

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Строительно-дорожные машины»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Проектирование и расчет основных параметров одноковшовых
экскаваторов с рабочим оборудованием драглайн**

Ташкент – 2014

1. Общие положения

Курсовой проект представляет собой единый комплекс задач, тесно связанных между собой, и завершает подготовку студентов по данному разделу курса. Целью курсового проектирования является обучение студента методике реального проектирования одноковшовых экскаваторов оборудованных драглайном и освоение навыков по разработке конструкторской документации.

Конструкторская документация, разрабатываемая студентом при выполнении проекта по одноковшовым экскаваторам оборудованных драглайном состоит из графической и текстовой части. Графическая часть курсового проекта представляет собой 3-4 листа формата А4 по ГОСТ 2.301-68.

Курсовое проектирование осуществляется в последовательности указанной в блок схеме расчета (рис. 1).

Исходными данными при выполнении курсового проекта является вес экскаватора емкость ковша, мощность двигателя и физико-механические характеристики разрабатываемого материала (категория грунта). В зависимости от исходных данных осуществляется разработка вопросов введения.

Назначение, устройство и анализ конструкции драглайна.

Одноковшовый экскаватор-драглайн представляет собой весьма распространенный тип экскаватора с гибкой связью ковша и предназначено для разработки грунтов I...IV групп ниже уровня стоянки экскаватора. Рабочее оборудование драглайна позволяет при незначительных, затратах времени легко изменять параметры разработки.

3. Ковш особой конструкции, открытого спереди и сверху;

4. Узла наводки, состоящего из блочной обоймы особой конструкции, в которой две пары канатных блоков поставлены под прямым углом друг к другу, обеспечивая правильное направление каната при любом положении стрелы. Основные особенности экскаватора-драглайна отличающие его от других типов экскаваторов, сводятся к следующему:

1. Ковш специальной конструкции подвешивается на легкой стреле кранового типа с помощью особой системы канатов

2. Капание грунта производится ниже уровня стоянки машины движением ковша "на себя". Угол наклона стрелы в период работы ковша не изменяется. Радиус копания и высоты при отвала при прочих равных условиях несколько больше, чем у других типов экскаваторов.

3. Высыпание грунта, как правило, производится в отвал, высыпания в транспорт неудобно из-за раскачивания ковша;

4. Эскавация твердых грунтов без предварительного рыхления невозможно, так как режущие способности ковша ограничивается его собственным весом; очень удобно эскавация влажных и мокрых грунтов и даже эскавация грунта из воды.

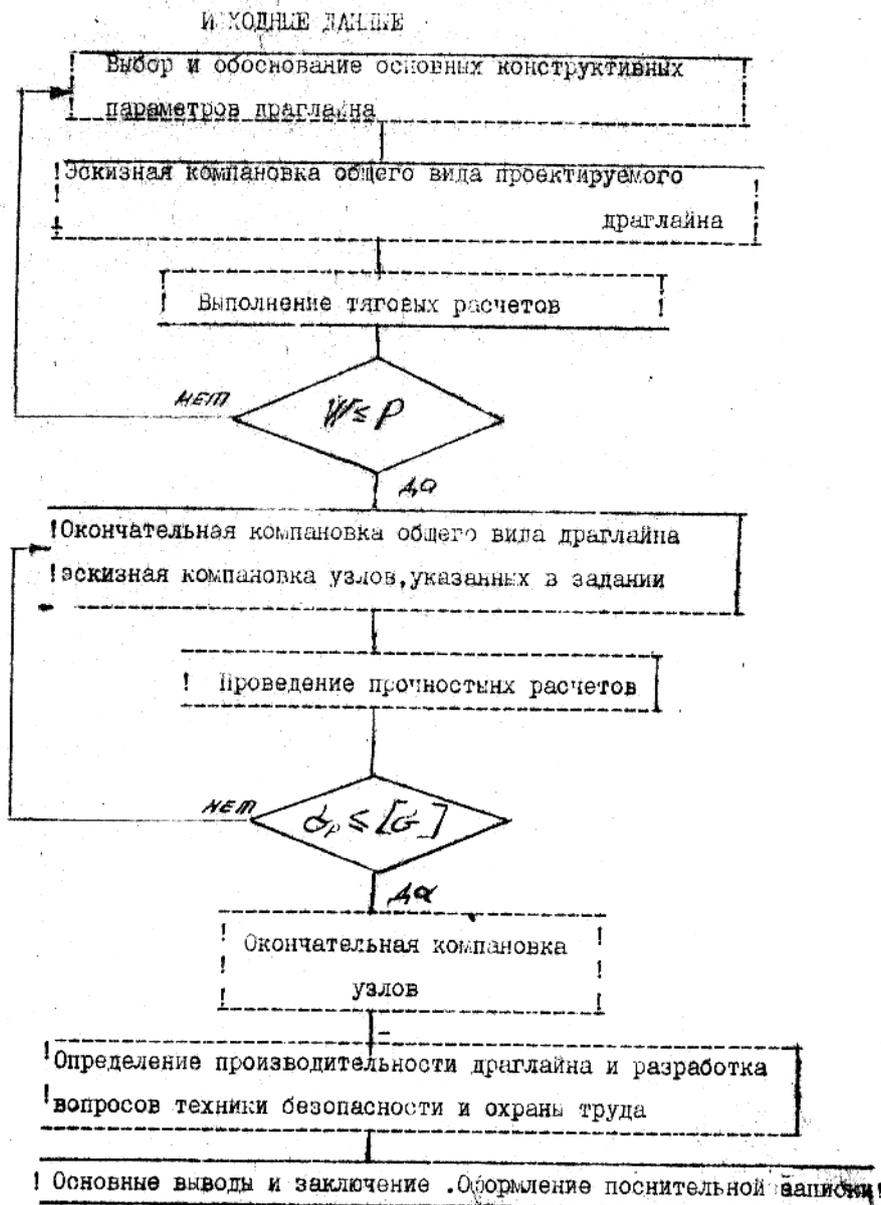


Рис. 1. Блок-схема выполнения курсового проекта

Экскаватор-драглайн с успехом применяют на открытых горных разработках, в строительстве, на очистке каналов и водоемов, на мелиоративных работах и т.д. Драглайн на легких, средних и влажных грунтах дает большую производительность, но требует высокой квалификации и опыта обслуживающего персонала.

Например, изменяя угол наклона стрелы, можно увеличить высоту разгрузки, а, следовательно, и объем отвала, применяя вставки можно легко использовать стрелы в 1,3...1,5 раза больше длины. Изменение угла наклона стрелы с 30 по 45° приводит к сокращению времени поворота на 3...1 %. Применение удлиненных стрел приводит к удлинению продолжительности цикла 6...2 %. Активное усилие на зубьях ковша драглайна обеспечивается за счет массы ковша и усилия в тяговом канате.

