

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ,
СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ СРЕДСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания

по выполнению курсового проекта для специальности

23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства

(специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства
и оборудование»)

Чебоксары, 2025

Введение	4	5
1 Цели и задачи выполнения курсового проекта		
2 Организация работы при выполнении курсового проекта	6	
3 Методические указания по выполнению курсового проекта	7	
3.1 Общие сведения	7	
3.2 Пример расчета	9	
4 Структура курсового проекта	14	
4.1 Структура пояснительной записки	14	
4.2. Структура графической части	15	
Варианты заданий	17	
Библиографический список	18	

ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование по дисциплине «Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» (ППТСДСиО) способствует обобщению и закреплению теоретических знаний студентов и прививает им навыки самостоятельного решения инженерных задач при разработке конструкций сборочных единиц и машин.

При выполнении курсового проекта по ППТСДСиО студент использует ГОСТы, справочную литературу, изучает и применяет современные конструкции машин и лучшие достижения в области отечественного и зарубежного машиностроения. Дальнейшее развитие получают навыки выполнения чертежей, расчетов и составления текстовых конструкторских документов.

Объектами проектирования являются грузоподъемные, строительные и дорожные машины.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – самостоятельная работа учащегося, которая предусматривает систематизацию, закрепление и углубление знаний по конкретной дисциплине.

В процессе выполнения курсового проекта студенту необходимо выбрать наиболее рациональное решение поставленной перед ним задачи и показать умение пользоваться учебными пособиями, справочниками, периодической литературой, а также материалами проектных организаций и производств. Решения, принимаемые в курсовом проекте, должны отличаться прогрессивностью и, в большинстве случаев, приводить к повышению производительности труда.

Курсовой проект, как единый комплекс задач, тесно увязанных между собой, завершает подготовку специалиста по данной дисциплине и способствует последующему успешному выполнению дипломного проекта.

Таким образом, выполнение курсового проекта является важным подготовительным этапом к дипломному проектированию. Не исключена возможность того, что дипломный проект является дальнейшим развитием курсового проекта. Важной особенностью курсового проектирования является его практическая значимость, т. е. возможность последующего использования результатов проектирования в условиях реального производства. В частности, целесообразно осуществлять модернизацию машин и оборудования, находящихся в эксплуатации.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Учебным планом для выполнения курсового проекта по конкретной дисциплине предусмотрен определённый период времени. На протяжении этого времени каждому учащемуся выдается индивидуальное задание на курсовой проект, проводится вводное занятие, осуществляются групповые и индивидуальные консультации, а затем производится индивидуальный приём и защита курсового проекта.

Все перечисленные мероприятия выполняются руководителем проекта, который является ведущим преподавателем по данной дисциплине.

Общие требования, предъявляемые к заданию:

- конкретность вопросов, подлежащих разработке;
- полнота исходных данных, необходимых для выполнения курсового проекта;
- прогрессивность вопросов, разрабатываемых в курсовом проекте и их соответствие современному уровню развития науки и техники.

Задание выдается на вводном занятии, на котором освещаются также сведения о задачах курсового проекта по данной дисциплине, его значении для подготовки специалиста и для последующего выполнения дипломного проекта, уделяется внимание объему и содержанию проекта, а также методике его выполнения.

Курсовой проект включает графический материал и расчетно-пояснительную записку. Работа над графическим материалом и составление расчетно-пояснительной записки должны вестись параллельно, так как выбор тех или иных решений, отражаемых на чертежах, необходимо проверять и уточнять расчетами.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Общие сведения

Работу над проектом следует начать с изучения рекомендованной литературы и ГОСТов по данному виду машин, ознакомиться с конструкциями аналогичных существующих машин, тенденцией их развития, областью их применения.

После изучения рекомендованной литературы следует дать краткий обзор состояния производства машин проектируемого типа и разработать технико-эксплуатационные требования.

