

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра строительных и дорожных машин

ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта
для студентов специальности
190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные
машины и оборудование»

Воронеж 2011

УДК 625.76.08
ББК 38.6-5я73

Составитель
В.А. Жулай

Дорожные машины : метод. указания к выполнению курсового проекта студентами всех форм обучения спец. 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»/ Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. ; сост.: В.А. Жулай. – Воронеж, 2011. – 24 с.

Изложены примерный состав графического материала и расчетно-пояснительной записки курсового проекта, приведены основные требования к оформлению необходимой конструкторской и технологической документации, примеры и рекомендуемая литература.

Предназначено для студентов, всех форм обучения по специальности 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», а также может быть использовано студентами специальностей 270113 «Механизация и автоматизация строительства», 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (строительные, дорожные и коммунальные машины)» и направления подготовки бакалавров 190100 «Наземные транспортные системы».

Ил. 8. Табл. -. Библиогр.: 6 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.

Рецензент:

ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство автомобильных дорог и аэродромов невозможно комплексной механизации и автоматизации всех производственных процессов. Это вызывает необходимость применения, а, следовательно, и производства специальных дорожных машин.

Не смотря на то, что в настоящее время в России создан большой парк самых разнообразных дорожных машин отрасль строительного и дорожного машиностроения продолжает развиваться. При этом имеет место тенденция к повышению мощностей машин и к автоматизации связанных с их работой производственных процессов.

Как для организации правильной эксплуатации дорожных машин, так и для их производства требуется большое количество грамотных специалистов. Успешное проектирование дорожных машин возможно лишь в случае, если инженер-механик обладает достаточной теоретической подготовкой.

Курсовое проектирование дорожных машин имеет целью закрепление и углубление знаний и умений полученных при изучении математических, естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, и применение их для решения практических задач. Курсовой проект как единый комплекс задач логически связанных между собой завершает подготовку специалиста по данному предмету.

В процессе работы над проектом студент должен закрепить и практически применить знания по машиностроительному черчению в соответствии с ЕСКД, по методам составления расчетных схем, по выполнению расчетов и выбору основных машиностроительных материалов; практически изучить основы проектирования, конструирования, компоновки узлов машин для дорожно-строительных работ. Предполагается, что проектирование и конструирование типичных машиностроительных узлов и деталей без строгой конкретизации машины, в основном, изучено студентами по курсам деталей машин и теории машин и механизмов.

Все решения курсового проекта должны быть приняты на основе совершенствования конструкций дорожных машин и обеспечивать повышение производительности, надежности и долговечности изделия при одновременном снижении его металлоемкости и себестоимости.

Курсовое проектирование позволяет систематизировать, обобщить и закрепить знания, полученные в университете, подготавливает студента к самостоятельному решению вопросов в условиях современного производства. Кроме того, оно развивает умение применять полученные знания в конкретных производственных условиях по конструированию дорожных машин и определению целесообразности использования технических решений принятых на основе изучения новейших достижений науки и техники.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Дорожные машины» заключается в разработке или модернизации рабочих органов и механизмов различных машин для строительства, эксплуатации и ремонта автомобильных дорог.

1.1. Тематика курсовых проектов

Тематика курсовых проектов включает: агрегаты асфальтобетонных заводов и установок; машины для постройки асфальтобетонных покрытий; машины и оборудование для строительства усовершенствованных дорожных покрытий облегченного типа; машины для уплотнения дорожно-строительных материалов; машины для летнего и содержания автомобильных дорог; машины для ремонта асфальтобетонных и цементобетонных покрытий.

Тема курсового проекта определяется преподавателем с учетом пожеланий и имеющихся у студента наработок.

1.2. Состав и содержание проекта

Курсовой проект представляет собой совокупность конструкторских документов: графических (чертежи, схемы) и текстовых (расчетно-пояснительная записка, спецификации).

Правила, порядок разработки и оформления конструкторских документов регламентированы комплексом стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). При учебном курсовом проектировании эти правила применяются в сокращенном виде и с некоторыми отклонениями.

1.2.1. Графическая часть

Обязательный объем графической части составляет 3 листа.

Лист 1 – чертеж общего вида машины в 2 – 3-х проекциях с технической характеристикой (формат А1 (594x841, мм)).

Лист 2 – сборочный чертеж узла (формат А1 (594x841, мм)).

Лист 3 – схема выполнения работ (формат А2 (420x594, мм)).

Чертеж общего вида машины выполняется строго в масштабе без изображения мелких деталей. На нем ставятся номера позиций и размеры: габаритные, установочные, определяющие взаимное расположение частей машины; показывающие рабочие и транспортные положения оборудования, ходовых частей, т. е. размеры, необходимые для сборки машины в целом и для технико-эксплуатационной ее характеристики, а также в верхнем правом углу помещается техническая характеристика, в которой приводятся основные технико-экономические показатели машины.

Номера позиций на общем виде даются, как правило, не на отдельные узлы (сборочные единицы), а на их совокупности (группы), имеющие функциональные назначения и совместно устанавливаемые на машину, например: рабочее оборудование, силовая установка, кабина и т. п.

Чертеж узла выполняется в возможно более крупном масштабе, со всеми разрезами, с подробным вычерчиванием всех деталей и указанием позиций подробной спецификации. Ставятся размеры: габаритные; установочные и присоединительные, между осями основных деталей и крепёжных бортов; исполнительные, связанные с выполнением каких-либо технологических операций в процессе сборки; посадочные, определяющие характер сопряжений деталей с валами и осями, с указанием обозначений посадки; справочные. Также приводятся технические требования к изделию, где указываются требования, предъявляемые к его сборке, настройке и регулировке.

Схема выполнения работ должна показывать, для каких целей и в комплексе каких средств комплексной механизации дорожных работ используется проектируемая машина.

Графическая часть выполняется на ватманских листах карандашом или с применением графических устройств вывода ЭВМ. Спецификация, составленная и оформленная в соответствии с требованиями ЕСКД, приводится в расчетно-пояснительной записке.

1.2.2. Расчетно-пояснительная записка

Основной текст расчетно-пояснительной записки должен содержать.

Введение

1. Назначение и технология производства работ
2. Обоснование проекта на основе информационно-патентного поиска
3. Общие расчеты
4. Расчеты на прочность узлов и деталей
5. Расчет технико-экономических показателей машины
6. Защита окружающей среды и техника безопасности при эксплуатации машины.

Список использованных источников

Приложения

Оглавление

Во введении дается краткая характеристика области и условий применения проектируемой машины, ее общая характеристика. В первом разделе описывается назначение, область применения, конструктивная схема машины, виды выполняемых ей работ и технология их производства во взаимосвязи с общей технологией строительства, ремонта или эксплуатации дорог и применяемого комплекта машин. Во втором разделе приводятся результаты проведенного патентного поиска с анализом существующих конструкций и обоснованием выбора конструкции разрабатываемой в курсовом проекте.

Общие расчеты включают составление расчетных схем и определение технологических сопротивлений и нагрузок на рабочих органах, баланс сил, баланс мощностей, определение передаточных чисел трансмиссии и др. Расчеты на прочность узлов и деталей ведутся на основе результатов общего расчета с использованием методик изученных в дисциплинах «Детали машин и основы конструирования», «Строительная механика и металлические конструкции» и др. В пятом разделе определяются производительность машины и другие основные технико-экономические показатели. В шестом разделе приводятся основные положения по технике безопасности и защите окружающей среды при эксплуатации и техническом обслуживании машины. Список использованных источников оформляется в виде библиографического описания изданий, приведенного на 2-ой странице перед аннотацией. В приложения включают спецификации чертежей общего вида, узлов и другие материалы.