Одноковшовый экскаватор драглайн состоит из следующих основных частей:

1. Опорно-ходового оборудования, предназначенного для размещения на нем всех механизмов, а также для технического транспортного продвижения;
2. Поворотной платформы с механизмами и аппаратурой управления;
3. Рабочего оборудования смонтированного на поворотной платформе и предназначенного для выполнения основных функций экскаватора.

Рабочее оборудование драглайна состоит из следующих основных элементов:

1. Стрелы кранового типа, прикрепленной одним концом к шарниру поворотной платформы, а другим концом к полиспасту лебедки подъема стрелы;
2. Блочной-полиспастной системы рабочих канатов подъемного, тягового и разгрузочного.

Выбор и обоснование основных параметров

Выбор исходных данных для проектирования драглайна осуществляется, согласно варианту из таблицы П.1. Заданными величинами являются емкость ковша, вес экскаватора, категория грунта и тип ходового оборудования. Искомые величинами при проектировании являются:

- 1) вес основных элементов машины;
- 2) рабочие размеры и размеры рабочего оборудования;
- 3) усилия, скорости привода отдельных механизмов.

Рабочие габаритные размеры драглайна вычисляют обычно по зависимостям типа

$$A = R_p \sqrt[3]{G}$$

где A - линейный размер,

G - вес машины,

R_p - размерный коэффициент.

Мощность силовой установки определяется:

$$N_{об} = R_N \cdot G$$

где R_N - коэффициент мощности ($R_N=1,26$);

Продолжительность цикла определяется:

$$t = R_u \sqrt[5]{G}$$

где R_u - коэффициент цикла $R_u=1,0$

Определение длины стрелы драглайна

Длина стрелы драглайна определяется в зависимости между стандартной длиной стрелы и весом экскаватора, а также зависимость между габаритами максимального ковша и длиной стрелы в таблице 2 приводятся порядок расчета длины стрелы. Драглайны работают с различными наклонами стрелы к горизонту, меняющимся в пределах от 25 до 40°. Максимальная глубина копания для одной и той же длины стрелы достигается при углах ее наклонах 25-30°.

Основными габаритами стрел, которые приходится определять при их проектировании являются длина стрелы, которая обычно определяется

техническим условиями, и размеры, определяющие форму стрелы. Этими размерами являются:

1. Максимальное расстояние между верхними и нижними поясами, которое в среднем выбирается равным /больше при меньшей длине/ $h=L_c/22 \div L_c/30$

2. Расстояние между верхними и нижними поясами у пяты стрелы, разное обычно $0,4h$ и у головы стрелы, равное $0,5h$ иногда эти размеры делают меньше приведенных /до $0,25h$ /.

3. Расстояние между левыми и правыми и пяты стрелы: принимается равным при длине стрелы до 30 м; для весьма длинных стрел это расстояние выбирается обычно соответственно ширине и конструкции поворотной платформы. $H= L_c/8 \div L_c/12$

4. Расстояние между левыми и правыми поясами у головы стрелы равное $1/4H$.

Указания по определению ориентировочной величины веса стрелы были приведены табл. 2.

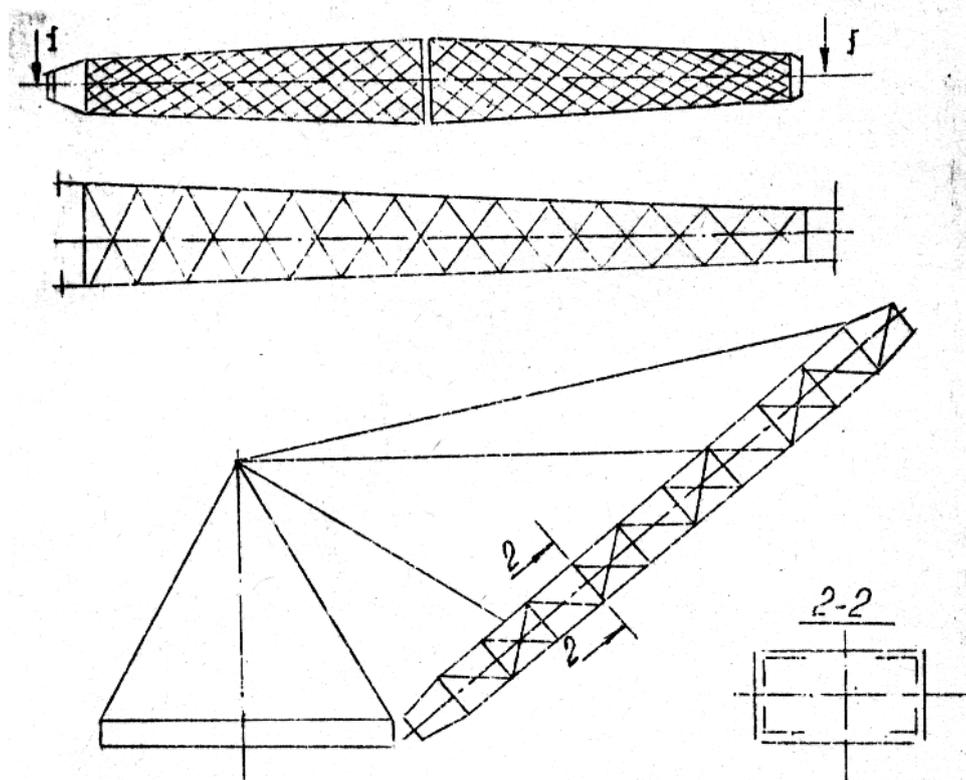


Рис. 2. конструкция стрел драглайна
а – решетчатая, б – рыбообразная.

