

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»**

Горный институт  
Кафедра горных машин и комплексов

**КАРЬЕРНЫЕ ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов направления подготовки 130400.65 «Горное дело»  
специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование»  
очной и заочной форм обучения

Составители М. К. Хуснутдинов  
П. В. Буянкин

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 20 от 28.04.2014  
Рекомендованы к изданию  
учебно-методической комиссией  
направления 130400.65 «Горное дело»  
Протокол № 8 от 28.04.2014  
Электронная версия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2014

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа является завершающей самостоятельной работой по дисциплине «Карьерные горные машины и оборудование».

При выполнении работы студент, используя знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, должен решить поставленную перед ним конкретную инженерную задачу по механизации горных работ.

*Курсовая работа предусматривает:*

1) закрепление и углубление знаний, полученных студентом при изучении теоретического курса;

2) приобретение навыков комплексного применения полученных знаний при самостоятельном решении технических вопросов, связанных с выбором оборудования, определением его параметров и условий эксплуатации для конкретных горнотехнических условий;

3) выработку у студента инициативы и ответственности за выполняемую им инженерную работу при решении поставленной задачи.

Студенты во время проектирования приобретают навыки использования справочной литературы, действующих ГОСТов и методов расчета, принятых в горном машиностроении.

Курсовая работа выполняется студентом в строго отведенный для этой работы срок. Задание на курсовое проектирование (индивидуальное для каждого студента) выдается руководителем, назначенным кафедрой. Законченная курсовая работа, подписанная студентом, представляется руководителю.

## 2. ТЕМА И ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Тема курсовой работы

Тема курсовой работы зависит от места прохождения производственной практики:

– если студент проходил практику на предприятии, ведущем открытые горные работы, то тема курсовой работы, например «*Механизация горных работ в условиях разреза Черниговский*» (наименование разреза должно соответствовать месту

прохождения производственной практики, по которому принимаются исходные данные для курсовой работы);

– если студент проходил практику на предприятии, ведущем подземные горные работы, то тема курсовой работы, например *«Механизация горных работ. Вариант №1»*, а исходные данные выдаются по вариантам (см. прил. 5), **номер варианта** для студентов заочной формы обучения должен соответствовать последним двум цифрам зачетной книжки, для студентов очной формы обучения – выдается на аудиторных занятиях.

При выполнении работы студент, используя знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, должен решить поставленную перед ним конкретную инженерную задачу. В курсовой работе производится выбор и определение эксплуатационных параметров средств механизации горных работ: буровых и выемочно-погрузочных.

Для реализации задач по совершенствованию одноковшовых экскаваторов первостепенное значение имеет методически правильное определение усилий на их рабочем оборудовании. В курсовой работе используется методика расчета скоростей и усилий на рабочем оборудовании одноковшовых экскаваторов – механических лопат, составленная применительно к наиболее распространенным в мировой практике экскаваторостроения схемам рабочего оборудования с прямым канатным и зубчатореечным напорным механизмом.

В заголовке специальной части работы необходимо четко отразить её содержание, указав, какой именно вопрос в ней рассматривается или какие параметры и какой машины рассчитываются. Например: 2. *Специальная часть: «Расчет скоростей и усилий на рабочем оборудовании экскаватора ЭКГ-10 и его времени цикла копания по элементам».*

Расчет скоростей и усилий ведется исходя из предположения, что порода, разрабатываемая экскаватором, достаточно однородная по своей структуре. По результатам расчетов делаются выводы о возможности работы экскаватора в конкретных горно-технических условиях.

Студентам, принимающим активное участие в научной работе кафедры, может быть выдано задание по углубленному

рассмотрению вопросов совершенствования и расчета элементов механического оборудования.

## 2.2. Состав работы и предъявляемые к ней требования

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Общий объем расчетно-пояснительной записки 20–25 страниц печатного текста. Она должна иметь оглавление (содержание) с указанием страниц (листов).

*Записка должна содержать:*

- а) задание на курсовую работу и исходные данные;
- б) введение;
- в) горная часть;
- г) специальная часть;
- д) список литературы.

В расчетно-пояснительной записке должно быть приведено обоснование исходных положений, принимаемых в работе или получаемых путем расчета. Решения должны соответствовать современному уровню горного машиностроения и отражать перспективы развития горных машин.

Материал в записке должен быть ясно изложен и содержать все вопросы, указанные в настоящих методических указаниях. Текстовая часть должна иметь логическую связь и содержать список использованной литературы, на которую в тексте должны быть даны соответствующие ссылки. При ссылке на литературу следует в тексте поставить в квадратных скобках порядковый номер, под которым данный литературный источник значится в списке литературы, без указания страниц, таблиц, рисунков и прочего. Используемые при расчетах формулы должны быть расшифрованы и снабжены указаниями о значениях отдельных величин и их размерностях.

Все страницы записки, таблицы, эскизы, схемы и т.п. должны быть пронумерованы, а титульный лист выполнен в соответствии с прил. 3. Материал записки должен быть увязан с графической частью работы.

Графическая часть выполняется на 2-х листах формата А1. При этом на одном листе изображаются параметры горной части

(высота уступов, глубина и диаметр буримых скважин, форма и размеры развала) со схемой размещения выбранного механического оборудования (экскаватора). На втором листе приводится расчетная схема специальной части работы.

Форматы чертежей, применяемые масштабы, шрифты, правила выполнения рабочих чертежей и т.д. регламентируются соответствующими ГОСТами ЕСКД.

На всех чертежах основная надпись (штамп) делается в соответствии с ГОСТом с указанием в ней темы курсовой работы, фамилии исполнителя, руководителя.

**Оценивание курсовой работы** производится на основе проверки степени ее соответствия следующим требованиям:

1. наличие всего объема материала, предложенного для выполнения работы;
2. правильность выполненных расчетов, которые должны быть основаны на задании согласно варианту;
3. точность выполнения графо-аналитического расчета (для этого в графической части построения элементов экскаватора и многоугольников сил производиться в масштабе);
4. качество оформления пояснительной записки (форматирование основного текста и заголовков, шрифт выдерживаются одинаковыми; рамки листов – согласно ГОСТ 2.104 – 2006) и графической части (соблюдение правил выполнения чертежей).

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ГОРНОЙ ЧАСТИ**

Горная часть работы выполняется с использованием материалов, собранных на производственной практике, либо по вариантам задания на курсовую работу.

#### **Горно-геологические условия ведения горных работ.**

Если студент проходил практику на предприятии, ведущем открытые горные работы, то с использованием материалов, собранных на производственной практике, следует в очень сокращенном виде привести сведения о предприятии и месторождении. Обязательно нужно представить технологические свойства вскрышных пород, такие как блочность массива, прочность породы на одноосное сжатие и сдвиг, коэффициент крепости

по шкале М. М. Протодьяконова, плотность в целике, обводненность пород. Если студент проходил практику на предприятии, ведущем подземные горные работы, то указываются только данные, выданные по варианту.

### **Горнотехнические условия ведения горных работ.**

Если студент проходил практику на предприятии, ведущем открытые горные работы, то описываются параметры системы разработки: схема вскрытия, способ подготовки горных пород к выемке, описание видов выемочно-погрузочных работ; годовой объем пород, подлежащих взрывному дроблению, высота уступов; годовой объем выемочно-погрузочных работ по наносам, отгону борта по коренным породам, проведению разрезных траншей по коренным породам, добыче полезного ископаемого. Если студент проходил практику на предприятии, ведущем подземные горные работы, то указываются только данные, выданные по варианту.

Выбирается вид экскаватора и его типоразмер, необходимая степень дробления для его нормальной работы. Студенту, проходившему практику на предприятии, ведущем открытые горные работы, в работе необходимо осуществить выбор экскаваторов для всех видов выемочно-погрузочных работ; студенту, проходившему практику на предприятии, ведущем подземные горные работы, в работе необходимо указать вид экскаватора и его типоразмер согласно варианту задания на курсовую работу. Указываются основные технологические параметры выемочно-погрузочных машин.

Применительно к карьерному полю или участку приводятся сведения о параметре скважинных зарядов (сетке, диаметре, угле и глубине буримых скважин, длине перебура и т. п.), среднем размере куска взорванной породы, форме и размерах развала, удельном расходе взрывчатых веществ и средствах взрывания. Для этого могут быть использованы материалы, собранные на производственной практике, либо произведены расчеты, согласно [1, с. 19-25].