Расчетно-пояснительную записку выполняют на листах формата А4 одним из следующих способов:

– рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 – 81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать *четко и ясно черными чернилами, пастой или тушью*;

– с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Шрифт: Arial курсив, или специальный чертежный; размер – 13 или 14 пт.; междустрочный интервал – одинарный; выравнивание: текст – по ширине, формулы – по центру.

Не допускается часть информации (текст, таблицы, рисунки, схемы) выполнять любым сочетанием этих способов.

Титульный лист является первым листом документа. Его выполняют на листах формата А4 по форме, приведенной на рис. 1.1.

В поле 1 записывают наименование учредителя и учебного заведения, в поле 2 – наименование кафедры, на которой разрабатывался данный документ.

В поле 3 записывают наименование изделия (заглавными буквами), в поле 4 – наименование, а в поле 5 – обозначение документа.

Пример заполнения полей 3, 4 и 5:

АСФАЛЬТОУКЛАДЧИК

**Расчетно-пояснительная записка
к курсовому проекту по дорожным машинам
и основам конструирования
ДМ 11-005.00.00.ПЗ**

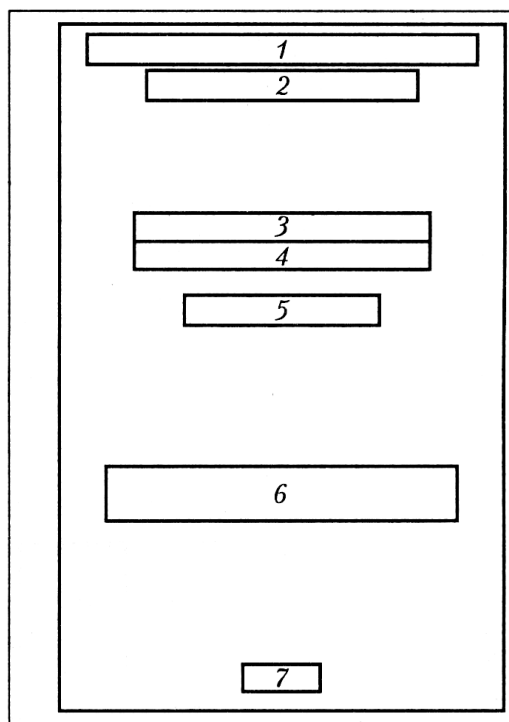


Рис. 1.1. Форма титульного листа

В поле 6 – подписи разработчиков документа: фамилию, имя и отчество студента, индекс учебной группы, а также фамилию, имя, отчество и должность руководителя проекта.

В поле 7 записывают год выполнения документа.

Все листы, кроме титульного, должны иметь основную надпись.

2. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН

Ввиду ограниченности методических указаний в примерах приводятся не все разделы и расчеты указанные п. 1.2.2.

2.1. Самоходный дорожный каток

Задание. Спроектировать каток самоходный на пневмошинах массой 16т.

Каток на пневматических шинах предназначен в основном для послойного уплотнения дорожных покрытий и оснований, улучшенных минеральными добавками или обработанных вяжущими материалами.

Взятый за основу каток ДУ- 62 (рис П.1.) имеет независимую гидравлическую подвеску колес, за счет чего они приспособляются к неровностям укатываемой поверхности. Ввиду постоянства давления в каждом цилиндре подвески сохраняется примерно одинаковая сила воздействия каждого колеса на покрытие. В проекте разрабатывается передняя подвеска.

Масса катка $Q = 16 \text{ т}$ (без балласта $Q_m = 7 \text{ т}$). Количество колес: общее

$n = 7$, ведущие $n_g = 4$. Радиус колес $r_c = 0,516$ м. v – скорость движения катка, м/с (рабочая – $v_p = 1,4$ м/с; транспортная $v_{mp} = 4,4$ м/с); номинальное давление в гидросистеме $p = 10$ МПа.

Тяговый расчет. Возможность преодоления возникающих сопротивлений определяется максимальными значениями окружной силы на ведущих колесах $P_{K\ max}$ и максимальной силы тяги по сцеплению T_ϕ , величина которой ограничивается усилием сцепления шины с грунтом, что выражается неравенством

$$P_{K\ max} > T_\phi > \Sigma W,$$

где ΣW – сумма всех сопротивлений, возникающих на рабочем режиме.

Максимальная сила тяги по сцеплению равна

$$T_\phi = \phi G_{cu}$$

где ϕ – коэффициент сцепления ($\phi \approx 0,6$ [1]);

$G_{cu} = G(n_g/n)$ – сцепной вес катка;

где G – сила тяжести катка, кН

$$G = 16 \cdot 9,81 = 156,96 \text{ кН}$$

$$G_{cu} = 156,96 \frac{4}{7} = 89,69 \text{ кН},$$

$$T_\phi = 0,6 \cdot 89\,691 = 53,82 \text{ кН}.$$

Сумма всех сопротивлений, возникающих на рабочем режиме

$$\Sigma W = W_1 + W_2,$$

где W_1 – сопротивление перекачиванию катка по дороге с учетом преодоления уклонов, кН; W_2 – сопротивление от сил инерции при трогании с места, кН.

Сопротивление перекачиванию катка по дороге

$$W_1 = G(f + i),$$

где f – коэффициент сопротивления перекачиванию (для рыхлого щебня $f = 0,15 \dots 0,2$);

i – уклон, принимаемый в пределах $0,05 \dots 0,08$.

$$W_1 = 156,96 (0,2 + 0,08) = 43,95 \text{ кН}.$$

Сопротивление от сил инерции при трогании с места

$$W_2 = m \frac{v}{t_p} \chi,$$

где m – масса катка, т;

v – скорость движения катка, м/с;

t_p – время разгона; $t_p = 2,0 \dots 3$ с;

χ – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс: трансмиссии, двигателя и валцов катка; $\chi = 1,1 \dots 1,15$.

$$W_2 = 16 \frac{1,4}{3} 1,15 = 8,59 \text{ кН}.$$

Общее сопротивление на рабочем режиме

$$\Sigma W = 43,95 + 8,59 = 52,54 \text{ кН}.$$

Проверяем возможность движения катка по сцеплению колес

$$T_\varphi = 53,82 \text{ кН} > \Sigma W = 52,54 \text{ кН},$$

условие выполняется.

Принимаем расчетное значение окружного усилия, необходимого для преодоления рабочих сопротивлений

$$P_{K \max} \approx \Sigma W = 55 \text{ кН}.$$

Расчетный максимальный крутящий момент на каждом из ведущих колес

$$M_{кр1} = \frac{P_{K \max} r_c}{n_g} = \frac{55 \cdot 0,516}{4} = 7,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Необходимая мощность двигателя при рабочем режиме

$$N_{дв} = \frac{P_{K \max} v_P}{\eta} = \frac{55 \cdot 1,4}{0,87} = 88,51 \text{ кВт},$$

где η – КПД трансмиссии; $\eta = 0,87$.

В транспортном режиме каток движется при меньших сопротивлениях, но с повышенной скоростью. Движение – по дороге с укатанным асфальтобетонным покрытием.

Сопротивление перекачиванию катка по дороге с учетом преодоления уклонов (для асфальтобетона принимаем $f = 0,02$ [1])

$$W_{1mp} = G(f + i) = 156,96(0,02 + 0,08) = 15,7 \text{ кН}.$$

Сопротивление от сил инерции при разгоне катка ($\chi = 1,1$)

$$W_{2mp} = m \frac{v_{mp}}{t_p} \chi = 16 \frac{4,4}{60} 1,1 = 1,29 \text{ кН}.$$

Общее сопротивление на транспортном режиме

$$\Sigma W_{mp} = 15,7 + 1,29 = 16,99 \text{ кН}.$$

Принимаем расчетное значение окружного усилия, необходимого для преодоления сопротивлений на транспортном режиме

$$P_{K mp} \approx \Sigma W_{mp} = 18 \text{ кН}.$$

Необходимая мощность двигателя на транспортном режиме

$$N_{дв} = \frac{P_{K mp} v_{mp}}{\eta} = \frac{18 \cdot 4,4}{0,87} = 91,03 \text{ кВт}.$$

Выбираем двигатель А-01М мощностью 99 кВт (135 л.с.) [2].