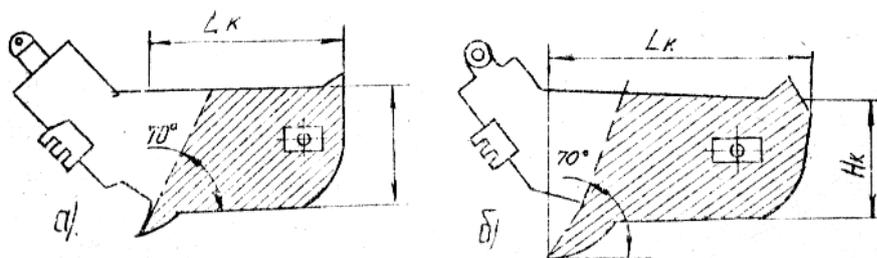


Рис. 3. Схема расчета ковша драглайна

Таблица 2

№ пп	Обозначение	Наименование параметров	Формулы зависимости	Примечание
1	$N_{дв}$	Мощность дизеля в л.с	$N_{дв}$	Табл.1
2	η_m	К.П.Д. на тяговом канате	$\eta_m=0,91$	
3	V_m	Скорость тягового каната	$V_m=0,766 м/с$	
4	S_{mmax}	Максимальное усилие в тяговом канате по ряду	$S_{mmax}=75N\eta_m/1000V_m=0,089Ng$	
5	S_m	Тяговое усилие принимаемое при определенной емкости ковша	$S_m=0,9S_{mmax}$	
6	V_n	Скорость подъемного каната не менее	$V_n \geq 0.84$	
7	$G_{пов}$	Вес поворотной платформы	$G_{пов}=(0,5 \div 0.6)G$	
8	T_y	Путь наполнения ковша: а) когда известен вес экскаватора ковша	$T_y=1,7\sqrt[3]{G}$	
9	β	Угол откоса забоя	$\beta=45^0$	
10	F	Площадь снимаемой стружки	$F=q/T_y$	
11	$G_{гус}$	Вес гусеничного хода	$G_{гус}=(0,3 \div 0,4)G$	
12	K_o	Расчетное (условие) приведенное в 1 см ² стружки усилия	$K_o=P_{op}+P_{он}+P_{ом}/B_k h c$	
13	G_c	Вес стрелы драглайна с наводкой с полиспастом и канатами	$G_c=0,07G$	
14	G_n	Вес наводки драглайна	$G_n=0,01G$	
15	L_{cy}	Длина стандартной стрелы в зависимости от G	$L_{cy}=4\sqrt[3]{G-1,7}$	
16	L'_{cy}	Длина стандартной стрелы в зависимости от q	$L'_{cy} \geq 1,2\sqrt[3]{q-0,1}$	

Определение размеров ковша драглайна

Номинальная емкость ковша драглайна есть геометрическая емкость (см. рис. 3) ориентировочно можно подсчитать по формуле:

$$q_k = C_k B_k H_k L_k$$

где C_k - коэффициент учитывает уменьшение объема на закругленные ковша и угол откоса грунта, принимаемый 70° .

Для ковшей с прямоугольным режущим периметром оснащенным зубьями коэффициент C_k принимается равным $C_k=0,86$, а для ковшей с полукруглым режущим периметром без зубьев $C_k=0,76$

Фактическая емкость ковша драглайна должна проверяться согласно схем "а" и "б" на рис. 3. При весе ковша G_k выше определенного он будет зарываться в грунт, а при меньшем весе будет скользить по поверхности, чтобы обеспечить врезание в грунт легких ковшей, применяется ковш с выступающей вперед и вниз острой кромкой, или с двумя выступающими средними зубьями. Оба мероприятия служат для концентрации усилия на малом участке кромки и острия зубьев.

Вес ковшей, их емкости и категории разрабатываемого ими грунта должны находиться в определенном соотношении. При нарушении этого соотношения ковши будут плохо заглубляться и наполняться, либо наоборот слишком глубоко зарываться в грунт.

Ориентировочный вес ковшей G_k в т, в зависимости от емкости ковша q_k в м³ составляет:

для легких грунтов: $G_{лк} = 0,8(1,6 + 0,034 q) \sqrt[3]{q^2}$
 для средних грунтов: $G_{ск} = 0,65(2,4 + 0,05 q) \sqrt[3]{q^2}$
 для тяжелых грунтов: $G_{тк} = 0,53(3,85 + 0,08 q) \sqrt[3]{q^2}$

Путь наполнения ковша определяется:

$$S_{ков} = 1,41 H_1 \cdot L_k$$

где H_1 – глубина забоя в м;

L_k – длина ковша.

Практикой выработаны следующие соотношения габаритов ковшей драглайна в зависимости емкости ковша «q» приведены в таб. 3 и таб. 4.

Ковши обычной конструкции, оснащенные зубьями (см. рис.).

Таблица 3

№ пп	Обозначение	Наименование параметров	Формулы зависимости	Примечание
1	q	Емкость ковша в м ³	$q = 0,86 \cdot B_k \cdot H_k \cdot L_k$	
2	B_k	Ширина ковша по внутреннему размеру в м	$B_k = (1,15 \div 1,2) \sqrt[3]{q}$	
3	H_k	Высот ковша в м	$H_k = 0,75 \sqrt[3]{q}$	
4	L_k	Длина ковша в м	$L_k = 1,35 - 1,3 \sqrt[3]{q}$	
5	K_k	Габарит ковша после разгрузки	$K_k = 3,2 \div 3,4 \sqrt[3]{q}$	
6	j_k	Минимальный задний угол резания	$j_k \geq 7^\circ$	

Ковш с полукруглой режущей кромкой (конструкции проф. Федоров Д.И.) без зубьев (см. рис.).

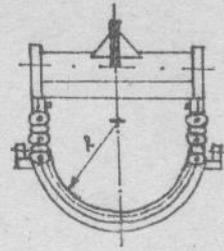
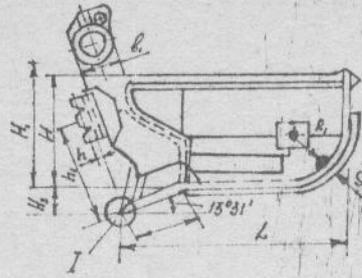


Рис.4. Ковш с полукруглой режущей кромкой.

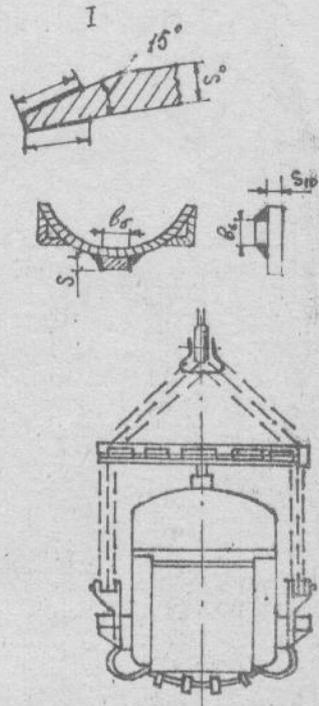
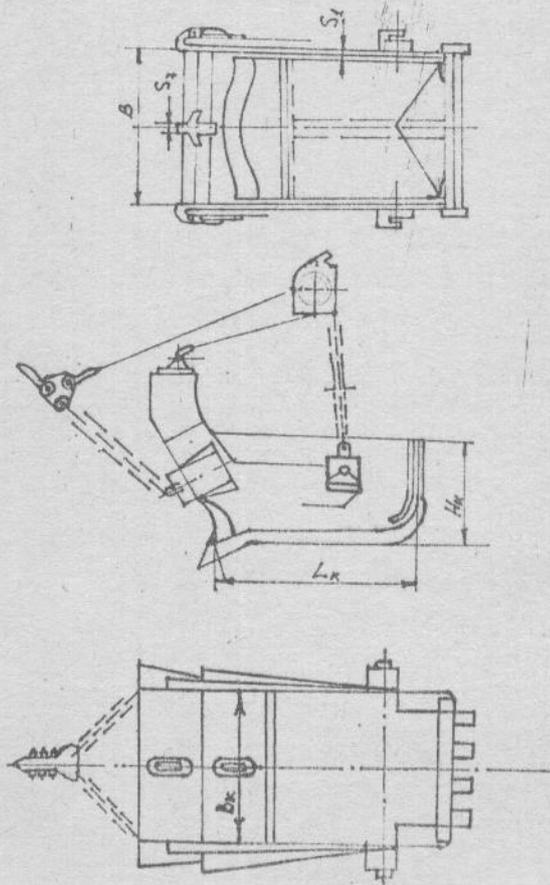


Рис.5. Ковш обычной конструкции оснащенный зубьями.