При обосновании видов машин, типа ее привода, системы управления и т.п. необходимо охватить комплекс вопросов:

1) производственных, таких как повышение производительности, требования к продукции, обеспечение качества, снижение отходов и т.п.;

2) технологических, связанных с изготовлением и эксплуатацией машины, унификацией деталей и узлов, их агрегатированием, ремонтпригодностью;

3) обеспечение возможности автоматизации выполнения рабочих процессов, включая возможность автоматической загрузки или разгрузки машины, автоматического регулирования при наличии обратной связи;

4) социальных, таких как облегчение труда, снижение уровня шума и вибрации и т.п.;

5) экологических, таких как исключение засорения воздуха, воды и грунта вредными газами и испарениями, вредными для окружающей среды жидкостями и пылевидными частицами, отходами производства и т.п.

Далее на основании задания обосновывается выбор типа рабочего оборудования, типа хода, привода и системы управления.

Расчетная часть проекта начинается с определения параметров рабочего оборудования исходя из данных задания. Содержание расчетной части приведено на примере экскаватора.

Статический расчет включает в себя определение веса противовеса и расчет трех видов устойчивости: рабочей, транспортной и собственной для экскаватора. Для землеройно-транспортных машин следует найти наибольший угол подъема машины в рабочем и транспортном режимах, а также предельный поперечный уклон при работе на косогоре. Для скреперов дополнительно определяется устойчивость при повороте. Для каждого расчетного случая необходимо дать расчетную схему в определенном масштабе с указанием сил и их плечей.

Расчет сопротивлений при работе. Для землеройно-транспортных машин производится тяговый расчет для глубины резания 5, 10 и 15 см на трех грунтах: глине, суглинке и песке. По полученным данным строятся графики зависимости сил сопротивления копания от толщины стружки для разных

грунтов и зависимости производительности от дальности перемещения грунта.

Для гидравлических экскаваторов должны быть определены активные усилия на зубьях ковша при копании поворотом рукояти и ковша, а также реактивные усилия в цилиндрах стрелы и ковша при копании поворотом рукояти и реактивные усилия в цилиндрах стрелы и рукояти при копании поворотом ковша. Строятся графики зависимости расчетного усилия копания от угла поворота рукояти (ковша), расчетные усилия сравниваются с фактическими, т.е. сопротивлениями, оказываемыми грунтом копанью.

Определение нагрузок на рабочее оборудование для землеройно-транспортных машин производится для нормальных условий работы в грунте определенной категории и включает в себя определение усилий, действующих на рабочий орган в различных режимах работы, усилий заглубления и подъема рабочего органа, критических усилий заглубления и подъема. Для скреперов дополнительно следует найти усилия открывания заслонки и разгрузки.

Прочностной расчет детали, указанной в задании начинается с выбора расчетных положений, их изображения и подробного описания. Далее вычерчиваются расчетные схемы полностью соответствующие конструкции машины и выбранным расчетным положениям, определяются нагрузки на рабочее оборудование и реакции в шарнирах и опорах, строятся эпюры усилий и моментов и выбирается опасное сечение. Выбранное для расчета сечение вычерчивается в масштабе с проставлением всех размеров, определяются напряжения в его элементах и сравниваются с допустимыми. Для точного определения наиболее нагруженной точки сечения необходимо построить эпюры напряжений в данном сечении.

Расчет привода рабочего оборудования включает в себя определение параметров привода главного рабочего движения машины. Для экскаваторов это движение копания: поворот рукояти прямой и обратной лопаты; перемещение ковша драглайна. Для погрузчиков это подъем стрелы при отрыве ковша с грунтом от массива грунта. Для бульдозеров и автогрейдеров это подъем и опускание отвала. Для скреперов – подъем ковша или выдвижение задней стенки при принудительной разгрузке. Для машин с гидравлическим приводом по найденным ранее усилиям и известному рабочему давлению определяется диаметр цилиндра и округляется до ближайшего большего по нормальному ряду. Далее выбирается скорость перемещения штока и определяется необходимый расход рабочей жидкости (производительность насоса). По известным давлению и производительности следует подобрать насос и распределитель.