Расчет подвески колес.

По рекомендациям [2] назначаем величину хода каждого от средней опорной поверхности катка по вертикали в пределах $H_k = \pm 100$ мм. На каждое колесо катка в среднем приходится нагрузка

$$G_1 = \frac{G}{n} = \frac{156,96}{7} = 22,42 \text{ кН}.$$

Балансиры задних ведущих колес опираются непосредственно на гидроцилиндры. Передняя подвеска выполнена рычажной. По конструктивным соображениям (см. рис. П.1.) отношение плеч рычага по масштабу равняется $180/270 = 2/3$ (меньшее плечо для цилиндра).

Усилие на штоке гидроцилиндра передней подвески равно

$$P_1 = 22,42 \cdot \frac{3}{2} = 33,63 \text{ кН}.$$

Ход поршня $H_1 = 2H_k \cdot 2/3 = 2 \cdot 100 \cdot 2/3 = 133$ мм.

Для гидроцилиндров подвески задних колес: $H_2 = H_k = 200$ мм, $P_2 = 22,42$ кН.

Требуемый диаметр гидроцилиндра, мм

$$D_{ц} = 10 \sqrt{\frac{40P}{\pi p \eta_m}},$$

где p – номинальное давление в гидросистеме, МПа;

η_m – механический КПД гидроцилиндра ($\eta_m = 0,93 \dots 0,97$).

Диаметр передних гидроцилиндров

$$D_{ц1} = 10 \sqrt{\frac{40 \cdot 33,63}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,95}} = 67 \text{ мм}.$$

Диаметр задних гидроцилиндров

$$D_{ц2} = 10 \sqrt{\frac{40 \cdot 22,42}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,95}} = 55 \text{ мм}.$$

Округлив полученные значения диаметров гидроцилиндров до стандартных значений [3], окончательно получим $D_{ц1} = 80$ мм, $D_{ц2} = 63$ мм.

Для восполнения объема масла в цилиндрах или погашения избытка – при резком опускании или подъеме отдельных колес на неровностях пути – ставим аккумулятор в сети гидравлической подвески трех передних колес и два – для задних колес. В гидросхеме (см. рис. П.1.) предусмотрена возможность отключения каждого аккумулятора.

Объем масла, вытесняемого поршнями гидроцилиндров при полном ходе подвески

$$Q_M = 0,785 D_{ц}^2 H n.$$

Объем масла передних гидроцилиндров

$$Q_{M1} = 0,785 \cdot 80^2 \cdot 133 \cdot 3 = 2004576 \text{ мм}^3 = 2005 \text{ см}^3,$$

задних гидроцилиндров

$$Q_{M2} = 0,785 \cdot 63^2 \cdot 200 \cdot 4 = 2492532 \text{ мм}^3 = 2493 \text{ см}^3.$$

Определение сопротивления повороту колес.

Определим усилие необходимое для поворота колес на месте. Момент сопротивления повороту колеса определяется по эмпирической формуле [4], $\text{кН} \cdot \text{м}$

$$M_{\text{пл}} = \zeta \varphi G_1 l_k,$$

где ζ – коэффициент, учитывающий форму пятна контакта, $\zeta \approx 0,2$;

l_k – геометрический параметр пятна контакта шины, м (приблизительно можно принять равным ширине профиля шины).

$$M_{\text{пл}} = 0,2 \cdot 0,6 \cdot 22,42 \cdot 0,28 = 0,753 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Устойчивость катка.

Потеря устойчивости выражается в опрокидывании или скольжении катка. Более вероятно и поэтому более опасно нарушение поперечной устойчивости, возникающее под действием боковых сил – центробежной и силы тяжести.

На рис. 2.1 показано два положения на кривой постоянного радиуса R .

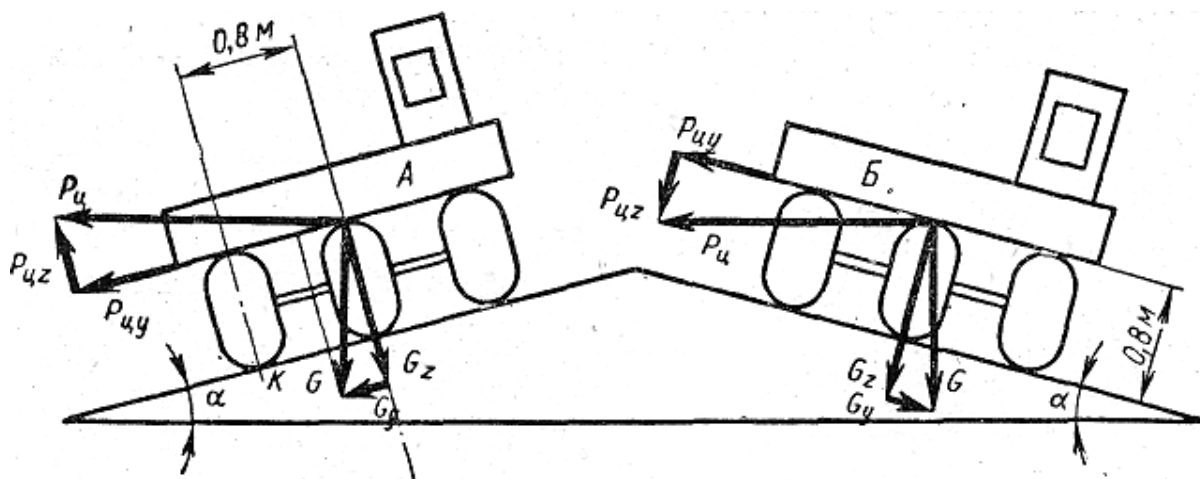


Рис. 2.1. Схема подвески колес катка

Каток B движется по внутреннему, каток A – по внешнему краю дороги. Полотно наклонено под углом α .

Разложим силу веса G на силу G_z нормальную к плоскости дороги, и силу G_y , параллельную этой плоскости. Боковую составляющую $P_{ц}$ центробежной силы разложим по этим же направлениям на $P_{цy}$ и $P_{цz}$.

У катка A , движущегося по внешнему краю дороги, силы $P_{цy}$ и G_y , действуя в одном направлении, складываются. Вероятность потери устойчивости у катка A больше, чем у катка B . Делаем расчет устойчивости катка A .

По предварительным расчетам центр тяжести находится на высоте $0,8 \text{ м}$. Опрокидывание будет происходить вокруг точки K .

Ввиду малой величины углов поперечного уклона покрытий, считаем

возможным, пренебречь разницей просадки подвесок колес для ориентировочных расчетов устойчивости.

Для сохранения устойчивости в транспортном режиме нужно отключать гидроаккумуляторы, оставляя всю гидросистему подвески в положении «заперто».