Таблица 4

№ пп	Обозначение	Наименование параметров	Формулы зависимости	Примечание
1	q	Емкость ковша в м ³	$q=0,76 \cdot B_k \cdot H_k \cdot L_k$	
2	B_k	Ширина ковша по внутреннему размеру в м	$B_k=1,1 \sqrt[3]{q}$	
3	H_k	Высот ковша в м	$H_k=0,8 \sqrt[3]{q} \div 0,75 \sqrt[3]{q}$	
4	L_k	Длина ковша в м	$L_k=1,5 \sqrt[3]{q} \div 1,6 \sqrt[3]{q}$	
5	$Ч_{кл}$	Радиус закрепления днища в поперечном сечении в м	$Ч_{кл}=0,605 \sqrt[3]{q}$	
6	K_k	Габарит ковша после разгрузки	$K_k=3,2 \div 3,4 \sqrt[3]{q}$	
7	j_k	Минимальный задний угол резания	$j_k \geq 7^\circ$	
8	$в_1$	Ширина пояса козырька арки в мм	$330 \sqrt[3]{q}$	
9	R R_1	Радиус закругления, мм козырька и передней стенки или днища в мм задней стенки	$605 \sqrt[3]{q}$ $400 \sqrt[3]{q}$	
10	$в_1$ $в_2$	Ширина в полоза, мм окаймляющий полос $в_2$	$150 \div 160 \sqrt[3]{q}$ $50 \sqrt[3]{q}$	
11	T	Наплавка режущей кромки	$2S_o$	
12	S_o S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 S_7	Толщина мм: козырька S_o листов корпуса, задней и передней стенок S_1, S_2, S_3 листов продукции, S_4 полоза S_5 пояса козырька, арки S_6 окаймляющие полосы S_7	$40 \sqrt[3]{q}$ $(0,25 \div 0,3)$ $25 \sqrt[3]{q}$ S_o $S_o - S_1$ $14 \sqrt[3]{q}$	
	H_1^1 H_2^1	Высота арки ковша от днища H_1^1 ордината нижней точки режущей кромки козырька H_2^1	$1065 \sqrt[3]{q}$ $145 \sqrt[3]{q}$	

Тяговой расчет драглайна

Общее сопротивление эскавации $W_{общ}$ преодолевается активным усилием W_o направленным касательно к траектории ковша, которое может быть разложено на усилие резания и сдвига грунта W_p направленное по касательной к режущей грани ковша,

$$W = W_p + W_m + W_n = G_p \theta_1 S + N f_1 + q R_n f_2 j$$

где, W_o – усилие, преодолевающее сопротивление грунта экскавации (т.е. резанию, сдвигу и трению ковша), направленное по касательной к траектории ковша W_p – сопротивление грунта резанию; W_m – сопротивление трению ковша о грунт; W_n – сопротивление перемещению призмы волочения и грунта в ковше; σ_p – удельное сопротивление грунт резанию.

B – ширина режущей кромки ковша;

S – толщина стружки;

N – нормальное давление ковша на грунт: $N = W_p / \sin \delta + f_1 \cos \delta$;

f – коэффициент трения ковша о грунт: (0,5÷0,7);

q – емкость ковша;

R_n – коэффициент наполнения ковша (0,55÷1,25);

f_2 – коэффициент трения частиц материала друг о друг : (0,8÷1,0);

j – насыпной вес грунта: (1,82÷2,0 т/м³).

Толщина стружки S при работе драглайном определяется из формулы

$$S = \frac{q(1 + \lambda)}{\varphi \cdot l_k \cdot \epsilon \cdot R_p}$$

где q - емкость ковша;

l_k – длина днища ковша;

ϵ – ширина режущей кромки ковша;

φ, λ - коэффициент из таблицы П.5;

R_p – коэффициент из таблицы П.3.

Численное значение коэффициента удельного сопротивления резания и копания для различных категории грунтов приводится в таблице П.7.

Усилие действующие на рабочее оборудование

Для определения оптимальной комбинации действующих усилий и моментов на рабочее оборудование экскаватора драглайна рассмотрим этапы рабочего цикла: (Рис. 6).

1. Забрасывание ковша в забой производится ослаблением тягового каната при исходном положении ковша. При этом ковш подвешенный на подъемном канате совершает маятниковое движение и при ослаблении подъемного каната падает на грунт.

2. Углубление ковша в грунт после забрасывания производится выбиранием тягового каната при ослабленном подъемном канате, последний остается ослабленным до тех пор, пока ковш углубится в грунт, после канат подтягивается, обеспечивая лучшее заполнение ковша и выход его из забоя.

3. Выход ковша из забоя производится, также тяговым канатом при соответствующем регулировании натяжения подъемного каната в зависимости от степени наполнения ковша.

4. Подъем наполненного коша для поворота экскаватора к отвалу производится подъемным канатом: при этом тяговой канат должен иметь соответствующие натяжение для поддержания ковша в горизонтальном

положении. Из рассмотренных этапов работы драглайна можно сделать следующие выводы: наиболее тяжелым расчетным положением ковша и упряжки следует считать положение ковша в начале зачерпывания, когда ковш направлен под уклон и зацепился за препятствие.

Сопротивление копания определяется по формуле:

$$P_{01} = R_1 \cdot \epsilon S_0 = \frac{R_1 \cdot q_1 (1 + \lambda)}{\phi l_k R_p}$$

q_1 - объем ковша;

λ, ϕ - коэффициент зависящий от категории грунта и времени наполнения (см. табл. II.5).

Номинальная составляющая сопротивления копания:

$$P_{02} = \psi \cdot P_{01}$$

где ψ - коэффициент сопротивлению копания:

$$\psi = 0,4 \div 0,6$$

В рассматриваемом случае на ковш драглайна действуют следующие усилия (R_0): усилие тягового каната T_{max} собственный вес ковша G_k .

