

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

Факультет «Автотракторный»

Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь

_____ 2017 г.

Повышение маневренности автомобиля с колесной формулой 4×4 за счет созда-
ния управляемого заднего моста

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ23.03.02.2017.394.00.ПЗ ВКР

Руководитель работы:

к.т.н., доцент

_____ Землянский Ю.М.

«__» _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы П-404

_____ Савичев С.В.

«__» _____ 2017 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ В.И. Дуюн

«__» _____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Савичев С.В. «Повышение маневренности автомобиля с колесной формулой 4×4 за счет создания управляемого заднего моста» - Челябинск: ЮУрГУ, ПИ; 2017г., 58 стр., 9 ил., библиогр. список – 25 наим.

АВТОМОБИЛЬ, СИСТЕМА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ, КОЛЕСНАЯ ФОРМУЛА 4×4, ЗАДНИЙ МОСТ

В данной выпускной квалификационной работе предложена конструкция автомобиля с управляемой задней осью на базе шасси автомобиля Урал-43206. Разработана система рулевого управления с приводом, осуществляющим одновременный поворот всех колес. Конструкция реализуется путем замены заднего не управляемого моста данного автомобиля на серийный передний управляемый мост, замены штатного насоса гидроусилителя руля на насос НШ-32.

Произведен расчет кинематики рулевого управления, расчет деталей рулевого привода, тягово-динамический расчет, а также рассчитаны режимы резания четырех операций изготовления детали крепления следящего механизма.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Савичев С.В.			Повышение маневренности автомобиля с колесной формулой 4×4 за счет создания заднего управляемого моста	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Землянский Ю.М.					4	58
Н. Контр.		Дзюн В.И.				ЮУрГУ Каф. КГМ		
Утверд.		Бондарь В.Н.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ.....	10
1.1 Выбор схемы рулевого управления	10
1.2 Требования к рулевому управлению.....	10
1.3 Классификация рулевых управлений.....	11
1.4 Применяемость рулевого управления на автомобилях.....	12
1.5 Выбор схемы компоновки рулевого механизма и усилителя	13
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Расчет кинематики рулевого привода.....	18
2.2 Расчет рычага поворотного кулака переднего моста	21
2.3 Расчет рычага следящего механизма рулевого управления	23
2.4 Выбор и расчет ременной передачи привода насоса усилителя рулевого управления.....	26
2.4.1 Выбор сечения ремня	26
2.4.2 Определение длины ремня.....	27
3 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ.....	28
3.1 Исходные данные для тягово-динамического расчета.....	28
3.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	29
3.3 Тяговая характеристика автомобиля.....	31
3.4 Мощностной баланс автомобиля.....	32
3.5 Динамическая характеристика автомобиля.....	34
3.6 Ускорение автомобиля.....	35

3.7	Время и путь разгона автомобиля	38
4	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	42
4.1	Расчет режимов резания	43
4.2	Расчет режимов резания и основного времени	45
4.2.1	Расчет фрезерной операции	45
4.2.2	Расчет зенкероальной операции	47
4.2.3	Расчет сверлильной операции	50
4.2.4	Расчет токарной обработки сопрягаемой детали	52
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	57
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Потребность людей в необходимости ускоренного перемещения по земле привела человечество к созданию различных машин и механизмов, наиболее удобным и любимым из которых стал автомобиль.

Слово “автомобиль” означает “самодвижущаяся повозка”, хотя в современном понимании автомобилями принято называть только средства передвижения, оснащенные автономными двигателями (внутреннего сгорания, гибридным, либо электрическими).

В целом же начало современной автомобильной эпохи принято отсчитывать с 1895 г., когда независимо друг от друга Г. Даймлер и К. Бенц построили само-движущиеся экипажи, имевшие двигатели внутреннего сгорания с большим числом оборотов и высокой степенью сжатия. Стало возможным широкое распространение автомобиля.

С развитием автомобильной промышленности, одним из важнейших вопросов был и остается – вопрос о управляемости автомобиля. Управляемость автомобиля - одно из важнейших эксплуатационных свойств, определяющих возможность его безопасного движения. Эту функцию выполняет система рулевого управления.

Задача рулевого механизма состоит в том, чтобы изменять направление движения автомобиля. В большинстве автомобилей можно изменить лишь поворот передних колес, но существуют модели, в которых управляемыми являются все четыре или более колеса. Автомобили со всеми управляемыми колесами обладают лучшей маневренностью, поэтому являются более безопасными.

Система рулевого управления состоит из рулевого устройства и привода. При повороте управляемых колес автомобиль меняет свое направление. В ходе этого процесса изначальное движение водителя усиливается в несколько раз.

Схема рулевого устройства показывает, какие детали и механизмы участвуют в процессе управления автомобилем. На современные автомобили и грузовые

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

автомобили, предназначенные для перевозки больших грузов, дополнительно устанавливаются гидроусилители. Гидроусилители облегчают управление автомобилем и повышают безопасность движения.

В настоящее время на многих заводах и производственных территориях в качестве технологических автомобилей используются серийные автомобили семейства Урал-4320. Параметры маневренности этого автомобиля не позволяют в полной мере использовать его в узких проездах цехов завода, вследствие чего работа по перемещению груза внутри цехов ложится на различные подъемно-транспортные механизмы. Поэтому многие предприятия нуждаются в компактных, маневренных автомобилях, способных доставлять заготовки непосредственно к месту.

В связи с изложенным, целью данной выпускной квалификационной работы является разработка автомобиля повышенной маневренности с колесной формулой 4×4 за счет создания управляемого заднего моста.

Задачи: провести конструктивный анализ, выполнить кинематический расчет рулевого управления и тягово-динамический расчет автомобиля, а так же рассчитать технологический процесс.

Автомобиль Урал-43206 имеет колесную формулу 4×4. На автомобиле установлен двигатель ЯМЗ-236, мощностью – 132 кВт (180 л.с.). Грузоподъемность автомобиля составляет 4,3 т. Погрузочная высота платформы – 1460 мм. Минимальный радиус поворота – 10,5 м. Выбираем данный автомобиль в качестве базового для проектирования.

Кратко опишем конструкцию проектируемого автомобиля. За основу берем автомобиль Урал-43206. На него ставим дизельный двигатель ММЗ Д-245, устанавливаемый на автомобили ЗИЛ, коробку передач от автомобиля ЗИЛ, в которой используем 4 передачи переднего хода. Для обеспечения малой погрузочной высоты платформу крепим непосредственно к раме автомобиля, без применения надрамника. На автомобиле используем шины с дорожным рисунком размерности 260х508. Применение этих шин позволяет снизить расход топлива, а также обес-

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

печивает необходимый зазор между колесом и платформой. Передний мост – управляемый, ведущий. В качестве заднего моста используем передний серийный мост от автомобиля Урал. Таким образом получим автомобиль со всеми управляемыми колесами. Для управления автомобилем разработан оригинальный рулевой привод, обеспечивающий одновременный поворот всех колес. Для облегчения управления автомобилем, и для исключения перегрузок в рулевом приводе, на каждом мосту устанавливаем по гидроусилителю. Два одновременно работающих гидроусилителя требуют повышенной производительности насоса, поэтому на автомобиль необходимо установить насос с большей производительностью, таким является насос НШ-32, используемый на автомобилях Урал-5557 для поднятия платформы. Привод насоса – от коленчатого вала двигателя посредством клиноременной передачи.

В данном дипломном проекте предложена конструкция автомобиля повышенной маневренности на базе автомобиля Урал-43206.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Выбор схемы рулевого управления

Рулевое управление включает в себя рулевой механизм, рулевой привод и рулевой усилитель (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Схема рулевого управления

1 – рулевое колесо; 2 – рулевая колонка; 3 – карданный вал; 4 – датчик крутящего момента на рулевом колесе; 5 – электроусилитель руля; 6 – рулевой механизм; 7 – рулевая тяга; 8 – наконечник рулевой тяги с шаровым шарниром

1.2 Требования к рулевому управлению

Рулевое управление является устройством, обеспечивающим безопасность движения, поэтому к нему предъявляются высокие требования:

1) возможно меньшее значение минимального радиуса поворота для обеспечения хорошей маневренности автомобиля;

- 2) малое усилие на рулевом колесе, обеспечивающее легкость управления;
- 3) кинематическое и силовое следящее действие, то есть пропорциональность между усилием на рулевом колесе и моментом сопротивления повороту управляемых колес и заданное соответствие между углом поворота рулевого колеса и углом поворота управляемых колес;
- 4) минимальное боковое скольжение колес при повороте;
- 5) минимальная передача толчков и биения на рулевое колесо от удара управляемых колес о неровности дороги;
- 6) оптимальная упругая характеристика рулевого управления, определяющая его чувствительность и исключающая возможность возникновения колебаний управляемых колес;
- 7) кинематическая согласованность элементов рулевого управления с подвеской для исключения самопроизвольного поворота управляемых колес при деформации упругих элементов;
- 8) минимальное влияние на стабилизацию управляемых колес;
- 9) высокая надежность, так как выход из строя рулевого управления может привести к аварийным ситуациям [15].

1.3 Классификация рулевых управлений

Классификация рулевых управлений по способу поворота автомобиля:

- а) поворотом управляемых колес;
- б) складыванием элементов (одноосный тягач и одноосный прицеп);
- в) вращением колес одного борта в сторону, обратную движению;
- г) торможением колес одного борта.

Классификация рулевых управлений по расположению рулевого колеса:

- а) левое;
- б) правое.

Рулевые управления так же классифицируют по расположению управляемых

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

колес на автомобилях:

а) на двухосных автомобилях управлением колес передней оси, задней оси, передней и задней осей;

б) на трехосных автомобилях управлением колес первой оси, первой и третьей осей;

в) на четырехосном автомобиле управлением первой и второй осей, первой и третьей осей, всех осей [18].

1.4 Применяемость рулевого управления на автомобилях

На большинстве автомобилей управление осуществляется поворотом управляемых колес. Такой способ управления наиболее целесообразен для легковых автомобилей, автобусов и грузовых автомобилей общего назначения, у которых для поворота управляемых колес достаточно пространства. Такой же способ управления применяется на внедорожных автомобилях большой грузоподъемности, где поворот управляемых колес большого диаметра обеспечен специальными компоновочными решениями (автомобили-самосвалы БелАЗ).

Управление при помощи складывания в горизонтальной плоскости элементов автотранспортных средств появилось в связи со стремлением повысить их проходимость, применяя колеса большого диаметра. Конструкции автопоездов, состоящих из одноосного автомобиля-тягача и одноосного прицепа, шарнирно связанных между собой и принудительно поворачиваемых один относительно другого при выполнении маневра, получили развитие в 50-е годы. Такое управление имеют, например, автопоезд МоАЗ-6401-9585 (4×2), колесный трактор «Кировец-701».

Управление при помощи торможения колес одного борта или их вращения в сторону, обратную движению, применяется крайне редко и только на многоосных автомобилях.

Расположение рулевого колеса зависит от принятого в стране направления

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

движения. Правое рулевое управление применяется в странах с левосторонним движением (Великобритания, Япония), левое рулевое управление применяется в странах, где принято движение по правой стороне (Россия, США и др.).

В двухосных автомобилях, как правило, управляемыми являются передние колеса. Исключение составляют короткобазные специальные автотранспортные средства с задними управляемыми колесами, что определяется спецификой компоновки (автопогрузчики). В автомобилях, которые должны обладать повышенной маневренностью и проходимостью, иногда все колеса выполняют управляемыми и ведущими, что позволяет снизить минимальный радиус поворота и одновременно уменьшить сопротивление движению на повороте. Уменьшение сопротивления движению на повороте объясняется тем, что, например, двухосный автомобиль со всеми управляемыми колесами прокладывает на повороте две колеи вместо четырех при одной паре передних управляемых колес [17].

В трехосных автомобилях, имеющих сближенные оси задней тележки, управление осуществляется передними колесами (ЗИЛ-131, автомобили КамАЗ, КрАЗ). Для повышения маневренности и проходимости в трехосных автомобилях управляемыми являются колеса крайних осей – передней и задней. В этом случае промежуточную ось размещают посередине базы автомобиля.

В четырехосных автомобилях в зависимости от конкретного назначения автомобиля управляемыми делают колеса передних двух осей или передних и задних осей. В последнем случае промежуточные оси сближают и размещают посередине базы автомобиля. В более редких случаях применяется управление всеми колесами четырехосного автомобиля, что уменьшает сопротивление повороту, но значительно усложняет конструкцию.

1.5 Выбор схемы компоновки рулевого механизма и усилителя

В связи с тем, что рулевое управление с гидравлическим усилителем является следящей системой с обратной связью, вопросы взаимного расположения отдель-

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ных узлов системы на автомобиле приобретают существенное значение, так как от характера связей между ними зависит быстрдействие системы и ее устойчивость.

Гидравлический насос выполняют в виде отдельного узла, обычно устанавливаемого на двигателе. Остальные агрегаты усилителя могут быть скомпонованы на автомобиле по одной из четырех возможных схем:

- 1) силовой цилиндр и распределитель встроены в рулевой механизм;
- 2) распределитель встроены в силовой цилиндр, а рулевой механизм выполнен в виде отдельного агрегата;
- 3) распределитель встроены в рулевой механизм, силовой цилиндр выполнен в виде отдельного агрегата, устанавливаемого в рулевом приводе;
- 4) распределитель и силовой цилиндр выполнены в виде отдельных агрегатов, как и рулевой механизм.