Определим величину центробежной силы P_u , предполагая, что наибольшая транспортная скорость $v_{mp} = 16 \text{ км/ч} = 4,4 \text{ м/сек}$:

$$P_u = \frac{G v_{mp}^2}{g R_n}$$

Задаемся допустимым значением угла поворота колес $\beta = 30^\circ$, тогда радиус поворота

$$R_n = L \operatorname{ctg} \beta = 3,5 \operatorname{ctg} 30^\circ = 3,5 \cdot 1,7 = 5,95 \text{ м},$$

где L – база катка ($L = 3500 \text{ мм}$).

$$P_u = \frac{156,96 \cdot 4,4^2}{9,81 \cdot 5,95} = 52,06 \text{ кН}.$$

Угол наклона полотна дороги принимаем равным $\alpha = 3^\circ$. Тогда

$$G_y = G \sin \alpha = 156,96 \cdot \sin 3^\circ = 8,21 \text{ кН};$$

$$G_z = G \cos \alpha = 156,96 \cdot \cos 3^\circ = 156,74 \text{ кН};$$

$$P_{uz} = P_u \sin \alpha = 52,06 \cdot \sin 3^\circ = 2,72 \text{ кН}$$

$$P_{uy} = P_u \cos \alpha = 52,06 \cdot \cos 3^\circ = 51,99 \text{ кН};$$

Коэффициент устойчивости в транспортном режиме равен

$$K_{y_{mp}} = \frac{G_z \frac{b}{2}}{P_{uy} h + G_y h + P_{uz} \frac{b}{2}} = \frac{156,74 \cdot 0,8}{51,99 \cdot 0,8 + 8,21 \cdot 0,8 + 2,72 \cdot 0,8} = 2,49.$$

Устойчивость обеспечена.

В связи с тем, что при рабочем режиме скорость движения меньше устойчивости будет заведомо обеспечена.

Проверка прочности шкворня поворотного колеса.

Берется аварийный случай – наезд двумя колесами на непреодолимое препятствие по инерции с выключенным сцеплением.

Предполагаем жесткость шины весьма небольшой по сравнению с жесткостью металлических конструкций подвески, тогда сила инерции, кН

$$P_u = v \sqrt{\frac{G}{g} 2c_{ш}},$$

где v – средняя рабочая скорость, м/с ;

$c_{ш}$ – жесткость шины, Н/мм ($c_{ш} = 500 \text{ Н/мм}$ [1]).

$$P_u = 1,4 \sqrt{\frac{156,96}{9,81}} 2 \cdot 500 = 177,1 \text{ кН.}$$

Реакция на колесах при наезде на препятствие

$$R_x = P_u - G f = 177,1 - 156,96 \cdot 0,2 = 145,71 \text{ кН.}$$

Изгибающий момент в сечении $x-x$ (см. рис. 2.2), действующий на шкворень одного колеса:

$$M_u = 0,5 R_x \cdot 800 = 0,5 \cdot 145,71 \cdot 800 = 58284 \text{ кН} \cdot \text{мм.}$$

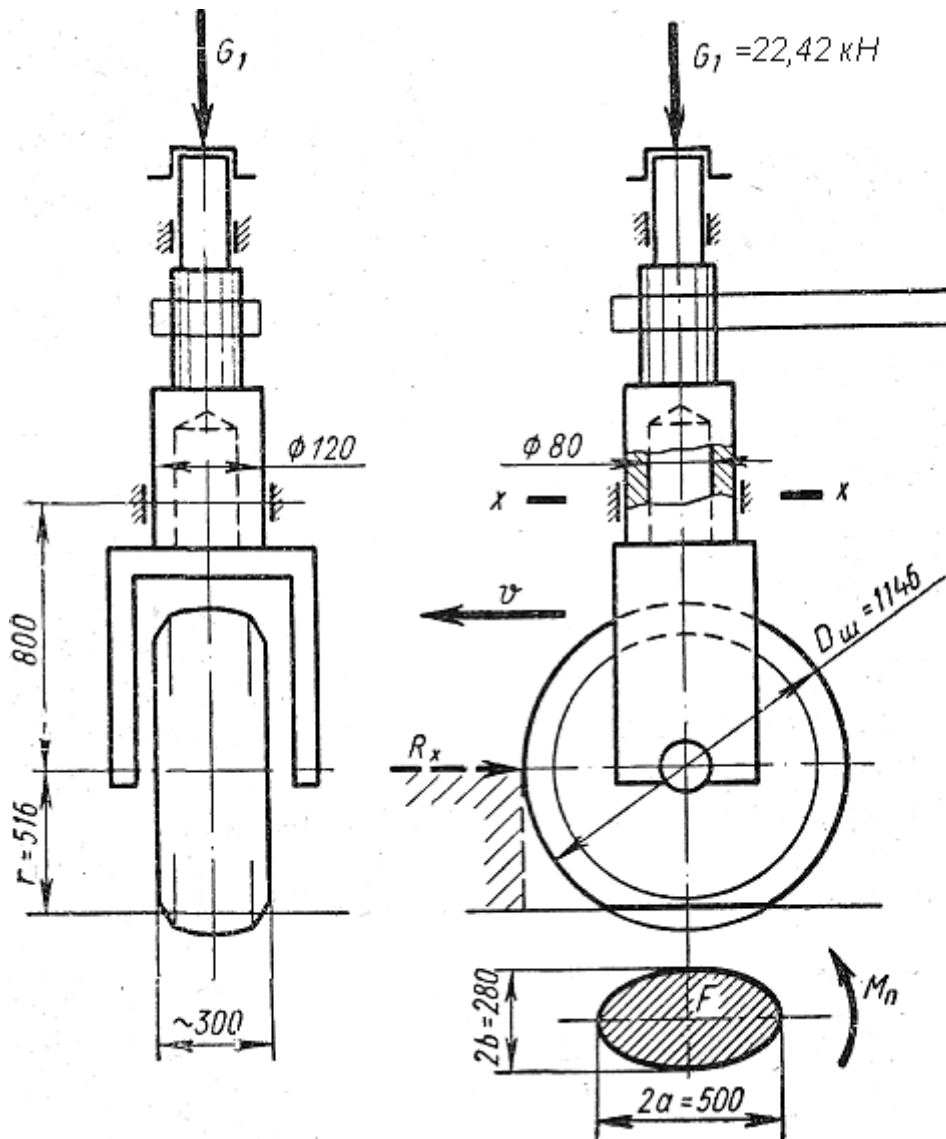


Рис. 2.2. Схема к расчету прочности шкворня

Момент сопротивления сечения $x-x$

$$W_x = 0,1D^3 \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right] = 0,1 \cdot 120^3 \left[1 - \left(\frac{80}{120} \right)^4 \right] = 138700 \text{ мм}^3.$$

Напряжение в сечении $x-x$, МПа

$$\sigma = 10^3 \left[\frac{G_1}{0,785(D^2 - d^2)} + \frac{M_u}{W_x} \right] = 10^3 \left[\frac{24,42}{0,785(120^2 - 80^2)} + \frac{58284}{138700} \right] = 423,79 \text{ МПа.}$$

Материал шкворня – сталь 20Х ($\sigma_T = 638$ МПа [5]), допускаемое напряжение

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n_T]} = \frac{638}{1,4} = 455,71 \text{ МПа,}$$

где $[n_T]$ – нормативный коэффициент запаса прочности ($[n_T] = 1,4$ [5]).

Условие прочности $[\sigma] \geq \sigma$ выполняется.

2.2. Машина для летнего содержания дорог

Задание. Спроектировать щетку для подметания тротуаров, как вариант навесного оборудования к трактору Т-40.

Техническая характеристика

Ширина убираемой полосы, м.....	1,2
Рабочие скорости машины, км/ч (м/с):	
наибольшая.....	5,0 (1,39)
наименьшая.....	3,4 (0,94)
Производительность, м ³ /ч.....	600...1000
Частота вращения щетки, мин ⁻¹	160...300
Радиус поворота по наружному контуру, м.....	2,3

Привод щетки осуществляется от тягача через карданные валы, конический и цепной редукторы. Поворот щетки осуществляется с помощью гидроцилиндра с замковыми устройствами, которые фиксируют поршень в крайних положениях. В транспортном положении щетка поднята.

Оригинальной разработкой проекта является параллелограммный механизм подъема щетки с кожухом. Подъем щетки осуществляется двумя гидроцилиндрами посредством системы рычагов параллелограммной подвески.

Вал щетки – сварная труба, на которой намотана проволока, прикрепляющая ворс щетки. Все оборудование навешено в задней части трактора.