Также следует выбрать и обосновать вид транспорта, для этого нужно опираться на сведения о дальности транспортирования, уклонов пути транспортирования на горном

предприятию, либо вид транспорта выдается в задании, согласно варианту.

### **Механизация горных работ**

#### ***Выбор типа и моделей буровых станков и бурового инструмента.***

Выбираемые буровые станки должны являться серийно изготавливаемыми машинами (следует указать наименование производителя и источники информации), соответствовать современному уровню техники, обеспечивать бурение, в соответствии с параметрами скважинных зарядов и крепости горной породы. Следует обосновать выбор и представить техническую характеристику выбранного станка, указать на его преимущества по сравнению с аналогами.

При выборе бурового инструмента следует воспользоваться каталогами заводов-изготовителей (на сайтах заводов-изготовителей) и привести ссылку на источники информации. Следует представить обозначение бурового инструмента, его техническую характеристику (диаметр, обозначение присоединительной резьбы для шарошечного долота, рекомендуемые заводом-изготовителем режимы бурения).

#### ***Определение производительности и инвентарного парка буровых станков.***

В работе следует рассчитать теоретическую, сменную и годовую эксплуатационную производительность.

Теоретическая производительность (рейсовая скорость бурения) рассчитывается по методике [8, с. 185-187] или [9]. Для определения теоретической производительности следует рассчитать необходимое осевое усилие по методике [8, с. 69-74] или [9], частоту вращения, согласно рекомендациям завода-изготовителя бурового инструмента и относительный показатель трудности бурения породы механическим способом [8, с. 33] или [9]. Значение осевого усилия должно быть не больше рекомендуемого заводом-изготовителем бурового инструмента.

Сменная производительность бурового станка определяется следующим образом:

$$P_{см} = \frac{T_{см} + T_{пз} + T_{лн}}{t_o + t_e} K_t K_n K_{см} K_{БВР}, \text{ м/см} \quad (3.1)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены, мин;  $T_{п.з}$  – нормативное время выполнения подготовительно-заключительных операций, мин;  $T_{л.н}$  – нормативное время на личные надобности, мин;  $K_t$  – коэффициент климатической температурной зоны;  $K_n$  – коэффициент, учитывающий обводненность и наклон скважин;  $K_{см}$  – коэффициент, учитывающий подавление пыли при бурении скважин;  $K_{бвр}$  – коэффициент, учитывающий проведение взрывных работ;  $t_o$ ,  $t_b$  – соответственно удельные затраты времени на выполнение основных и вспомогательных операций, мин/м.

Значения  $t_o$  и  $t_b$  принимаются в зависимости от типа и модели бурового станка, крепости породы и диаметра скважин.

$$t_o = \frac{1}{V_{теор}}, \text{ мин/м} \quad (3.2)$$

Их значения можно определить согласно нормативам времени бурения 1 м скважины, установленным Центральным бюро нормирования труда (ЦБНТ), [7]. А значение удельных затрат времени на основные операции (бурение) также можно определить как:

Для расчетов, согласно нормативам, можно принимать:  $T_{см} = 480$  мин;  $T_{п.з} = 25$  мин;  $T_{л.н} = 10$  мин. Для условий работы угольных разрезов Кузбасса нормативные значения коэффициентов равны:  $K_t = 0,949$ ;  $K_n = 0,95$ ;  $K_{см} = 0,95$ ;  $K_{бвр} = 0,97$ .

Годовая производительность бурового станка

$$P_{год} = P_{сут} N, \text{ м/год} \quad (3.3)$$

где  $P_{сут}$  – суточная производительность, с учетом трехсменного режима работы;

$N$  – число рабочих дней в году.

$$N = 356 - n_{рем} - n_{пр}, \quad (3.4)$$

где  $n_{рем}$  – число ремонтных дней в году (около 30 дн, зависит от организации ремонтов);

$n_{пр}$  – число простоев, связанных с организацией горных работ (около 10 дн).

Необходимое количество буровых станков в работе (рабочий парк):

$$N_{бр} = \frac{V_{год.бур} N}{P_{год}} \quad (3.5)$$



где  $V_{год. бур}$  – годовой объем бурения коренных пород, с учетом выхода горной массы с 1 м скважины.

Инвентарный парк буровых станков

$$N_{б.инв} = N_{б.раб} f_{б} \quad (3.6)$$

где  $f_{б}$  – коэффициент резерва буровых станков ( $f_{б}=1,2-1,25$ ).

### ***Выбор и обоснование моделей экскаваторов.***

Если студент проходил практику на предприятии, ведущем открытые горные работы, то выбор и обоснование моделей экскаваторов производится для всех видов выемочно-погрузочных работ; если студент проходил практику на предприятии, ведущем подземные горные работы – модель экскаватора дана согласно варианту задания на курсовую работу для вскрышных работ по скальным породам, в этом случае необходимо только дать оценку соответствия модели экскаватора условиям работы.

Также как и в п. 3.1.1. следует выбрать современное серийно выпускаемое оборудование, поэтому не следует обязательно выбирать именно те экскаваторы, которые уже используются на конкретном разрезе. В настоящее время для выемки и погрузки в транспортные средства основной парк экскаваторов на открытых горных работах составляют прямые механические лопаты. Соответственно горно-геологическим и горнотехническим параметрам, наряду с механическими лопатами, также могут быть приняты гидравлические прямые и обратные лопаты [10], при этом следует отдельно обосновать выбор в пользу гидравлического экскаватора.

Экскаватор должен обладать максимальной высотой черпания не меньше, чем установлено по правилам безопасности, необходимо в пояснительной записке привести соответствующие положения правил.

Следует представить изображение общего вида, техническую характеристику выбранных экскаваторов или экскаватора согласно варианту задания, указать на их преимущества по сравнению с аналогами, наименование завода-изготовителя, дать ссылку на источник информации.

### ***Определение параметров экскаваторного забоя.***

Следует принять и обосновать схему выемки взорванной породы, определить ширину нормальной заходки и рабочей площадки [2]. На листе графической части необходимо вычертить в масштабе схему рабочей площадки в профиле и в плане горных работ, указав размеры ее элементов [2].

### ***Определение производительности и инвентарного парка экскаваторов.***

Следует рассчитать паспортную (теоретическую), техническую и эксплуатационную производительность.

Для определения производительности и инвентарного парка экскаваторов можно воспользоваться методикой [3]. При расчете инвентарного парка не следует округлять до целых значение рабочего парка, до целых округляется только значение инвентарного парка, в сторону увеличения.

Графическая часть по этому разделу курсовой работы выполняется на одном листе формата А1 и должна содержать расположение скважин в профиле и в плане горных работ, параметры развала горной массы, схему рабочей площадки экскаватора в профиле и в плане горных работ, с указанием размеров ее элементов и элементов рабочей площадки. Все элементы листа вычерчиваются в масштабе.

## **4 СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ**

Расчет скоростей и усилий ведется исходя из предположения, что порода, разрабатываемая экскаватором, достаточно однородная по своей структуре.

### **Определение усилий на рабочем оборудовании экскаватора**

#### ***Определение необходимого усилия копания***

$$P_{01} = 1000K_Fbt, \text{ кН} \quad (4.1)$$

где  $b$  – ширина ковша, м;  $t$  – толщина стружки, м;  $K_F$  – удельное сопротивление породы копанию, МПа (согласно данным из горной части и табл. 4).

Толщина стружки  $t$  определяется по формуле:

$$t = \frac{EK_n}{bH_k K_p}, \text{ м} \quad (4.2)$$

где  $E$  – вместимость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;  $b$  – ширина ковша, м;  $H_k$  – высота копания, м (принимается равной высоте оси напорного вала над уровнем установки экскаватора);  $K_p$  – коэффициент разрыхления, принимается по данным общей части и табл. 2.

Ширина ковша экскаватора в м определяется по чертежу или по эмпирической формуле  $b \approx 1,15\sqrt[3]{E}$ ;  $K_n$  – коэффициент наполнения, согласно варианту задания, либо  $K_n = 1,28 - 0,72$  (в диапазоне  $d_{cp} = 0,1 - 0,6$  м);  $d_{cp}$  – средний размер куска взорванной породы, определяемый параметрами БВР.

### **Определение максимального подъемного усилия**

Максимальное подъемное усилие определяется исходя из суммарного стопорного (максимального) момента всех двигателей подъемной лебедки. Стопорный момент двигателя задается его механической характеристикой.

