

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

283

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
ПО КУРСУ «ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ»

ДОНЕЦК ЛЯН 1964

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**  
**ПО КУРСУ "ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ"**  
(для студентов специальности 0506  
специализации "Эксплуатация электромеханического  
оборудования шахт" - ГЭМ)

У т в е р ж д е н о  
на заседании кафедры  
рудничных подъемных  
установок.  
Протокол № 15 от 20.06.90

Донецк ДПИ 1990

Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу "Шахтные подъемные установки" (для студентов специальности 0506 специализации "Эксплуатация электромеханического оборудования шахт" - ГЭМ) /Сост.: А.А.Белоцерковский, Н.И.Яценко. - Донецк: ДПИ, 1990. - 43 с.

Содержат целевую информацию, необходимую для выполнения курсового проекта с применением в нем новейшего горношахтного оборудования.

Курсовой проект, кроме основных разделов, содержит разделы по экономике и технике безопасности.

Составители:

А.А.Белоцерковский, д-р техн.наук  
Н.И.Яценко, доц.

Отв. за выпуск

Г.М.Тимошенко, проф.

## 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Курсовой проект по шахтным подъемным установкам выполняется студентами по индивидуальным заданиям.

Курсовой проект состоит из двух частей: общей и специальной. В общей части студенты выполняют полный проектировочный расчет скиповой подъемной установки, исходные данные для которой принимаются из [1].

Специальная часть курсового проекта состоит из нескольких разделов, приведенных в данных методических указаниях, исходными данными для выполнения которых являются результаты, полученные в общей части.

При выполнении курсового проекта сначала на протяжении первых 3-4 недель выполняется общая его часть, которая оформляется в обычной ученической тетради и сдается руководителю на проверку. При выполнении проектировочного расчета скипового подъема следует принимать только асинхронный привод. После проверки выполняется специальная часть курсового проекта.

Порядок выполнения специальной части курсового проекта

Согласно графику самостоятельной работы студентов (СРС) задание на курсовой проект выдается на первой неделе занятий по курсу "Шахтные подъемные установки".

В течение 12 недель курсовой проект должен быть выполнен и защищен перед комиссией, назначенной кафедрой рудничных подъемных установок.

Этапы выполнения курсового проекта студентами контролируются руководителем еженедельно. При этом проверяется также и оформление курсового проекта в соответствии с требованиями [2], с учетом которых составлены настоящие методические указания.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки объемом 25-30 страниц формата А4 (210x297 мм) и графической части, представленной необходимыми чертежами и выполненной на листе формата А4.

Все чертежи на листе сопровождаются основными подписями.

Пояснительная записка к курсовому проекту составляется на писчей бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа с обязательным оставлением полей: в месте подшивки (длинная левая сторона листа) - 20 мм, верхнее и нижнее поля - 10-15 мм, поле справа листа - 5 мм. Расстояние между заголовком (раздела, подраздела)

и последующим текстом - 10 мм. Сокращение слов в тексте и в подписях чертежей не допускается, кроме случаев, установленных ГОСТ 2.316-68. Все страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами, которые проставляются в правом верхнем углу листа (за исключением первой страницы - титульного листа).

Пояснительная записка начинается титульным листом (прил. 1). За титульным листом следуют: реферат (прил. 2), задание (прил. 3), содержание (прил. 4) и текстовая часть с соответствующей рубрикацией разделов. В конце пояснительной записки даются заключение, список использованных источников и приложения (в случае необходимости).

Пояснительная записка должна быть написана грамотно, разборчиво, отличаться краткостью и четкостью изложения материала с обязательной ссылкой на литературные источники в виде порядкового номера источника. Для написания пояснительной записки рекомендуется использовать черные или фиолетовые чернила или пасту.

Реферат (прил. 2) строится по схеме [2]. 1-й абзац - наименование документа, количество страниц, иллюстраций, таблиц и источников; 2-й абзац - перечень ключевых слов. Ключевые слова (от 5 до 15) приводятся в именительном падеже и выражают отдельные понятия, необходимые для раскрытия содержания текста. Ключевые слова пишутся заглавными буквами и разделяются между собой запятыми; 3-й абзац - текст реферата (объем около 500 знаков) в сжатой форме отражает сущность выполненной работы и содержит краткие выводы относительно особенностей, эффективности, возможности и области применения полученных результатов.

Содержание (прил. 4) включает в себя перечень последовательно расположенных в тексте пояснительной записки частей (введение, разделы и подразделы и т.д.) с присвоением им нумераций с указанием страниц, на которых размещены их названия. Всем разделам за исключением "Введения" и "Заключения" присваивается сквозная нумерация. При наличии подразделов и пунктов им присваиваются порядковые номера внутри раздела или подраздела. На первом месте ставится номер раздела, на втором - номер подраздела, на третьем - номер пункта. Все номера обозначаются цифрами с точками. Например: 1.2.3 что означает пункт 3, подраздела 2, раздела 1. После содержания располагается изложение основной части выполненного курсового проекта. Во "Введении" на базе основных направлений экономического и социального развития СССР, принятых в решениях XXVII съезда КПСС, отражаются технический прогресс в области шахтного подъема, актуальность и новизна принятых решений.

Заключение должно содержать оценку результатов, полученных в работе, с точки зрения их соответствия требованиям задания.

Список использованных источников должен включать названия всех литературных источников с указанием фамилий авторов, наименования (заглавия) книги, статьи, места издания, издательства, года издания и объема в страницах.

В приложения следует включать вспомогательный материал, который при включении в основную часть содержания работы загромождает основной текст.

При аналитических расчетах формулы записываются в буквальном выражении, а затем с подстановкой числовых данных и результатов вычислений с соответствующими единицами измерения в СИ. Окончательный результат вычислений необходимо округлять до степени точности, с которой производятся измерения соответствующих величин.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка экспликации должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него. Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы, разделенных между собой точкой. Номер формулы ставится с правой стороны листа на уровне буквенного ее выражения в круглых скобках, например:

$$M_{ст.1} = (Q + (P_k - q)H_n) \cdot R_{\delta}, \quad (1.1)$$

где  $M_{ст.1}$  - статический момент сопротивления, кН·м;  
 $Q$  - вес поднимаемого груза, кН;  
 $P_k$  - вес 1 м головного каната, кН/м;  
 $q$  - вес 1 м уравновешивающего каната, кН/м;  
 $R_{\delta}$  - радиус органа навивки, м.

## 2. РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА

Выбор и расчет тормозного устройства выполняются с целью проверки безопасности эксплуатации вертикальных подъемных установок, оборудованных подъемными машинами 2Ц, ЦР и ЦШ (МПБ и МПМ ГОСТ 26921-86).

С этой целью в зависимости от типа подъемной машины и, исходя из значения тормозных моментов, определяются основные параметры

тормозного устройства: тип исполнительного органа (тормоза), тормозного привода, для которых определяется значение величин, обеспечивающих достаточную надежность подъемной установки, как-то: количество тормозных грузов, величину предварительного поджатия приводного пружинного блока, величину давления сжатого воздуха в рабочих и предохранительных цилиндрах и в воздухохранильнике. Проверяются значения замедлений при предохранительном торможении для режимов: подъем груза, перегон порожних сосудов и спуск груза. Величина фактических замедлений должна находиться в пределах значений, регламентируемых Правилами безопасности [3].

### 2.1. Выбор типа тормозного устройства

В этом пункте приводятся описание конструкции тормозного устройства, его назначение, рисунок механической (силовой) части, дается краткая техническая характеристика, а также описывается взаимодействие узлов механической части при рабочем и предохранительном торможении [4].

Механическая часть тормозных устройств показана на рис. 2.1 и 2.2.