Насос, бак и распределитель гидроуправления установлены на тракторе.

По экспериментальным данным для подобной щетки крутящий момент равен 0,23 кН·м. С учетом потерь принимаем расчетный крутящий момент $M_K = 0,25$ кН·м.

Общее передаточное отношение привода щетки

$$i = \frac{n_o}{n_{щ}} = \frac{800}{250} = 3,2,$$

где n_o – частота вращения вала отбора мощности тягача, $n_o = 800 \text{ мин}^{-1}$;
 $n_{щ}$ – требуемая скорость вращения щетки, $n_{щ} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Для конического редуктора выбираем из стандартного ряда $i_{кр} = 1,6$, тогда для цепной передачи $i_{ц} = 3,2/1,6 = 2$.

Направление вращения щетки «против хода», т. е. окружная скорость нижних концов ворса, направлена вперед по движению машины. Это определяет необходимость конструирования цепной передачи с ведущей нижней ветвью и устанавливать натяжное устройство на ведомой верхней ветви (рис. 2.3). Ставим оттяжную звездочку с пружиной кручения. По конструктивным соображениям габаритный размер в направлении межосевого расстояния может быть порядка 500 мм. Принимаем однорядную приводную роликовую цепь ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-97 шаг которой $t = 19,05 \text{ мм}$.

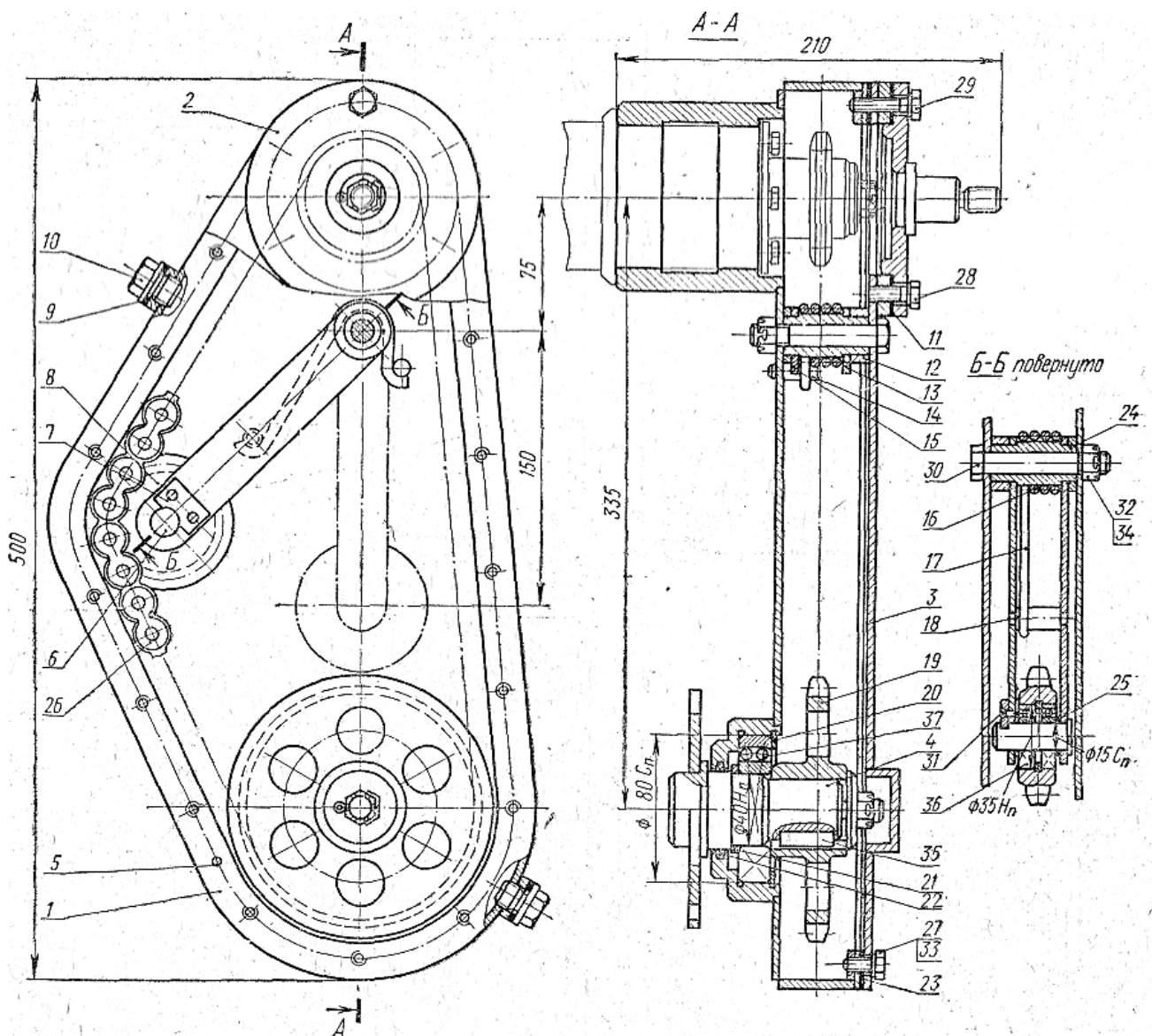


Рис. 2.3. Цепной редуктор привода щетки

Назначаем число зубьев меньшей звездочки $z_1 = 11$, тогда $z_2 = 11 \cdot 2 = 22$.
 Делительные диаметры звездочек определим по формуле [6], мм

$$D = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)}.$$

Делительный диаметр ведущей звездочки

$$D_1 = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180^\circ}{11}\right)} = 67,62 \text{ мм},$$

ведомой звездочки

$$D_2 = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180^\circ}{22}\right)} = 133,86 \text{ мм}.$$

Окружное усилие на звездочке вала щетки, кН

$$P_2 = \frac{2 \cdot 10^3 M_\kappa}{D_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 0,25}{133,86} = 3,74 \text{ кН}.$$

Проверим прочность цепи по формуле

$$S = \frac{P_p}{P_2} \leq [S],$$

где S – допускаемый коэффициент запаса прочности ($S = 8,5$ [6]);

$$\frac{31,8}{3,74} = 8,5 \leq 8,5,$$

условие прочности выполняется.

После выбора и проверки прочности цепи определяем основные размеры передачи.

Из условий компоновки принимаем межосевое расстояние $a = 345$ мм;
 длина цепи [6], мм

$$\begin{aligned} L &= 2a + 0,5(z_1 + z_2)t + \frac{t^2 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2}{a} = \\ &= 2 \cdot 345 + 0,5(11 + 22)19,05 + \frac{19,05^2 \left(\frac{22 - 11}{2 \cdot 3,14}\right)^2}{345} = 1008 \text{ мм}; \end{aligned}$$

число звеньев цепи $L_t = L/t = 1008/19,05 = 52,9$, округляем до большего четного значения $L_t = 54$.

Определяем размеры пружины кручения натяжного устройства цепи. Длина ведомой ветви цепи (по рис. 2.3) $l_e = 450$ мм. Усилие, которое возникло бы от провисания цепи без натяжного устройства, H

$$P_f \approx 3,9 \cdot 10^{-2} g_u (l_e + 0,5a) = 3,9 \cdot 10^{-2} \cdot 1,9(450 + 0,5 \cdot 345) = 46 \text{ Н}.$$

Усилие Q , оттягивающее ведомую ветвь, назначаем такой величины, чтобы создать в цепи усилие, равное P_f . Графически, в зависимости от угла между двумя линиями ведомой ветви, $Q \approx P_f$, момент на оси пружины, при плече рычага примерно равном 140 мм, вычислится так

$$M_n = 0,14Q = 0,14 \cdot 46 = 6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Допускаемое напряжение для пружинной проволоки из стали 65Г

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n_T]} = \frac{785}{1,4} = 560,7 \text{ МПа}.$$

Напряжение от изгиба проволоки

$$\sigma = \frac{M_n}{0,1d^3},$$

приравняв $\sigma = [\sigma]$ получим требуемый диаметр проволоки пружины

$$d = 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{M_n}{0,1 \cdot [\sigma]}} = 10^{-2} \sqrt[3]{\frac{6,6}{0,1 \cdot 560,7}} = 4,9 \text{ мм};$$

принимаем $d = 5$ мм.