Стопорный момент можно определить как:

$$M_{ст} = \frac{KN}{2\pi n}, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (4.3)$$

где  $N$  – номинальная суммарная мощность всех электродвигателей подъемной лебедки, кВт (определяется согласно характеристике двигателей (см. табл. 1) и кинематической схемы лебедки;  $n$  – номинальная частота вращения,  $\text{с}^{-1}$ ;  $K$  – отношение  $M_{ст}/M_n$  ( $K = 2,2 - 2,4$ ).

В пояснительной записке следует привести кинематическую схему лебедки [4].

(4.4)

Максимальное подъемное усилие:

$$S_{n\max} = \frac{2M_{ст}i\eta_{об}}{D_{б}}, \text{ кН}$$

где  $D_{б}$  – диаметр барабана подъемной лебедки, м;  $D_{б} \approx (28 - 30)d_k$ ;  $i$  – общее передаточное число зубчатых передач лебедки (от электродвигателя до барабана) и подвески ковша (определяется

по кинематической схеме и схеме запасовки канатов);  $d_k$  – диаметр каната;  $\eta_{об}$  – общий КПД подъемного механизма (см. табл. 3).

### ***Определение максимального напорного усилия***

Максимальное напорное усилие определяется исходя из стопорного момента двигателей напора.

Технические данные некоторых электродвигателей, используемых для привода напорных механизмов экскаваторов-мехлопат, приведены в табл. 2, при расчете стопорного момента напорного механизма также следует воспользоваться кинематической схемой механизма, в которой указано количество двигателей.

Таблица 1

Характеристики электродвигателей подъемных лебедок

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, с-1	Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	Тип экскаватора
ДПЭ-816У2(Т2)	200	12,5	16,25	ЭКГ5А
ДЭ-810	150	8,16	–	ЭКГ12
Д-818	270	12,5	27,5	ЭКГ8И ЭКГ4у ЭКГ6,3ус ЭКГ10 ЭКГ8ус ЭКГ5у
МПЭ450-900-1У3	500	15	30	ЭКГ12,5 ЭКГ6,3у ЭКГ15 ЭКГ12ус ЭКГ8у
МПЭ-500-500УХЛ3	560	8,3	40	ЭКГ20

Максимальное напорное усилие

$$S_{n\max} = \frac{2M_{cm}i\eta_{об}}{d_{\delta}}, \text{ кН} \quad (4.5)$$

где  $M_{cm}$  – стопорный момент электродвигателей напора, кН·м, определяемый по формуле (4.3);  $d_{\delta}$  – диаметр начальной окружности кремальерной шестерни при реечном напоре, или диаметр барабана напорной лебедки при канатном напоре, м;  $i$  – передаточное число (от двигателя до напорного вала, или барабана напорной лебедки);  $\eta_{об}$  – общий КПД напорного механизма (см. табл. 3).

Значения  $i$  определяются по известным формулам с использованием кинематической схемы экскаватора. Диаметр барабана напорной лебедки может быть приближенно определен по формуле:

$$d_{\delta} = (28 - 30)d_n, \quad (4.6)$$

где  $d_n$  – диаметр напорного каната, мм.

Диаметры начальных окружностей кремальерных шестерен ЭКГ-5А – 336 мм; ЭКГ-20А – 630 мм; ЭКГ-12 – 224 мм.

Таблица 2

Характеристики электродвигателей напорных механизмов

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, с <sup>-1</sup>	Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	Тип экскаватора
ДПЭ-52У1(ТИ)	54	20	7,5	ЭКГ5А
ДЭ-816	150	8,16	–	ЭКГ12
Д-812	100	12,5	7	ЭКГ8И ЭКГ4у ЭКГ6,3ус ЭКГ10 ЭКГ8ус ЭКГ5у
ДЭ-816	200	12,5	16,25	ЭКГ12,5 ЭКГ6,3у ЭКГ15 ЭКГ12ус ЭКГ8у
ДЭ-816УХЛ1	150	8,1	16,25	ЭКГ20

## Определение КПД механизма подъема и напора

Вид механизма	Формула	Значения
Зубчато-реечный напор	$\eta_{об} = \eta_{кш} \cdot \eta_{зн}^n$	$\eta_{зн}$ – КПД зубчатой пары ( $\eta_{зн} = 0,97$ для каждой пары); $n$ – число ступеней в редукторе; $\eta_{кш}$ – КПД зубчато-реечного механизма напора, $\eta_{кш} = 0,95$ ;
Канатный напор	$\eta_{об} = \eta_{бл} \cdot \eta_{нб}^l \cdot \eta_{бр}^m \cdot \eta_{зн}^n$	$\eta_{бл}$ – КПД барабана лебедки $\eta_{бл} = 0,98$ ; $\eta_{нб}$ – КПД напорных блоков $\eta_{нб} \approx 0,97$ ; $l$ – число напорных блоков (обычно два блока); $\eta_{бр}$ – КПД блоков рукояти $\eta_{бр} \approx 0,97$ ; $m$ – число блоков рукояти (обычно один блок при движении рукояти в одном направлении);
Механизм подъема	$\eta_{об} = \eta_{бл} \cdot \eta_{бс}^{n_1} \cdot \eta_n \cdot \eta_{зн}^n$	$\eta_{бс}$ – КПД блоков стрелы $\eta_{бс} \approx 0,97$ ; $n_1$ – число блоков стрелы (обычно два или четыре); $\eta_n$ – КПД полиспаста подъема ковша (если имеется); $\eta_n = \frac{1 - \eta^{i_n}}{i_n (1 - \eta)}$ , где $i_n$ – кратность полиспаста подвески ковша; $\eta$ – КПД подвижного блока подвески ковша, $\eta \approx 0,97$

**Определение возможных усилий копания и напора при различных положениях ковша (при  $S_n = S_{n \max}$ )**

Рассматриваются пять положений ковша, представленных на чертеже (рис. 1), вычерченных по размерам (см. прил. 1). Для определения усилия копания из условия равновесия системы рассчитывается сумма моментов сил относительно оси напорного вала. Усилия напора определяются графическим методом из многоугольников сил.

**Положение I.** Начало копания. Ковш пустой. Зуб ковша на вертикали, проходящей через ось напора.

Из условия равновесия, относительно оси напорного вала получим (правильность знаков "+" и "-", в зависимости от направления действия момента соответствующей силы, следует проверить по чертежу):

$$P_{01}^I = \frac{S_{n \max} R_n^I + G_k R_k^I + G_p R_p^I}{R_o^I}, \text{ кН} \quad (4.7)$$

где  $P_{01}$  – горизонтальная составляющая реакции грунта, кН;  $G_k$  – вес ковша с подвеской, кН;  $G_p$  – вес рукояти, кН;  $R_n^I, R_k^I, R_p^I$  и  $R_o^I$  – плечи сил относительно оси напорного вала, которые определяются графически, м.

$$G_k = G_{\text{нод}} + G'_k \quad (4.8)$$

Вес подвески определится как:

$$G_{\text{нод}} = (0,24 - 0,27)G'_k, \text{ кН}. \quad (4.9)$$

Вес порожнего ковша в кН может быть определен по эмпирическим формулам:

$$G'_k = (7 - 12)E \quad \text{для легких пород (I, II, III группы);}$$

$$G'_k = (13 - 17)E \quad \text{для средних пород (IV и V группы);}$$

$$G'_k = (18 - 21)E \quad \text{для тяжелых пород (V и VI группы),}$$

где  $E$  – вместимость ковша,  $\text{м}^3$ .

Категория пород может быть определена по табл. 4. на основании данных общей части курсовой работы.