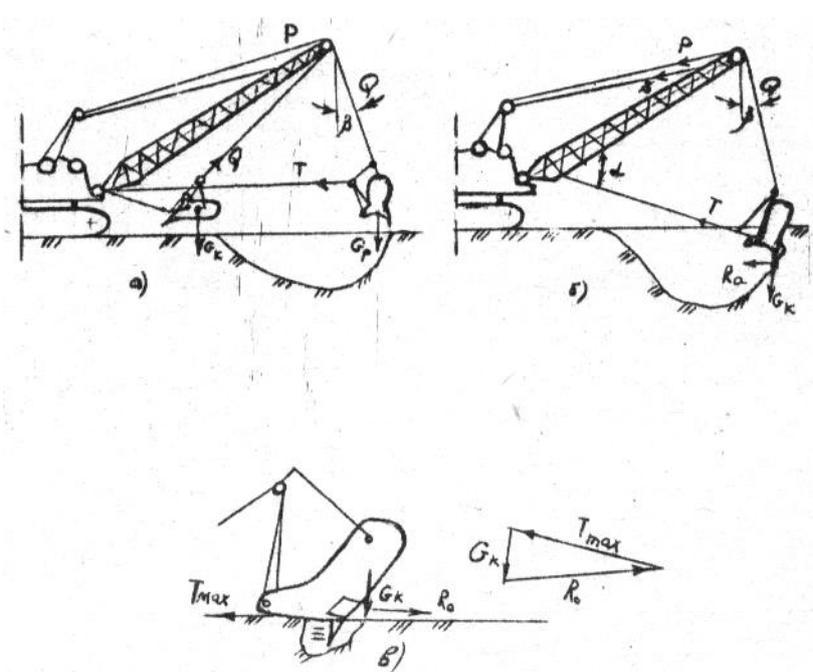


Рис. 6. Усилия действующие на рабочее оборудование

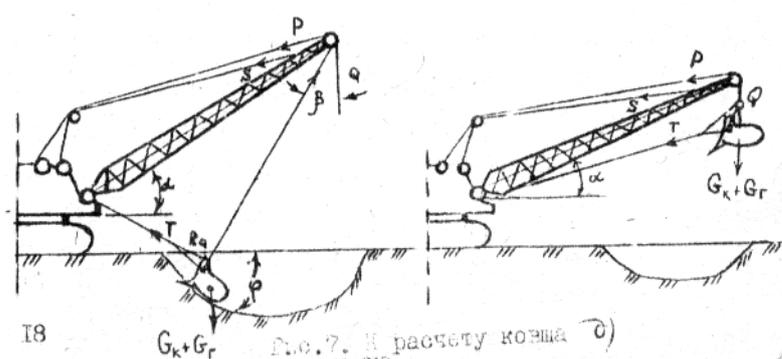


Рис. 7. К расчету ковша драглайна.
а – приложение к зубу.

составляющая реакции группа R_l направленная нормально к режущей кромке.

Если известны по величине и направлению сила тяжести ковша и направление усилий T_{max} и R_n , то можно исходя из условия пересечения этих сил в одной точке при равновесии системы, графическим построением определить величину неизвестных усилий T_{max} и R_n (рис. 6). Козырек ковша рассчитываем на действия усилия сопротивления грунта R_o , которое может быть разложено на два направления /рис 6./ усилие R_n , действующее нормально к козырьку и изгибающее его, и усилие R_e , действующее вдоль режущей кромки козырька. Козырек ковша шириной b следует рассчитывать на изгиб от силы $R_n = R_o \cos \beta_l$, приложенной к одному среднему зубу или равномерно распределенной по всей длине козырька.

Расчет драглайна на прочность

Ковш драглайна представляет собой оболочку у которой отсутствует передняя верхняя стенка. Основными нагрузками, действующими на ковш драглайна, вызывающими деформацию стенок ковша являются усилия в тяговых цепях. Эти усилия дают составляющие, направленные перпендикулярно боковым стенкам ковша, являющиеся основными расчетной нагрузками и обладающие симметрией. Тяговое усилие T принимает максимальное значение и полностью передается на зубья ковша, а собственным весом последнего нагружается и козырек. Этот случай является наиболее тяжелым для работы ковша.

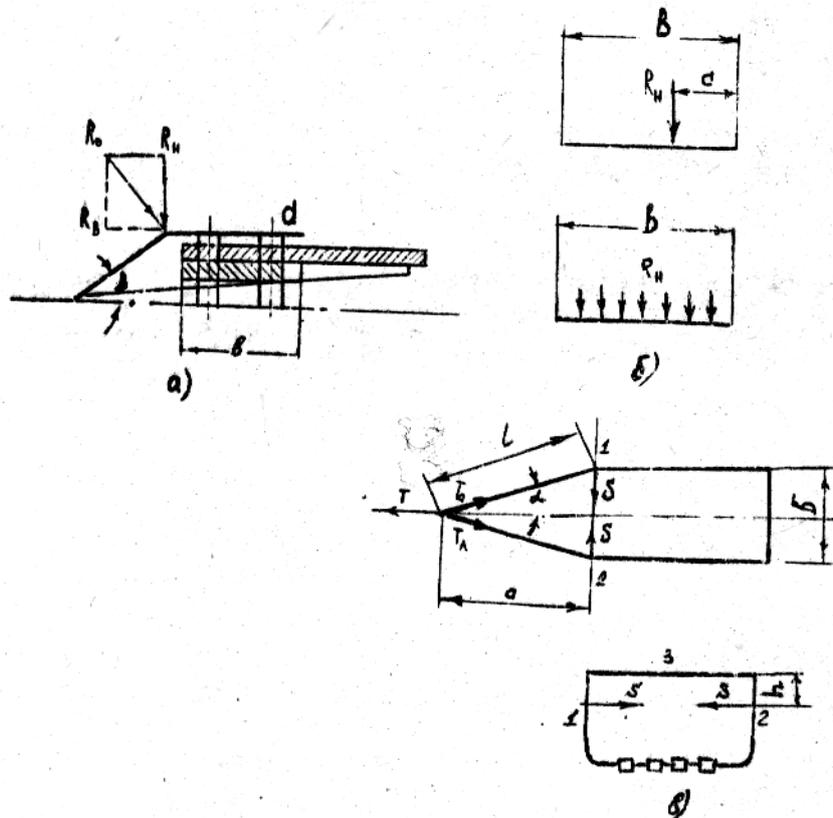


Рис. 8. К расчету ковша драглайна.

