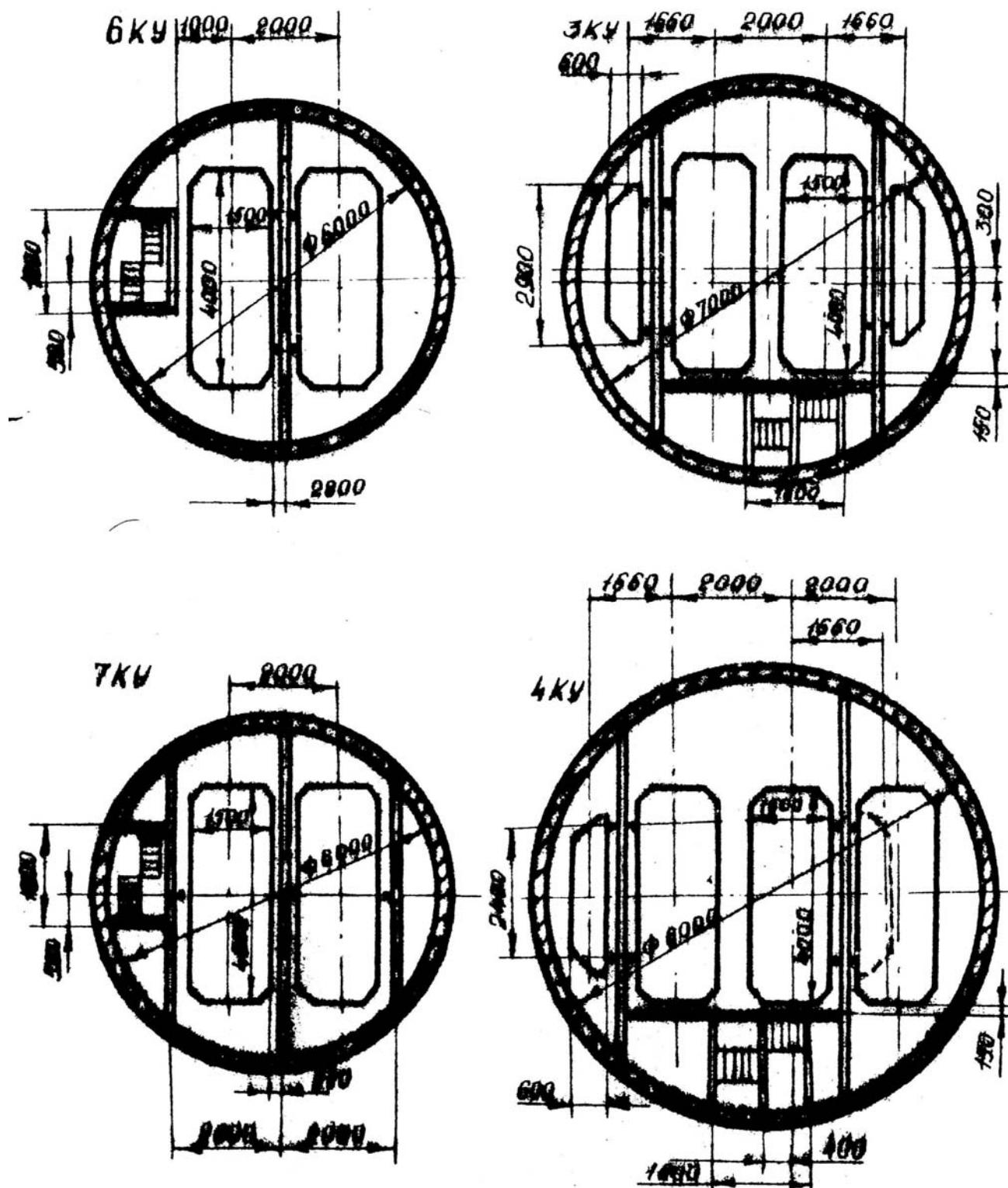
$$h_a = (l_y + \frac{h_{пф} + c_3}{\cos \Theta}) \cos(\Theta - \rho), \text{ м.}$$

Если в результате расчета коэффициент K окажется меньше единицы, то необходимо изменить конструкцию копра с целью увеличения момента устойчивости. В первую очередь это можно сделать за счет увеличения веса фундамента или за счет увеличения разноса ног укосины. В таком случае величина K может быть принята равной 1.1 или 1,25 и в зависимости от K могут быть определены величины Q_ϕ или I . Если этот прием не даст желаемых результатов, то устойчивость копра на опрокидывание должна быть обеспечена за счет применения расчалок из канатов.

Варианты индивидуальных заданий для выполнения курсового проекта сведены в табл.9.