При сравнительно небольших моментах сопротивления повороту управляемых колес, зависящих от нагрузки на управляемые колеса, наиболее целесообразно использование первой схемы компоновки. В данном случае рулевой механизм со встроенным усилителем получается легким, компактным, хорошо komponуется на автомобиле. Кроме того, обеспечивается наименьшая длина трубопроводов и практически исключена возможность колебаний управляемых колес, вызванных динамической неустойчивостью усилителя. Такая схема компоновки широко распространена на зарубежных автомобилях [14].

К недостаткам этой компоновки следует отнести то, что практически все детали рулевого управления нагружаются полным моментом сопротивления управляемых колес повороту, а это увеличивает упругую податливость системы, в результате чего возрастает возможность возникновения колебаний колес. Кроме того, ухудшается защита деталей рулевого управления от обратных ударов путем демпфирования их в силовом цилиндре.

В связи с этим, при больших значениях момента сопротивления повороту, имеющих в случае больших нагрузок на управляемые колеса, использование

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

гидравлических усилителей, встроенных в рулевой механизм, признано нецелесообразным из-за необходимости существенно увеличивать массу деталей рулевого механизма, а также кронштейна крепления рулевого механизма и рамы в зоне крепления кронштейна.

В настоящее время на автомобилях МАЗ и КрАЗ с массой, приходящейся на управляемые колеса, свыше 5 т применена вторая схема компоновки. Усилители при такой компоновке позволяют использовать серийный рулевой механизм. Однако склонность к возбуждению колебаний управляемых колес такого усилителя несколько выше по сравнению с усилителем по первой схеме компоновки [12].

Развитие компоновок автомобилей неотрывно связано с ростом нагрузки на управляемый мост. В частности, перспективные автомобили МАЗ, КрАЗ, УралАЗ, автобусы ЛАЗ, ЛиАЗ, КавЗ имеют нагрузок на управляемый мост 4 – 7 т.

С этой целью разработана конструкция унифицированного рулевого механизма и усилителя, отвечающего современным требованиям и обеспечивающего возможность его применения на грузовых автомобилях, автобусах и автопогрузчиков с нагрузкой на управляемую ось в пределах 4 – 7 т.

Широкая унификация определяет большой годовой выпуск рулевого механизма и усилителя и возможность создания специализированного производства, что позволит получить большой экономический эффект.

Большие исследования были проведены с целью выбора оптимальной схемы компоновки рулевого механизма и усилителя. В результате было установлено следующее.

Перечисленные выше недостатки первой схемы компоновки, а также та ее особенность, что для изменения мощности усилителя требуется переработка конструкции всего механизма, делают данную схему неприемлемой для унифицированного рулевого управления.

При испытании рулевого механизма и усилителя по второй схеме компоновки на перспективных автомобилях МАЗ с нагрузкой на управляемый мост 6 тс установлено, что данная схема не способна обеспечить при увеличении диаметра си-

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

лового цилиндра легкость управления, так как при поворотах боковые составляющие сил, действующих от продольной тяги на сошку (радиальная составляющая сила, действующая на корпус распределителя), препятствует перемещению золотника и тем самым существенно увеличивают усилие на рулевом колесе.

Кроме того, усилитель, скомпонованный по второй схеме, имеет еще один существенный недостаток. На автомобиле его приходится располагать так, чтобы палец сошки мог управлять распределителем. Однако для автомобилей УралАЗ и КраЗ повышенной проходимости, имеющих шины широкого профиля, такая схема неприемлема, так как место между лонжероном и колесом, где расположены рулевой механизм и усилитель, ограничено.

Третья схема компоновки по сравнению со второй отличается большей гибкостью при размещении на автомобиле, что обеспечивает возможность широкой унификации, а рулевой механизм при этом разгружен от усилия, развиваемого усилителем, по сравнению с первой схемой компоновки.

Мощность усилителя при третьей схеме можно легко изменить за счет длины хода штока силового цилиндра, который может быть соединен с любым звеном рулевого привода.

Третья схема компоновки (распределитель встроен в рулевой механизм, силовой цилиндр – отдельный агрегат) широко применяется в мировом автомобилестроении. По этой схеме комплектуется рулевое управление автомобилей, выпускаемые фирмами Zahnrad Fabrik (Германия), Berliet (Франция), Fiat (Италия) и др.

В последнее время намечается тенденция в применении распределителя с приводом от рулевого вала, а не сошки. Таким распределителем обеспечивается малый свободный ход рулевого вала, необходимый для включения усилителя, и, как следствие, хорошее «чувство дороги».

На основании перечисленного, для унифицированного рулевого управления принята третья схема компоновки.

Четвертая схема компоновки в настоящее время применяется на автомобилях ГАЗ – 66, КАЗ и автобусах ПАЗ. Такая схема компоновки отличается большой

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

длиной шлангов, склонностью к колебаниям управляемых колес, неудобством размещения агрегатов на автомобиле. В связи с этим для перспективных автомобилей большой грузоподъемности такая схема признана неприемлемой.

Вывод по первому разделу

На автомобилях Урал применяется третья схема компоновки рулевого управления, поэтому для обеспечения максимальной унификации с базовым автомобилем применим эту схему на проектируемом автомобиле. Для обеспечения высокой маневренности проектируемого автомобиля необходимо сделать все колеса управляемые. Для этого задний мост базового автомобиля заменяем на серийный передний. Получаем, таким образом, возможность управления всеми колесами автомобиля посредством установки оригинального рулевого привода заднего моста.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет кинематики рулевого привода

Основной задачей кинематического расчета рулевого привода является определение оптимальных параметров рулевой трапеции и правильной кинематики поворотного рычага при деформации рессор.

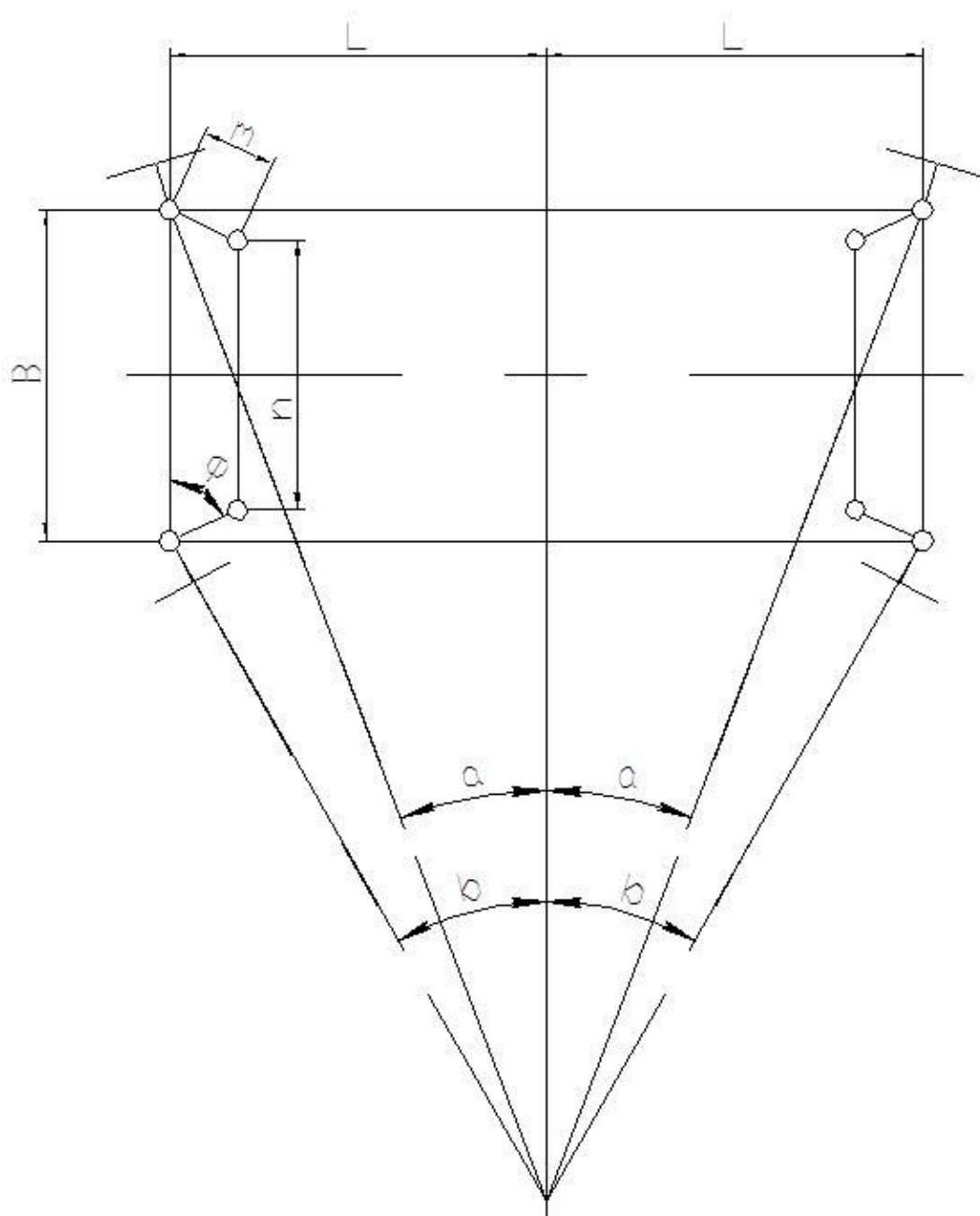


Рисунок 2.1 – Расчетная схема поворота автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.394.00 ПЗ

Лист

18

Исходя из геометрии поворота, имеем

$$ctg\alpha - ctg\beta = \frac{B}{L}, \quad (2.1)$$

где α – угол поворота наружного управляемого колеса;

β – угол поворота внутреннего управляемого колеса;

B – расстояние между осями шкворней, мм;

L – половина базы автомобиля, мм.

Как видно, разность котангенсов углов поворота внешнего и внутреннего управляемых колес должна быть всегда величиной постоянной, а мгновенные центры поворота для передней и задней осей автомобиля (точки O_1 и O_2) должны совпадать. Только при соблюдении этих теоретических условий все колеса автомобиля на повороте будут двигаться без скольжения, то есть иметь чистое качение.

От рулевой трапеции требуется, чтобы она обеспечивала вытекающее из геометрии поворота соотношение между углами поворота управляемых колес. Фактически устанавливаемое рулевой трапецией соотношение между углами поворота следующее:

$$\alpha = \phi + arctg \frac{m \cos(\phi + \beta)}{B - m \sin(\phi + \beta)} - arcsin \frac{m + 2B \sin \phi - 2m \sin \phi - B \sin(\phi + \beta)}{\sqrt{B^2 + m^2 - 2Bm \sin(\phi + \beta)}} \quad (2.2),$$

где ϕ – угол наклона боковых рычагов трапеции к оси балки;

m – длина боковых рычагов трапеции.

Из сравнения выражений 2.1 и 2.2 можно установить, что они не тождественны, а следовательно, неизбежно существование разницы между теоретически необходимыми углами поворота и фактическими, задаваемыми рулевой трапецией.

Обычно подбором углов ϕ и длин m боковых рычагов трапеции можно с достаточной точностью приблизить фактическую зависимость $\alpha = f(\beta)$ к теоретически необходимой.

Но данный метод мне практически недоступен, так как с целью унификации я использую серийные мосты автомобиля Урал ($\alpha = 26^\circ$, $\beta = 31,5^\circ$).

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Поэтому используя выражение 2.1, определим теоретический угол $\alpha_{\text{теор}}$ и сравним его с $\alpha_{\text{факт}}$ автомобиля Урал.

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{теор}} = \frac{B}{L} + \operatorname{ctg} \beta \quad (2.3)$$

$$\beta = 31,5^\circ;$$

$$B = 1514 \text{ мм} = 1,514 \text{ м};$$

$$L = 1600 \text{ мм} = 1,6 \text{ м};$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{теор}} = \frac{1,514 \text{ м}}{1,600 \text{ м}} + \operatorname{ctg} 31,5^\circ = 2,578$$

$$\alpha_{\text{теор}} = 21^\circ 12'$$

Есть небольшое расхождение между теоретически необходимым углом поворота наружного колеса $\alpha_{\text{теор}} = 21^\circ 12'$ и фактическим углом поворота серийного моста автомобиля Урал $\alpha_{\text{факт}} = 26^\circ$. Это говорит о том, что на повороте колеса автомобиля будут двигаться с небольшим проскальзыванием [1].