Вес рукояти у карьерных экскаваторов:

$$G_p = (0,6 - 0,7)(G_k + G_{\text{нод}}) \quad \text{– для двухбалочной рукояти;}$$

$$G_p = (0,2 - 0,5)(G_k + G_{\text{нод}}) \quad \text{– для однобалочной рукояти.}$$

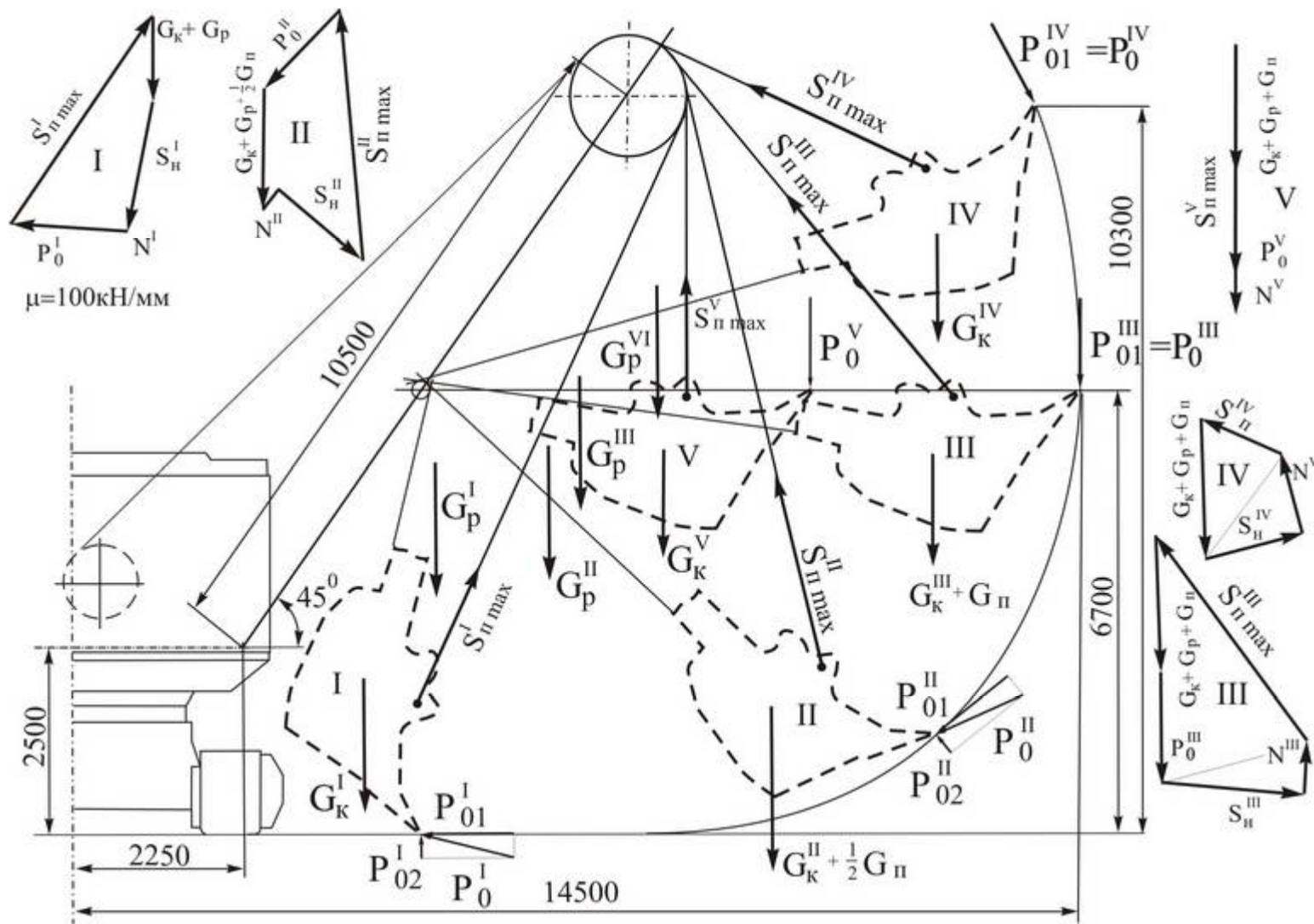


Рис. 1 Схема положений рабочего оборудования



Таблица 4

## Классификация взорванных грунтов и пород

Категория пород	$K_F$ , МПа	Характерные породы	Плот- ность по- роды в целике $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	$K_p$ при $d_{cp}$ , см		
				5-20	20-40	40-50
I	0,025- 0,12	Мягкие и рыхлые грунты, уг- ли	1,4-1,8	1,25- 1,5	1,35- 1,45	–
II	0,12- 0,2	Очень плотные грунты, полу- скальные породы, крепкие и очень крепкие угли	1,5-2,0	1,05- 1,25	1,25- 1,35	1,35- 1,5
III	0,20- 0,28	Прочные полускальные по- роды, грунты и породы при промерзании на глубину 1-2 м. Скальные породы средней трещиноватости	1,7-2,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5
IV	0,28- 0,38	Очень прочные полускальные породы, скальные породы малотрещиноватые	1,8-2,2	1,02- 1,2	1,2-1,3	1,3-1,4
V	0,38- 0,5	Скальные породы малотре- щиноватые, тяжелые руды	2,1-2,3	1,01- 1,15	1,02- 1,15	1,15- 1,25
VI	0,5- 1,0	Монолитные скальные поро- ды, тяжелые руды малотре- щиноватые	2,3-2,5	1,01- 1,08	1,08- 1,15	1,15- 1,25

Полагая  $P_{02}=0,2P_{01}$  получим величину реакции грунта, равную возможному усилию копания в данном положении, где  $P_{02}$  – вертикальная составляющая реакции грунта, кН.

Результирующая сила  $P_0$  определяется по теореме Пифагора и строится в многоугольнике сил.

Усилие напора  $S_n^I$  и реакция седлового подшипника  $N^I$  определяются графически из многоугольника сил, построенного для положения I

**Положение II.** Рукоять наклонена под углом  $45^\circ$ . Ковш заполнен наполовину. Полагая  $G_{k+n} = G_k + 0,5G_n$  где  $G_n$  – вес породы в ковше при полном его заполнении, получим:

$$P_{01}^{II} = \frac{S_{n \max} R_n^{II} - G_{k+n} R_k^{II} - G_p R_p^{II}}{R_0^{II}}, \text{ кН.} \quad (4.10)$$

Значения  $S_n^{II}$  и  $N^{II}$  — из многоугольника сил. Рассчитывается результирующая сопротивления копания  $P_0$ .

Вес породы в ковше, кН:

$$G_n = \frac{E \cdot g \cdot \gamma \cdot K_n}{K_p} \quad (4.11)$$

где  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\gamma$  — плотность породы в неразрыхленном состоянии (в массиве), т/м<sup>3</sup>;  $K_n$ ,  $K_p$  — см. формулу (4.2).

**Положение III.** Ковш с грунтом на наибольшем вылете. Ковш заполнен полностью. Приняв  $P_{02}^{III} = 0$ , из уравнения моментов сил имеем

$$P_{01}^{III} = \frac{S_{n \max} R_n^{III} - (G_k + G_n) R_k^{III} - G_p R_p^{III}}{R_0^{III}}, \text{ кН.} \quad (4.12)$$

$S_n^{III}$  и  $N^{III}$  определяются, как и в предыдущих случаях, из многоугольника сил, построенного для этого положения.

**Положение IV.** Рукоять на полном вылете. Грузный ковш поднят на наибольшую высоту.

Возможное усилие резания в этом случае

$$P_{01}^{IV} = \frac{S_{n \max} R_n^{IV} - (G_k + G_n) R_k^{IV} - G_p R_p^{IV}}{R_0^{IV}}, \text{ кН.} \quad (4.13)$$

Так как практически в IV положении копание прекращается ( $P_0^{IV} = 0$ ), то необходимо определить усилие подъема, достаточное для удержания ковша с грунтом в этом положении:

$$S_n^{IV} = \frac{G_p R_p^{IV} + (G_k + G_n) R_k^{IV}}{R_n^{IV}}, \text{ кН.} \quad (4.14)$$

Усилие пассивного напора  $S_n^{IV}$  и реакция седлового подшипника определяются из многоугольника сил для IV положения.

**Положение V.** Подъемный канат вертикален. Ковш загружен полностью. Зубья ковша на уровне напорного вала. В этом случае  $P_{02}^V = 0$  и  $S_n^V = 0$ .

Возможное усилие копания:

$$P_0^V = \frac{S_{n\max} R_n^V - (G_k + G_n) R_k^V - G_p R_p^V}{R_0^V}, \text{кН}. \quad (4.15)$$

Реакция седлового подшипника:

$$N^V = S_{n\max} - P_{0l}^V - (G_k + G_n) - G_p, \text{кН}. \quad (4.16)$$

### **Выводы**

Следует дать четкие ответы на следующие вопросы:

1. Обеспечивает ли подъемное усилие, развиваемое лебедкой, необходимые усилия резания в каждом положении ковша?
2. Какая толщина стружки может иметь место в каждом положении ковша?