Варианты заданий

№ п/п	Диаметр шквивов подъема, м	Заглубление опорной рамы станка, м	Тип сечения и армировка ствола	Количество этажей кле- ти	Глубина ствола, м
1.	4	1,5	3 КУ	1	300
2.	4	1,8	3 КУ	2	340
3.	4	2,0	3 КУ	2	400
4.	5	1,5	3 КУ	1	440
5.	5	1,8	3 КУ	2	500
6.	5	2,0	3 КУ	1	690
7.	4	1,5	4 КУ	2	310
8.	4	1,8	4 КУ	2	350
9.	4	2,0	4 КУ	1	410
10.	5	1,5	4 КУ	2	470
11.	5	1,8	4 КУ	1	610
12.	5	2,0	4 КУ	1	700
13.	4	1,5	6 КУ	1	320
14.	4	1,8	6 КУ	2	360
15.	4	2,0	6 КУ	1	420
16.	5	1,5	6 КУ	1	480
17.	5	1,8	6 КУ	2	530
18.	5	2,0	6 КУ	1	670
19.	4	1,5	7 КУ	2	330
20.	4	1,8	7 КУ	2	370
21.	4	2,0	7 КУ	1	430
22.	5	1,5	7 КУ	2	490
23.	5	1,5	7 КУ	2	560
24.	5	1,8	7 КУ	1	660
25.	5	2,0	7 КУ	1	640



Единые унифицированные технологические схемы и конструктивные решения центральных и фланговых стволов (Южгипрошахт, 1985г.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов О. Г. Основания и фундаменты промышленных и гражданских зданий «Высшая школа». 1968.
2. Еланчик Г. М. Определение параметров цилиндрических барабанов шахтных подъемных машин- МГИ. 1969.
3. Екельчик М.С., Машек А.А. и др. Справочник строителя. Изд.2-е, перераб. и доп. Киев, «Будівельник», 1979.- 536 с.
4. Куликов Ю.Н., Максимов А.П. Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Учеб. для вузов / Под ред. И.В. Баклашова. – М.: Недра, 1991. – 264 .
5. 3. Максимов А.П. Горнотехнические здания и сооружения. - М.: Недра, 1984. – 263с.
6. В.В.Белый «Справочник инженера шахтостроителя под редакцией В.В.Белого» 2 тома М.1983г.
7. Технологические схемы сооружения вертикальных стволов./ч.1. Оснащение и проходка вертикальных стволов обычным способом. Харьков, ВНИИОМШС, 1979.
8. Инструкция и методические указания по расчету и конструированию проходческих копров к курсовому проекту по курсу «Горнотехнические здания и сооружения»./ Сост. Бабиюк Г.В.- Коммунарск: КГМИ, 1983 – 32с.
9. Методические указания и контрольные задания по курсу «Горнотехнические здания и сооружения» (для студентов специальности 0904 дневной и заочной форм обучения)/ Сост. Волошин В.Б.- Коммунарск: КГМИ, 1991 – 31с.
10. Кузнецов П.А. Горнотехнические здания и сооружения./Учеб. пособие для студентов специальности «Строительство подземных сооружений и шахт», М., 1975. – 47с.
11. Методические рекомендации по составлению курсового проекта на тему «Проектирование четырехстоечного стального надшахтного копра и определение расчетных нагрузок»/ (для студентов специальности 0904 дневной и заочной форм обучения)/ Сост. Кубышкин А.А.- Донецк, ДПИ, 1978 – 47с.
12. Денисов О.Г. Основания и фундаменты промышленных и гражданских зданий. М.: Высшая школа.,1968.
13. В.И.Павленко, С.Г.Страданченко, А.А. Шубин. Технология строительства горнотехнических зданий и сооружений: учеб. пособие/Шахтинский институт ЮРГТУ. – Новочеркасск:ЮРГТУ, 2005- 199с.
14. СНИП II-21-75. Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции. М., Стройиздат, 1976.
15. СНИП II-15-74. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1975.
16. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. М., Стройиздат, 1980 – 776с

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по складанню курсового проекту на тему:

***«Проектування чотирьохстоїчного сталевого надшахтного
копра і визначення розрахункових навантажень»***
для студентів напрямку "Гірництво"

спеціальності 7.090303 “Шахтне та підземне будівництво”
за курсом:

"ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ"

Составители:

Сергей Васильевич Борщевский
Виктор Владимирович Левит
Константин Николаевич Лабинский
Андрей Анатольевич Дрюк
Альберт Юркевич Прокопов
Сергей Витальевич Мартыненко
Александр Алексеевич Ткач
В.Б. Волошин