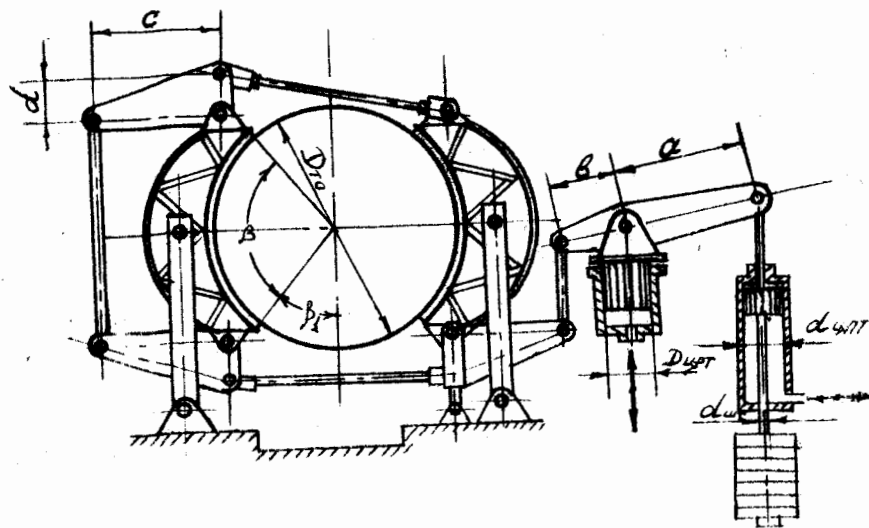


Рис. 2.1. Механическая часть тормозного устройства подъемных машин ПСЗ

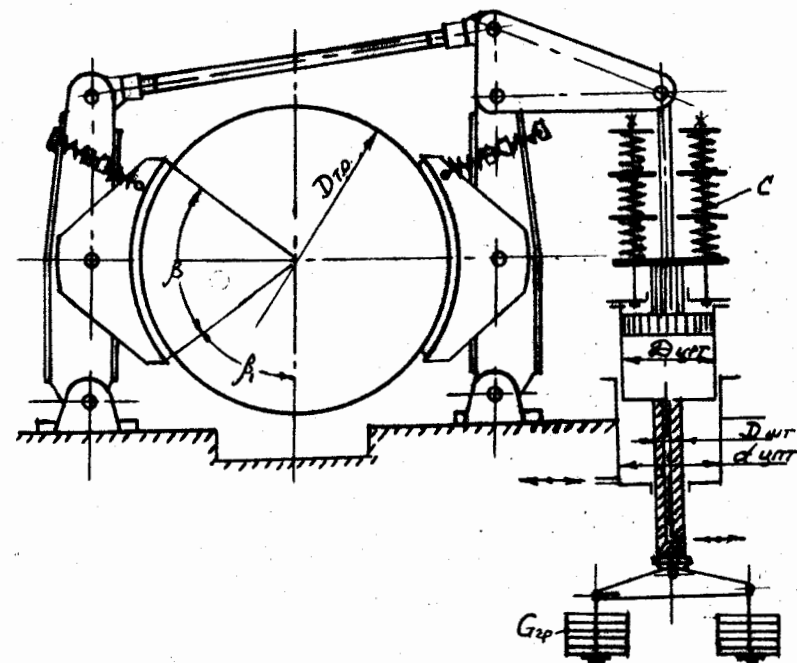


Рис. 2.2. Механическая часть тормозного устройства подъемных машин завода им. ЛКУ

### 2.2. Определение расчетных значений тормозных моментов

Определение тормозных моментов, регламентируемых ПБ для вертикальных двухконцевых подъемных установок, оборудованных машинами типов 2Ц, ЦР и ЦШ.

Суммарный наибольший тормозной момент

$$M_{т.мах.1} \geq 3 M_{ст.1}, \quad (2.1)$$

где  $M_{ст.1}$  – наибольший статический момент, который определяется по формулам:

– для неравновешенных подъемов, оборудованных машинами типа 2Ц и ЦР

$$M_{ст.1} = (Q + p_k H_n) \cdot R_\delta; \quad (2.2)$$

- для уравновешенных подъемов, оборудованных машинами типа 2Ц, ЦР и ЦШ

$$M_{ст.1} = Q \cdot R_{\delta}, \quad (2.3)$$

$Q$  - вес поднимаемого полезного груза, кН;

$\rho_k$  - вес 1 м длины головного каната, кН/м;

$H_n$  - высота подъема, м;

$R_{\delta}$  - радиус барабана подъемной машины, м.

При определении  $M_{ст.1}$  для многоканатных подъемов в формулу (2.3) вместо  $R_{\delta}$  следует подставлять значение радиуса канато-ведущего шкива  $R_{шк}$ , м.

Наибольший тормозной момент, создаваемый одним исполнительным органом (тормозом),

$$M_{т.1} = 0,5 M_{т.мах.1}. \quad (2.4)$$

Тормозной момент, необходимый для надежного стопорения переставного барабана при регулировании длины головных канатов (это положение справедливо только для подъемов, оборудованных машинами типа 2Ц и ЦР)

$$M_{т.мах.1} \geq 2,4 M_{ст.2}, \quad (2.5)$$

где  $M_{ст.2}$  - наибольший статический момент при выполнении операций по перестановке барабана.

$$M_{ст.2} = (G + \rho_k H_0) \cdot R_{\delta}, \quad (2.6)$$

$G$  - вес подъемного сосуда, кН;

$H_0$  - наибольший отвес каната, м.

Тормозной момент, создаваемый одним исполнительным органом при перестановке барабана,

$$M_{т.2} = 0,5 M_{т.мах.2}. \quad (2.7)$$

### 2.3. Выбор расчетного тормозного момента

Подъемные машины, используемые на подъемах, оборудованы следующими тормозными устройствами.

Крупные подъемные машины типа 2Ц и ЦР с  $D_0 = 4; 5$  и  $6$  м оснащены тормозными устройствами, механическая часть которых состоит из двух исполнительных органов радиального типа с поступатель-

ным перемещением колодок, каждый из которых снабжен индивидуальным пневмогрузовым приводом (рис. 2.1).

Малые подъемные машины типа 2Ц с  $D_0 = 2,5; 3,0; 3,5$  м и все многоканатные подъемные машины типа ЦШ за исключением ЦШ-5х8, которая не используется на подъемных угольных шахтах, оснащены тормозными устройствами, механическая часть которых также состоит из двух исполнительных органов радиального типа с комбинированным перемещением колодок (рис. 2.2), каждый из которых снабжен индивидуальным грузовым пружинно-пневматическим приводом (рис. 2.2), или пружинно-пневматическим (рис. 2.3), или пружинно-пневматическим приводом с шарнирной опорой (рис. 2.4).

В последнее время завод-изготовитель некоторые многоканатные подъемные машины оснащает тормозными устройствами с дисковым исполнительным органом, которые в данных методических указаниях не рассматриваются.

В связи с указанными особенностями оснащения подъемных машин тормозными устройствами значения величин расчетных тормозных моментов в каждом конкретном случае принимаются следующим образом.

Для подъемных установок, оборудованных подъемными машинами с цилиндрическими барабанами, расчетный тормозной момент для одного исполнительного органа принимается большим из двух значений, определенных по формулам (2.4) и (2.7).

Для многоканатных подъемных установок расчетный тормозной момент для одного исполнительного органа принимается таким, как его значение, определенное по формуле (2.4).

В дальнейшем принятый расчетный тормозной момент обозначается  $M_{т.рас}$ .

### 2.4. Определение параметров силовой части тормозного устройства крупных подъемных машин, оборудованного пневмогрузовым приводом НКМЗ

Определение веса тормозных грузов

$$G_{гр.рас} = \frac{M_{т.рас} \cdot b \cdot d}{2a \cdot c \cdot f \cdot R_{то} \cdot \eta_T}, \quad (2.8)$$

где  $a, b, c, d$  - плечи рычагов (рис. 2.1), размеры которых приведены в прил. 5, табл. I;

$f$  - расчетный коэффициент трения пары: тормозной обод-колодка,  $f = 0,3$ ;

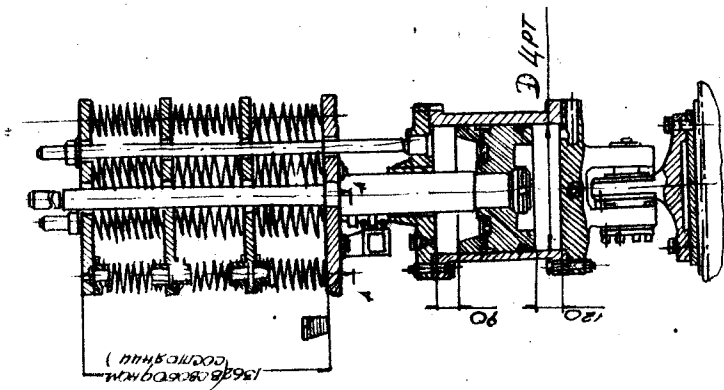


Рис. 2.4. Пружинно-пневматический тормозной привод с шарнирной опорой

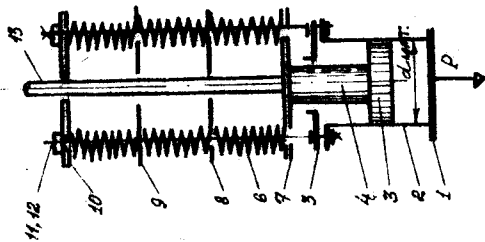


Рис. 2.3. Пружинно-пневматический тормозной привод

$R_{т.о}$  - радиус тормозного обода,  $R_{т.о} = 0,98 R_{\delta}$  ;  
 $R_{\delta}$  - радиус барабана;  
 $\eta_{т}$  - КПД тормоза,  $\eta_{т} = 0,95$ .