## **Расчет цикла экскаватора по элементам**

Расчет времени рабочего цикла экскаватора ведется в соответствии с моментами, развиваемыми двигателями подъемной лебедки при выполнении отдельных операций цикла и имеет цель установить его продолжительность и загрузку двигателей ( $M_{скв}$ ).

### **Разгон перед копанием**

Средний ускоряющий момент на валу электродвигателей  $M_{уск} = \gamma M_{см}$ , где  $\gamma = 0,87$  – коэффициент заполнения механической характеристики, а  $M_{см}$  – стопорный момент электродвигателей подъемной лебедки (Н·м).

Время разгона до скорости копания:

$$t_{р.к} = \frac{GD_0^2 n_k}{375 \cdot M_{уск}}, \text{с} \quad (4.17)$$

где  $GD_0^2$  – общий маховой момент лебедки и ее электродвигателей;  $GD_0^2 = GD_я^2 + GD_л^2$ ,

где  $GD_я^2 = 4gI$  – маховой момент якоря электродвигателей;  $g = 9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  – ускорение силы тяжести;  $I$  – момент инерции

якоря электродвигателя (при двух или более приводных электродвигателях значение  $I$  увеличивается в соответствующее число раз). Значения момента инерции ( $I$ ) приведены в табл. 1.

$$GD_{л}^2 \approx 0,5D_{я}^2, \quad (4.18)$$

где  $n_k$  – частота вращения якоря электродвигателя при копании, об/мин.

Поскольку  $375 \approx 2\pi \cdot 60$ , а  $GD_{я}^2 = 4gI_{я} = 4 \cdot 9,8I = 39,2 \cdot I_{я}$  и  $39,2 = 6,26^2$ , то можно записать:

$$t_{p.k.} = \frac{GD_0^2 n_k}{375 \cdot M_{уск}} = \frac{4gI_{я} n_k}{375 \cdot M_{уск}} = \frac{39,2 \cdot I_{я} \cdot n_k}{2\pi \cdot 60 M_{уск}} \approx \frac{6,26 I n_k}{60 M_{уск}}. \quad (4.19)$$

Подставляя  $M_{уск} = 0,87M_{ст}$  и  $n = \frac{n_k}{60}$ , окончательно имеем

$$t_{p.k.} = \frac{2\pi \cdot I n}{0,87M_{ст}}; \quad t_{p.k.} = (0,2 - 0,5), c \quad (4.20)$$

где  $M_{ст}$  – суммарный стопорный момент электродвигателей подъемной лебедки, Н·м;  $I$  – суммарный момент инерции якорей электродвигателей и вращающихся частей лебедки, кг·м<sup>2</sup>;  $n$  – номинальная частота вращения электродвигателя, с<sup>-1</sup>;  $I = 1,5I_{я}$  (при двух двигателях  $I = 3I_{я}$ ).

### **Копание**

Момент на валу электродвигателя при копании  $M_{к} = 0,75M_{ст}$ .

Скорость каната при копании:

$$V_{к} = \frac{\pi D_{б} n_{к}}{i}, m/c \quad (4.21)$$

где  $D_{б}$  – диаметр барабана подъемной лебедки, м;  $i$  – передаточное число от электродвигателя до барабана лебедки;  $n_{к}$  – частота вращения двигателя, с<sup>-1</sup> ( $n_{к} = 0,97n_{н}$ ).

Время копания:

$$t_{к} = \frac{H_{к}}{V_{к}}, c \quad (4.22)$$

где  $H_k$  – высота копания, которая может быть принята равной высоте напорного вала.

Время копания можно также определить по формуле

$$t_k = \frac{L_1 - L_3}{V_k} + \frac{t}{1,2V_k}, c \quad (4.23)$$

где  $(L_1 - L_3)$  – уменьшение длины подъемного каната с момента начала копания (положение I) до момента выхода ковша из забоя (положение III). Эта величина определяется графически из схемы (лист 2);  $t$  – толщина стружки, м.

### **Подъем груженого ковша**

Момент на валу электродвигателей при подъеме ковша:

$$M_n = \frac{D_{\delta}(G_{k+n} + 0,5G_p)}{2i\eta_{об}}, кН \cdot м \quad (4.24)$$

где  $G_{k+n}$  – вес груженого ковша (с подвеской), кН;  $G_p$  – вес рукояти, кН;  $\eta_{об}$  – общий КПД механизма подъема.

Скорость подъема ковша:

$$V_n = \frac{\pi D_{\delta} n_n}{i}, м / с \quad (4.25)$$

где  $n_n \approx n$  – частота вращения вала двигателя при подъеме,  $c^{-1}$ .

Средняя скорость при торможении в конце подъема:

$$V_{cm} = \frac{V_n}{2}. \quad (4.26)$$

Время торможения в конце подъема (с загруженным ковшом):

$$t_{m.z.} = \frac{2\pi I_0 n}{M_m + M_n}, c \quad (4.27)$$

где  $M_m \approx M_{уск} = 0,87M_{cm}$ .

Путь, пройденный ковшом за время торможения:

$$h_m = V_{cm} \cdot t_{m.z.} \quad (4.28)$$

Высота подъема ковша после окончания копания:

$$h_n = H_{kmax} - H_k, \quad (4.29)$$

где  $H_{kmax}$  – наибольшая высота копания экскаватора.

Путь, пройденный ковшом за время равномерного подъема:

$$H_{n.ycm} = h_n - h_m. \quad (4.30)$$

Время равномерного подъема ковша:

$$t_{n.ycm} = \frac{H_{n.ycm}}{V_n}, \text{ с.} \quad (4.31)$$

### ***Равновесное состояние и опускание груженого ковша***

Удержание груженого ковша и его спуск происходят во время поворота на выгрузку, поэтому можно принять время удержания ковша

$$t_{y.z.} = t_{нов.z.} - (t_{m.z.} + t_{n.ycm}), \text{ с} \quad (4.32)$$

где  $t_{нов.z.} \approx (0,28 - 0,3)t_{ц}$ , где  $t_{ц}$  – полное время цикла, с.

Момент на валу электродвигателей при этом будет

$$M_{c.z.} = \frac{D_{\bar{o}}(G_{к+n} + 0,5G_p) \cdot \eta_{об}}{2i}, \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (4.33)$$

### ***Разгрузка и удержание порожнего ковша***

Момент на валу электродвигателей во время разгрузки

$$M_p = \frac{M_{c.z.} + M_{c.n.}}{2}, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (4.34)$$

где  $M_{c.n.}$  – момент при удержании порожнего ковша

$$M_{c.n.} = \frac{D_{\bar{o}}(G_k + 0,5G_p) \eta_{об}}{2i}, \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (4.35)$$

Время разгрузки определяется по табл. 5.

Таблица 5

### **Продолжительность разгрузки**

Условия разгрузки	Продолжительность разгрузки, с					
	песчаные породы сухие	глинистые породы сухие	глина с валунами	хорошо взорванная скала	мокрая желая глина	плохо взорванная скала
в отвал	0	0,25	0,25	0,25	3,5	1,5
в транспорт	0,7	1,5	2,0	3,0	5,0	6,0

### Опускание порожнего ковша

При спуске порожнего ковша происходит разгон электродвигателей до номинальной частоты вращения  $n$ . При этом момент на валу электродвигателей:

$$M'_{с.уск} = M_{уск} + M_{сн}, Н \cdot м. \quad (4.36)$$

Время разгона:

$$t'_{сн} = \frac{2\pi I_0 n}{M'_{уск}}, с. \quad (4.37)$$

Средняя скорость спуска ковша при разгоне до номинальной частоты вращения:

$$V'_{сн} = \frac{\pi D_{\delta} n}{2i}, с. \quad (4.38)$$

Путь, пройденный за время разгона до номинальной частоты вращения:  $h_p = V'_{сн} \cdot t'_{сн}$ . После достижения номинальной частоты вращения ускоряющий момент электродвигателей определится как:

$$M''_{с.уск} = M'_{уск} + M_{сн}, Н \cdot м \quad (4.39)$$

где  $M'_{уск} = (0,25 - 0,3)M_{сн}$  – ускоряющий момент электродвигателей при ослаблении поля возбуждения, действующий при разгоне от  $n$  до  $n_{max} = (1,3 - 1,4)n$ .