Рекомендуемый диаметр пружины $D \approx 4d = 20$ мм.

Расчет механизма подъема щетки.

Определение величин действующих усилий выполним графически (рис. 2.4); для удобства измерений масштаб сил, действующих в точке крепления цилиндра к кожуху щетки, принимаем вдвое больше, чем сил на тяге и рычаге.

По аналогии с существующими конструкциями вес щетки с кожухом $Q_{щ} = 2,0$ кН; величины усилий, входящих в расчет, даны на рисунке 2.4. Принимаем суммарный коэффициент полезного действия гидравлического механизма $\eta_{\Sigma} = 0,55$, тогда цилиндры должны развивать усилие, равное

$$Q = \frac{Q_1}{\eta_{\Sigma}} = \frac{4,5}{0,55} = 8,2 \text{ кН}.$$

Наименьший диаметр цилиндров, выпускаемых промышленностью, $D_{ц} = 40$ мм [3]. Определим необходимое рабочее давление

$$p = \frac{4 \cdot 10^3 Q}{\pi D_{ц}^2 \eta_m} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 8,2}{3,14 \cdot 40^2 \cdot 0,95} = 6,9 \text{ МПа.}$$

Гидросистема базового трактора имеет номинальное давление 10 МПа.

Ход цилиндров определяем графически по чертежу рис. 2.4, из него $L \approx 320 \text{ мм.}$

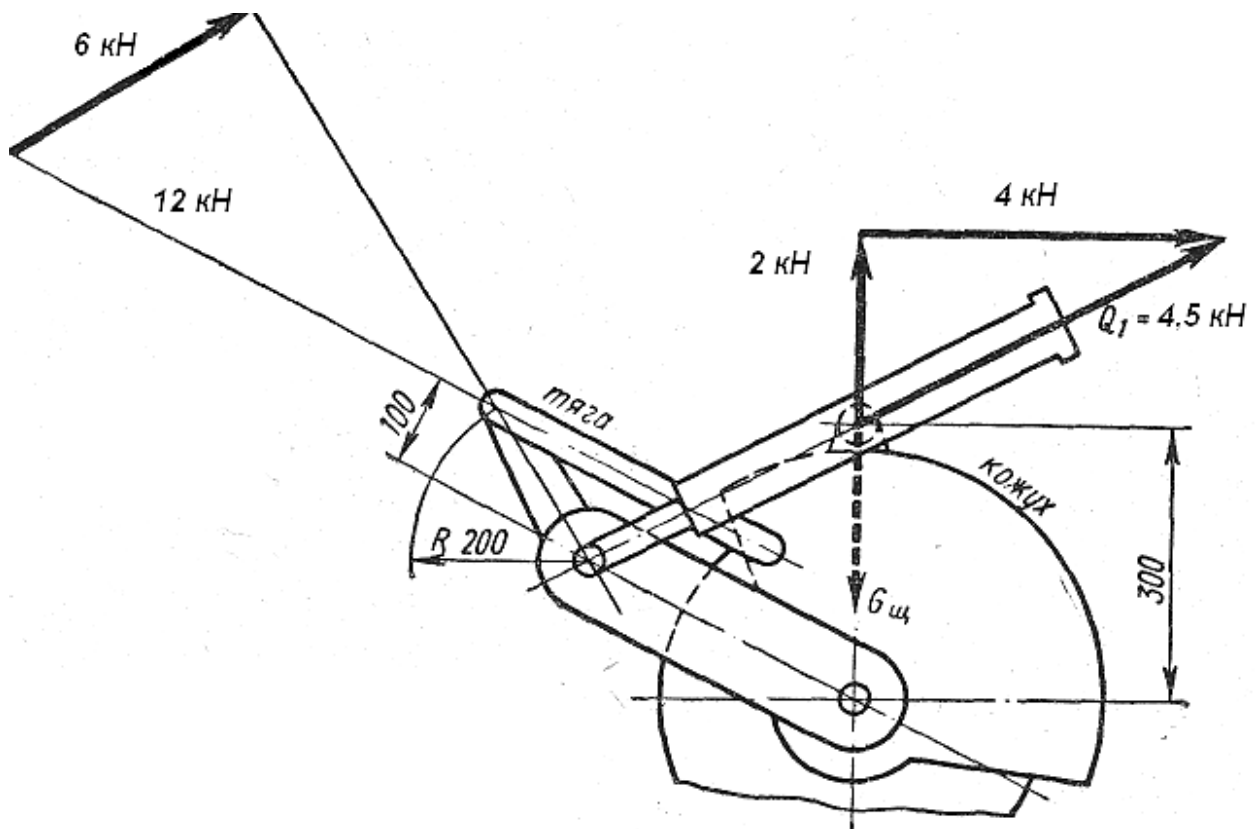


Рис. 2.4. Схема подъема механизма щетки

Проверим прочность крепления рычагов. Сварные рычаги коробчатого сечения привариваются к трубе $\phi 60 \text{ мм}$ четырьмя швам с катетом 5 мм каждый по полуокружности. Суммарная длина швов $l_{\Sigma} = 4\pi \cdot 30 \approx 400 \text{ мм}$; расчетное сечение швов на срез $A_{ш} = l_{\Sigma} k = 400 \cdot 5 = 2000 \text{ мм}^2$. Усилие, срезающее швы, обратно пропорционально отношению плеч – длины рычага и радиуса трубы, т.е. $200/30 \approx 7$ (см. рис. 2.4); значит, срезающая сила $S = 6,0 \cdot 7 = 42 \text{ кН}$ и статическое напряжение в швах $\tau = S / A_{ш} = 10^3 \cdot 42 / 2000 = 21 \text{ МПа}$, что с учетом неполного провара по длине коротких швов и некоторой динамичности приложения усилий можно принять.

2.3. Машина для зимнего содержания дорог

Задание. Модернизировать роторный снегоочиститель на базе трактора МТЗ-82, применив гидропривод рабочего оборудования.

Техническая характеристика

Производительность, $m^3/ч$	80
Скорость передвижения, $км/ч$ ($м/с$)...	до 14,5 (4,03)
Ширина захвата, $м$	1,3
Толщина убираемого слоя снега, $м$...	0,75
Дальность отбрасывания основной массы снега, $м$	10

Снегоочиститель предназначен для очистки от снега уличных проездов, рулежных дорожек, перронов, мест стоянки автомашин и самолетов, для погрузки снега в транспортные средства.

Рама коробчатого сечения, на которой смонтированы все узлы снегоочистителя, крепится к трактору-тягачу.

Привод рабочего органа снегоочистителя осуществляется от аксиально-поршневого гидромотора 310.0.56, подключенного к основной гидросистеме базового трактора-тягача.

Вращение с вала гидромотора через вал-шестерню и зубчатую пару с внутренним зацеплением передается на ротор рабочего органа. От ротора через карданный вал вращение передается на конический редуктор, а от него к фрезе рабочего органа.

Общая кинематическая схема представлена на рис. 2.5.