Рассчитаем минимальный радиус поворота по оси внешнего колеса. Минимальный радиус поворота автомобиля со всеми управляемыми колесами определяем по формуле:

$$R_{\text{н min}} = \frac{L}{\sin \alpha} \quad (2.4)$$

$$R_{\text{н min}} = \frac{1595 \text{ мм}}{\sin(21^\circ 12')} = \frac{1595 \text{ мм}}{0,371} = 4306 \text{ мм} = 4,3 \text{ м}$$

Полученный минимальный радиус поворота автомобиля является фактическим, так как мы подставляем в выражение 2.4 фактическое значение угла поворота внешнего колеса $\alpha_{\text{факт}} = 26^\circ$. Теоретический минимальный радиус поворота получается несколько большим. Таким образом, мы получаем в два раза меньший радиус поворота по сравнению с базовым автомобилем Урал-43206, минимальный радиус поворота которого составляет 10,5 метров [2].

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2.2 Расчет рычага поворотного кулака переднего моста

Расчет рычага произведем исходя из усилия P_c , действующего на шаровый палец поворотного рычага. Установлено, что оно максимально при наезде управляемых колес на препятствие и может быть принято равным половине полного веса автомобиля, приходящегося на переднюю ось. Рычаг рассчитывают на совместный изгиб и кручение.

$$P_c = 0,5G_1, \quad (2.5)$$

где G_1 – полная масса автомобиля, приходящаяся на передние колеса, кг
 $G_1 = 2830$ кг.

$$P_c = 0,5 \times 2830 = 1415 \text{ кг.}$$

Схема нагружения рычага поворотного кулака представлена на рисунке 2.2.

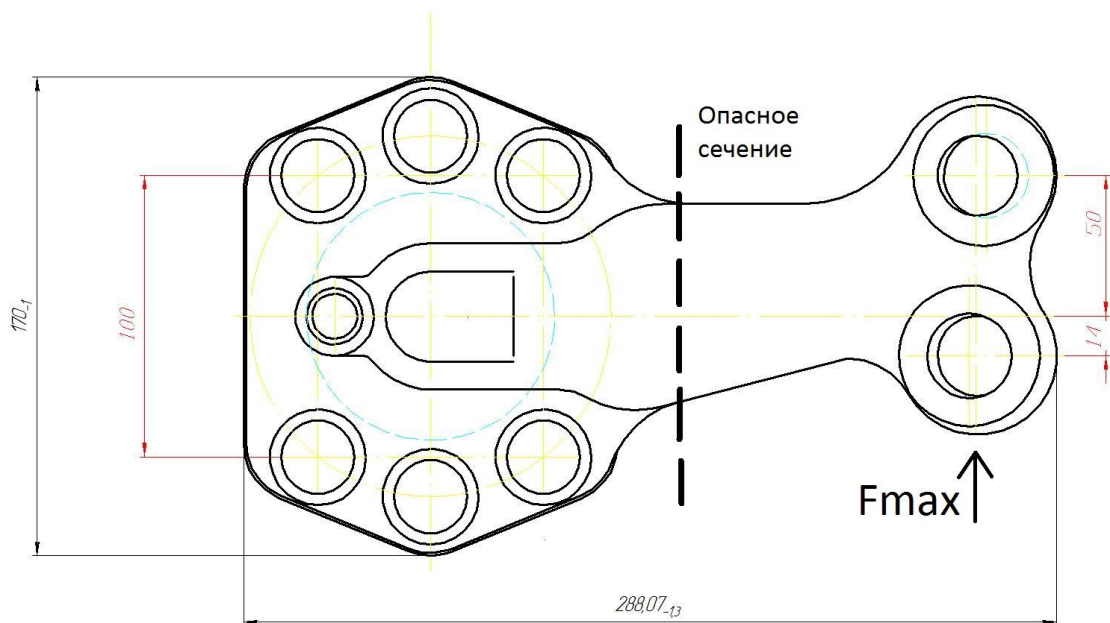


Рисунок 2.2 – Схема нагружения рычага поворотного кулака

Для типичной конструкции рычага опасным является сечение А – А, в котором возникают напряжения от изгиба и кручения.

Условие прочности для расчетного сечения:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{P_c l}{W_u}\right)^2 + 4\left(\frac{P_c c}{W_k}\right)^2} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_t}{n_t}, \quad (2.6)$$

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

где $W_{и}$ – момент сопротивления при изгибе, $см^3$;

$W_{к}$ – момент сопротивления при кручении, $см^3$;

σ_t – предел текучести материала рычага, $кг/см^2$;

n_t – запас прочности.

$l = 17,7 \text{ см} = 0,177\text{м}$; $c = 4,2 \text{ см} = 0,042$.

Рычаг изготовлен из материала Сталь 45Х (поковка), для которого

$\sigma_t = 8500 \text{ кг/см}^2$; $n_t = 1,9$.

Посчитаем моменты сопротивления при изгибе и кручении для сечения А – А.

Размеры сечения: $a = 3,15 \text{ см}$; $b = 1,65 \text{ см}$. Тогда

$$W_u = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{4} = \frac{3,14 \cdot (3,15\text{см})^2 \cdot 1,65\text{см}}{4} = 12,86\text{см}^3; \quad (2.7)$$
$$W_u = 12,86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{16} = \frac{3,14 \cdot 3,15 \cdot 1,65}{16} = 3,215 \text{ см}^3; \quad (2.8)$$
$$W_k = 3,215 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1500 \cdot 17,7}{12,86}\right)^2 + 4 \left(\frac{1500 \cdot 4,2}{3,215}\right)^2} = 4429,6 \text{ кг/см}^2.$$
$$\sigma = 434,4 \text{ МПа}$$

Допустимые напряжения находим по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_t}{n_t} = \frac{8500}{1,9} = 4473,68 \text{ кг/см}^2 = 438,7 \text{ МПа}. \quad (2.7)$$

$$\sigma < [\sigma],$$

Условие прочности выполняется.

Рассчитаем шпильки крепления рычага к поворотному кулаку. Расчет произведем на срез.

Усилие среза, действующее на одну шпильку, рассчитывается по формуле:

$$P_{ш} = \frac{2 \cdot P_c \cdot L}{D \cdot n}, \text{ где} \quad (2.8)$$

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

n – количество шпилек.

$$D = 12,8 \text{ см} = 12,8 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$L = 24,2 \text{ см} = 24,2 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$N = 6.$$

$$P_{ш} = \frac{2 \cdot 1500 \text{ кг} \cdot 24,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{12,8 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 945,3 \text{ кг}.$$

Условие прочности на срез:

$$\tau = \frac{P}{S} \leq [\tau], \quad (2.9)$$

где S – площадь поперечного сечения шпильки;

[τ] – допустимые напряжения при срезе для материала шпильки.

$$S = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{4}, \quad (2.10)$$

где d_ш – диаметр шпильки = 1,6 см = 1,6 · 10⁻² м

Материал шпильки – Сталь 40 (улучшенная). Допустимые напряжения среза
[τ] = 800 кг/см² = 78,45 МПа

$$S = \frac{\pi \cdot (1,6 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{4} = 2,01 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\tau = \frac{945,3 \text{ кг}}{2,01 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 4,701 \text{ кг} / \text{м}^2 = 46,1 \text{ МПа}.$$

$$\tau < [\tau],$$

Условие прочности выполняется.

2.3 Расчет рычага следящего механизма рулевого управления

Следящий механизм рулевого управления служит для осуществления поворота колес заднего моста на определенный угол, соответствующий углу поворота передних колес. Рычаг следящего механизма является деталью, ответственной за угол поворота задних управляемых колес.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Так как основные размеры рычага следящего механизма определены из конструктивных соображений (сопрягается с деталями серийного автомобиля), то произведем проверочный расчет по условию равнопрочности деталей.

Расчетная схема нагружения рычага представлена на рисунке 2.3.

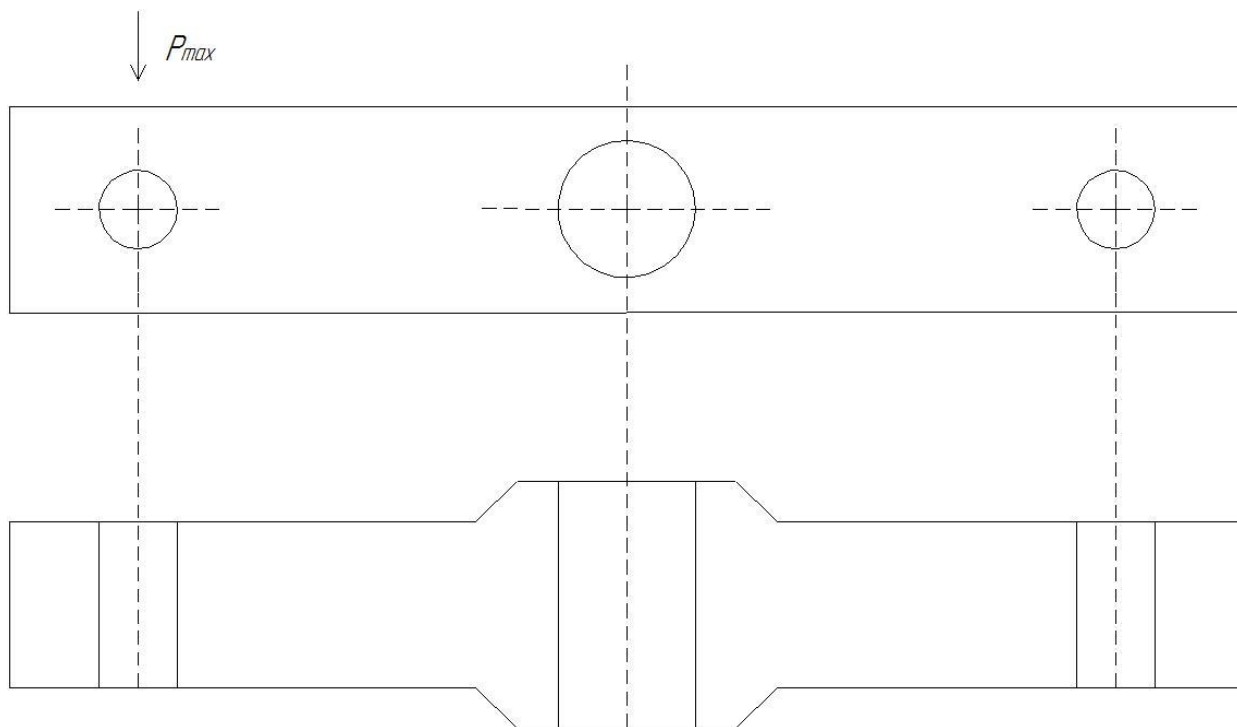


Рисунок 2.3 – Схема нагружения рычага следящего механизма

Напряжения изгиба в рычаге достигают максимального значения в сечении А – А.

За максимальное усилие P_{\max} , действующее на рычаг, принимается сила $P_{кр}$, при которой наблюдается потеря устойчивости тяги, то есть она начинает изгибаться.

$$P_{\max} = P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}, \quad (2.11)$$

где $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2 = 20,6 \cdot 10^6 \text{ МПа}$ – модуль упругости;

I - осевой момент инерции поперечного сечения тяги;

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \quad (2.12)$$

						23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			24

$L = 144,8 \text{ см} = 144,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – длина тяги;

$D = 3,8 \text{ см} = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – наружный диаметр тяги;

$d = 2,8 \text{ см} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – внутренний диаметр тяги.

$$I = \frac{3,14((3,8 \cdot 10^{-2})^4 - (2,8 \cdot 10^{-2})^4)}{64} = 7,21 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$P_{\max} = \frac{3,14^2 \cdot 20,6 \cdot 10^6 \text{ МПа} \cdot 7,21 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4}{(144,8 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = 7120 \text{ Н}$$

Изгибающий момент в сечении А – А:

$$M = P_{\max} \cdot l, \quad (2.13)$$

где $l = 17,5 \text{ см} = 17,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – плечо рычага;

$$M = 7120 \text{ Н} \cdot 17,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,246 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Минимально допустимый момент сопротивления сечения А – А:

$$W_{\min} = \frac{M}{\sigma_B}, \quad (2.14)$$

где σ_B – предел прочности при разрушении (для Сталь 20Х $\sigma_B = 6000 \text{ кг/см}^2 = 588,399 \text{ МПа}$).

$$W_{\min} = \frac{1,246 \text{ Н} \cdot \text{м}}{588,399 \text{ МПа}} = 20,76 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Действительный момент сопротивления вычисляется по формуле:

$$W_x = \frac{b(H^3 - h^3)}{6h},$$

$$W_x = \frac{5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}((6 \cdot 10^{-2} \text{ м})^3 - (4,1 \cdot 10^{-2} \text{ м})^3)}{6 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 21,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Условие, при котором $W_x \geq W_{\min}$ выполняется.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2.4 Выбор и расчет ременной передачи привода насоса усилителя рулевого управления

2.4.1 Выбор сечения ремня

Сечение ремня выбирается в зависимости от скорости и передаваемой им мощности.

Скорость ремня находим по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot n_{\max} \cdot D_{\kappa}}{60}, \quad (2.15)$$

где n_{\max} – максимальное число оборотов двигателя, об/мин;

D_{κ} – диаметр шкива коленчатого вала двигателя, м [19].

$$V = \frac{3,14 \cdot 2600 \text{ об / мин} \cdot 0,171 \text{ м}}{60} = 23,28 \text{ м / с}.$$

Мощность насоса, необходимая для обеспечения оптимальной его производительности рассчитывается по формуле:

$$N = 2 \frac{P \cdot Q}{60}, \quad (2.16)$$

где P – давление в гидросистеме рулевого управления, МПа;

Q – подача насоса, необходимая для поворота колес одного моста, л/мин.