Время разгона от  $n$  до  $n_{max}$ :

$$t''_{сн} = \frac{2\pi I_0 (n_{max} - n)}{M''_{с.уск}}, с. \quad (4.40)$$

Средняя скорость ковша при разгоне с ослабленным полем:

$$V''_{сн} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} (n_{max} - n)}{2i}, м/с. \quad (4.41)$$

Путь, пройденный ковшом при разгоне с ослабленным полем:

$$h_p''' = V''_{сн} \cdot t''_{сн}, м. \quad (4.42)$$

Момент на валу электродвигателей в конце спуска:  
 $M_{сн.м} \approx M_{уск}$ .

Скорость при начале торможения при опускании:

$$V_{cn}''' = \frac{\pi \cdot D_{\delta} n_{max}}{2i}, \text{ м/с.} \quad (4.43)$$

Время торможения при опускании ковша:

$$t_{m.cn} = \frac{2\pi I_0 n_{max}}{M_{уск}}, \text{ с.} \quad (4.44)$$

Путь, пройденный ковшом во время торможения:

$$h_{m.cn} = 0,5V_{cn}''' \cdot t_{m.cn}. \quad (4.45)$$

Момент при установившемся режиме движения при спуске ковша:

$$M_{y.cn} = M_{cn}, \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (4.46)$$

Скорость опускания при установившемся режиме:

$$V_{cn} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} n_{max}}{2i}. \quad (4.47)$$

Путь ковша при установившемся движении:

$$h_y = H_{к.max} - (h_p' + h_p'' + h_{m.cn}), \text{ м.} \quad (4.48)$$

Время установившегося движения при опускании ковша:

$$t_{y.cn} = \frac{2h_y}{V_{cn}}, \text{ с.} \quad (4.49)$$

**Время цикла:**

$$t_{\text{ц}} = t_{p.к} + t_{к} + t_{m.г} + t_{n.усм} + t_{y.г} + t_p + t_{cn}' + t_{cn}'' + t_{m.cn} + t_{y.cn}. \quad (4.50)$$

**Среднеквадратичный момент на валу электродвигателей:**

$$M_{скв} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} M_i^2 t_i}{t_{\text{ц}}}}, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (4.51)$$

где  $\sum_{i=1}^{10} M_i^2 t_i$  определяется на основании ранее приведенных расчетов. Расшифровка  $M_i$  и  $t_i$  и ссылка на формулы для их определения приведены в табл. 6.



Параметры операций цикла

Наименование операций	$t_i$	Формула для определения	$M_i$	Формула для определения
1. Разгон в начале копания	$t_{p.к}$	(4.20)	$0,87 M_{cm}$	–
2. Копание	$t_k$	(4.22), (4.23)	$0,75 M_{cm}$	–
3. Подъем груженого ковша	$t_{n.уст}$	(4.31)	$M_n$	(4.24)
4. Торможение при подъеме ковша	$t_{m.з}$	(4.27)	$0,87 M_{cm}$	–
5. Удержание и опускание груженого ковша	$t_{y.з}$	(4.32)	$M_{с.з.}$	(4.33)
6. Разгрузка ковша	$t_p$	табл. 5	$M_{с.п.}$	(4.35)
7. Разгон до $n$ при спуске порожнего ковша	$t'_{сn}$	(4.37)	$M'_{с.уск}$	(4.36)
8. Разгон до $n_{max}$ при опускании порожнего ковша	$t''_{сn}$	(4.40)	$M''_{с.уск}$	(4.39)
9. Установившееся движение при спуске ковша	$t_{y.сn}$	(4.49)	$M_{с.п.}$	(4.35)
10. Торможение при спуске порожнего ковша	$t_{m.сn}$	(4.44)	$0,87 M_{cm}$	–
	$t_{ц}$	(4.50)	$M_{скв}$	(4.51)

### **Выводы**

В подразделе «Выводы» необходимо указать, соответствуют ли полученные значения  $t_{ц}$  и  $M_{скв}$  параметрам экскаватора, и их соотношение с теоретическими значениями  $t_{ц}$  и  $M_{скв}$  двигателей лебедки.

### **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гвоздкова Т. Н. Технология добычи полезных ископаемых открытым способом: учеб. пособие / Т. Н. Гвоздкова, М. А. Тюленев, А. А. Хорешок ; – ГУ КузГТУ. - Кемерово, 2008. – 62 с.
2. Репин, Н. Я. Выемочно-погрузочные работы : Учеб. пособие / Н. Я. Репин, Л. Н. Репин. – Москва : Издательство «Горная книга», 2010. – 267 с.

3. Протасов, С. И. Процессы открытых горных работ. Практикум : учеб. пособие / С. И. Протасов, В. Ф. Воронков ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 123 с.

4. Справочник механика открытых работ. Экскавационно-транспортные машины циклического действия / М. И. Щадов и др.; под ред. М. И. Щадова, Р. Ю. Подэрни. – М.: Недра, 1987. – 524 с.

5. Справочник по бурению на карьерах / Б. А. Симкин, Б. Н. Кутузов, В. Д. Буткин. – М.: Недра, 1990. – 224 с.

6. Беляков Ю. И. Экскаваторные работы: Справочник рабочего – М.: Недра, 1992. – 288 с.: ил.

7. Справочник. Открытые горные работы / К. Н. Трубецкой, и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.: ил.

8. Горные машины и комплексы для открытых работ : учеб. пособие для горных специальностей вузов: в 2 т. : Т.1 / Подэрни Р. Ю., М. : Издательство МГГУ , 2001. – 422 с.

9. Подэрни Р. Ю. Механическое оборудование карьеров: учеб. для вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МГГУ. 2003. – 606 с.: ил.

10. Висбек Р. Об эффективности применения карьерных гидравлических экскаваторов / Р. Висбек, В. А. Казаков, Т.Е. Удачина, П.Р. Хаспеков // Горная промышленность. – 1998. – №5. – С. 12-14

### САЙТЫ INTERNET

1. ЗАО "Управляющая горная машиностроительная компания РУДГОРМАШ"- Режим доступа <http://www.rudgormash.ru>. - Загл. с экрана

2. Уралбурмаш : сайт крупнейшего в России производителя буровой техники. – Режим доступа <http://ubm.ru> – Загл. с экрана.

3. Каталог горнорудных шарошечных долот. Руководство по эксплуатации. – Режим доступа <http://ubm.ru/catgorn.pdf> – Загл. с экрана.

4. Производственно-инжиниринговая компания "ГорТех-Маш". - Режим доступа <http://gtm.ru>. - Загл. с экрана

5. МАКСИ Экскаватор Ру – все о карьерных экскаваторах, погрузчиках, бульдозерах и самосвалах. – Режим доступа <http://maxi-exkavator.ru>. – Загл. с экрана

6. Экскаватор ру – все о производстве, продаже, сервисе и эксплуатации экскаваторов. – Режим доступа <http://exkavator.ru>. – Загл. с экрана

7. NKMZ – мир уникальных возможностей [Новокураматорский Машиностроительный Завод]. – Режим доступа <http://www.nkmz.com/Russian/index.html>. – Загл. с экрана

8. Научно-технический журнал Горная промышленность: Карьерная техника. – Режим доступа <http://www.mining-media.ru/ru/article/karertekh>. – Загл. с экрана