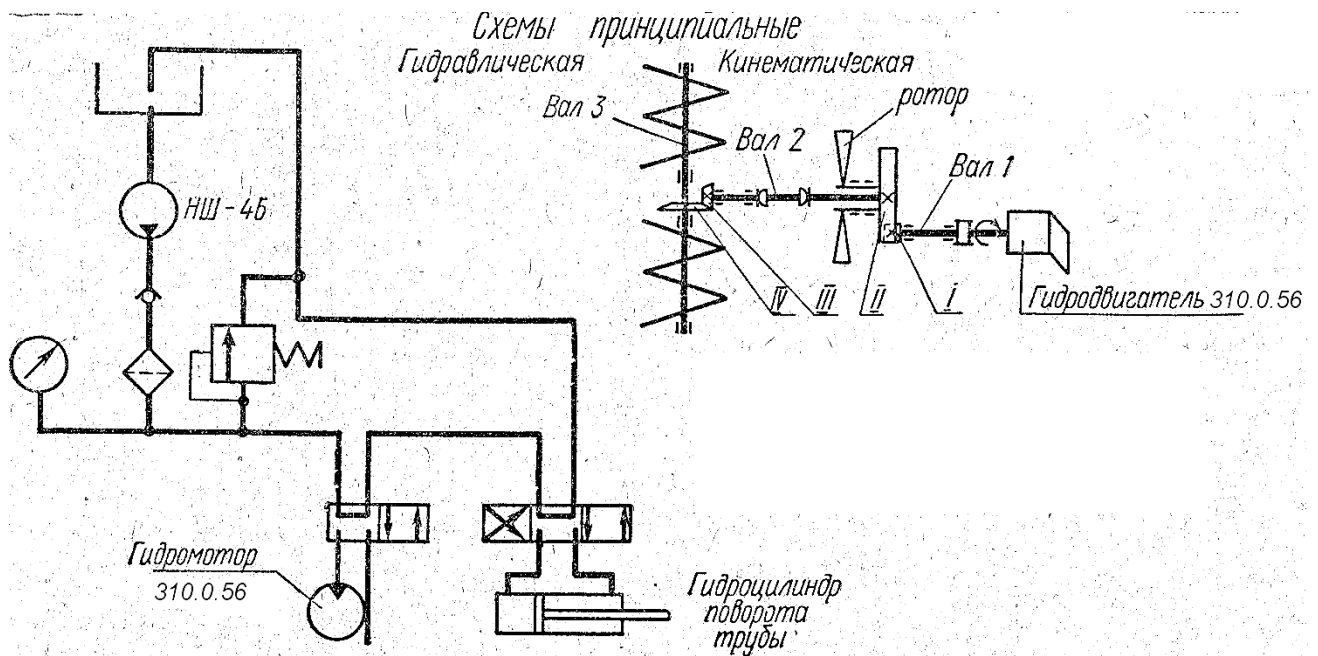


Рис. 2.5. Гидравлическая и кинематическая схемы приводов снегоочистителя

Четырехлопастный ротор крепится болтами к стакану, установленному на двух шарикоподшипниках.

В ступице ротора на шлицах установлен карданный вал привода фрезы. Смазка подшипников и зубчатой пары осуществляется через канал внутри оси вращения ротора.

Фреза (рис. П.2) ленточного типа, трехзаходная, состоит из 2-х частей (правой и левой), симметрично расположенных относительно оси рабочего органа. Каждая из фрез закрепляется на валу редуктора шпонками.

Отвал выполнен из листовой стали. В нижней части приварен нож, режущая кромка которого наплавлена твердым сплавом. С целью уменьшения износа ножа и сопротивления при движении к нему крепятся съемные лыжи. В средней части отвала имеется рассекатель, предназначенный для защиты редуктора от механических повреждений, уменьшения лобового сопротивления при работе, увеличения жесткости.

«Улитка» с трубой, являющаяся кожухом ротора, изготовлена из листовой стали. Соединяется с отвалом фланцем. Фланец приварен к цилиндрической части улитки. На фланце имеется паз по периметру. Аналогичный паз имеется на отвале. Фланцы соединены между собой винтами, вставленными в пазы. В случае поворота улитки (разгрузка снега производится налево или направо от продольной оси тягача, в отвал или кузов автомобиля) необходимо ослабить болты и повернуть улитку с трубой на требуемый угол, а после этого произвести затяжку болтов. Улитка, кроме этого, для большей жесткости крепится к раме снегоочистителя.

Расчет гидродвигателя привода.

Техническая характеристика аксиально-поршневого гидромотора 310.056 [3]: частота вращения $n_d = 1250 \text{ мин}^{-1}$; давление жидкости $p = 12,5 \text{ МПа}$; рабочий объем $q_d = 56 \text{ см}^3$; объемный КПД $\eta_{od} = 0,96$.

Определим необходимую подачу насоса

$$Q_H = Q_d = \frac{q_d n_d}{60 \eta_{od}} = \frac{56 \cdot 1250}{60 \cdot 0,96} = 1215 \text{ см}^3 / \text{с}.$$

Мощность, необходимая для привода насоса равна, кВт

$$N_{II} = 10^{-3} Q_H p / \eta_n = 10^{-3} \cdot 1215 \cdot 12,5 / 0,85 = 17,88 \text{ кВт}$$

Крутящий момент на валу двигателя определяем по формуле

$$M_{кд} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \Delta p Q_H \eta}{\pi n_d} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 12 \cdot 1215 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 1250} = 0,10 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

где Δp – перепад давления на двигателе, МПа;

η – общий КПД двигателя.

Кинематический расчет. Общее передаточное число равно

$$i_{об} = \frac{n_d}{n_\phi} = \frac{1250}{150} = 8,3,$$

где n_ϕ – частота вращения фрезы.
Передаточное число цилиндрической зубчатой передачи (привод ротора)

$$i_{цн} = \frac{n_\delta}{n_p} = \frac{1250}{600} = 2,08,$$

где n_p – частота вращения ротора.

Принимаем стандартное значение $i_{цн} = 2$.

Передаточное число, конического редуктора

$$i_{кр} = \frac{i_{об}}{i_{цн}} = \frac{8,3}{2} = 4,15,$$

Принимаем стандартное значение $i_{кр} = 4$.

Частота вращения фрезы с учетом принятых передаточных чисел

$$n_\phi = \frac{n_\delta}{i_{цн} i_{кр}} = \frac{1250}{2 \cdot 4} = 156,3 \text{ мин}^{-1}.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин: Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1982. – 279 с.
2. Строительные машины : справочник: в 2 т. Т. 1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог/ А.В. Раннев, Ю.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков [и др]; под ред. Э.Н. Кузина. – М.: Машиностроение, 1991. – 496 с.
3. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учеб. пособие. – Красноярск: ПИК «Офсет», 1997. – 384 с.
4. Трактор «Кировец». Описание конструкции и расчет. – Л.: Машиностроение, 1974. – 168 с.
5. Проектирование трансмиссий автомобилей : справочник / под ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
6. Жулай, В.А. Курсовое проектирование приводов транспортных, строительных и дорожных машин: учеб. пособие. Доп. УМО вузов РФ / В.А. Жулай; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2007. – 289 с.