Определение количества тормозных грузов

$$n_{ф.рас} = \frac{G_{ф.рас}}{G_0}, \quad (2.9)$$

где  $G_0$  - вес одного тормозного груза,  $G_0 = 1$  кН.

Фактическое количество грузов принимается целым числом с обязательным округлением их количества в большую сторону и обозначается  $n_{ф.ф}$ .

Фактический вес тормозных грузов

$$G_{ф.ф} = n_{ф.ф} \cdot G_0. \quad (2.10)$$

Величина фактического тормозного момента, создаваемого одним исполнительным органом,

$$M_{т.ф} = M_{т.рас} \cdot \frac{n_{ф.ф}}{n_{ф.рас}}. \quad (2.11)$$

#### 2.5. Определение необходимого давления сжатого воздуха в воздухохранике

Минимальное избыточное давление сжатого воздуха в цилиндре рабочего торможения (ЦРТ), необходимое для подъема тормозных грузов при "зарядке" тормоза,

$$p_{\text{min.црт}} = \frac{4 G_{ф.ф} (a + b)}{\pi D_{\text{црт}}^2 \cdot b \cdot \eta_{т.п}}, \quad (2.12)$$

где  $D_{\text{црт}}$  - диаметр цилиндра рабочего торможения (прил. 5, табл. I);

$\eta_{т.п}$  - КПД тормозного привода,  $\eta_{т.п} = 0,95$ .

Минимальное избыточное давление сжатого воздуха в цилиндре предохранительного торможения (ЦПТ), определенное из условия удержания грузов в верхнем положении

$$P_{\min. \text{цпт}} = \frac{4G_{\text{р.ф.}}}{\pi (d_{\text{цпт}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot \eta_{\text{т.п}}}, \quad (2.13)$$

где  $d_{\text{цпт}}$ ,  $d_{\text{шт}}$  - диаметры цилиндра предохранительного торможения и штока.

Для дальнейших расчетов принимается значение минимального избыточного давления сжатого воздуха из величин

$P_{\min. \text{цпт}}$  и  $P_{\min. \text{шт}}$  и обозначается  $P_{\text{рас}}$ .

Давление сжатого воздуха в воздухоподборнике

$$P_{\text{в.сб}} = 1,2 P_{\text{рас}}. \quad (2.14)$$

## 2.6. Определение величины замедлений при предохранительном торможении

Величина тормозного усилия, развиваемого тормозным устройством при предохранительном торможении

$$F_{\text{т.ф}} = - \frac{2M_{\text{т.ф}}}{R\delta}. \quad (2.15)$$

Замедление при подъеме расчетного груза

$$a_{\text{ав.п.г}} = \frac{F_{\text{ст}} - F_{\text{т.ф}}}{m_{\text{пр}}} \leq 5 \text{ м/с}^2, \quad (2.16)$$

где  $F_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{ст.г}}}{R\delta}.$

Замедление при перегоне порожних скипов

$$a_{\text{ав.п.с}} = \frac{F_{\text{ст.п}} - F_{\text{т.ф}}}{m'_{\text{пр}}} \leq 5 \text{ м/с}^2, \quad (2.17)$$

где  $F_{\text{ст.п}}$  - статическое усилие при перегоне порожних сосудов,

$$F_{\text{ст.п}} = F_{\text{ст}} - Q;$$

$m'_{\text{пр}}$  - приведенная масса подъемной установки для режима "перегон-сосудов";

$$m'_{\text{пр}} = m_{\text{пр}} - m_{\text{р}}.$$

Замедление при спуске расчетного груза

$$a_{\text{ав.сг}} = \frac{F_{\text{ст.с.г}} - F_{\text{т.ф}}}{m_{\text{пр}}} \geq 1,5 \text{ м/с}^2, \quad (2.18)$$

где  $F_{\text{ст.с.г}} = -(Q + (P_{\text{к}} - q) \cdot H_{\text{п}}).$

По результатам расчета делаются выводы по значениям полученных величин замедлений и о соответствии их ПБ.

## 2.7. Определение параметров силовой части тормозного устройства малых подъемных машин типа 2Ц

Общий вид механической части изображен на рис. 2.2. Характеристики исполнительных органов приведены в прил. 5, табл. 2.

### 2.7.1. Выбор типа тормозного привода и определение параметров его настройки

Типы тормозных приводов и их применяемость приведены в прил. 5, табл. 2, из которой для конкретной подъемной машины принимается соответствующий тип тормозного привода и определяются параметры его настройки. Для указанных типов подъемных машин применяются грузовые пружинно-пневматические тормозные приводы.

Определение тормозной силы на замыкающей штанге пружинно-пневматического привода

$$F_{\text{тр.пр}} = \frac{M_{\text{т.рас}}}{D_{\text{т.о}} \cdot f \cdot \mu \cdot \eta_{\text{т}}}, \quad (2.19)$$

где  $D_{\text{т.о}}$  - диаметр тормозного обода, м (прил. 5, табл. 2);

$f$  - коэффициент трения,  $f = 0,3$ ;

$\mu$  - передаточное отношение исполнительного органа (тормоза);

$\eta_{\text{т}}$  - КПД тормоза,  $\eta_{\text{т}} = 0,9$ .

Тормозной привод соответствующего типа выбирается из прил. 5, табл. 4, исходя из условия, что

$$F_{\text{т.мах}} + G_{\text{п.ч}} \geq F_{\text{тр.пр}}, \quad (2.20)$$

где  $F_{\text{т.мах}}$  - максимальная сила предварительного поджатия пружинного блока, кН;

$G_{\text{п.ч}}$  - вес подвижных частей привода, кН.



После выбора тормозного привода из прил. 5, табл. 3 выписывается его характеристика.

Сила, создаваемая пружинным блоком

$$F_{т.бл} = F_{тр.пр} - G_{п.ч}. \quad (2.21)$$

Величина предварительного поджатия пружинного блока

$$h_{пр} = \frac{F_{т.бл}}{C}, \quad (2.22)$$

где  $C$  - жесткость пружинного блока, кН/м.

2.7.2. Определение минимального давления сжатого воздуха в рабочем цилиндре, необходимого для обеспечения надежного растормаживания

Дополнительная сила поджатия пружинного блока привода при растормаживании

$$F_{доп} = C \cdot h_{раб}, \quad (2.23)$$

где  $h_{раб}$  - рабочий ход поршня, м.

Минимальное давление сжатого воздуха в рабочем цилиндре при растормаживании

$$P_{min.рц} = \frac{4(F_{тр.пр} + C h_{раб})}{\pi D_{рц}^2 \cdot \eta_{т.п}}, \quad (2.24)$$

где  $D_{рц}$  - диаметр цилиндра рабочего торможения, м;  
 $\eta_{т.п}$  - КПД тормозного привода,  $\eta_{т.п} = 0,95$ .

Определение количества тормозных грузов и давления в цилиндре предохранительного торможения.

Вес дополнительных грузов для тормозного привода

$$G_{доп} = F_{тр.пр} - G_{п.ч}. \quad (2.25)$$

Количество тормозных грузов

$$n_{ф.рас} = \frac{G_{доп}}{G_0},$$

где  $G_0$  - вес одного груза, кН (прил. 5, табл. 3).

Количество грузов принимается четным с закруглением в большую сторону и обозначается  $n_{ф.ф}$ .

2.7.3. Минимальное давление сжатого воздуха в цилиндре предохранительного торможения

$$P_{min.цпт} = \frac{4(F_{тр.пр} + G_0(n_{ф.ф} - n_{ф.рас}))}{\pi(D_{цпт}^2 - d_{шт}^2) \cdot \eta_{т.п}}, \quad (2.26)$$

где  $D_{цпт}$  - диаметр цилиндра предохранительного торможения, м;  
 $d_{шт}$  - диаметр хвостовика цилиндра рабочего торможения, м.

Для определения давления сжатого воздуха в воздухохранильнике из двух значений  $P_{min.рц}$  и  $P_{min.цпт}$  принимается большее значение, а затем по формуле (2.14) определяется его величина.

2.7.4. Фактические тормозные моменты

Фактический тормозной момент, развиваемый одним исполнительным органом для грузовой части

$$M_{т.ф} = \frac{M_{т.рас}(F_{тр.пр} + G_0(n_{ф.ф} - n_{ф.рас}))}{F_{тр.пр}} \quad (2.27)$$

2.7.5. Определение величины замедлений при предохранительном торможении

Величины замедлений при предохранительном торможении определяются по формулам (2.15)-(2.18), приведенным в разд. 2.6.