- а - R_n приложение к зубу;
- б - R_n приложена на расстоянии G от боковой стенки;
- в - расчет козырька ковша

Зуб при копании действует также сила трения F направленная по плоскости зуба и равная $F=R_n f$, где f - коэффициент трения грунта по стали. Но этой силой при расчете козырька можно пренебречь, учитывая большой момент сопротивления козырька в этом направлении. Рассматривая козырек открытого ковша драглайна как балку на двух опорах разбираем два возможных случая ее нагружения. В случае, если сила R_n приложена к одному из средних зубьев, расположенных на расстоянии от боковой стенки /рис 8/ наибольший изгибающий балку момент будет:

$$M = \frac{R_n C (e - c)}{e}$$

Для случая равномерного распределения усилия по всему козырьку /рис 8/ наибольший изгибающий балку момент будет:

$$M' = \frac{R_n e}{8}$$

Для расчета принимаем наибольший момент. Напряжение изгиба козырька будет:

$$G_{из} = \frac{M}{W}$$

где W - момент сопротивления сечения козырька /рис. 8/

$$W = K \frac{(e_1 - n \cdot a)(\delta_1 + \delta_2)^2}{e}$$

Здесь $\kappa=1,2 \div 1,3$ - коэффициент добавочное сопротивление основного листа;

e - ширина козырька ковша;

n - число болтов;

a - диаметр болтов;

δ_1 - толщина козырька;

δ_2 - толщина листа.

Учитывая износ козырька и динамику его движения, рекомендуется принимать $K=1,0$.

При определении сил инерции с грунтом, узлы и агрегаты, расположенные на платформе, рассматривается как отдельно сосредоточенные нагрузки, а масса стрелы предполагается распределенной по ее длине.

Расчет стрелы драглайна /прочностной расчет/.

Стрела работает в основном на продольный изгиб от действующей на нее сжимающей нагрузки, на поперечный изгиб в вертикальной плоскости от действия сил собственного веса и на поперечный изгиб в плоскости, проходящий через продольную ось стрелы, от действия инерционных сил при разгоне ими торможения поворотной платформы.

Вес решетчатой стрелы в зависимости от емкости ковша и длины стрелы можно определить по формуле:

$$G_c = /0,125 + 1,7/q_k \cdot L_c \cdot m - \text{где } q_k - \text{емкость стандартного ковша в м}^3.$$

L_c - длина стрелы в м;

m - равно 0,96 - коэффициент веса элементов ковша.

При дополнительных подвесках вес стрелы определяется по формуле:

$$G_c = 0,125 + 0,16/q_k \cdot L_c \cdot m$$

При разгибе нагрузок стрела драглайна под минимальным рабочим углом наклона α_{min} . Положение грузенного ковша драглайна у головы стрелы определяется из условий равновесия ковша с грунтом по заданному тяговому усилию в канате. Подъемный канат при этом выбран до возможного допустимого конструкцией верхнего положения, и затем лебедка подъема стрелы заторможено. Из многоугольника сил /рис. 9 /определяют реакцию пяте стрелы по весу стрелы G_c , натяжением подъемного каната S_n /рис. 9/ и $S_{нк}$, силе инерции стрелы $G_{см}$ см, и натяжения канатов подъема стрелы S_{nc} .

Сила инерции стрелы определяется

$$G_{см} = \frac{C_c \cdot \omega^2}{2L_c \cdot q_k \cdot \cos \alpha_{min}} (b^2 - a^2)$$

где a - расстояние от пяти стрелы до оси вращения $a \leq 0,5 \sqrt[3]{q}$

b - расстояние от оси вращения до головы стрелы

$$b = a + L_c \cdot \cos \alpha_{min}$$

W - угловая скорость платформы.

Натяжение канатов подъема стрелы S_{nc} определяется из уравнения моментов относительно шарнира пяти стрелы /точка О/

$$S_{nc} = \frac{1}{\tau_{nc}} [M_o + G_c (X_o - a) + G_{к+э} x / \epsilon_1 - a / - S_{нк} \cdot n]$$

Здесь M_o - момент от сил инерции стрелы:

$$M_o = \frac{G_c \cdot \omega_{max}^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{min}}{G \cdot L_c \cdot q_k \cdot \cos \alpha_{min}} (2B^3 - 3a \cdot b^2 + a^3)$$

Разлагая реакция пяти стрелы S на составляющие вдоль стрелы и перпендикулярно к ней, получают силу S_c , сжимающую стрелу, и силу S_l вызывающую ее изгиб в вертикальной плоскости. Относительно сечения $m-m$, расположенного в середине стрелы, эти силы дают сжатые стрелы с моментом $\pm S_c e$ и вызывают поперечный изгиб моментов:

$$M_A = S_n \frac{L_c}{2}$$

Момент M_A больше действительного за счет недоучета обратного момента от собственного веса и сил инерции нижней части стрелы. При начале торможения поворотного движения /с угловым замедлением ϵ / в плоскости, проходящей через ось стрелы и перпендикулярной к плоскости действия сил S_c , и S_l , возникают инерционные усилия от масс стрелы и ковша с грунтом, которые дают момент относительно пяти стрелы:

$$M_\epsilon = \frac{\epsilon}{q} \left[\frac{G_c}{6L_c \cos^2 \alpha_{min}} (2b^2 - 3ab^2 + a^3) + G_{к+э} \epsilon_1 \frac{b-a}{\epsilon_1 - a} \right]$$

Момент M_ϵ действующий в плоскости перпендикулярной наклону стрелы, в стреле, состоящей из четырех стрижней, одной стороны стрелы и растяжения стрижней другой стороны и соответственно по сравнению с статическим состоянием нити стрелы. До недавнего времени стрелы экскаватора

изготавливались из обыкновенных сталей с пределом тяжести 240 МПа. Допускаемое напряжение принималось равным 160МПа. В настоящее время ряд заводов с успехом применяют низколегированные стали, имеющие высокий предел текучести, что позволяет уменьшить вес стрелы на 10-15 %.

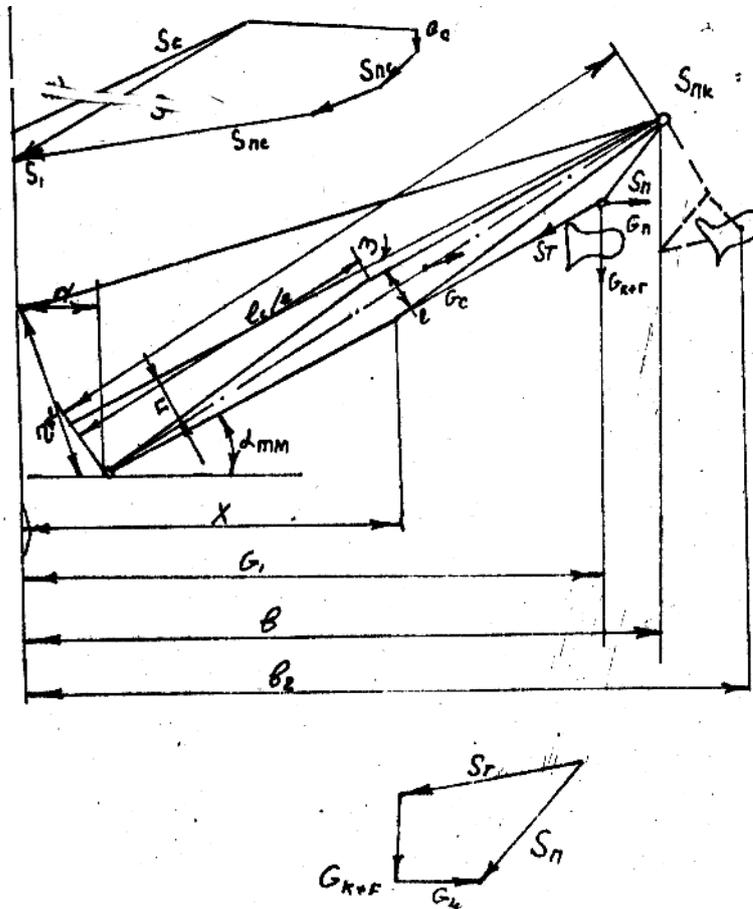


Рис. 9. К расчету стрелы драглайна.