Для автомобиля Урал $P = 8,5$ МПа; $Q = 16$ л/мин.

$$N = 2 \frac{8,5 \cdot 16}{60} = 4,53 \text{ кВт}.$$

По ГОСТ 1283.3-96 наиболее подходящим при найденных значениях скорости ремня и передаваемой им мощности, является ремень сечения «Б» ($D_{\kappa} > 170$ мм, $V = 24$ м/с, $N = 4,6$ кВт) [22].

Номинальная мощность насоса НШ-32 составляет 10 кВт, что вполне удовлетворяет требованиям по созданию необходимого давления в гидросистеме рулевого управления.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2.4.2 Определение длины ремня

Длину ремня определяем по формуле:

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_{p.k} + D_{p.n}) + \frac{(D_{p.k} - D_{p.n})^2}{4A}, \quad (2.17)$$

где $A = 370 \text{ мм} = 370 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – межосевое расстояние;

$D_{p.k} = 171 \text{ мм} = 171 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – диаметр шкива коленчатого вала;

$D_{p.n} = 136 \text{ мм} = 136 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ – диаметр шкива насоса.

$$L = 2 \cdot 370 \cdot 10^{-2} \text{ м} + \frac{\pi}{2}(171 \cdot 10^{-2} \text{ м} + 136 \cdot 10^{-2} \text{ м}) + \frac{(171 \cdot 10^{-2} \text{ м} - 136 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{4 \cdot 370 \cdot 10^{-2} \text{ м}};$$
$$L = 1,223 \text{ м}$$

По ГОСТ 1283.3-96 выбираем ремень Б–1250Ш [22].

Натяжение ремня обеспечиваем натяжным устройством, находящимся на кронштейне крепления масляного насоса к двигателю.

Вывод по второму разделу

По результатам расчета кинематики рулевого привода автомобиля Урал-43206 с управляемым задним мостом мы получили минимальный радиус поворота равный 4,3 м. Что в два раза меньше минимального радиуса поворота у базового автомобиля.

По результатам расчета рычага поворотного кулака на совместный изгиб и кручение делаем вывод, что условие прочности выполняется. Так же выполняется условие прочности и для рычага следящего механизма.

Был произведен выбор и расчет ременной передачи привода насоса усилителя рулевого управления.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

3 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО АВТОМОБИЛЯ

Поскольку мы используем серийные двигатель, коробку передач и редуктор главной передачи, то задачей тягово-динамического расчета будет проверка возможности совместного использования данных агрегатов на проектируемом автомобиле.

3.1 Исходные данные для тягово-динамического расчета

Двигатель:

- модель ММЗ Д-245.12;
- номинальная мощность, кВт (л.с.);
 - брутто 80 (108,8);
 - нетто 77 (104,7);
- частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹ :
 - максимальная не более 2600;
 - минимально устойчивая 800;
 - при максимальном крутящем моменте 1400;
- минимальный удельный расход топлива, г/кВт×ч 218.

Коробка переключения передач:

- механическая, четырехступенчатая с синхронизаторами на 2,3,4 передачах;
- передаточные числа передач:
 - первой 6,45;
 - второй 3,56;
 - третьей 1,98;
 - четвертой 1,275.

Главная передача:

- двухступенчатая гипоидная;
- передаточное число главной передачи: 8,9.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Шины:

- модель 8И – 244;
- размер 260×508 ;
- статический радиус, мм 488 ± 5 .

Параметры масс:

- масса снаряженного автомобиля, кг 4380;
- масса перевозимого груза, кг 3000;
- полная масса автомобиля, кг 7380;
- масса, приходящаяся на ведущие колеса, кг 4550.

Другие данные:

- КПД трансмиссии $\eta_{тр} = 0,897$;
- Коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x = 0,8$;
- коэффициент заполнения лобового сечения $K_L = 0,8$;
- коэффициент сопротивления качению $f = 0,018$;
- плотность воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$;
- колея автомобиля $B = 2,0 \text{ м}$;
- высота автомобиля $H = 2,475 \text{ м}$;
- коэффициент сцепления с опорной поверхностью $\varphi = 0,4$;
- коэффициенты, характеризующие тип двигателя внутреннего сгорания $A_1 = 0,87$; $A_2 = 1,13$;
- КПД обслуживающих систем $\eta_{обс} = 0,87 [20]$;

3.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это график зависимости эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала на установившемся режиме работы двигателя. Кривую эффективной мощности $N_e = f(n_e)$ строим по эмпирической формуле:

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$N_e = N_{e\max} \left(A_1 \frac{n_e}{n_{e\max}} + A_2 \frac{n_e^2}{n_{e\max}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e\max}^3} \right), \quad (3.1)$$

где N_e – мощность двигателя, кВт;

n_e – частота вращения двигателя, об/мин;

Кривую крутящего момента $M_e = f(n_e)$ строим по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (3.2)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Н·м.

Расчеты сведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Внешняя скоростная характеристика

Частота вращения n_e , мин ⁻¹	Мощность N_e , кВт	Крутящий момент M_e , Нм
800	26,6	317,6
1000	34,3	327,1
1200	41,9	333,3
1400	49,3	336,1
1600	56,2	335,6
1800	62,5	331,7
2000	68,0	324,5
2300	74,0	307,4
2600	77,0	282,8

График внешней скоростной характеристики представлен на рисунке 3.1.

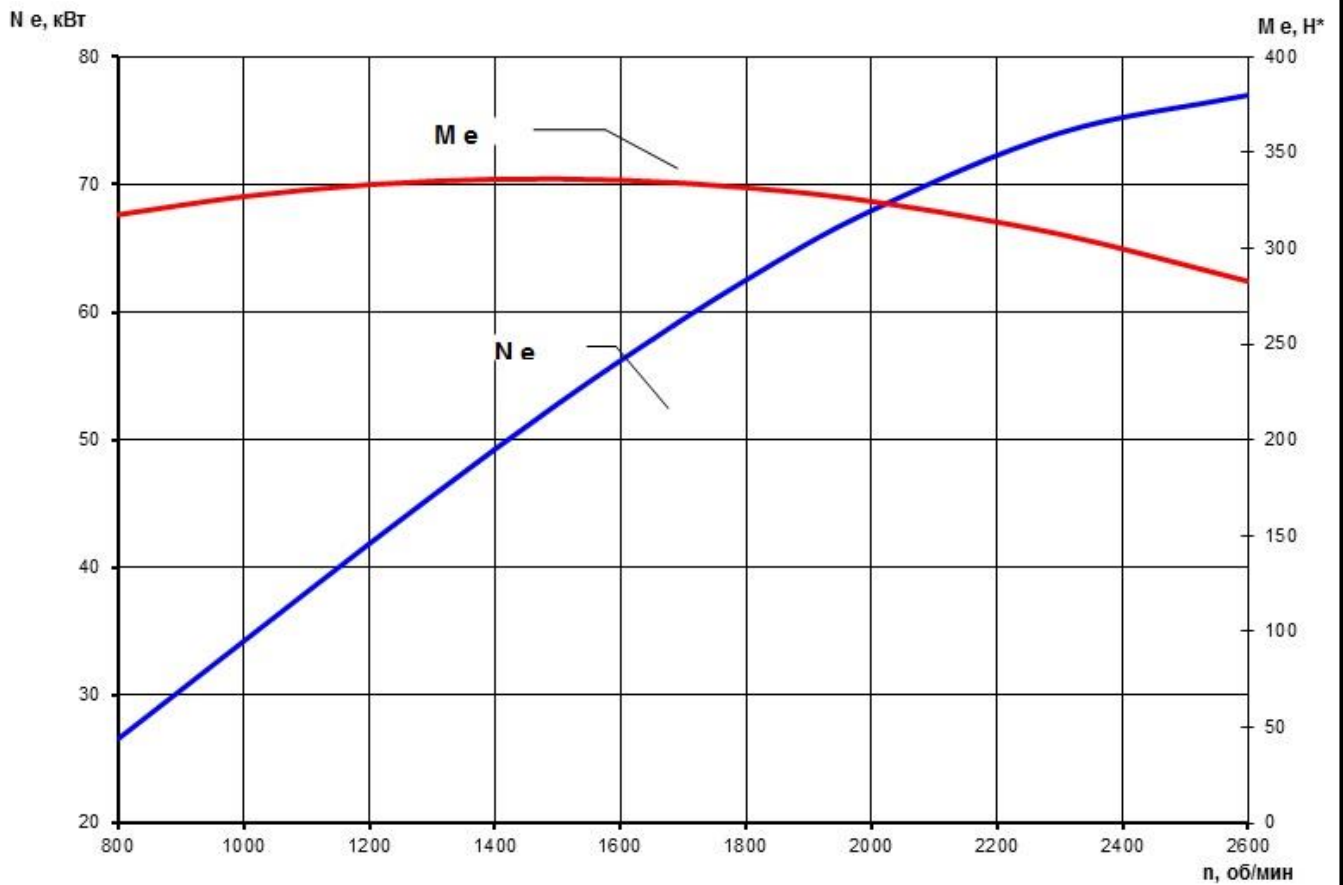


Рисунок 3.1 – Внешняя скоростная характеристика

3.3 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колёсах автомобиля от скорости движения на различных передачах $P_k = f(v_a)$. Силу тяги определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (3.3)$$

где P_k – сила тяги на колёсах автомобиля, Н;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

$$i_{тр} = i_{кп} \cdot i_{гл}, \quad (3.4)$$

где $i_{кп}$ – передаточное число коробки передач;

$i_{гл}$ – передаточное число главной передачи.

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{\text{тр}}} - \text{скорость автомобиля [24].}$$

Уравнение тягового баланса для равномерного движения имеет вид:

$$P_k = P_f + P_w, \quad (3.5)$$

где $P_f = m_a \cdot g \cdot f$ – сила сопротивления качению; (3.6)

$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_a$ – сила сопротивления воздуха. (3.7)

График тяговой характеристики двигателя представлен на рисунке 3.2.

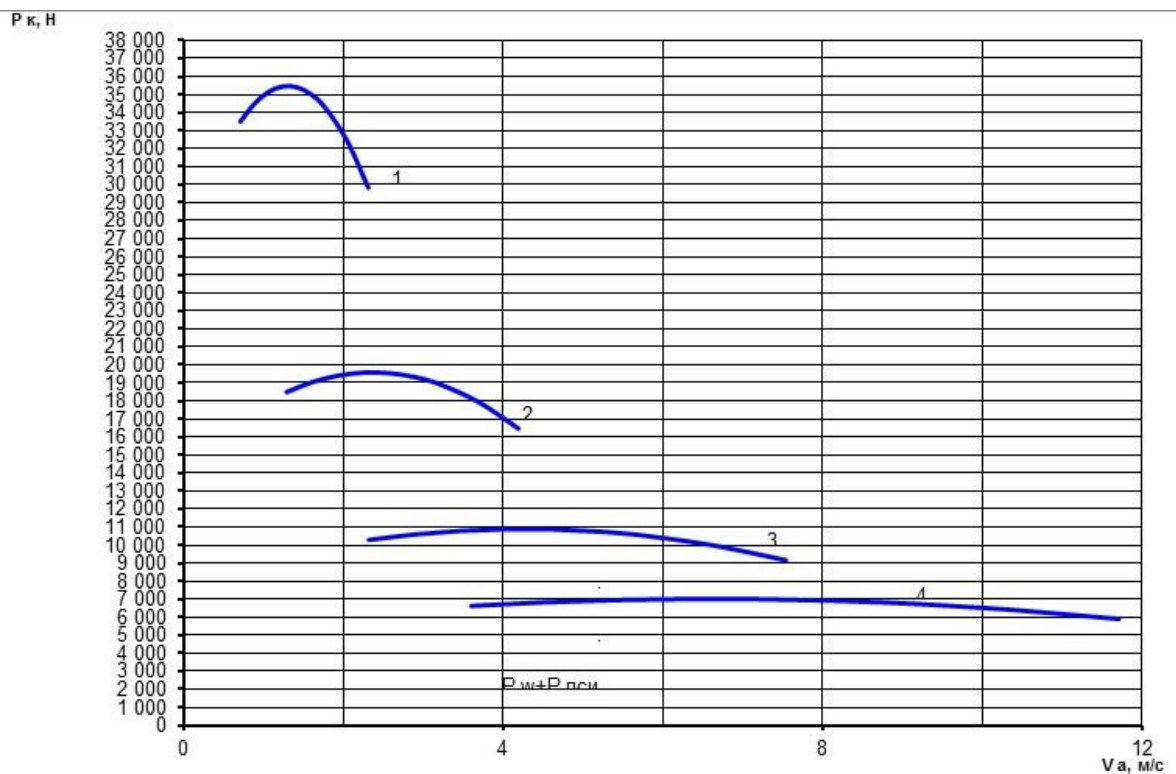


Рисунок 3.2 – Тяговая характеристика

3.4 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k = N_f + N_\alpha + N_w + N_j, \quad (3.8)$$

где N_k – мощность, приложенная к колёсам со стороны трансмиссии, Вт;

N_f – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, Вт;

N_α – мощность затрачиваемая на преодоление подъёма, Вт;

N_w – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, Вт;

N_j – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции, Вт.