2.8. Определение параметров силовой части тормозного устройства многоканатных подъемных машин типа ЦШ

Общий вид механической части изображен на рис. 2.2. Характеристики исполнительных органов приведены в прил. 5, табл. 2.

2.8.1. Выбор типа тормозного привода и определение параметров его настройки

Тормозные устройства многоканатных подъемных машин в зависимости от типоразмера снабжаются пружинно-пневматическими, грузовыми пружинно-пневматическими или пружинно-пневматическими с шарнирной опорой, приводами. Характеристики пружинных приводов и их применение приведены в прил. 5, табл. 3.

Тормозная сила на замыкающей штанге и параметры настройки пружинно-пневматического привода определяются по формулам подраздела 2.7.1.

2.8.2. Максимальное давление сжатого воздуха в воздухо-сборнике в случае применения пружинно-пневматических приводов определяется через минимальное давление в цилиндре рабочего торможения

$$P_{в.с} = 1,2 P_{min \text{ п.ч.}} \quad (2.28)$$

$P_{min \text{ п.ч.}}$  определяется по формуле (2.24).

2.8.3. Максимальное давление сжатого воздуха в воздухо-сборнике в случае применения грузовых пружинно-пневматических приводов определяется по методике, изложенной в подразделах 2.7.2 и 2.7.3.

#### 2.8.4. Фактические тормозные моменты

Фактический тормозной момент, создаваемый тормозной силой пружинного привода блока пружинно-пневматического привода

$$M_{т.ф} = M_{т.рас.}$$

Фактический тормозной момент, создаваемый грузовой частью грузового пружинно-пневматического тормозного привода, определяется по формуле (2.27), приведенной в подразделе 2.7.4.

#### 2.8.5. Определение величины замедлений при предохранительном торможении

Величина замедлений при предохранительном торможении определяется по формулам (2.15)-(2.18).

При определении замедлений в случае применения пружинно-пневматического привода величина тормозного момента, создаваемого одним приводом, определяется по формуле (2.27).

#### 2.8.6. Определение предельно допустимых значений замедлений при предохранительном торможении

Определение предельно допустимых значений замедлений при предохранительном торможении выполняется с целью выявления возможного проскальзывания канатов по канатоведущему шкиву при всех режимах работы подъемной установки: при подъеме и спуске расчетного груза и при перегоне порожних сосудов.

Предельно допустимое значение замедления при предохранитель-

ном торможении для всех режимов работы подъема

$$a_{н.п} = \frac{S_{п.ст} (e^{f\alpha} - 1) + C_{дин} (S_{п.ст} - S_{о.ст})}{\sigma_{дин} (m_{п.в} + m_{о.в}) + m_{о.в} (e^{f\alpha} - 1)} \quad (2.29)$$

где  $S_{п.ст}$  - статическое натяжение поднимающейся ветви, кН;  
 $e$  - основание натурального логарифма;  
 $f$  - расчетный коэффициент трения пары; футеровка-канат,  $f = 0,2$  для канатов закрытой конструкции,  $f = 0,25$  для трехграннопрядных и круглопрядных канатов;

$\alpha$  - угол обхвата канатами канатоведущего шкива, рад;  
 $\sigma_{дин}$  - динамический коэффициент безопасности скольжения,  $\sigma_{дин} = 1,25$ ;

$S_{о.ст}$  - статическое натяжение опускающейся ветви, кН;  
 $m_{п.в}, m_{о.в}$  - массы поднимающейся и опускающейся ветвей, т.

Значения величин, входящих в формулу (2.29), при определении предельно допустимого замедления при подъеме расчетного груза -  $a_{н.п}$ ,

$$\left. \begin{aligned} S_{п.ст} &= Q + G + n_k \cdot p_k \cdot H_0; \\ S_{о.ст} &= G + n_{к.у} \cdot q \cdot H_0; \\ m_{п.в} &= \frac{1}{g} \left( Q + G + n_k \cdot p_k \cdot H_0 + \frac{(GD^2)_{ш.о}}{D_{ш.о}} \right); \\ m_{о.в} &= \frac{1}{g} (G + n_{к.у} \cdot q \cdot H_0), \end{aligned} \right\} (2.30)$$

где  $Q$  - вес поднимаемого расчетного груза, кН;  
 $G$  - вес сосуда, кН;  
 $n_k$  - количество головных канатов, шт;  
 $p_k$  - вес 1 м головного каната, кН/м;  
 $H_0$  - максимальный отвес каната, м;  
 $n_{к.у}$  - количество уравновешивающих канатов;  
 $n_{к.у} = 2$  шт.;

$q$  - вес I м уравновешивающего каната, кН/м, причем  
 $n_k \cdot p_k = n_{k.y} \cdot q$ ;  
 $m_{п.в}, m_{п.в}$  - масса поднимающейся и опускающейся ветвей, т;  
 $g$  - ускорение сил тяжести, м/с<sup>2</sup>;  
 $(GD^2)_{ш.о}$  - маховой момент отклоняющих шкивов, кН·м<sup>2</sup>;  
 $D_{ш.о}$  - диаметр отклоняющего шкива, м:  $D_{ш.о} = 3$  м.

Значения величин, входящих в формулу (2.29), при определении предельно допустимого замедления при спуске расчетного груза -  $a_{н.с}$ :

$$\left. \begin{aligned}
 S_{п.ст} &= G + n_{k.y} \cdot q \cdot H_0; \\
 S_{о.ст} &= Q + G + n_k \cdot p_k \cdot H_0; \\
 m_{п.в} &= (G + n_{k.y} \cdot q \cdot H_0 + \frac{(GD^2)_{ш.о}}{D_{ш.о}^2}) \cdot \frac{1}{g}; \\
 m_{о.в} &= (Q + G + n_k \cdot p_k \cdot H_0) \cdot \frac{1}{g}.
 \end{aligned} \right\} (2.31)$$

Значения величин, входящих в формулу (2.29), при определении предельно допустимого замедления при перегоне порожних сосудов -  $a_{н.о}$ :

$$\left. \begin{aligned}
 S_{п.ст} &= G + n_k \cdot p_k \cdot H_0; \\
 S_{о.ст} &= G + n_{k.y} \cdot q \cdot H_0; \\
 m_{п.в} &= \frac{1}{g} (G + n_k \cdot p_k \cdot H_0 + \frac{(GD^2)_{ш.о}}{D_{ш.о}^2}); \\
 m_{о.в} &= \frac{1}{g} (G + n_{k.y} \cdot q \cdot H_0).
 \end{aligned} \right\} (2.32)$$

Полученные предельно допустимые значения замедлений сравниваются со значениями замедлений, полученными при предохранительном торможении с применением максимальных тормозных моментов в одну ступень, и делаются соответствующие выводы.

#### 2.8.8. Определение тормозных моментов, исходя из условия отсутствия проскальзывания канатов

При подъеме расчетного груза

$$M_{т.п} \leq m_{пр} \cdot a_{н.п.г} \cdot R_{к.ш} - M_{ст.т}. \quad (2.33)$$

При спуске расчетного груза

$$M_{т.с} \leq m_{пр} \cdot a_{н.с} \cdot R_{к.ш} + M_{ст.т}. \quad (2.34)$$

При перегоне порожних сосудов

$$M_{т.о} \leq m_o \cdot a_{н.о} \cdot R_{к.ш}. \quad (2.35)$$

#### 2.8.8. Анализ тормозных моментов

В результате расчетов получено шесть значений тормозных моментов, которые характеризуют процесс предохранительного торможения для всех трех режимов работы многоканатного подъема, а именно:

Тормозные моменты, определенные исходя из ПБ

Тормозные моменты, определенные исходя из условия отсутствия скольжения канатов по канатоведущему шкиву

$M_{т.мах1}$   
 $M_{т.мах2}$   
 $M_{т.мах3}$

$M_{т.п}$   
 $M_{т.с}$   
 $M_{т.о}$

Указанные значения тормозных моментов анализируются и, исходя из безопасности эксплуатации многоканатного подъема, определяется вид предохранительного торможения, а именно:

двухступенчатое предохранительное торможение с постоянной величиной первой ступени тормозного момента;

двухступенчатое предохранительное торможение с непрерывно автоматически регулируемой величиной первой ступени тормозного момента.

### 3. РАСЧЕТ РОТОРНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПОДЪЕМНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Роторные сопротивления рассчитываются с целью обеспечения гарантированного запуска подъемного двигателя и обеспечения ускорения  $a_1$ .