В дальнейшем выбирается диаметр трубопроводов и рассчитывается на прочность толщина их стенок, определяется площадь фильтров. В конце расчета определяются потери давления в гидросистеме (местные и по длине).

Для машин с механическим приводом следует рассчитать канаты, размеры барабанов, толщину их стенок, определить передаточные отношения от двигателя к барабану. Если для привода барабана используют гидромотор

(электромотор), то следует его подобрать (с указанием марки) и рассчитать мощность.

3.2 Пример расчета

Расчет рабочего оборудования.

Цифровой материал заимствован из выполненного ВНИИСтройдормашем и Тверским экскаваторным заводом расчета экскаватора модели ЭО-3324 третьей размерной группы по ГОСТ 22894-77.

Таблица 3.1 - Исходные данные для расчета экскаватора ЭО-3324

Категории разрабатываемых грунтов	I – III
Вместимость ковша, m^3 , для грунтов: I – II категории III категории	0,5 0,4
Продолжительность цикла при копании в отвал, c	16
Частота вращения поворотной платформы, $1/c$	0,94 (9 об/мин)
Наибольшая глубина копания, m	4,2
Наибольшая высота выгрузки, m	4,7
Наибольшая скорость передвижения, $км/ч$	18

Определение мощности двигателя и параметров гидрооборудования.

Мощность насосов по удельной энергоемкости копания, N (Bm), определяем в зависимости от коэффициента удельного сопротивления копанию K ($Па$) по формуле:

$$N = \frac{k_{01}q_k k_n}{t_{kop} k_p \eta_{kop} \eta_{пр}} \quad (3.1)$$

где принимаем:

q_k – вместимость ковша $q_k = 0,5 m^3$

k_{01} – коэффициент удельного сопротивления копанию;

k_p – коэффициент разрыхления грунта, $k_p = 1,3$;

k_n – коэффициент наполнения ковша, $k_n = 1,1$;

t_{kop} – время копания, $t_{kop} = 0,3 t_u = 0,3 \cdot 16 = 5,0 c$;

η_{kop} – КПД системы поворота рукояти или ковша, $\eta_{kop} = 0,8$;

$\eta_{пр}$ – КПД использования мощности привода, $\eta_{пр} = 0,8$.

Подставим эти данные, определим мощность, необходимую при копании грунтов II категории:

$$N = 42,3 \text{ кВт}$$

Мощность привода насоса найдем по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = 47 \text{ кВт}$$

где $\eta=0,9$ КПД насоса

Исходя из необходимой мощности, выбираем дизельный двигатель марки СМД-14 мощностью 55 кВт при частоте вращения 1700 об/мин .

В дальнейших расчетах проверим достаточность установленной мощности для совмещения операций, обеспечения требуемой динамики поворота и необходимых качеств. Рабочий объем гидроцилиндра поворота рукояти определим исходя из равенства работ гидроцилиндра и ковша по формуле:

$$q_{\text{ц}} = \left(\frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} \right) L_{\text{ц}} \quad (3.2)$$

где $D_{\text{ц}}$ – диаметр гидроцилиндра, м

$L_{\text{ц}}$ – ход поршня, м.

Приняв по ОСТ 22-1417 - 79 ход поршня $L_{\text{ц}} = 1,25 \text{ м}$, определим диаметр гидроцилиндра

$$D_{\text{ц}} = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{ц}}}{\pi L_{\text{ц}}}} = 0,133 \text{ м} \quad (3.3)$$

Принимаем по ОСТ 22-1417-79 ближайший больший диаметр цилиндра $D_{\text{ц}} = 0,14 \text{ м} = 140 \text{ мм}$. Определим далее необходимую подачу насоса для обеспечения потребного времени копания

$$Q = \frac{q_{\text{ц}}}{t_{\text{коп}}} = 210 \text{ л/мин} \quad (3.4)$$

Для обеспечения возможности совмещения операций следует применять на экскаваторе два или три рабочих насоса или один сдвоенный насос с двумя независимыми потоками рабочей жидкости.