Для нашего варианта рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъёма, когда мощность, приложенная к колёсам (N_k) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ($N_f + N_w$).

$$N_k = P_k \cdot v_a, \quad (3.9)$$

где v_a – скорость движения автомобиля, м/с.

$$N_f = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_a \quad (3.10)$$

$$N_w = C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^3, \quad (3.11)$$

где F_a – площадь лобового сечения автомобиля, м².

$$F_a = B \cdot H \cdot K_L, \quad (3.12)$$

где $B = 2,0$ м – колея автомобиля;

$H = 2,475$ м – высота автомобиля;

$K_L = 0,8$ – коэффициент заполнения лобового сечения.

$$F_a = 2,0 \cdot 2,475 \cdot 0,8 = 3,96 \text{ м}^2$$

Скорость движения автомобиля:

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_g}{i_{mp}} \quad (3.13)$$

$$v_{a_{max}} = 0,105 \frac{2600 \cdot 0,488}{11,348} = 11,74 \text{ м/с}$$

$$v_{a_{min}} = 0,105 \frac{800 \cdot 0,488}{57,405} = 0,71 \text{ м/с}$$

Для отображения на графике посчитаем общую силу сопротивления движению ($P_f + P_w$) и мощность ($N_f + N_w$), затраченную на это сопротивление.

$$N_f + N_w = (P_f + P_w) \cdot V_a \cdot 10^{-3}.$$

Результаты расчета сведены в таблице 3.2.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблица 3.2 – Сила и мощность сопротивления движению

$V_a, \text{ м/с}$	$P_f + P_w, \text{ Н}$	$N_f + N_w, \text{ кВт}$
0	1303	0
2	1310	2,62
4	1335	5,34
6	1374	8,24
8	1430	11,4
10	1501	15,01
11,74	1588	19,06

График мощностного баланса представлен на рисунке 3.3.

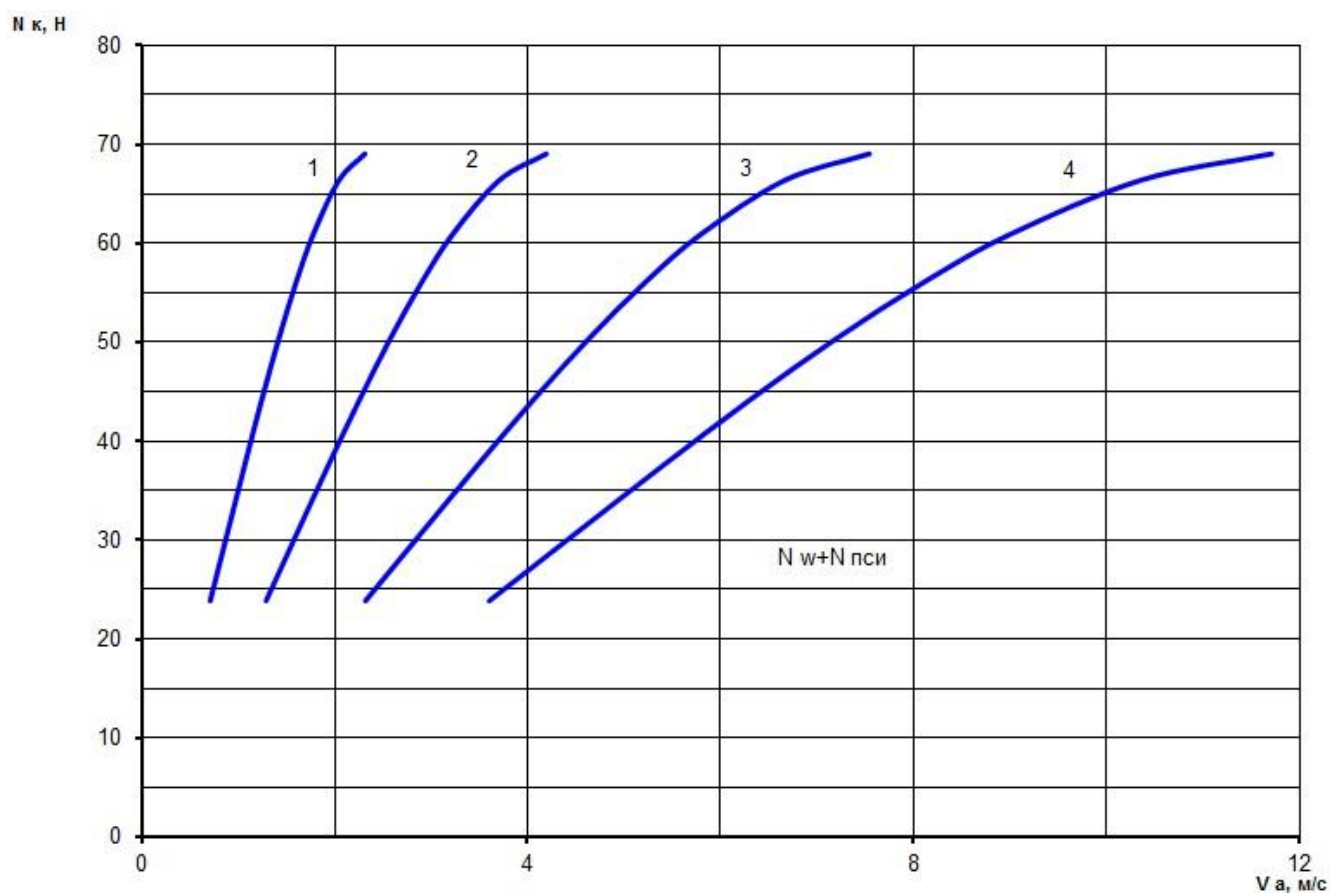


Рисунок 3.3 – Мощностная характеристика

3.5 Динамическая характеристика автомобиля

Динамической характеристикой называют график зависимости динамического

фактора D автомобиля с полной нагрузкой от скорости движения на различных передачах. Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колёсах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (3.14)$$

где D – динамический фактор автомобиля;

P_w – сила сопротивления воздуха, Н.

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^2. \quad (3.15)$$

График динамической характеристики представлен на рисунке 3.4.

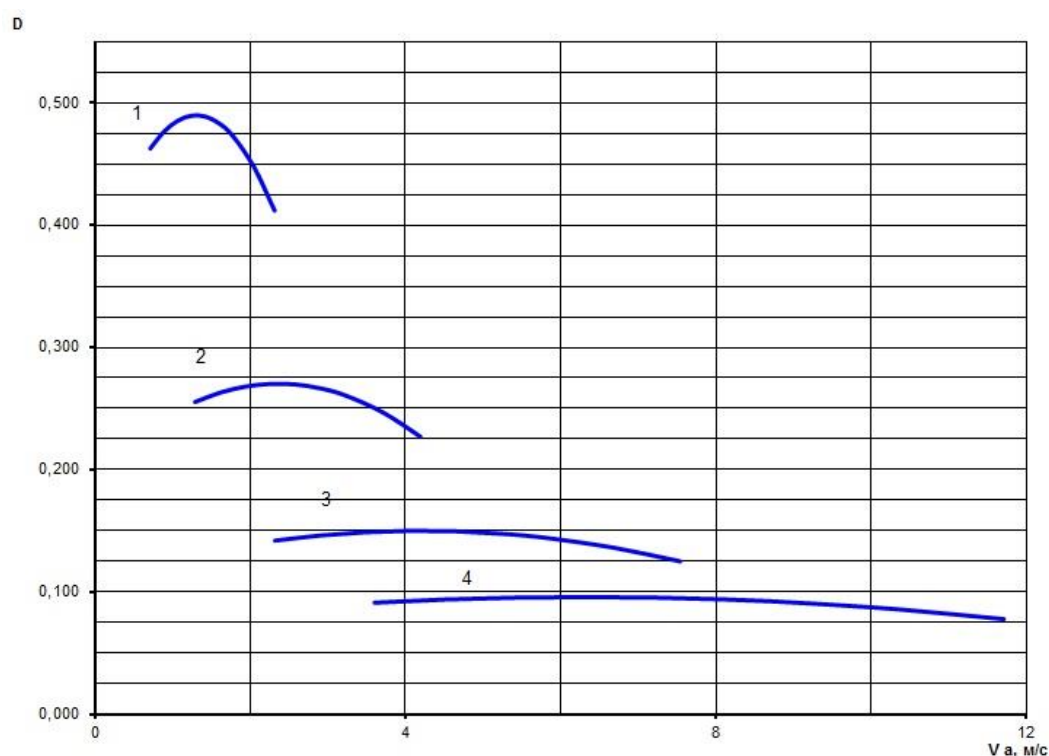


Рисунок 3.4 – Динамический фактор

3.6 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_j} \cdot g, \quad (3.16)$$

где j – ускорение автомобиля;

δ_j – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кп}^2. \quad (3.17)$$

График ускорения автомобиля представлен на рисунке 3.5.

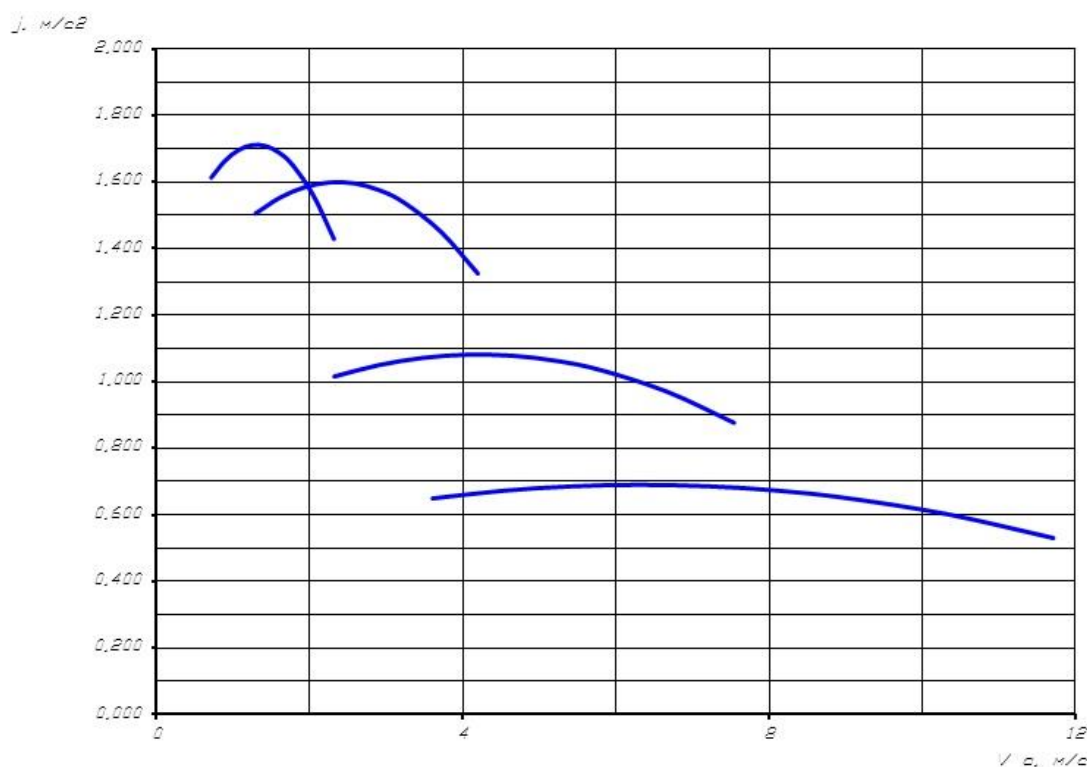


Рисунок 3.5 – Ускорение автомобиля

Величина, обратная ускорению = $1 / j$.