Фазы роторных сопротивлений соединены по звезде [6]. Исходные данные для расчета:

- данные двигателя: —  $m_{ин}$ ,
- $P_{ном}$  — номинальная мощность, кВт;
  - $n_c, n_{ном}$  — частоты вращения синхронная и номинальная,  $мин^{-1}$ ;
  - $E_{ном}, I_{ном}$  — ЭДС и номинальный ток ротора, В, А;
  - $I_{ст}$  — ток статора, А;
  - $\gamma_{табл}$  — табличный коэффициент перегруза;
  - $n_{дв}$  — количество двигателей, шт.
- данные диаграммы скорости:
- $v_m, v_0$  — максимальная фактическая скорость и скорость на выходе скипа из разгрузочных кривых, м/с;
  - $a_0$  и  $a_1$  — ускорение скипа в разгрузочных кривых и основное ускорение,  $м/с^2$ ;
  - $T_{ц.ф}$  — фактическая продолжительность подъемного цикла, с;
  - $t_{н.г}$  — продолжительность подготовительного периода при запуске подъемного двигателя,  $t_{н.г} = 0,75$  с;
  - $t_0$  и  $t_1$  — периоды движения скипа в разгрузочных кривых и основного ускоренного движения, с;

данные диаграммы усилий:

- $F_1$  и  $F_2$  — силы, действующие в начале и конце периода движения в разгрузочных кривых ( $t_0$ ), кН;
- $F_3, F_4$  — силы, действующие в начале и конце периода основного ускорения ( $t_1$ ), кН.

данные редуктора:

- $u, \eta_{рег}$  — передаточное отношение и КПД.

#### 3.1. Определение пусковых моментов

Сила, действующая на двигатель при движении скипа в кривых — в период  $t_0$ , кН

$$F_{0.ч} = \frac{F_1 + F_2}{2 n_{дв} B} \quad (3.1)$$

Сила, действующая на двигатель при движении скипа вне кривых — в период основного ускорения  $t_1$ , кН,

$$F_{0.ч} = \frac{F_3 + F_4}{2 n_{дв} B} \quad (3.2)$$

Статическое усилие в период пуска, кН,  
для подъемов с ПМ 2ЦиЦР                      для подъемов с ПМ ЦиЦ

$$F_{ст} = KQ + (p_k - q) H_n; \quad F_{ст} = KQ. \quad (3.3)$$

Пусковой момент при движении скипа в кривых (в период  $t_0$ ), кН·м

$$M_{кр} = F_{кр} \cdot D\delta / 2 \cdot u \cdot \eta_{рег} \quad (3.4)$$

Пусковой момент вне кривых (в период  $t_1$ ), кН·м,

$$M_{пуск} = \frac{F_{0.ч} D\delta}{2 \cdot u \cdot \eta_{рег}} \quad (3.5)$$

Статический момент

$$M_{ст} = \frac{F_{ст} D\delta}{2 \cdot u \cdot \eta_{рег}} \quad (3.6)$$

Номинальный момент, развиваемый двигателем на окружности барабана, кН·м

$$M_{ном} = 9,55 \frac{P_{ном}}{n_{ном}} \quad (3.7)$$

Опрокидывающий момент, кН·м

$$M_{опр} = \gamma_{табл} \cdot M_{ном} \quad (3.8)$$

Моменты переключения при движении скипа вне кривых, кН·м:

верхний:  $M''_{пер} = 0,9 M_{опр}; \quad (3.9)$

нижний:  $M'_{пер} = 2 M_{пус} - M''_{пер}. \quad (3.10)$

Номинальное скольжение:  $S_{ном} = \frac{n_c - n_{ном}}{n_c} \quad (3.11)$

Номинальное сопротивление, Ом:  $R_{ном} = \frac{E_{ном}}{\sqrt{3} \cdot I_{ном}} \quad (3.12)$

Под номинальным сопротивлением понимается сопротивление, введенное в цепь ротора при  $M_{дв} = M_{ном}$ .

$$\text{Сопротивление ротора } O_M, R_{\text{рот}} = R_{\text{ном}} \cdot S_{\text{ном}}. \quad (3.13)$$

Полное сопротивление роторной цепи при ревизии каната,  $O_M$

$$R_{\text{пол}} = \frac{E_{\text{ном}}}{I_{\text{рев}} \cdot \sqrt{3}}, \quad (3.14)$$

где  $I_{\text{рев}}$  - ток при ревизии каната, А,  $I_{\text{рев}} = \frac{I_{\text{ном}}}{3}$ .

$$\text{Момент при ревизии каната, кН·м: } M_{\text{рев}} = \frac{M_{\text{ном}}}{3}. \quad (3.15)$$

### 3.2. Построение механических характеристик

После выполнения указанных расчетов ведется построение механических характеристик двигателя графическим путем. Механические характеристики приведены на рис. 3.1 и 3.2.

Построение механических характеристик следует выполнять на миллиметровой бумаге.

Построение механических характеристик производится в следующем порядке.

Для построения характеристики выбираются соответствующие масштабы для моментов, частоты вращения, скольжения и сопротивления.

Масштабный коэффициент для моментов

$$m_M = \frac{M_{\text{ном}}}{l_M}, \quad (3.16)$$

где  $l_M$  - принятый отрезок, соответствующий  $M_{\text{ном}}$ .

Масштабный коэффициент для частоты вращения

$$m_n = \frac{n_c}{l_{n.c}}, \quad (3.17)$$

где  $l_{n.c}$  - принятый отрезок, соответствующий  $n_c$ .

Масштабный коэффициент для скольжения

$$m_s = \frac{1}{l_s}, \quad (3.18)$$

$$l_s = l_{n.c}.$$

Масштабный коэффициент для сопротивления

$$m_R = \frac{R_{\text{ном}}}{l_{R.\text{ном}}}, \quad (3.19)$$

где  $l_{R.\text{ном}}$  - принятый отрезок, соответствующий  $R_{\text{ном}}$ .