Принимаем по передаваемой мощности и подаче сдвоенный регулируемый аксиально-поршневой насос марки 223.25 исполнения I.

Характеристика этого насоса следующая: максимальный рабочий объем $2 \times 10^7 \text{ см}^3$; давление номинальное – 16 МПа ; максимальное – 25 МПа ; диапазон регулирования – $2,4$; частота вращения 1700 об/мин .

Расчет нагрузок на рабочее оборудование.

До выполнения расчетов рабочего оборудования производят его конструктивную проработку, где определяют потребные размеры для обеспечения заданных параметров. На основании полученных данных производят эскизную компоновку экскаватора, определяют положение всех основных сборочных единиц, устанавливают их массу, координаты центров

тяжести и статические моменты относительно главных осей. Для удобства использования полученных результатов их сводят в таблицы.

При расчете данных, принято следующее положение главных осей: ось x проходит на уровне опорной поверхности и направлена в сторону переднего моста; ось z направлена вверх по оси вращения поворотной платформы, ось y направлена влево. Координаты центров тяжести сборочных единиц рабочего оборудования указаны в таблице 3.2 применительно к положению, показанному на рис. 3.1.

Вес экскаватора составляет $G_{\Sigma} = 125 \text{ кН}$.

Основными задачами расчета рабочего оборудования являются: определение усилий копания на режущей кромке (зубьях) ковша, а также нагрузок на рабочее оборудование, поворотную платформу и ходовое оборудование и др.

Таблица 3.2 - Веса, координаты центров тяжести и статические моменты основных сборочных единиц экскаватора

Наименование сборочных единиц	Вес $G, \text{кН}$	Координаты центра тяжести, м			Статические моменты, кНм		
		X	Y	Z	M_x	M_y	M_z
Поворотная платформа с механизмами	51,7	-1,194	-0,038	1,58	61,79	-19,4	81,7
Ходовое оборудование	47,55	0,555	0	0,615	26,4	0	29,28
Стрела с гидроцилиндрами стрелы и рукояти	16,25	2,1	0	3,7	34,12	0	61,15
Рукоять с гидроцилиндром	4,62	5,5	0	4,3	25,4	0	19,87
Ковш	5,2	6,4	0	2,7	33,28	0	14,04
Грунт в ковше	7,6	6,4	0	2,7	48,64	0	20,52

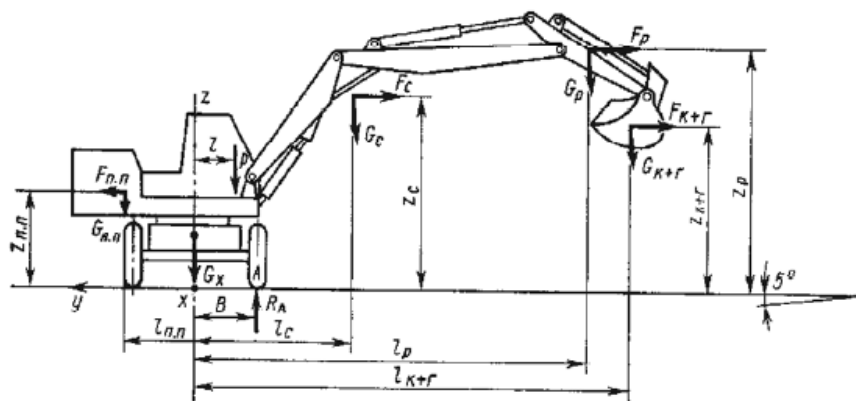


Рисунок 3.1 – Координаты центра тяжести машины

Необходимое касательное усилие на режущей кромке ковша определим по формуле:

$$P_{\kappa} = k_{01}bh = k_{01}F \quad (3.5)$$

Исходя из равенства объема ковша и снимаемой стружки $q_{\kappa}k_n = l_{\text{кон}}Fk_p$ откуда

$$F = q_{\kappa}k_n / (l_{\text{кон}}k_p) \quad (3.6)$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Таблица 3.3 - Результаты расчета усилий на режущей кромке ковша при копании поворотом рукояти