Устойчивость драглайна

Для драглайна достаточно проверить устойчивость при одном положении /рис. 10/. Экскаватор работает на площадке с уклоном: $\alpha=12^\circ$. Стрела с наполненным ковшом на полном вылете под углом $\lambda=30^\circ$ к горизонту поворачивается от забоя к отвалу и находится в положении поперек гусеницы. Действует статические и инерционные силы. Опрокидывание возможно около оси O_2-O_2 . Опрокидывающий момент с учетом инерционных сил

$$M_{оп}^1 = R_o M_{оп} = R[(G_k + G_z)(\tau_k \cos \alpha_1 + h_k \cos \alpha_1) + G_c(\tau_c \cos \alpha_1 + h_c \cos \alpha_1)]$$

где, $R_o=1,3 \div 1,4$ – коэффициент, учитывающий влияние инерционных усилий.

Восстанавливающий момент

$$M_{восст} = Q_1 \left(a + \frac{B}{2} \right) \cos \alpha_1 + Q_2 \left(\tau_n + \frac{B}{2} \right) \cos \alpha_1 + Q_3 \frac{B}{2} \cos \alpha_1$$

Коэффициент устойчивости

$$R = \frac{M_{\text{восст}}}{M'_{\text{опр}}} \geq 1,1 \div 1,2$$

Для драглайнов большой мощности угол наклона местности следует принимать $\alpha_1 < 7^\circ$, а запас устойчивости

$$R \geq 1,15 \div 1,25$$

Для обеспечения нормальной работы драглайна максимальное усилие тягового каната не должно быть больше силы сцепления гусеницы с грунтом, ибо в противном случае экскаватор будет сдвигаться с места при достижении максимального тягового усилия. Следовательно, необходимо обеспечить условие

$$S_{\text{max}} < T_\phi$$

где T_ϕ - сила сцепления гусениц с грунтом. Изменение усилий T и определяется в зависимости от величины $G_k + G_2$

$$S = (0,5 \div 0,4)(G_k + G_2)$$

$$Q = (0,9 \div 1,3)(G_k + G_2)$$

где Q – усилие в подъемном канате со стороны ковша;

S – усилие в тяговом канате;

G_k – вес ковша;

G_2 - вес ковша с грунтом.

В том случае, когда при расчете драглайна запас устойчивости получается больше рекомендуемых значений, можно соответственно уменьшить противовес, увеличить длину стрелы, или увеличить емкость ковша с тем, чтобы более рационально использовать экскаватор.

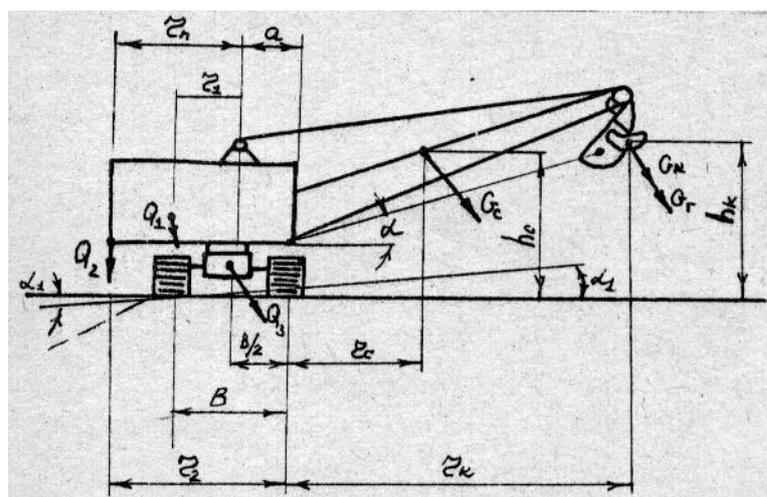


Рис. 10. К расчету устойчивости драглайна.

Определение производительности экскаватора-драглайна

На этапе проектирования производительности драглайна определяется по формуле: $P_0 = 60qn_u$ м³/час.

где q – емкость ковша в м³;

n_u – расчетное число циклов в минуту

$$n_u = \frac{60}{t_u}$$

где t_u – продолжительность в сек.

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$$

где $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ соответственно время копания, подъема ковша в высоту выгрузки, поворота на разгрузку, разгрузка поворот порожнего ковша в забой, опускание ковша в забой в сек.

Значение средней расчетной продолжительности цикла можно рассчитать по формуле: $n_u = 15,6 q_k^{0,2}$.

Где $q_k^{0,2}$ - емкость ковша. Техническая производительность определяется, по формуле:

$$P_T = P_0 \cdot R_2$$

где R_2 – коэффициент влияния грунта

$$R_2 = R_n / R_p$$

где R_n коэффициент наполнения /приведенные в табл. приложении/ R_p - коэффициент разрыхления /табл. № 3 в приложении/ грунта.

Эксплуатационная производительность зависит от технической P_T и определяется формулой $P_э = P_T \cdot R_э$, где $R_э$ - коэффициент использования его во времени /для одноковшовых экскаваторов/ значение коэффициента $R_э$ колеблется от / 0,6÷0,78 / в зависимости от конкретных условий труда.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

При эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте экскаваторов для безопасного ведения всех видов работ следует строго соблюдать требования техники безопасности во избежание несчастных случаев и аварий.

К работе на экскаваторах допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Обслуживающий персонал должен работать в оптимальной одежде, соответствующей климатическим условиям. На машине должна быть аптечка первой медицинской помощи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение пояснительной записки должно содержать;

- краткую техническую характеристику спроектированного драглайна;
- основные достоинства спроектированной машины /по сравнению с мощными аналогами/;
- обоснование целесообразности разработанной и модернизированной конструкции;

Список рекомендуемой литературы

1. Ветров Ю.А. и др. Машины для земляных работ. Киев 1981г.
2. Гаркави Н.Г. и др. Машины для земляных работ. М. Машиностроение 1982г.
3. Крутиков И.П. "Экскаваторы", М: Машиностроение, 1964 г.
4. Домбровский Н.Г. "Экскаваторы " М: Машиностроение, 1969 г.
5. Рейш А.К. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. М: Стройиздат,1983 г.
6. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. Строительные машины. М: 1985 г.
7. Атласы конструкции. Машины для строительства и содержания дорог.