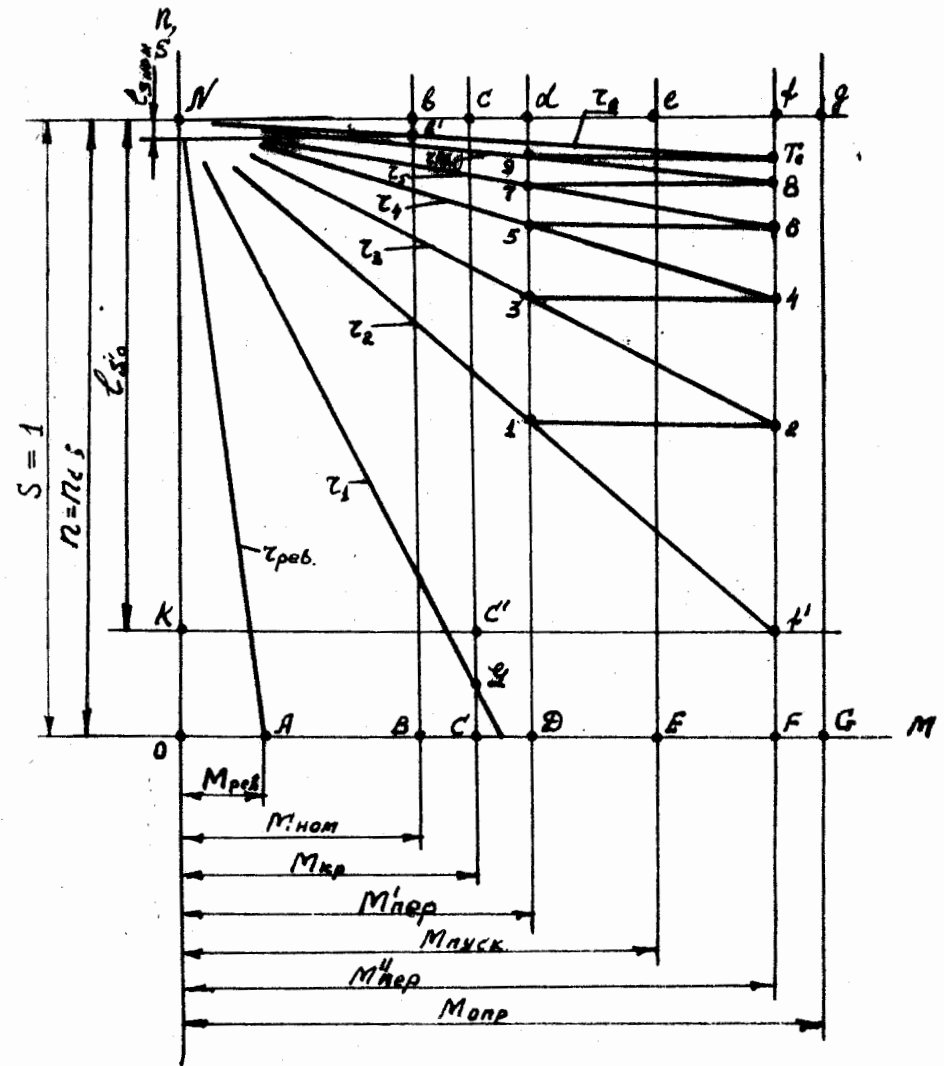


Рис. 3.1. График к построению механических характеристик подъемного двигателя

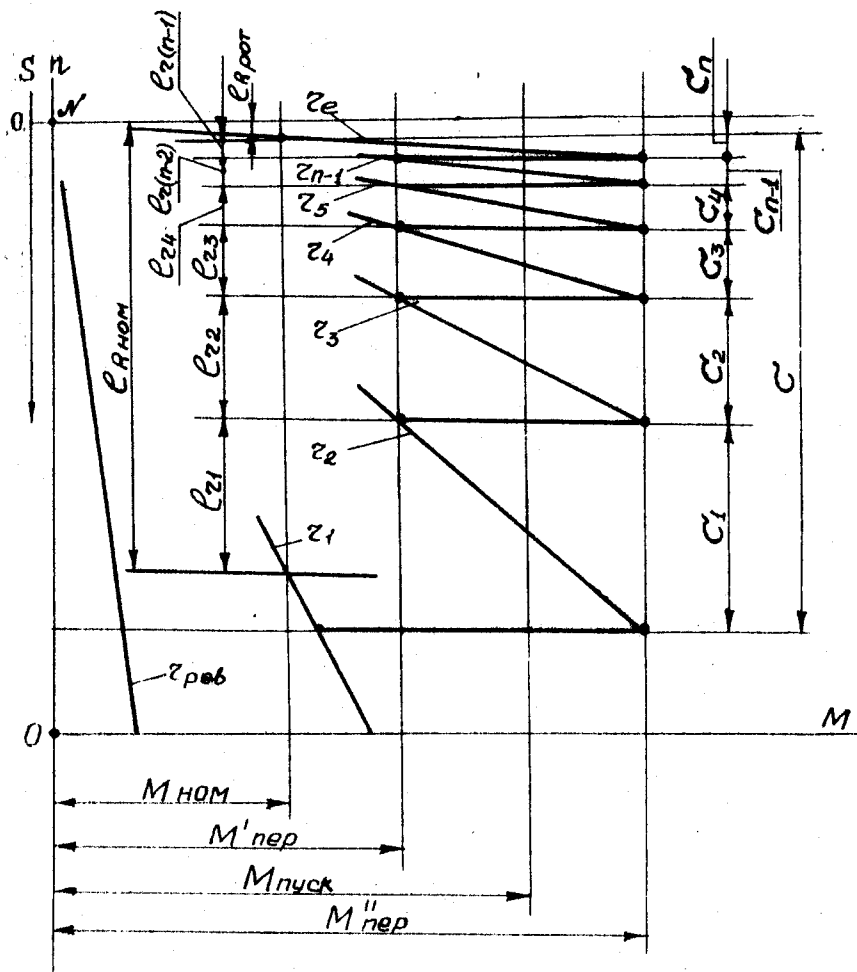


Рис. 3.2. График к определению роторных добавочных сопротивлений по ступеням

При выборе масштабов частоты вращения, идеального холостого хода ( $N_c$ ), скольжения (при  $S = 1$ ) длины отрезков должны иметь одинаковое значение. На прямоугольных осях координат по оси  $X$  откладываются в масштабе величины ранее определенных моментов:

$M_{рев}$ ;  $M_{ном}$ ;  $M_{кр}$ ;  $M'_{пер}$ ;  $M_{пуск}$ ;  $M''_{пер}$ ;  $M_{ол.р}$  и из полученных точек  $A, B, C, D, E, F$  и  $G$  (кроме точки  $A$ ) выставляются перпендикуляры (рис. 3.1.). По оси  $Y$  откладывается отрезок, соответствующий режиму идеального холостого хода, и из полученной точки  $N$  проводится горизонтальная линия, которая пересекает выставленные перпендикуляры в точках соответственно:  $b, c, d, e, f$  и  $g$ .

### 3.3. Построение естественной характеристики

Для построения определяется отрезок линии, соответствующей

$$l_{R_{рот}} = \frac{S_{ном}}{m_s} \quad (3.20)$$

Из точки  $b$  вниз откладывается полученный отрезок  $l_{R_{рот}}$  длиной  $b-b'$ . Через точки  $N$  и  $b'$  проводится прямая линия, которая пересекает все выставленные перпендикуляры. Это и будет естественная характеристика -  $z_e$ .

Второй строится характеристика, соответствующая ревизии каната  $z_{рев}$ , для чего проводится прямая линия, соединяющая точки  $N$  и  $A$ .

Третьей строится характеристика  $z_1$ , соответствующая пусковому моменту  $M_{кр}$ , для чего определяется отрезок, соответствующий скольжению при движении скипа в разгрузочных кривых со скоростью  $v_0$

$$l_{s_0} = \frac{S_0'}{m_c},$$

где 
$$S_0' = S_0 - S_{ном} = 1 - \frac{1 - S_{ном}}{v_m} \cdot v_0 \quad (3.21)$$

Из точки  $N$  по оси  $Y$  откладывается отрезок  $l_{s_0}$  длиной  $N-K$  и через точку  $K$  проводится горизонтальная линия, которая отсекает от перпендикуляра отрезок  $C-C'$ . Для построения характеристики  $z_1$  отрезок  $C-C'$  делится пополам в точке  $L$ . Соединяя точки  $N$  и  $L$ , получим характеристику  $z_1$ .

При построении последующих характеристик необходимо, чтобы характеристика  $Z_2$  проходила через точку  $f'$ . Соединяя точки  $N$  и  $f'$ , получим характеристику  $Z_2$ . Характеристика  $Z_2$  пересечет перпендикуляр  $D-d$ , соответствующий нижнему моменту переключения  $M'_{пер}$  в точке 1. В точке 1 произойдет переключение двигателя на характеристику  $Z_3$ . Для построения характеристики  $Z_3$  из точки 1 проводится горизонтальная линия до пересечения с перпендикуляром  $F-f$ , соответствующим верхнему моменту переключения  $M''_{пер}$  в точке 2. Соединяя точки  $N$  и 2, получим характеристику  $Z_3$ . Последующие характеристики  $Z_4 \dots Z_{n-1}$  строятся аналогичным методом.

При переходе с последней искусственной характеристики  $Z_{n-1}$  на естественную необходимо, чтобы переключение произошло в точке  $T_e$ . Если при построении этого не произойдет, то этого следует добиваться путем симметричного расширения или сужения зоны пусковых моментов относительно  $M_{пуск}$ , т.е. изменяются одновременно  $M'_{пер}$  и  $M''_{пер}$ .  $M_{пуск}$  должен всегда оставаться постоянным и равным расчетному, в противном случае не будет обеспечено ускорение  $a_1$ .

#### 3.4. Определение сопротивлений по ступеням

При определении величины сопротивлений отдельных ступеней исходим из предположений, что сопротивление ступени пропорционально скольжению, отсчитанному между соответствующими смежными характеристиками при номинальном моменте. Скольжение на отдельных ступенях определяется графическим путем согласно рис. 3.2 следующим образом: замеряются отрезки между смежными ступенями  $l_{21}, l_{22} \dots l_{2(n-1)}$  и на основании высказанного предположения определяется скольжение на ступенях.

$$S_1 = l_{21} \cdot m_s; S_2 = l_{22} \cdot m_s; \dots S_{n-1} = l_{2(n-1)} \cdot m_s, \quad (3.22)$$

где  $S_{n-1}$  - скольжение на последней ступени.

Сумма скольжения по ступеням будет соответствовать величине пускового скольжения

$$S_{пуск} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{n-1}. \quad (3.23)$$

Скольжение на предварительной ступени

$$S_{рев} = S_{пол} - (S_{пуск} + S_{ном}), \quad (3.24)$$

где  $S_{пол}$  - полное скольжение при реверсии каната;

$$S_{пол} = \frac{M_{ном}}{M_{рев}}. \quad (3.25)$$

Полное сопротивление роторной цепи:  $R_{пол} = R_{ном} \cdot S_{пол}$ .  
Добавочное сопротивление роторной цепи:  $R_{ге} = R_{пол} - R_{рот}$ .  
Сопротивление по отдельным ступеням:

$$R_{рев} = R_{пол} - R_{ном}; R_1 = m_R \cdot l_{21}; R_2 = m_R \cdot l_{22}; \quad (3.26)$$

$$R_3 = m_R \cdot l_{23} \dots R_{n-1} = m_R \cdot l_{2(n-1)}; R_{рот}.$$

Сумма сопротивлений всех ступеней совместно с сопротивлением ротора  $R_{рот}$  должна быть равной величине  $R_{пол}$ .