Параметры	Обозначение	Размерность	Показатели для точек траектории ковша						
			1р	2р	3р	4р	5р	6р	7р
Плечо усилия в гидроцилиндрах рукояти	$l_{\text{и.р}}$	м	0,24	0,46	0,576	0,6	0,56	0,456	0,38
Момент усилия гидроцилиндра рукояти	$P_{\text{и.р}}l$	кН·м	58,9	113	141,7	148,0	138	114,4	93,5
Плечо рукояти ($G_p = 4260 \text{ кН}$)	l_{κ}^B	м	-0,18	0,03	0,26	0,43	0,56	0,62	0,612
Момент веса без рукояти	$G_p l_{\kappa}^B$	кН·м	-0,83	0,14	1,2	1,98	2,59	2,66	2,82
Вес ковша с грунтом	$G_{\kappa+z}$	кН	5,2	6,7	8,2	9,7	11,2	12,7	12,8
Плечо ковша с грунтом	$l_{\kappa+z}^B$	м	-0,82	-0,04	0,73	1,41	1,91	2,2	2,24
Момент от веса ковша с грунтом	$G_{\kappa+z} l_{\kappa+z}^B$	кН·м	-4,27	-0,27	6	13,2	21,4	28	28,7
Резльтирующий момент	$\sum Gl$	кН·м	64	113,1	134,5	132,4	113,8	83,1	61,9
Касательное усилие на режущей кромке ковша	P_{κ}	кН	22,07	39	46,4	45,7	39,2	28,9	21,4

Расчеты на устойчивость

Такие расчеты выполняют для нескольких расчетных положений. В качестве примера проведен расчет устойчивости экскаватора для одного из положений при повороте его с груженным ковшом на выгрузку. Экскаватор (рис. 3.1) стоит на уклоне 5° в сторону стрелы, поворотная платформа установлена поперек ходового оборудования, ковш с грунтом на наибольшем вылете подвернут с помощью гидроцилиндра ковша под рукоять.

Центробежные силы, возникающие от поворота платформы, определим по формуле

$$F = mr\omega^2 = (G_r/g)(\pi n/30)^2 = Gr\pi^2 9^2 / (g/30^2) = 0,0904Gr \quad (3.7)$$

где m – масса сборочной единицы, кг;

r – радиус от оси вращения поворотной части машины до центра тяжести соответствующей сборочной единицы, м;

ω – частота вращения поворотной платформы, 1/с;
 n – частота вращения поворотной платформы, об/мин;
 G – вес сборочной единицы, Н;
 g – ускорение силы тяжести, м/с².

Действующие центробежные силы будут равны:
 – на поворотную платформу с механизмами

$$F_{n.n} = 0,0904 \cdot 51,7 \cdot 1,195 = 5,58 \text{ кН};$$

– на стрелу с гидроцилиндрами

$$F_c = 0,0904 \cdot 16,25 \cdot 2,1 = 3,09 \text{ кН};$$

– на рукоять с гидроцилиндром ковша

$$F_p = 0,0904 \cdot 4,62 \cdot 5,5 = 2,3 \text{ кН};$$

– на ковш с грунтом

$$F_{k+z} = 0,0904 \cdot 12,8 \cdot 6,4 = 7,02 \text{ кН}$$

Удерживающий момент определим по выражению

$$M_y = G_{n.n} [(X_{n.n} + B) \cos 5^\circ - Z_{n.n} \sin 5^\circ] + G_x [B \cos 5^\circ - Z_x \sin 5^\circ] + F_{n.n} Z_{n.n} \quad (3.8),$$

где В – расстояние от оси вращения до ребра опрокидывания, В = 1,15 м.
 После подстановки получим $M_y = 179,353 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Опрокидывающий момент находим по выражению

$$M_o = G_c [(l_c - B) \cos 5^\circ + Z_c \sin 5^\circ] + F_c Z_c + G_p [(l_p - B) \cos 5^\circ + Z_p \sin 5^\circ] + F_p Z_p + \\ + G_{k+z} [(l_{k+z} - B) \cos 5^\circ + Z_{k+z} \sin 5^\circ] + F_{k+z} Z_{k+z}.$$