Результаты расчета пунктов 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 сведены в таблице 3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица

Скорость	R_k	D	N_k	j	$1/j$
1-я передача					
0,712	33500	0,463	23,86	1,613	0,620
0,890	34505	0,477	30,72	1,664	0,601
1,068	35156	0,486	37,56	1,696	0,590
1,246	35455	0,490	44,19	1,711	0,584
1,424	35400	0,489	50,42	1,708	0,585

Продолжение таблицы 3.3

1,602	34992	0,483	56,07	1,688	0,592
1,780	34231	0,473	60,95	1,650	0,606
2,048	32428	0,448	66,4	1,559	0,641
2,315	29830	0,412	69,05	1,429	0,700
2-я передача					
1,290	18490	0,255	23,86	1,505	0,664
1,613	19045	0,263	30,72	1,554	0,644
1,935	19404	0,268	37,56	1,585	0,631
2,258	19569	0,270	44,19	1,599	0,625
2,581	19538	0,270	50,42	1,596	0,627
2,903	19314	0,267	56,07	1,576	0,634
3,226	18894	0,261	60,95	1,539	0,650
3,710	17898	0,247	66,4	1,451	0,689
4,194	16465	0,227	69,05	1,325	0,755
3-я передача					
2,320	10284	0,142	23,86	1,016	0,985
2,900	10592	0,146	30,72	1,050	0,953
3,480	10792	0,149	37,56	1,072	0,933
4,060	10884	0,150	44,19	1,081	0,925
4,640	10867	0,150	50,42	1,078	0,928
5,220	10742	0,148	56,07	1,063	0,941
5,800	10508	0,144	60,95	1,035	0,967
6,670	9955	0,136	66,4	0,970	1,031
7,540	9157	0,125	69,05	0,877	1,141
4-я передача					
3,603	6622	0,091	23,86	0,649	1,541
4,503	6821	0,094	30,72	0,672	1,489
5,404	6950	0,095	37,56	0,685	1,459
6,305	7008	0,096	44,19	0,690	1,449
7,206	6998	0,095	50,42	0,686	1,458
8,106	6917	0,094	56,07	0,672	1,487

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.394.00 ПЗ

Лист

37

Продолжение таблицы 3.3

9,007	6767	0,091	60,95	0,650	1,538
10,358	6410	0,086	66,4	0,600	1,666
11,709	5897	0,078	69,05	0,530	1,887

3.7 Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{cp} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (3.18)$$

где j_{cp} – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, m/c^2 ;

j_i и j_{i+1} – ускорения, соответственно, в начале и конце выбранного интервала скоростей, m/c^2 ;

i – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от v_i до v_{i+1} среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$j_{cp} = \frac{v_{i+1} - v_i}{t_i}, \quad (3.19)$$

где t_i – время разгона автомобиля в интервале скоростей от v_i до v_{i+1} , с.

Из формулы (3.19) находим время разгона в i -м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{j_{cp}}. \quad (3.20)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_n^{i=1} t_i, \quad (3.21)$$

где t – время разгона автомобиля в интервале скоростей от v_{min} до v_{max} , с;

n – количество интервалов.

При расчёте пути разгона приближённо считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью v_{cp} ,

которая определяется по формуле:

$$v_{cp} = 0,5(v_i + v_{i+1}), \quad (3.22)$$

где v_{cp} – средняя скорость в интервале от v_i до v_{i+1} , м/с.

Исходя из этого допущения путь разгона в интервале скоростей от v_i до v_{i+1} можно определить как:

$$S_i = v_{cp} \cdot t_i, \quad (3.23)$$

где S_i – путь, пройденный автомобилем за время t_i , м [25].

Тогда общий путь разгона автомобиля за время t определяется по формуле:

$$S = \sum_n^{i=1} S_i, \quad (3.24)$$

где S – общий путь разгона пройденный за время t , м.

При разгоне с места отсчёт ведём от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя.

По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной $0,9 \div 0,95 v_{max}$. Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на $5 \div 10$ % меньше максимальной.

Таблица 3.4 – Время и путь разгона

v_{cp} , м/с	j_{cp} , м/с ²	t_i , с	S_i , м
0,85	1,655	0,17	0,147
1,5	1,64	0,61	0,915
2,5	1,57	0,64	1,6
3,5	1,47	0,68	2,38
4,5	1,075	0,93	4,185

Продолжение таблицы 3.4

5,5	1,045	0,96	5,28
6,5	0,975	1,03	6,695
7,5	0,68	1,47	11,025
8,5	0,66	1,52	12,92
9,5	0,635	1,57	14,915
10,5	0,595	1,68	17,64

Время разгона до максимальной скорости:

$$t = \sum t_i = 11,26 \text{ с}$$

Путь, пройденный автомобилем за время разгона:

$$S = \sum S_i = 77,7 \text{ м}$$

График времени и пути разгона представлен на рисунке 3.6.

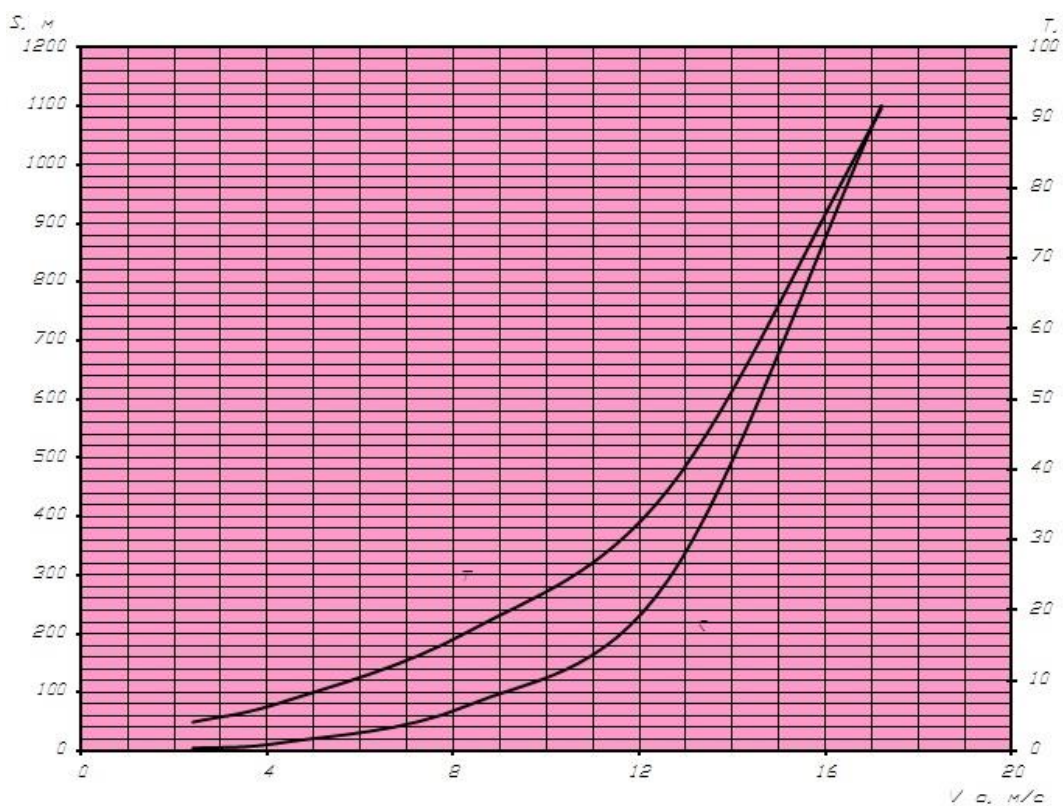


Рисунок 3.6 – Путь и время разгона

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.02.2017.394.00 ПЗ

Лист

40

Вывод по третьему разделу

Основываясь на результатах тягово-динамического расчета можно прийти к выводу, что данные двигатель, коробка передач и редуктор главной можно использовать совместно в проектируемом автомобиле

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Автомобильная промышленность по техническому уровню и организации производства является одной из высокоразвитых отраслей машиностроения. Значительное увеличение производственных мощностей обусловлено совершенствованием технологии, техническим переоснащением отрасли, внедрением новых технологических процессов, установкой высокопроизводительных автоматических линий и созданием новых предприятий.

Непрерывное совершенствование внешних форм автомобиля, динамики, снижение массы, увеличение комфортабельности – вот основные задачи, стоящие перед конструкторами и технологами. Для обеспечения массового выпуска автомобилей необходимо поточное производство всех технологических процессов от изготовления отдельных деталей до сборки и отделки автомобиля в целом.

Технологический процесс – часть производственного процесса, которая непосредственно связана с качественным изменением предметов природы. Технологический процесс состоит из технологических операций, выполняемых на одном рабочем месте непрерывно. В свою очередь операция состоит из установа, позиции, технологического перехода и рабочего хода [11].

Технология оказывает большое влияние на стабильность параметров изделия.

Рационально выбранная технология обработки детали позволяет понизить ее себестоимость, улучшить качество выпускаемой продукции.

Качество собранного автомобиля определяется всем циклом изготовления и обеспечения на всех этапах следующих мероприятий:

- 1) на этапе подготовки производства – конструктивно-технологическое рациональное расчленение, обработка технологичности сборочных единиц и деталей;
- 2) в процессе разработки технологии обработки – создание таких схем, которые бы обеспечивали получение деталей высокого качества;
- 3) на этапе разработки технологического процесса сборки – выбора рациональных схем сборки, баз и рационального размещения мест крепления.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс изготовления детали крепления следящего механизма к раме, а также оси следящего механизма. В этом разделе рассчитываются режимы резания на четырех операциях технологического процесса.

4.1 Расчет режимов резания

Весь техпроцесс на деталь кронштейн крепления следящего механизма состоит из 6 операций, включающих в себя: фрезерование, зенкерование, сверление, зачистку заусенцев, притупление кромок, промывочную операцию и контроль.

Перечень операций технологического процесса представлен в таблице 5.

Таблица 4.1 – Операционная карта механических работ

№	Наименование операции	Оборудование	Режущий инструмент
1	2	3	4
1	Фрезерная, фрезерование плоскости фланца предварительно и окончательно, вы- держивая толщину фланца 13 ± 1 мм.	Карусельно- фрезерный ста- нок мод. 6М23	Фрезы Рп-8569 Рп-8570
2	Зенкервальная состоит из 3 позиций	Агрегатный вер- тикальный свер- лильный 12-ти шпиндельный станок	
	Поз. 1 загрузочная. Включает в се- бя установку заготовки на станок, совмещающая плоскость станка с плос- костью фланца.		

	<p>Поз.2. Зенкерование отверстия $\varnothing 82$ на длину 58 мм предварительно и цековать торец $\varnothing 100$ в размер 83</p>		
	<p>Поз.3. Зенкеровать отверстие окончательно $\varnothing 84^{+0,23}$ на длину 58 мм; снять фаску $1,0 \times 20^\circ$.</p>		<p>Комбинир. зенкер- цековка Рап-9844₍₂₎</p> <p>Комбинир. зенкер- цековка Рап-9242₍₂₎</p>
3	<p>Сверлильная, сверлить 4 отверстия $\varnothing 15^{+0,43}$, вы- держав координаты: 148, 130, 88 20.</p>	<p>Вертикальный сверлильный станок 2А135</p>	<p>Сверло 2301-0421</p>
4	<p>Зачистить заусенцы: по контуру фланца, в отверстиях. Притупить острые кромки кругом.</p>	<p>Верстак</p>	<p>Напильник мод.2820-0026 ГОСТ 14.65-80</p>
5	<p>Промывка</p>	<p>Машина моеч- ная мод.77697</p>	
6	<p>Контроль, клеймить на торце флан- ца</p>		

4.2 Расчет режимов резания и основного времени

4.2.1 Расчет фрезерной операции

Схема механической обработки детали представлена на рисунке 4.1.

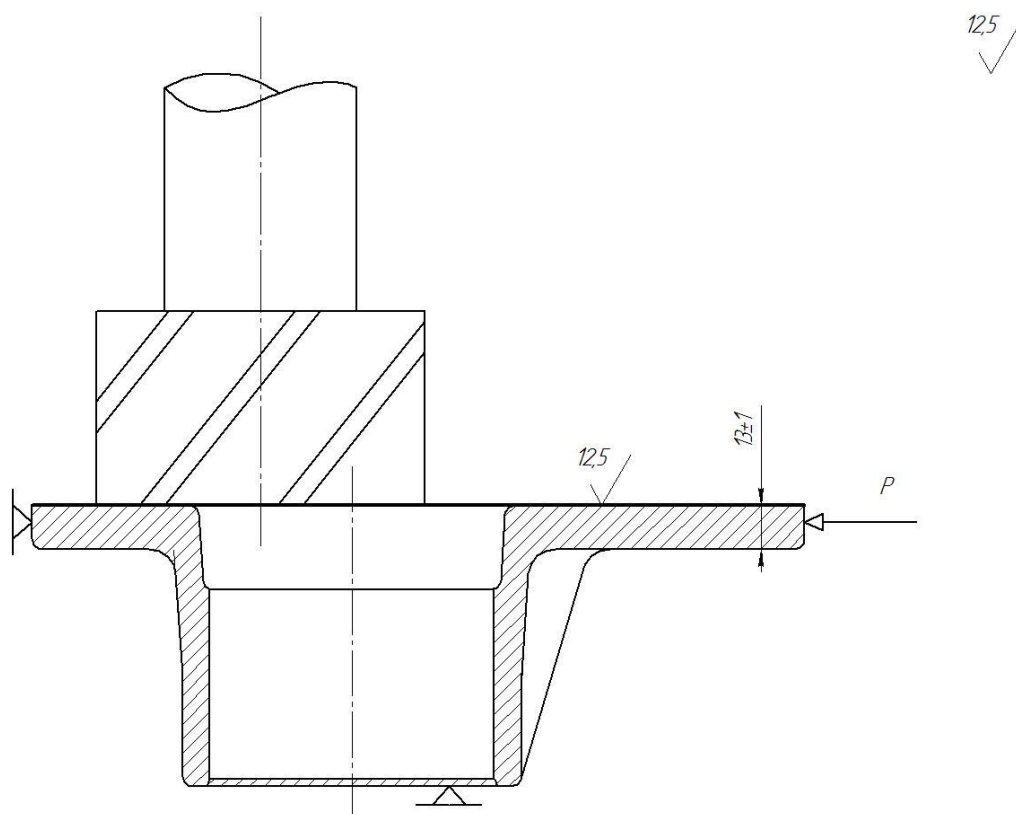


Рисунок 4.1 – Схема механической обработки детали

Исходные данные: материал детали – сталь 35Л, HB 170.