#### 3.5. Время работы двигателя на каждой ступени

Время работы двигателя на характеристике  $Z_{рев}$  принимается равным  $t_{п.г} = 0,75$  с. Время работы двигателя на характеристике  $Z_1$  равно времени движения скипа в разгрузочных кривых -  $t_0$ .

Время работы двигателя на остальных характеристиках с участием его выхода на естественную характеристику равно времени периода ускорения движения -  $t_1$ .

Предполагается, что продолжительность работы двигателя на каждой характеристике пропорциональна расстоянию между соответствующими характеристиками в зоне их переключения, как показано на рис. 3.2. Следовательно, периоду времени  $t_1$  соответствует отрезок  $\sigma$ . Расстояние между смежными характеристиками обозначаем:  $\sigma_1; \sigma_2; \dots \sigma_n$ . Затем определяется масштаб времени, который равен  $m_t = \frac{t_1}{\sigma}$ .

Продолжительность работы двигателя на каждой ступени:

$$t_{1,1} = \sigma_1 \cdot m_t; t_{1,2} = \sigma_2 \cdot m_t; t_{1,3} = \sigma_3 \cdot m_t; \dots t_{1(n-1)} = \sigma_{(n-1)} \cdot m_t. \quad (3.27)$$

Время выхода двигателя на рабочую точку естественной характеристики

$$t_{1,n} = \sigma_n \cdot m_t. \quad (3.28)$$

Продолжительность нахождения каждой ступени под током:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{рев} &= t_{п.г}; \\ \tau_0 &= \tau_{рев} + t_0 = t_{п.г} + t_0; \\ \tau_1 &= \tau_0 + t_{1,1} = t_{п.г} + t_0 + t_{1,1}; \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_2 &= \tau_1 + t_{1,2} = t_{n.g} + t_0 + t_{1,1} + t_{1,2}; \\ \tau_3 &= \tau_2 + t_{1,3} = t_{n.g} + t_0 + t_{1,1} + t_{1,2} + t_{1,3}; \\ &\dots\dots\dots \\ \tau_{n-1} &= \tau_{n-2} + t_{1,(n-1)}, \end{aligned} \right\} (3.29)$$

для проверки

$$\tau_{n-1} = t_1 + t_0 + t_{n.g} - t_{1,n}. \quad (3.30)$$

Относительная продолжительность каждой ступени в процентах.

Расчетное значение ПВ	Принятое значение ПВ	
$PВ_{0,рас} = \frac{\tau_0}{T_{4ф}} \cdot 100;$	$PВ_0 =$	} (3.31)
$PВ_{1,рас} = \frac{\tau_1}{T_{4ф}} \cdot 100;$	$PВ_1 =$	
$PВ_{2,рас} = \frac{\tau_2}{T_{4ф}} \cdot 100;$	$PВ_2 =$	
$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	
$PВ_{(n-1)рас} = \frac{\tau_{n-1}}{T_{4ф}} \cdot 100;$	$PВ_{n-1} =$	

При ревизии канатов ПВ = 100 %.

### 3.6. Выбор сопротивлений по ступеням

Величины токов, необходимые для выбора сопротивлений:

$I_{рев}$  - сила тока при ревизии, А - длительный ток;

$I_{кр}$  - сила тока при движении скипа в разгрузочных кривых,

А - (кратковременный)

$$I_{кр} = I_{ном} \frac{M_{кр}}{M_{ном}}; \quad (3.32)$$

$I_{пуск}$  - сила тока в период основного ускорения движения,  
А - (кратковременный пусковой)

$$I_{пуск} = I_{ном} \frac{M_{пуск}}{M_{ном}}. \quad (3.33)$$

По принятым значениям ПВ%, по значениям силы тока  $I_{рев}$ ,  $I_{кр}$ ,  $I_{пуск}$  и величины сопротивлений по ступеням производится выбор ящиков сопротивлений для каждой ступени и их компоновка в фазе.

При выборе сопротивлений необходимо иметь в виду, что при ревизии каната под током  $I_{рев}$  находятся все ступени сопротивлений, а режим работы двигателя в этом случае считается длительным, т.е. ПВ = 100 %. Таким образом, все ступени сопротивлений должны удовлетворять не только кратковременным режимам работы двигателя, но и условиям длительной работы при токе  $I_{рев}$ .

После выбора сопротивлений всех ступеней изображается схема их включения в цепь ротора (рис. 3.3), заполняется табл. 3.1 и komponуется одна фаза реостата (рис. 3.4). При компоновке фазы сопротивления ступени могут соединяться как последовательно, так и параллельно. Схема соединения элементов сопротивления в фазе определяется силой пускового тока и силой тока, которую может пропустить сопротивление при заданном ПВ и при ПВ = 100 %. Точность выбора сопротивлений по ступеням должна находиться в пределах точности инженерных расчетов.

### 4. ВЫБОР АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

В этом разделе выбираются масляный выключатель, реверсор, командоаппарат, магнитные станции управления роторными сопротивлениями и пульт управления[?].

### 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В этом разделе указывается, какие защитные устройства приняты на подъемной установке, какие проводятся проверки и осмотры элементов



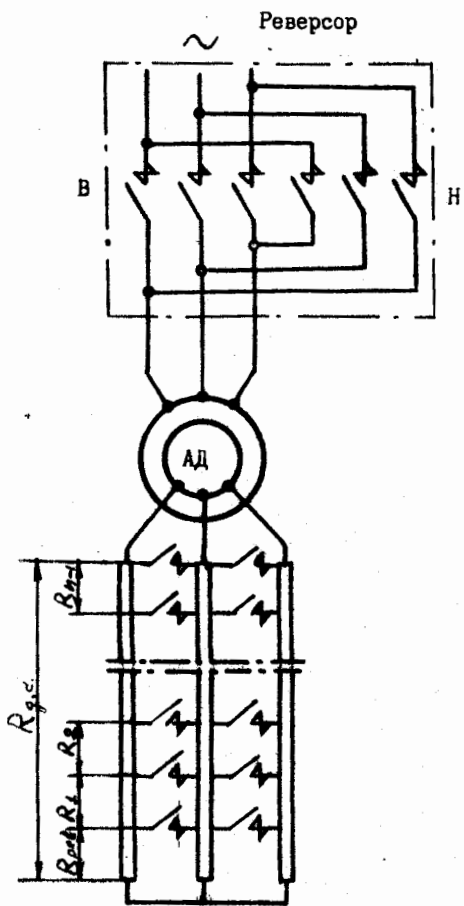


Рис. 3.3. Схема включения добавочных сопротивлений в цепь ротора

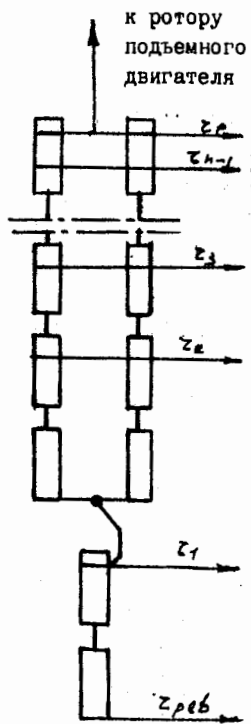


Рис. 3.4. Схема компоновки фазы добавочного сопротивления

Таблица 3.1

Сводная расчетов роторных сопротивлений

Ступень сопротивления	Расчетное сопротивление ступени, Ом	Расчетный длительный ток, А	Расчетный кратковременный (пусковой) ток, А	Расчетная величина ПВ%	Принятая величина ПВ%	Приращение или схема включения	Принятое сопротивление фактическое значение сопротивления ступени, Ом	Допустимый максимальный ток, А	Фактический длительный ток, А
$R_{рев}$									
$R_1$									
$R_2$									
$R_3$									
$R_4$									
...									
$R_{n-1}$									
$R_{гс} = \sum R_i$									

подъемной установки, обеспечивающие надежность ее эксплуатации, частота их проведения [8].

#### 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В этом разделе определяются КПД подъемной установки, расход электроэнергии на тонну поднимаемого угля и годовой.

#### 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Делаются выводы по конечным результатам курсовой работы.

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания к проектированию шахтных подъемных установок /Сост. Н.И.Яценко, П.Ф.Зима, В.В.Гулин. - Донецк: ДПИ, 1988. - 48 с.
2. Методические указания к выполнению курсовой работы по шахтным вентиляторным и водоотливным установкам /Сост.: А.Н.Заря, В.Т.Лаврик.- Донецк: ДПИ, 1985. -16 с.
3. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. - М.: Недра, 1986. - 448 с.
4. Димашко А.Д., Гершиков И.Я., Кривневич А.А. Шахтные электрические лебедки и подъемные машины: Справочник. - 2-е изд. - М.: Недра, 1973. - 364 с.
5. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. - М.: Недра, 1976. - 304 с.
6. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок /В.Р.Бежок, Б.Н.Чайка, Н.Ф.Кузьменко и др. - 2-е изд. - М.: Недра, 1982. - 391 с.
7. Стороженко М.А., Корея А.Ф., Маслий А.К. Аппаратура управления рудничными подъемными установками. - М.: Недра, 1980. - 216 с.