В итоге получим $M_o = 152,86 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Коэффициент запаса устойчивости найдем по формуле:

$$k_y = M_y / M_o = 179,35 / 152,86 = 1,18 > [k_y] = 1,15.$$

Аналогичным образом определяют устойчивость экскаватора для других расчетных положений. Для случаев недостаточной устойчивости вводят дополнительные противовесы, изменяют условия опирания (например, путем установки выносных опор). Расчет одноковшового экскаватора включает также выбор мощности механизмов передвижения и поворота платформы.

4 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Структура пояснительной записки

Пояснительную записку составляют по частям в процессе расчетов и окончательно оформляют в конце выполнения проекта.

Пояснительная записка должна содержать:

- Титульный лист
- Задание
- Аннотация
- Содержание
- Введение
- Расчеты заданных механизмов
- Заключение
- Литература
- Приложения

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки, оформляется на стандартном бланке.

Задание на курсовое проектирование выдает руководитель проекта и утверждает заведующий кафедрой. В задании указываются название темы, исходные данные для выполнения проекта, структура проекта, перечень графического материала. Задание подписывают студент и руководитель.

Аннотация должна содержать краткие сведения о цели и задачах проекта, структуре и объеме выполненной работы, способах решения поставленных задач и достигнутых результатах. Аннотация по объему соответствует одному листу формата А4, оформляется на листе по форме 2 ГОСТ 2.104.

В *содержание* выносятся название всех разделов, подразделов с указанием страниц, на которых размещается начало текстового материала. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Названия разделов пишутся прописными буквами.

Введение это вступительная часть пояснительной записки. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание курсового проекта, формулируются основные задачи, поставленные для решения в курсовом проекте, объект и предмет исследования, сообщается, в чем заключается прикладная ценность полученных результатов, также может помещаться краткая историческая справка о развитии соответствующей области науки и техники. Объем введения не превышает 2-3 листов.

Расчетная часть пояснительной записки должна содержать полные технические обоснования спроектированной машины и ее отдельных элементов. Все расчеты в записке снабжают кратким, но связным пояснительным текстом, позволяющим разобраться в существе вопроса без помощи автора. Стил ь изложения материала должен быть предельно точным, не допускающим произвольного и противоречивого толкования какого-либо положения, язык лаконичным и грамотным. Пояснения следует вести в

безличной форме («Определение массы» и т.п.). Пояснительный текст не должен содержать устаревшей терминологии. Текст пояснительной записки расчленяют на рубрики (разделы, подразделы, пункты, подпункты), которые должны иметь порядковые номера. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Единицы измерения физических величин должны соответствовать международной системе (СИ), а также временно допустимым к применению некоторым единицам упраздненных систем по состоянию, соответствующему периоду проектирования. Формулы необходимо снабжать ссылками на литературный источник. Если формула повторяется в последующих разделах, то достаточно сделать ссылку на номер формулы.

В конце каждого расчета необходимо делать выводы по полученным результатам, указывать, пригодны ли эти результаты и т.п.

В *заключении* рекомендуется сформулировать основные результаты и выводы по выполненной работе, сделать критические замечания о спроектированной конструкции машины, указать возможность использования других решений.

В *библиографический список* заносят полное библиографическое описание книг и других источников, которые были использованы при выполнении работы и на которые в тексте записки имеются ссылки.

В *приложение* выносятся в обязательном порядке спецификации ко всем сборочным чертежам, имеющимся в графической части проекта.

Пояснительная записка к курсовому проекту оформляется компьютерным (машинописным) способом, кроме того, допускается рукописный вариант оформления работы.

Общий объем пояснительной записки: 25 - 30 стр. Формат А4, рамка форма 2 и 2а. Печать на компьютере: шрифт «Times New Roman» размер 14, полуторный интервал. Поля: левое – 30 мм, правое - 10 мм, верхнее -15мм, нижнее -20мм.