Операция фрезерная: фрезеровать поверхность фланца выдерживая размеры 13мм.

Инструмент – фреза РП-8569, диаметр фрезы $D = 175$ мм.

1. Длина рабочего хода:

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + y, \quad (4.1)$$

где $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{\text{рез}}$ – длина резания, мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм.

$$L_{\text{рез}} = 168 \text{ мм}$$

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$y = 25 \text{ мм}$$

$$L_{\text{р.х.}} = 168 + 25 = 193 \text{ мм}$$

2. Подача на зуб фрезы:

$$S_Z = 0,15 \text{ мм/зуб}$$

3. Стойкость инструмента

$$T_P = K_{\Phi} \cdot (T_{M1} + T_{M2}) \cdot \lambda, \quad (4.2)$$

где T_P – стойкость инструмента, мин;

K_{Φ} – коэффициент, учитывающий количество инструментов в наладке;

T_{M1} и T_{M2} – стойкости первого и второго инструментов, мин;

λ – коэффициент времени резания [21].

$$K_{\Phi} = 1; \quad T_{M1} = T_{M2} = 110 \text{ мин}$$

$$\lambda = L_{\text{рез}}/L_{\text{р.х.}} = 168/193 = 0,87$$

$\lambda < 0,87$, следовательно он учитывается, тогда

$$T_P = (110 + 110) \cdot 0,87 = 191 \text{ мин}$$

4. Скорость резания и число оборотов шпинделя:

$$V_{\text{РЕЗ}} = V_{\text{ТАБЛ}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4.3)$$

$$V_{\text{ТАБЛ}} = 44 \text{ м/мин}; \quad K_1 = 1,05; \quad K_2 = 0,9; \quad K_3 = 0,97$$

$$V_{\text{РЕЗ}} = 44 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 0,97 = 40,33 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{рез}}}{\pi \cdot d}, \quad (4.4)$$

где n – число оборотов шпинделя, об/мин;

d – диаметр фрезы, мм.

$$d = 175 \text{ мм}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 40,33}{3,14 \cdot 175} = 73,4 \text{ об/мин}, \quad (4.5)$$

Уточняем число оборотов шпинделя по паспорту станка

$$n = 100 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$V_{рез} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (4.6)$$

$$V_{рез} = \frac{3,14 \cdot 175 \cdot 100}{1000} = 54,95 \text{ м/мин}$$

Машинное время обработки

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_z \cdot z}, \quad (4.7)$$

где t_M – машинное время обработки;

z – число зубьев фрезы;

$$z = 56$$

$$t_M = \frac{193}{100 \cdot 0,15 \cdot 56} = 0,229 \text{ мин}$$

4.2.2 Расчет зенкероальной операции

Схема механической обработки представлена на рисунке 4.2.

Операция зенкероальная: зенкеровать отверстие $\varnothing 82$ на длину 58 мм.

Инструмент – комбинированный зенкер-цековка Рап-9844.

Длина рабочего хода суппорта

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y, \quad (4.8)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;

$$L_{рез} = 58 \text{ мм}$$

$$y = 25 \text{ мм}$$

$$L_{p.x.} = 58 + 25 = 83 \text{ мм};$$

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

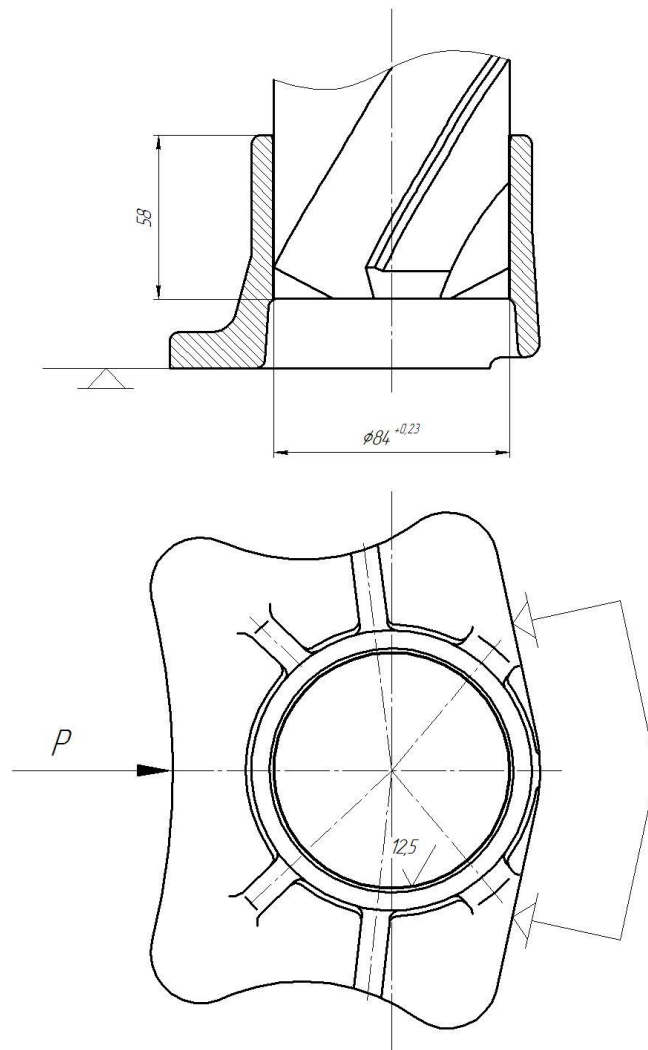


Рисунок 4.2 – Схема механической обработки детали

Подача суппорта по нормативам

$$S_o = 0,12 \text{ мм / об ;}$$

Подача, уточненная по техническому паспорту станка

$$S_o = 0,1 \text{ мм / об ;}$$

Стойкость инструмента

$$T_p = T_m^* \quad (4.9)$$

где T_m – стойкость машинной работы станка, мин;

λ – коэффициент времени резания.

$$T_m = 20 \text{ мин}$$

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$\lambda = L_{рез}/L_{р.х} , \quad (4.10)$$

$$\lambda = 58/83 = 0,69$$

Так как $\lambda < 0,7$ то стойкость инструмента

$$T_p = 20 \cdot 0,375 = 7,5 \text{ мин}$$

Скорость резания и число оборотов шпинделя

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4.11)$$

где – $V_{рез}$ скорость резания, м/мин;

$V_{табл}$ – табличное значение скорости резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки;

$$V_{табл} = 12 \text{ м/мин}$$

$$K_1 = 0,9 ; K_2 = 1,25 ; K_3 = 1$$

$$V_{рез} = 13,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_{рез}}{\pi \cdot d} , \quad (4.12)$$

где n – число оборотов шпинделя, об/мин;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм [23].

$$n = \frac{1000 \cdot 13,5}{3,14 \cdot 82} = 520,4 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по паспорту станка

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя

$$V_{рез} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} , \quad (4.13)$$

$$V_{рез} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 500}{1000} = 12,84 \text{ м / мин}$$

Машинное время обработки

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_o}, \quad (4.14)$$

$$t_M = \frac{83}{500 \cdot 0,1} = 1,66 \text{ мин.}$$

4.2.3 Расчет сверлильной операции

Схема механической обработки представлена на рисунке 4.3.

125 ✓

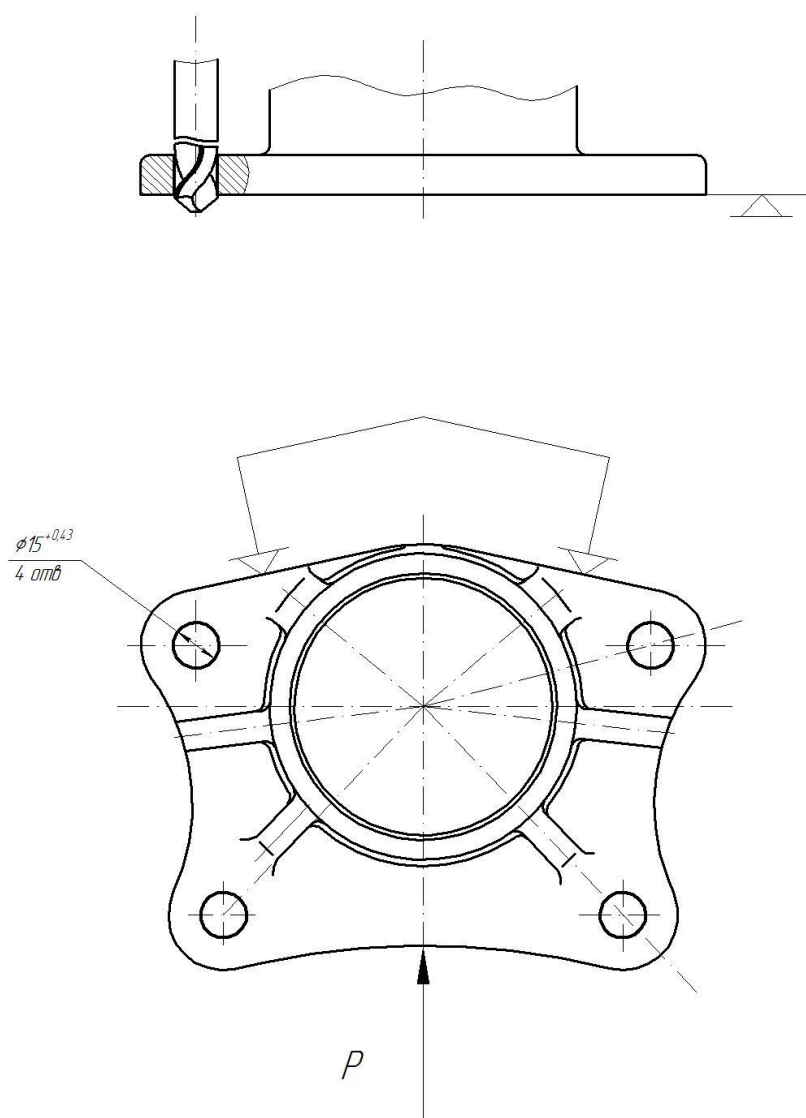


Рисунок 4.3 – Схема механической обработки детали

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Операция сверление: сверление отверстий $\varnothing 15^{+0,43}$.

Инструмент – сверло 2301 0421.

Длина рабочего хода суппорта

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y, \quad (4.15)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;

$$L_{рез} = 13 \text{ мм}$$

$$y = 3 \text{ мм}$$

$$L_{p.x.} = 13 + 3 = 16 \text{ мм};$$

Подача суппорта по нормативам

$$S_o = 0,12 \text{ мм / об};$$

Подача, уточненная по техническому паспорту станка

$$S_o = 0,1 \text{ мм / об};$$

Стойкость инструмента

$$T_p = T_m \cdot \lambda, \quad (4.16)$$

где T_m – стойкость машинной работы станка, мин;

λ – коэффициент времени резания.

$$T_m = 20 \text{ мин}$$

$$\lambda = L_{рез} / L_{p.x.}, \quad (4.17)$$

$$\lambda = 13 / 16 = 0,68$$

Так как $\lambda < 0,7$ то стойкость инструмента

$$T_p = 20 \cdot 0,375 = 7,5 \text{ мин}$$

Скорость резания и число оборотов шпинделя

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4.18)$$

где – $V_{рез}$ скорость резания, м/мин;

$V_{табл}$ – табличное значение скорости резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки;

$$V_{\text{табл}} = 24 \text{ м/мин}$$

$$K_1 = 0,9 ; K_2 = 1,25 ; K_3 = 1$$

$$V_{\text{рез}} = 27 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{рез}}}{\pi \cdot d} , \quad (4.19)$$

где n – число оборотов шпинделя, об/мин;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 15} = 573,12 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по паспорту станка

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя

$$V_{\text{рез}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} , \quad (4.20)$$

$$V_{\text{рез}} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 600}{1000} = 28,3 \text{ м / мин}$$

Машинное время обработки

$$t_M = \frac{L_{\text{п.х.}}}{n \cdot s_o} , \quad (4.21)$$

$$t_M = \frac{16}{600 \cdot 0,1} = 0,267 \text{ мин}$$

4.2.4 Расчет токарной обработки сопрягаемой детали

Материал – Сталь 20Х. Точить вал $\varnothing 60$ мм на длину 100мм.