Образец титульного листа пояснительной записки  
курсовой работы

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ  
по курсу "Шахтные подъемные установки"

РАЗРАБОТАЛ	_____	_____
	подпись и дата	ф.и.о. студента
КОНСУЛЬТАНТ	_____	_____
Н.КОНТРОЛЕР	_____	_____
РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ	_____	_____

199\_\_г.

Приложение 2

РЕФЕРАТ  
(образец)

Курсовой проект: 21 стр., 4 рис., 3 табл., 6 источников

ПОДЪЕМНАЯ МАШИНА, ТОРМОЗНОЕ УСТРОЙСТВО, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ, КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ, СКОЛЬЖЕНИЕ, СТУПЕНЬ, СОПРОТИВЛЕНИЕ, ФАЗА

В курсовом проекте произведен проверочный расчет тормозного устройства. Полученные значения ускорений подтверждают надежность работы тормозного устройства.

Для обеспечения (далее идет текст реферата).

Приложение 3  
Примерная тема задания на  
курсовой проект

ЗАДАНИЕ

Рассчитать и выбрать основное оборудование скиповой подъемной установки, если:

- глубина шахты  $H_{ш} =$  м
- годовая производительность  $A_{год} =$  тыс. т/год

По результатам выполненного расчета произвести:

- проверочный расчет тормозного устройства;
- расчет и выбор роторных сопротивлений;
- выбор аппаратуры управления подъемным двигателем;
- разработку мероприятий по технике безопасности;
- экономические расчеты

КП - курсовой проект

03 - шифр горно-электромеханического факультета

046 - шифр кафедры РПУ

XX - две последние цифры номера зачетной книжки (шифр студента)

КР.03.046.XX

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО  
ПОДЪЕМНЫМ УСТАНОВКАМ

Приложение 4  
(последующие листы текста  
пускается обводить  
рамкой без основной  
надписи)

Образец содержания

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Задание.....	
Реферат.....	
Отглавление.....	
Введение.....	
1. Расчет тормозного устройства.....	
1.1. Выбор типа тормозного устройства.....	
1.2. Определение расчетного тормозного момента.....	
1.3. Определение тормозных грузов.....	
1.4. Определение необходимого давления в воздухоборнике	
1.5. Определение величин замедлений при предохранитель-	
ном торможении.....	
2. Расчет роторных сопротивлений подъемного двигателя..	
2.1. Определение пусковых моментов.....	
2.2. Построение механических характеристик.....	
3. Выбор аппаратуры управления подъемным двигателем....	
4. Техника безопасности.....	
5. Экономическая часть.....	
Заключение.....	
Список литературы.....	
Приложения.....	

Приложение 5  
Таблица I

Данные тормозного устройства НМЗ

Наименование элемента	Обозна- чение	Еди- ница изме- рения	Тип подъемной машины		
			2Ц-4х1,8	2Ц-5х2,4	2Ц-6х2,4
Диаметр цилиндра рабочего торможения	$D_{цPT}$	мм	400	450	500
Диаметр цилиндра предохранительного торможения	$d_{цPT}$	мм	200	220	250
Диаметр штока	$d_{шт}$	мм	50	50	55
Плечо рычага тормоза	$c$	мм	1300	1500	1800
Плечо рычага тормоза	$d$	мм	240	300	360
Плечо рычага тормоз- ного привода	$a$	мм	1400	1400	1400
Плечо рычага тормоз- ного привода	$b$	мм	400	400	400

Таблица 2

Характеристики исполнительных органов  
(тормозов) подъемных машин завода им. ЛКУ

Тип подъемной машины	Диаметр тормозного обода $D_{т.о.}$ , мм	Тип применяемого тормозного привода	КПД тормоза	Передаточное отношение тормоза
2Ц-2,5х1,2	2400	I, грузовой пружинно-пневматический	0,95	10,6
2Ц-3х1,5	3080	I, грузовой пружинно-пневматический	0,95	11,85
2Ц-3,5х1,8	3600	I, II, грузовой пружинно-пневматический	0,95	9,85
ЦШ-2,25х4	2400	II, грузовой пружинно-пневматический	0,95	10,6
ЦШ-3,25х4	3080	III, грузовой пружинно-пневматический	0,95	11,3
ЦШ-4х4	3820	III "	0,95	11,5
МК-5х4	4800	Пружинно-пневматический с шарнирной опорой	0,95	13

Таблица 3

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

грузовых пружинно-пневматических и пружинно-пневматических тормозных приводов з-да им. ЛКУ

Наименование величины	Единица измерения	Тип тормозных приводов							Пружинно-пневматический с шарнирной опорой	
		грузовые пружинно-пневматические (ГШ)			пружинно-пневматические (Ш)					
		I	II	III	I	II	III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр цилиндра рабочего торможения (ЦРТ)	мм	340	380	440	340	380	440	500		
$D_{црт}$	мм	340	380	440	340	380	440	500		
Рабочий ход поршня ЦРТ	мм	95	95	95	95	95	95	90		
Диаметр хвостовика ЦРТ	мм	120	150	200	-	-	-	-		
Запас хода поршня ЦРТ	мм	80	80	80	80	80	80	120		
Диаметр цилиндра предохранительного торможения (ЦПТ)	мм	380	440	500	-	-	-	-		
$D_{цпт}$	мм	380	440	500	-	-	-	-		
Ход поршня ЦПТ	мм	190	190	190	-	-	-	-		
Максимальное избыточное рабочее давление	МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		
Минимальное давление в ЦРТ при диаметре проволоки пружин:										

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	МПа	0,405	0,5	0,45	0,405	0,5	0,45	0,5
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	МПа	0,475	0,55	0,5	0,475	0,55	0,5	

Жесткость пружинного блока при диаметре проволоки пружин блока:

$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	кН/м	71	110,5	148	71,8	113	148	203
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	кН/м	83,5	120,5	169	85	128	169	

Масса подвижных частей ЦРТ при диаметре проволоки пружин блока:

$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	кг	435	630	730	620	563	800	1700
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	кг	450	650	810	623	583	833	

Масса подвижных частей для ЦПТ при диаметре проволоки пружин блока

$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	кг	715	1030	1410	-	-	-	-
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	кг	730	1050	1440	-	-	-	-

Максимальная сила предварительного поджатия пружинного блока ( $F_{п.бл.мах}$ ) при диаметре проволоки пружинного блока

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	кН	25,1	39,4	52	25,1	39,4	52	75,5
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	кН	29,5	44,2	60,5	29,5	44,2	60,5	

Максимальная сила поджатия пружинного блока при растормаживании при диаметре проволоки пружинного блока

$d_{пр} = 19 \text{ мм}$	кН	31,8	50	66	31,8	50	66	94,5
$d_{пр} = 20 \text{ мм}$	кН	37,4	56,1	76,5	37,4	56,1	76,5	

КПД пружинного привода

		-	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
--	--	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Вес одного торозного груза  $G_0$

кН	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-
----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---

Приложение 6  
Ящики сопротивлений ЯС-2 с чугунными элементами

Ящик	Допустимый ток, А, при относительной продолжительности включения, %						Число элементов в ящике	Сопротивление, Ом		Схема соединения ящиков
	2,5	6,0	12,5	20	40	100		одного элемента	всего ящика	
5	800	770	580	465	335	215	20	0,005	0,10	Конструкция ящиков позволяет сделать отвод после каждого элемента
7	800	650	490	392	283	181	20	0,007	0,14	
10	710	545	410	328	237	152	20	0,010	0,20	
14	600	460	346	277	200	128	20	0,014	0,28	
20	502	386	289	232	167	107	20	0,020	0,40	
28	425	327	245	197	142	91	20	0,028	0,56	
40	355	273	205	164	118	76	20	0,040	0,80	
55	300	232	173	139	100	64	20	0,055	1,10	
80	254	196	147	118	85	54	20	0,080	1,60	
110	214	165	123	99	71	46	20	0,11	2,20	

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	3
2. РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА.....	5
3. РАСЧЕТ РОТОРНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПОДЪЕМНОГО ДВИГАТЕЛЯ...	20
4. ВЫБОР АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ.....	29
5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	29
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	32
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	33