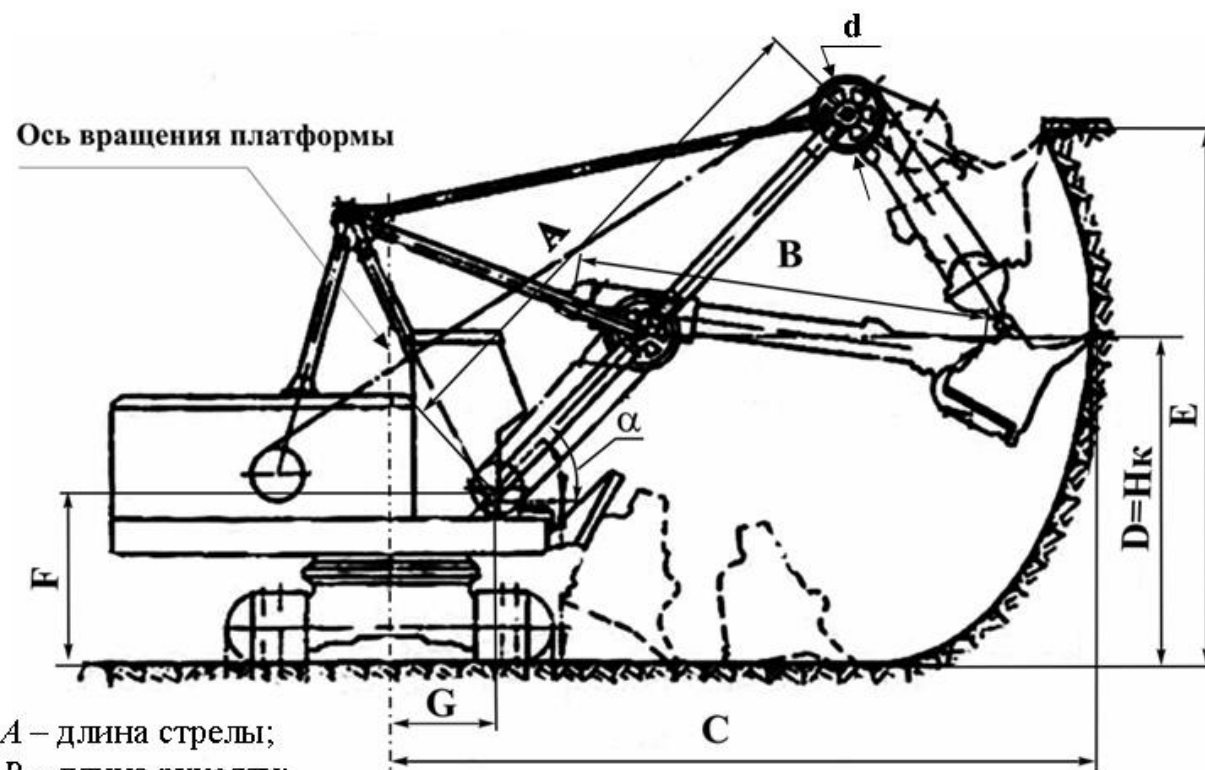
9. Горные машины и автоматика: научно-аналитический и производственный журнал. - Режим доступа <http://www.novtex.ru/gormash>. – Загл. с экрана

10. УРАЛМАШ: машиностроительная корпорация. – Режим доступа <http://www.uralmash.ru>. – Загл. с экрана

## **НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

1. ПБ 05-619-03 «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 30.05.03 №45, зарегистрированы в Минюсте РФ 16.06.03 рег.№4694)

2. ПБ 03-498-02 «Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 09.09.02 №57, зарегистрированы в Минюсте РФ 16.06.03, рег.№3938).



- $A$  – длина стрелы;
- $B$  – длина рукояти;
- $C$  – наибольший радиус копания;
- $D$  – высота оси напорного вала или высота копания при наибольшем радиусе копания;
- $E$  – максимальная высота копания;
- $F$  – высота оси пяты стрелы;
- $G$  – расстояние от оси вращения платформы до оси пяты стрелы;
- $\alpha$  – угол наклона стрелы к горизонту;
- $d$  – диаметр головных блоков.

Размеры рабочего оборудования экскаваторов-мехлопат

Параметр	ЭКГ 5А	ЭКГ 8И	ЭКГ 4у	ЭКГ 6,3ус	ЭКГ 12,5	ЭКГ 6,3у	ЭКГ 10	ЭКГ 8ус	ЭКГ 5у	ЭКГ 15	ЭКГ 12ус	ЭКГ 8у	ЭКГ 12	ЭКГ 20А
<b>A, м</b>	10,5	13,4	20,6	16,5	18,0	31,0	13,8	16,5	20,6	18,0	24,0	32,0	16,0	17,0
<b>а, град</b>	45	47	50	50	45	50	45	50	50	45	47,5	50	45	45
<b>B, м</b>	7,0	11,4	15,0	12,9	13,6	22,5	11,1	12,9	15,5	13,1	17,3	20,9	9,27	12,6
<b>C, м</b>	14,5	18,4	23,7	19,8	22,6	35	18,4	19,8	23,7	22,6	23,0	34,0	21,0	22,1
<b>D, м</b>	6,7	8,0	11,3	10,1	10,2	14,3	8,14	9,15	10,4	10,4	12,2	15,2	8,86	11,0
<b>E, м</b>	10,3	13,2	22,2	17,1	15,6	30,0	13,5	17,6	22,2	16,4	22,0	30,0	15,0	17,9
<b>F, м</b>	2,5	5,01			4,85		4,1			4,86			3,8	5,13
<b>G, м</b>	2,25	2,4			3,2		2,4			3,2			3,2	2,25
<b>d, м</b>	1,05	1,72			1,75		1,67			1,75				

Исходные данные для курсовой работы  
(для студентов заочной формы обучения номер варианта соответствует последним двум цифрам номера зачетной книжки)

№ варианта	$\sigma_{сж}/\sigma_{сдв},$ МПа	$K_F,$ МПа	$\gamma,$ т/м <sup>3</sup>	Марка экскаватора	$h_y,$ м	$K_H$	Схема взрывания	$A_{год},$ тыс. м <sup>3</sup>	Вид транспорта
01	35/10	0,025	1,4	ЭКГ-10	14	1,28	П	15000	А
02	40/12	0,2	1,5	ЭКГ-12	16	0,8	Д	14000	Ж
03	45/20	0,15	1,5	ЭКГ-15	18	1,1	П	13000	Ж
04	50/15	0,4	2,2	ЭКГ-20	17	1,3	Д	12000	А
05	55/14	0,25	1,8	ЭКГ-12,5	18	1,4	П	11000	А
06	60/28	0,22	1,7	ЭКГ-5А	10	1,2	Д	10000	Ж
07	65/29	0,3	1,4	ЭКГ-8И	13	1,0	П	9000	Ж
08	70/30	0,6	2,5	ЭКГ-4у	20	0,75	Д	8000	А
09	75/30	0,6	2,6	ЭКГ-6,3ус	16	0,8	П	7000	А
10	80/31	1,0	2,5	ЭКГ-6,3у	30	1,25	Д	6000	Ж
11	85/32	0,7	2,4	ЭКГ-8ус	16	1,0	П	5000	Ж
12	90/33	0,8	2,4	ЭКГ-5у	20	0,85	Д	4000	А
13	95/34	0,9	2,1	ЭКГ-12ус	24	0,9	П	3000	А
14	35/12	0,1	1,5	ЭКГ-10	10	0,7	Д	2000	Ж
15	40/14	0,025	1,4	ЭКГ-12	14	1,2	П	1000	Ж
16	45/16	0,3	1,8	ЭКГ-15	16	1,25	Д	15000	А
17	50/20	0,3	1,6	ЭКГ-20	14	1,1	П	14000	А
18	55/22	0,4	1,7	ЭКГ-12,5	16	1,28	Д	13000	Ж
19	60/29	0,8	2,0	ЭКГ-5А	10	0,7	П	12000	Ж
20	65/27	0,85	2,1	ЭКГ-8И	10	0,7	Д	11000	А
21	35/10	0,025	1,4	ЭКГ-4у	18	0,7	П	10000	А
22	40/12	0,2	1,5	ЭКГ-6,3ус	14	0,8	Д	9000	Ж
23	45/20	0,15	1,5	ЭКГ-6,3у	18	0,8	П	8000	Ж
24	50/15	0,4	2,2	ЭКГ-8у	30	0,9	Д	7000	А
25	55/14	0,25	1,8	ЭКГ-5у	18	1,28	П	6000	А
26	60/28	0,22	1,7	ЭКГ-12ус	22	0,8	Д	5000	Ж