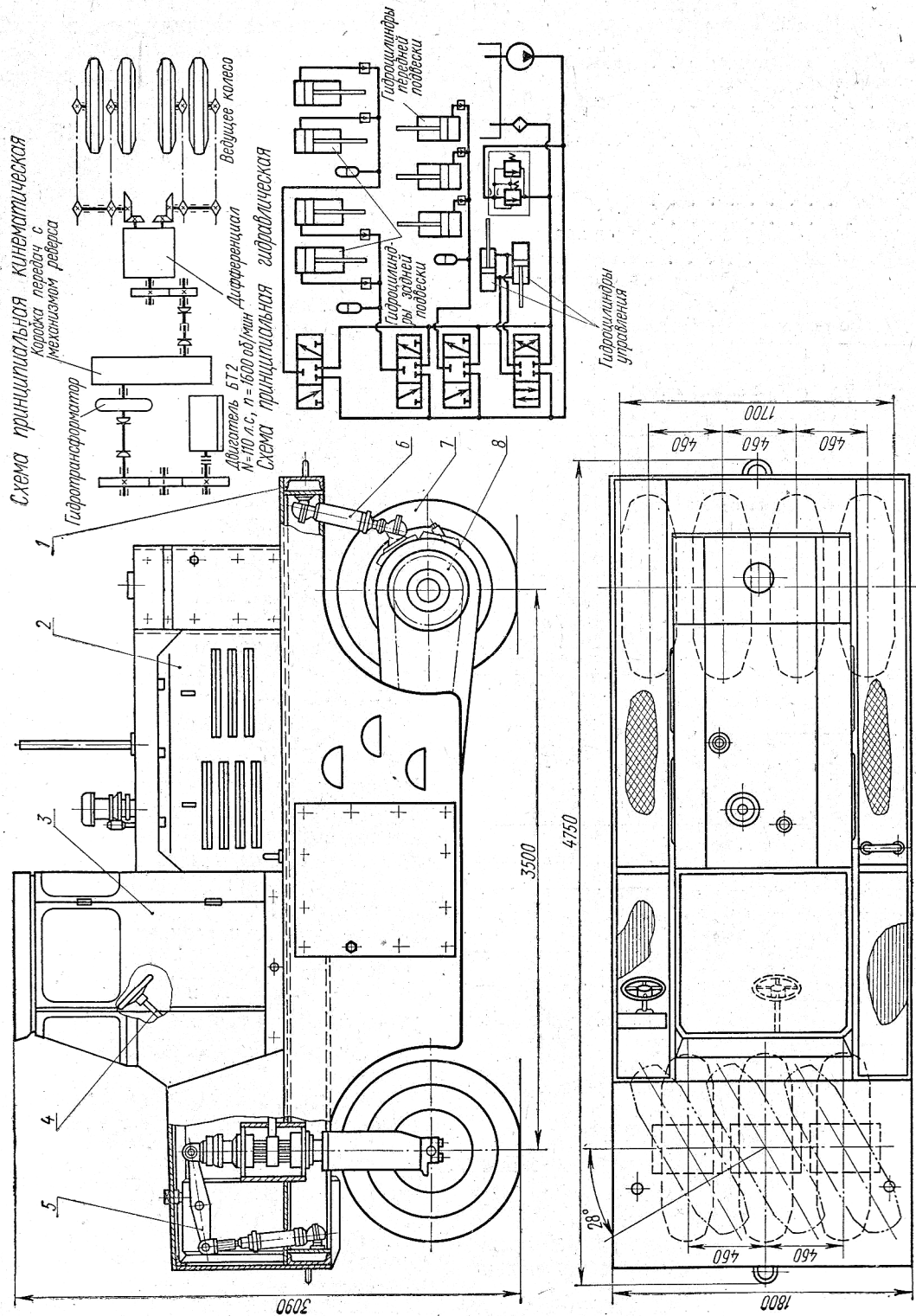


Рис. П.1 Общий вид катка на пневматических шинах

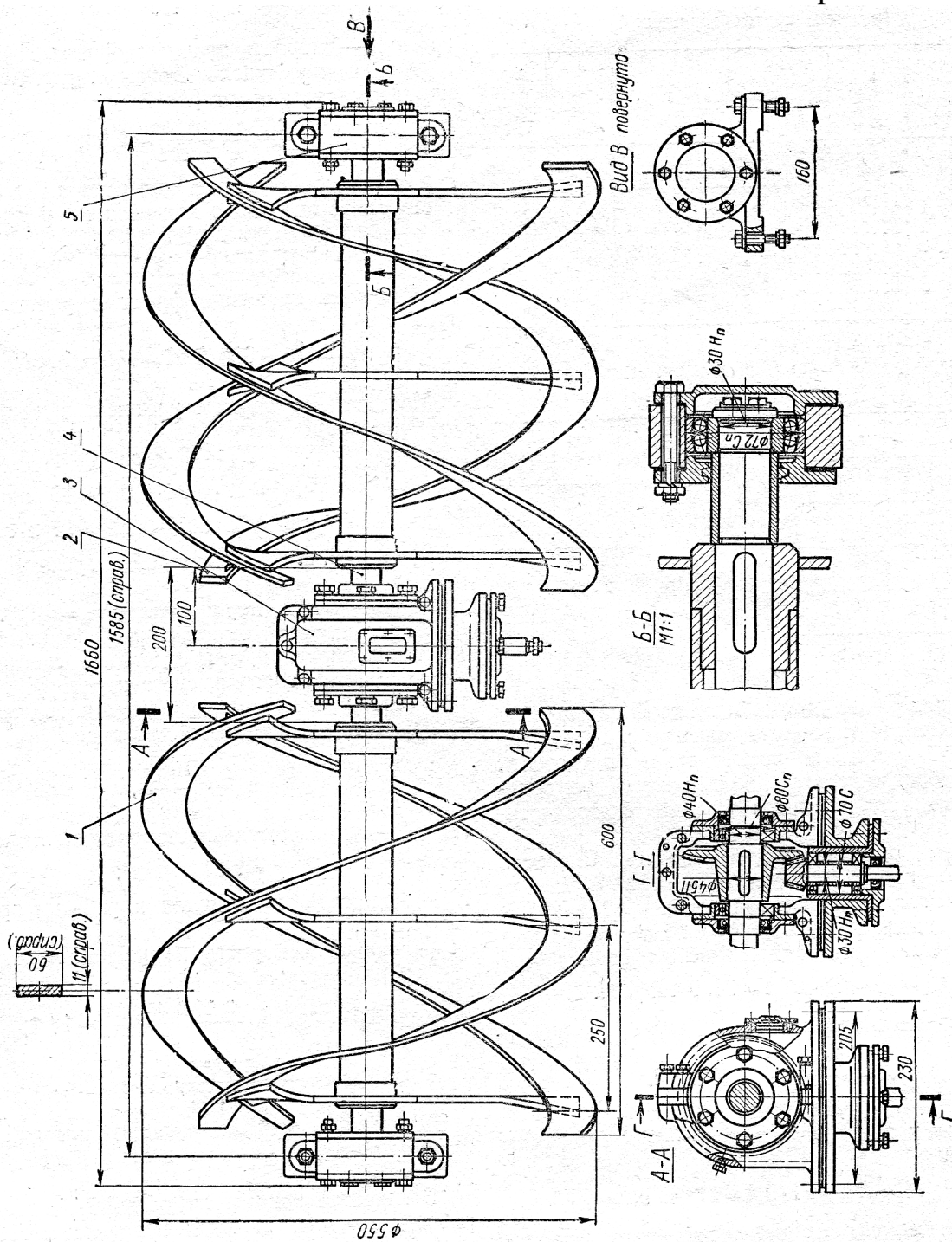


Рис. П.2 Фреза роторного снегоочистителя

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
1.1. Тематика курсовых проектов.....	4
1.2. Состав и содержание проекта.....	4
1.2.1. Графическая часть.....	4
1.2.2. Расчетно-пояснительная записка.....	5
2. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН.....	7
2.1. Самоходный дорожный каток.....	7
2.2. Машина для летнего содержания дорог.....	14
2.3. Машина для зимнего содержания дорог.....	18
Библиографический список.....	21
Приложения	22

Дорожные машины

Методические указания

к выполнению курсового проекта студентами всех форм обучения
спец. 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины
и оборудование»

Составитель: Владимир Алексеевич Жулай

Подписано в печать 01.03.2005 г. Формат 60x84 1/16 . Уч.-изд.л. 2,2
Усл.-печ.л.2,3. Бумага писчая. Тираж 100 экз.
Заказ №

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства Воронежского
государственного архитектурно-строительного университета.
394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.