Дополнительная

1. Волков Д.П., Николаев С.П. Повышение качества строительных машин. М: Стройиздат, 1984, - 168 с.
2. Абрамов Н.Н. "Курсовое и дипломное проектирование по дорожно-строительным машинам" - М: Высшая школа, 1972 – 120 с.
3. Баловнев В.И., Хмара Л.А. интенсификация земляных работ в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1983 г.

Стандарты и руководящие документы

- ГОСТ 2.001-70. Единая система конструкторской документации.
ГОСТ 2.301-68. Оформление чертежей.
РД.50.233-81. Методические указания /надежность в технике, оценка параметров машин по опрокидыванию, характеристики устойчивости/.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица II.1

Исходные данные для проектирования одноковшовых экскаваторов с рабочим оборудованием драглайн

№ варианта	Емкость ковша в м ³	Вес экскаватора в т	Категория грунта	Тип ходового оборудования
1	0,25	8,9	I	П/Х
2	0,35	10,7	II	П/Х
3	0,50	20,4	III	П/Х
4	0,75	20,7	I	-«»-
5	1,0	30,0	II	Г/Х
6	1,15	30,5	II	Г/Х
7	1,35	38,6	I	Г/Х
8	1,5	40,8	II	Г/Х
9	2	53	III	Г/Х
10	2,25	56	II	Г/Х

Таблица II.2.

Длина стрелы драглайна

Строительные машины			Карьерные машины	
Емкость ковша в м ³	Длина стрелы в м		Емкость ковша в м ³	Длина стрелы в м
	Для легких грунтов	Для тяжелых грунтов		
0,25	8,5-10,5	8,5-11	1,5	16-23
0,35	10-13	10,5-14	2	18-25
0,50	10,5-15	11-18	2,25	20-30
0,75	11-17	12-19	3	25-35
1,0	13-18	13,5-20	4	25-40
1,15	13,5-20	14-21	5	30-45
1,35	15-22	16-24	8	35-40

Таблица II.3.

Среднее значение коэффициентов K_p и $1/K_p$ для драглайна

Коэффициент	Категория грунта				
	I	II	III	IV	V-VI
K_p	1,15	1,20	1,25	1,33	1,43
$1/K_p$	0,87	0,83	0,80	0,75	0,70

Таблица II.4.

Максимальное значение K_n коэффициент наполнения

Наименование грунтов	Коэффициент наполнения для драглайна
Песок и гравий сухие, щебень и хорошо взорванная скала	0,80-0,90
Песок и гравий влажные	1,10-1,20
Суглинок	0,80-1,0
Суглинок влажный	1,15-1,25
Глина средняя	0,98-1,06
Глина влажная	1,16-1,28
Глина тяжелая	0,95-1,00
Плохо взорванная скала	0,55-0,80

Таблица II.5.

Коэффициент	Категория грунта			
	I	II	III	IV
φ	3,0	3,5	4,0	5,5
λ	0,4	0,3	0,25	0,2

Таблица II.6.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДРАГЛАЙНА (ГОСТ 9693-61)

№	Основные параметры	Емкость ковша драглайна в м ³					
		0,4	0,65	1,0	1,6	2,5	4,0
1	Мощность двигателя в квт	55	59	66	80	120	250
2	Наибольшая скорость передвижения в км/ч	20					
3	Среднее удельное давление на грунт	0,2	0,25	0,35	0,4	0,5	0,6
4	Расчетное усилие в тяговом канате в тс	3,2	5,0	8,0	12,5	20,0	31,5
5	Длина основной стрелы в м, не менее	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20
6	Наибольший радиус выгрузки (=30 в м)	3,6	4,4	5,4	6,4	7,7	9,2
7	Глубина копания при концевом переходе в м	5,9	7,2	8,9	10,8	13,0	15,6
8	Продолжительность цикла (при работе в отвал с поворотом на 135 в сек не более	18	22	24	28	32	36

Таблица II.7.

Коэффициент удельного сопротивления резанию и копанию

Категория грунта	Грунты	Для драглайнов МПа
I	Песок: супесь; мягкий и средний влажный и разрыхленный суглинок без включений	0,03-0,12
II	Суглинок без включений; гравий мелкий и средний; мягкая влажная или разрыхленная глина	0,12-0,2
III	Суглинок крепкий; глина средняя, влажная или разрыхленная; очень мягкие аргилиты и аллевропиты; уголь очень мягкий, рыхлый	0,16-0,3
IV	Суглинок крепкий со щебнем или галькой; глина крепкая и очень крепкая влажная; уголь мягкий; конгломерат, очень слабосцементированный (мягкий)	0,25-0,42
V	Сланцы средние; глина и песок крепкие сухие отвердевшие; глина спондиловая, мел, гипс, опоки, мер, фель; песчанки мягкие; коллоиды и уголь средней крепости; руда сфоритовая и марганцевая мягкая; скальная порода, хорошо взорванная (куски не более 0,3-0,4 ширины ковша)	0,4-0,55
VIII	Скальные и мерзлые породы, хорошо взорванные	2,3-3,1

Основные параметры и размеры ковшей драглайнов форм для III-VIII размерных групп представлены в табл. (ОН2201-65-67)

Параметр	Размерные группы ковшей драглайнов					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Емкость ковша, м ³	0,5	0,8	1,25	1,9	3,0	4,0
Масса ковша, кг	500	800	1250	1900	3000	4000
Размеры ковша, мм						
Ширина	835	980	1135	1385	1515	1670
Длина	1310	1540	1780	2045	2380	2620
Высота Н	600	700	810	930	1080	1200
Радиус закрепления, мм						
Днища	480	560	650	750	870	960
Задней стенки	320	370	430	495	575	635
Длина козырька, мм	395	455	540	520	720	795
Максимальная толщина козырька, мм	32	36	43	50	60	65
Толщина листов корпуса, мм	8	10	12	14	16	18

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общее положение	
2. Назначение устройство и анализ конструкции экскаваторов с рабочим органом драглайн	
3. Выбор и обоснование основных параметров	
4. Тяговый расчет драглайна	
5. Усилия действующие на рабочее оборудование	
6. Расчет на прочность драглайна	
7. Расчет стрелы на прочность	
8. Устойчивость драглайна	
9. Определение производительности драглайна	
10. Вопросы техники безопасности и охрана труда	
Заключение	
Список рекомендуемой литературы	
Приложение	