№ варианта	$\sigma_{сж}/\sigma_{сдв},$ МПа	$K_F,$ МПа	$\gamma,$ т/м <sup>3</sup>	Марка экскаватора	$h_y,$ м	$K_H$	Схема взрывания	$A_{зод},$ тыс. м <sup>3</sup>	Вид транспорта
27	65/29	0,3	1,4	ЭКГ-10	10	1,1	П	4000	Ж
28	70/30	0,6	2,5	ЭКГ-12	12	1,3	Д	3000	А
29	75/30	0,6	2,6	ЭКГ-15	14	1,4	П	2000	А
30	80/31	1,0	2,5	ЭКГ-20	13	1,2	Д	1000	Ж
31	85/32	0,7	2,4	ЭКГ-12,5	14	1,0	П	15000	Ж
32	90/33	0,8	2,4	ЭКГ-5А	9	0,75	Д	14000	А
33	95/34	0,9	2,1	ЭКГ-8И	10	0,8	П	13000	А
34	35/12	0,1	1,5	ЭКГ-4у	16	1,25	Д	12000	Ж
35	40/14	0,025	1,4	ЭКГ-6,3ус	12	1,0	П	11000	Ж
36	45/16	0,3	1,8	ЭКГ-6,3у	18	0,85	Д	10000	А
37	50/20	0,3	1,6	ЭКГ-8у	28	0,9	П	9000	А
38	55/22	0,4	1,7	ЭКГ-5у	16	0,7	Д	8000	Ж
39	60/29	0,8	2,0	ЭКГ-12ус	20	1,2	П	7000	Ж
40	65/27	0,85	2,1	ЭКГ-10	11	1,25	Д	6000	А
41	35/10	0,025	1,4	ЭКГ-12	13	1,1	П	5000	А
42	40/12	0,2	1,5	ЭКГ-15	15	1,28	Д	4000	Ж
43	45/20	0,15	1,5	ЭКГ-20	14	0,7	П	3000	Ж
44	50/15	0,4	2,2	ЭКГ-12,5	15	0,7	Д	2000	А
45	55/14	0,25	1,8	ЭКГ-5А	10	0,7	П	1000	А
46	60/28	0,22	1,7	ЭКГ-8И	10	0,8	Д	15000	Ж
47	65/29	0,3	1,4	ЭКГ-4у	17	0,8	П	14000	Ж
48	70/30	0,6	2,5	ЭКГ-6,3ус	13	0,9	Д	13000	А
49	75/30	0,6	2,6	ЭКГ-6,3у	27	1,28	П	12000	А
50	80/31	1,0	2,5	ЭКГ-8ус	13	0,8	Д	11000	Ж
51	85/32	0,7	2,4	ЭКГ-5у	17	1,1	П	10000	Ж
52	90/33	0,8	2,4	ЭКГ-12ус	21	1,3	Д	9000	А
53	95/34	0,9	2,1	ЭКГ-10	14	1,4	П	8000	А
54	35/12	0,1	1,5	ЭКГ-12	16	1,2	Д	7000	Ж
55	40/14	0,025	1,4	ЭКГ-15	18	1,0	П	6000	Ж
56	45/16	0,3	1,8	ЭКГ-20	17	0,75	Д	5000	А

№ варианта	$\sigma_{сж}/\sigma_{сдв},$ МПа	$K_F,$ МПа	$\gamma,$ т/м <sup>3</sup>	Марка экскаватора	$h_y,$ м	$K_H$	Схема взрывания	$A_{зод},$ тыс. м <sup>3</sup>	Вид транспорта
57	50/20	0,3	1,6	ЭКГ-12,5	18	0,8	П	4000	А
58	55/22	0,4	1,7	ЭКГ-5А	10	1,25	Д	3000	Ж
59	60/29	0,8	2,0	ЭКГ-8И	13	1,0	П	2000	Ж
60	65/27	0,85	2,1	ЭКГ-4у	20	0,85	Д	1000	А
61	35/10	0,025	1,4	ЭКГ-6,3ус	16	0,9	П	15000	А
62	40/12	0,2	1,5	ЭКГ-6,3у	30	0,7	Д	14000	Ж
63	45/20	0,15	1,5	ЭКГ-8ус	16	1,2	П	13000	Ж
64	50/15	0,4	2,2	ЭКГ-5у	20	1,25	Д	12000	А
65	55/14	0,25	1,8	ЭКГ-12ус	20	1,1	П	11000	А
66	60/28	0,22	1,7	ЭКГ-10	10	1,28	Д	10000	Ж
67	65/29	0,3	1,4	ЭКГ-12	14	0,7	П	9000	Ж
68	70/30	0,6	2,5	ЭКГ-15	16	0,7	Д	8000	А
69	75/30	0,6	2,6	ЭКГ-20	14	0,7	П	7000	А
70	80/31	1,0	2,5	ЭКГ-12,5	16	0,8	Д	6000	Ж
71	85/32	0,7	2,4	ЭКГ-5А	10	0,8	П	5000	Ж
72	90/33	0,8	2,4	ЭКГ-8И	10	0,9	Д	4000	А
73	95/34	0,9	2,1	ЭКГ-4у	12	1,28	П	3000	А
74	35/12	0,1	1,5	ЭКГ-6,3ус	14	0,8	Д	2000	Ж
75	40/14	0,025	1,4	ЭКГ-6,3у	18	1,1	П	1000	Ж
76	45/16	0,3	1,8	ЭКГ-8у	14	1,3	Д	15000	А
77	50/20	0,3	1,6	ЭКГ-5у	18	1,4	П	14000	А
78	55/22	0,4	1,7	ЭКГ-12ус	22	1,2	Д	13000	Ж
79	60/29	0,8	2,0	ЭКГ-10	10	1,0	П	12000	Ж
80	65/27	0,85	2,1	ЭКГ-12	12	0,75	Д	11000	А
81	35/10	0,025	1,4	ЭКГ-15	14	0,8	П	10000	А
82	40/12	0,2	1,5	ЭКГ-20	13	1,25	Д	9000	Ж
83	45/20	0,15	1,5	ЭКГ-12,5	14	1,0	П	8000	Ж
84	50/15	0,4	2,2	ЭКГ-5А	9	0,85	Д	7000	А
85	55/14	0,25	1,8	ЭКГ-8И	10	0,9	П	6000	А
86	60/28	0,22	1,7	ЭКГ-4у	12	0,7	Д	5000	Ж



№ варианта	$\sigma_{сж}/\sigma_{сдв},$ МПа	$K_F,$ МПа	$\gamma,$ т/м <sup>3</sup>	Марка экскаватора	$h_y,$ м	$K_n$	Схема взрывания	$A_{год},$ тыс. м <sup>3</sup>	Вид транспорта
87	65/29	0,3	1,4	ЭКГ-6,3yc	12	1,2	П	4000	Ж
88	70/30	0,6	2,5	ЭКГ-6,3y	16	1,25	Д	3000	А
89	75/30	0,6	2,6	ЭКГ-8yc	28	1,1	П	2000	А
90	80/31	1,0	2,5	ЭКГ-5y	16	1,28	Д	1000	Ж
91	85/32	0,7	2,4	ЭКГ-12yc	14	0,7	П	15000	Ж
92	90/33	0,8	2,4	ЭКГ-10	11	0,7	Д	14000	А
93	95/34	0,9	2,1	ЭКГ-12	13	0,7	П	13000	А
94	35/12	0,1	1,5	ЭКГ-15	15	0,8	Д	12000	Ж
95	40/14	0,025	1,4	ЭКГ-20	14	0,8	П	11000	Ж
96	45/16	0,3	1,8	ЭКГ-12,5	15	0,9	Д	10000	А
97	50/20	0,3	1,6	ЭКГ-5А	10	1,28	П	9000	А
98	55/22	0,4	1,7	ЭКГ-8И	10	0,8	Д	8000	Ж
99	60/29	0,8	2,0	ЭКГ-4y	17	1,1	П	7000	Ж
100	70/25	0,9	2,1	ЭКГ-8y	15	1,0	Д	6000	А

$\sigma_{сж}$  – предел прочности коренных пород на одноосное сжатие;

$\sigma_{сдв}$  – предел прочности коренных пород на сдвиг;

$\gamma$  – плотность коренных пород в целике;

$A_{год}$  – годовой объем работ по коренным породам;

$h_y$  – высота уступа;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша экскаватора.

Схема взрывания: П – порядная; Д – диагональная.

Вид транспорта: А – автомобильный; Ж – железнодорожный.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
**«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»**

Горный институт  
Кафедра горных машин и комплексов

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине**  
**«Карьерные горные машины и оборудование»**

**Выполнил:**  
**студент гр. ОЭ-091**  
**Петров И. В.**

**Проверил**  
**ст. преп. Хуснутдинов М. К.**

**Кемерово 2014**

Составители  
Михаил Константинович Хуснутдинов  
Павел Владимирович Буянкин

## **КАРЬЕРНЫЕ ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов направления подготовки 130400.65 «Горное дело»  
специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование»  
очной и заочной форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 03.06.2014. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,8.  
Тираж 24 экз. Заказ  
КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.