4.2 Структура графической части

Графическая часть выполняется на листах формата не менее 2 форматов А1, при необходимости формат А1 может разбиваться на форматы А2, А3, А4 в любых сочетаниях при условии полного заполнения формата А1. Общее число листов графической части не менее 2. Все чертежи оформляют в соответствии с Единой системой конструкторской документации.

Сборочные чертежи машины и механизмов должны содержать не менее двух проекций. Масштаб чертежей выбирают с таким расчетом, чтобы поле листа было заполнено не менее чем на 75 %. Масштабы чертежей должны соответствовать ГОСТ 2.302-68. Чертежи машины, механизмов и сборочных единиц должны иметь разрезы и сечения основных узлов.

На чертежах указывают габаритные, присоединительные и установочные размеры, а также посадки зубчатых колес, подшипников и других подобных деталей.

Сборочные чертежи машины и механизмов должны содержать текстовую часть, располагаемую над основной надписью. В текстовую часть входят техническая характеристика и технические требования, которые выделяют соответствующими заголовками. Чертежи деталей содержат, как правило, только технические требования. Текстовую часть оформляют в виде пронумерованных пунктов и располагают на расстоянии 185 мм от линии правого поля.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Наименование параметра	Номер задания																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Наименование машины	Бульдозер с неповоротным отвалом							ОКЭ для отрывки траншей					Автогрейдер			Бульдозер с поворотным отвалом			
Тяговый класс, $кН$	14	30	60	100	150	250	350	–	–	–	–	–	60	120	180	6	10	15	20
Вместимость ковша, $м^3$	–	–	–	–	–	–	–	0,25	0,63	1	1,6	2,5	–	–	–	–	–	–	–
Радиус/высота (глубина) копания, $м$	–	–	–	–	–	–	–	5/4	7/4,5	9/6	10/6	11,5/7	–	–	–	–	–	–	–
Транспортная скорость, $км/ч$	30	11	10	10	12	15	13	19	19	3	2,5	1,5	43	40	40	10	10	12	13
Рассчитываемая деталь	Отвал			Толкающий брус				Стрела		Ковш		Рукоять		Осн. рама	Тяг. рама	Отвал	Толк. рама		Отвал

Наименование параметра	Номер задания																	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Наименование машины	Скрепер									ОКЭ для работы в карьере					Экскаватор-погрузчик			
Тяговый класс, <i>кН</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Вместимость ковша, <i>м³</i>	3	4,5	7	8	9	11	15	16	25	0,25	0,63	1	1,6	3	1,2	1,5	2,8	5
Радиус/высота (глубина) копания, <i>м</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5/3	6,5/7	8/8	9/9,5	10/10,5	–	–	–	–
Транспортная скорость, <i>км/ч</i>	11	30	10	12	10	50	19	50	50	19	2	20	2	1,5	19	2,5	2,2	1,5
Рассчитываемая деталь	Ковш		Тяговая рама		Перед. заслонка		Задняя стенка		Ковш		Рукоять		Стрела		Стрела	Рукоять		Ковш

Библиографический список

1. Белецкий Б.Ф., Булгакова И.Г. Строительные машины и оборудование: учебное пособие. - 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань»,
2. Вавилов, А. В. Строительные машины и оборудование: учебник / А. В. Вавилов, А. Л. Дашко, А. А. Замула ; под общ. ред. А. В. Вавилова. - Минск: РИПО, 2024. - 348 с. 2012. – 608с.
3. Гринаш О.А. Грузоподъемные механизмы и транспортные средства: Учеб. пособие / О.А, Гринаш. - Вологоград: Изд-во "Ин-Фолио", 2009. – 224 с.
4. Максимов, А. Е. Средства механизации строительства: учебное пособие / А. Е. Максимов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 208 с.
5. Нилов, В. А. Машины для земляных работ : учебное пособие / В. А. Нилов, В. А. Жулай. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 220 с.