Схема механической обработки детали представлена на рисунке 4.4.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Длина рабочего хода суппорта

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y, \quad (4.22)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм;

$$L_{рез} = 100 \text{ мм}$$

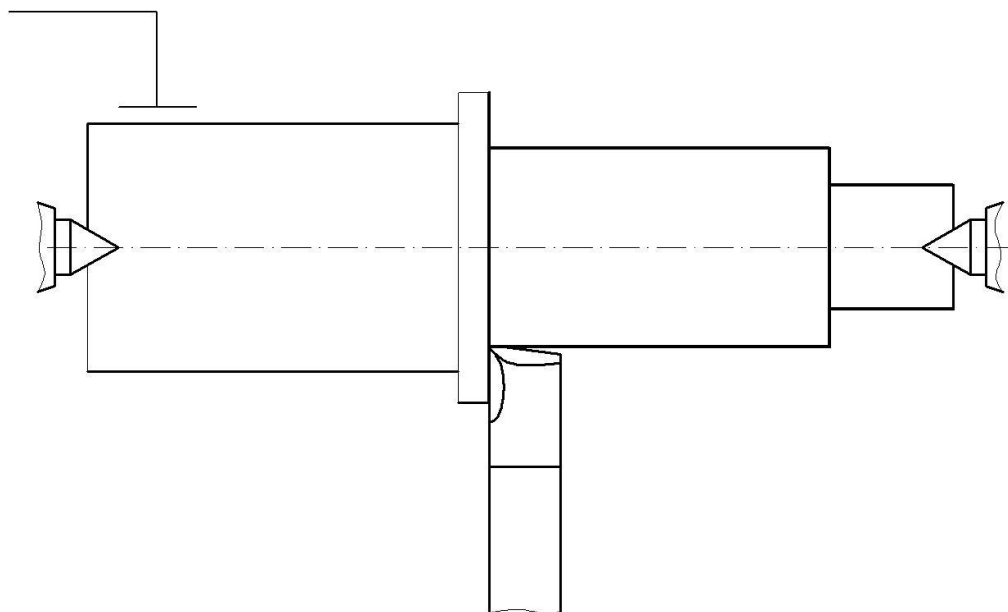


Рисунок 4.4 – Схема механической обработки детали

$$y = 5 \text{ мм}$$

$$L_{p.x.} = 100 + 5 = 105 \text{ мм};$$

Подача суппорта по нормативам

$$S_o = 0,42 \text{ мм / об};$$

Подача, уточненная по техническому паспорту станка

$$S_o = 0,5 \text{ мм / об};$$

Стойкость инструмента

$$T_p = T_m \cdot \lambda, \quad (4.23)$$

где T_m – стойкость машинной работы станка, мин;

λ – коэффициент времени резания.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$T_M = 20 \text{ мин}$$

$$\lambda = L_{рез}/L_{р.х} , \quad (4.24)$$

$$\lambda = 100/105 = 0,95$$

Так как $\lambda > 0,7$ то стойкость инструмента

$$T_p = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ мин}$$

Скорость резания и число оборотов шпинделя

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3, \quad (4.25)$$

где – $V_{рез}$ скорость резания, м/мин;

$V_{табл}$ – табличное значение скорости резания, м/мин;

$K1$ – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K2$ – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

$K3$ – коэффициент, зависящий от вида обработки;

$$V_{табл} = 15 \text{ м/мин}$$

$$K1 = 0,9 ; K2 = 1,25 ; K3 = 1$$

$$V_{рез} = 16,875 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_{рез}}{\pi \cdot d} , \quad (4.26)$$

где n – число оборотов шпинделя, об/мин;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 16,875}{3,14 \cdot 60} = 89,09 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по паспорту станка

$$n = 100 \text{ об/мин}$$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя

$$V_{рез} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} , \quad (4.27)$$

$$V_{рез} = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 100}{1000} = 19,468 \text{ м / мин}$$

Машинное время обработки

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_o} = \frac{105}{100 \cdot 0,42} = 2,5 \text{ мин.}$$

Вывод по четвертому разделу

В результате выполненного технологического расчета были проведены, необходимы расчёты по разработке технологического процесса детали. В ходе работы были проведены все необходимые расчёты, операции, которые необходимы для изготовления данной детали.

Все эти этапы были проведены с учётом типа производства, материала заготовки и материала режущих частей инструментов. Для каждой операции проведён выбор металлорежущего оборудования, режущего инструмента. В результате выполненного проекта приобретены теоретические навыки по разработке технологического процесса.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы проведен анализ существующих конструкций рулевых управлений автомобилей. После чего предложена конструкция автомобиля на базе шасси Урал-43206 с системой рулевого управления, обеспечивающей вдвое меньший радиус поворота автомобиля.

Из рассмотренных в анализе компоновочных схем рулевого управления наиболее целесообразной является схема со всеми управляемыми колесами, что значительно повышает маневренность автомобиля.

В ходе конструкторских работ произведен расчет кинематики рулевого управления. Для деталей рулевого привода, с целью проверки, произведены расчеты на прочность.

С целью проверки тягово-динамических свойств автомобиля проведен тягово-динамический расчет.

Проведен расчет режимов резания четырех операций детали крепления следающего механизма. Определены режимы резания на этих операциях.

Из всего выше перечисленного следует, что разработанный в ходе проектирования автомобиль отвечает требованиям, предъявляемым к автомобилям со всеми управляемыми колесами.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Беляев, В.П. Руководство по выполнению бакалаврской выпускной квалификационной работы: учебное пособие / В.П. Беляев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2003. – 108 с.
- 2 Высоцкий, М.С. Грузовые автомобили. Проектирование / М.С. Высоцкий, Ю.Ю. Беленький и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 384 с.
- 3 Осепчугов, В.В. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 303 с.
- 4 Гаспарянц, Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля / Г.А. Гаспарянц. – М.: Машиностроение, 1984. – 351 с.
- 5 Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
- 6 Лысов, М.И. Рулевые управления автомобилей / М.И. Лысов. – М.: Машиностроение, 1972. – 344 с.
- 7 Фалькевич, Б.С. Теория автомобиля / Б.С. Фалькевич. – М.: Машиностроение, 1963. – 240 с.
- 8 Иванов, М.И. Детали машин: учебник / М.И. Иванов. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
- 9 Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Барановского Ю.Ф. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 10 Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. – М.: Высшая школа, 1975. – 528 с.
- 11 Теоретическое обоснование, исследование и разработка технологии резанья с нагревом и пластическим деформированием обрабатываемого металла – <http://dlib.rsl.ru/01004295004>
- 12 Механизм управления автомобиля МАЗ – <http://mash-xxl.info/info/587341/>
- 13 Основы технологии машиностроения – <http://www.studfiles.ru/preview/5333365/>

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- 14 Рулевой механизм с гидравлическим усилителем – <http://mash-xxl.info/info/686556/>
- 15 Рулевое управление автомобилей – <http://vunivere.ru/work46923>
- 16 Устройство автомобиля – <http://www.bestreferat.ru/referat-198307.html>
- 17 Русанов, М.А. Рулевое управление. Методические указания к лабораторной работе / М.А. Русанов – Челябинск: ЧГАУ, 2005. – 39с.
- 18 Классификация рулевых управлений – <http://m.ustroistvo-avtomobilya.ru/rulevoe-upravlenie/klassifikatsiya-rulevyh-upravlenij-i-trebovaniya-k-nim/>
- 19 Расчет ременной передачи – https://katalim.ru/rem_m.php
- 20 Технические данные автомобиля Урал-43206 – <http://www.avtomash.ru/pressed/uralaz/ural43206.htm>
- 21 Баграмов, Л.Г. Расчет режимов резания при фрезеровании. Методические рекомендации. – Москва: изд-во МГАУ им. В.П.Горячкина, 2000. – 40с.
- 22 ГОСТ 1283.3-96 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Передаваемые мощности. Издательство стандартов Москва, 1997. – 60с.
- 23 Вашуков, В.А. Технология и оборудование сборочных процессов. – Самара: СГАУ, 2011. – 179с.
- 24 Вахламов, В.К. Автомобили: Конструкция и эксплуатационные свойства: учебное пособие – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
- 25 Галимзянов, Р.К. Теория автомобиля: учебное пособие – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт

Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

Направление подготовки : 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Бондарь В.Н.
« ____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Савичева Семена Владимировича

Группа П-404

1 Тема работы Повышение маневренности автомобиля с колесной формулой 4x4 за счет создания управляемого заднего моста

утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 2017 г. № _____

2 Срок сдачи студентом законченной работы _____ 29 июня 2017 г.

3 Исходные данные к работе материалы практик, научная, учебная, методическая и нормативно-техническая литература

4 Перечень вопросов, подлежащих разработке

Глава 1. Конструктивный анализ.

Глава 2. Конструкторская часть.

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Глава 3. Тягово – динамический расчет проектируемого автомобиля.

Глава 4. Технологическая часть.

Заключение.

Библиографический список.

Перечень графического материала: A1. ОВ – Урал 43206; A1. СБ – Управление рулевое ; A1. СБ – Механизм рулевого управления; A2. Технологический процесс; A3. Рычаг; A3. Кронштейн; A4. Фрезерная операция, Зенкервальная операция, Сверлильная операция, Токарная обработка вала.

5 Дата выдачи задания _____ 10 мая 2017 г. _____

Руководитель доцент кафедры КГМ, к.т.н. Землянский Юрий Матвеевич

Задание принял к исполнению _____ / _____ /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Глава 1. Конструктивный анализ	25 мая 2017 г.	
Глава 2. Кинематический и силовой расчет	10 июня 2017 г.	
Глава 3. Тягово – динамический расчет	20 июня 2017 г.	
Глава 4. Технологический часть	29 июня 2017 г.	

Заведующий кафедрой _____ /Бондарь В.Н../

Руководитель работы _____ /Землянский Ю.М./

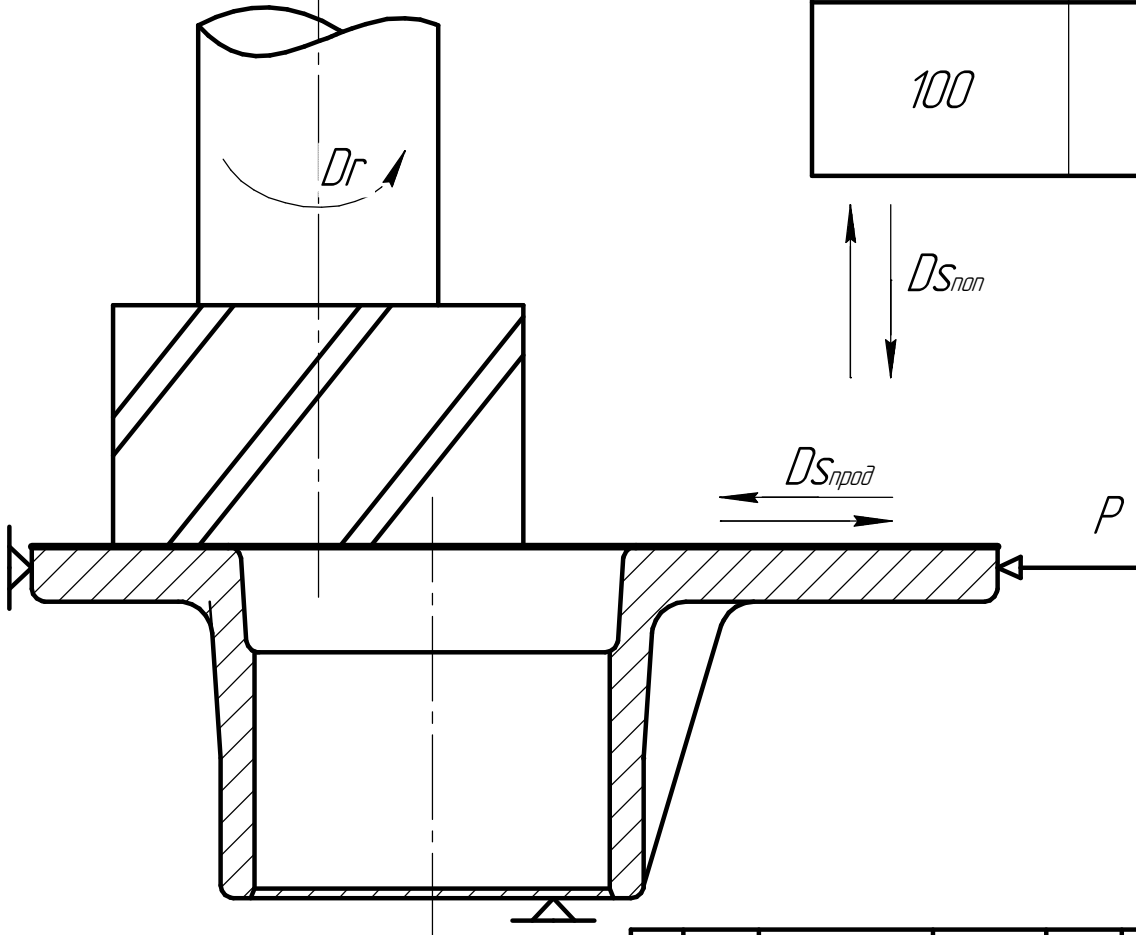
Студент _____ /Савичев С.В./

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

					23.03.02.2017.394.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

23.03.02.2017.394.15.002.01

n , об/мин	V , м/мин	S , мм/об	t_m , мин
100	54,95	0,15	0,229



Инв. № подл.	Подп. и дата
Т.контр.	Подп. и дата
Н.контр.	Подп. и дата
Пров.	Подп. и дата
Разраб.	Подп. и дата
Изм. Лист	Подп. и дата

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев С.В.		
Пров.	Землянский Ю.М.		
Т.контр.			
Н.контр.	Дзюн В.И.		
Утв.	Бондарь В.Н.		

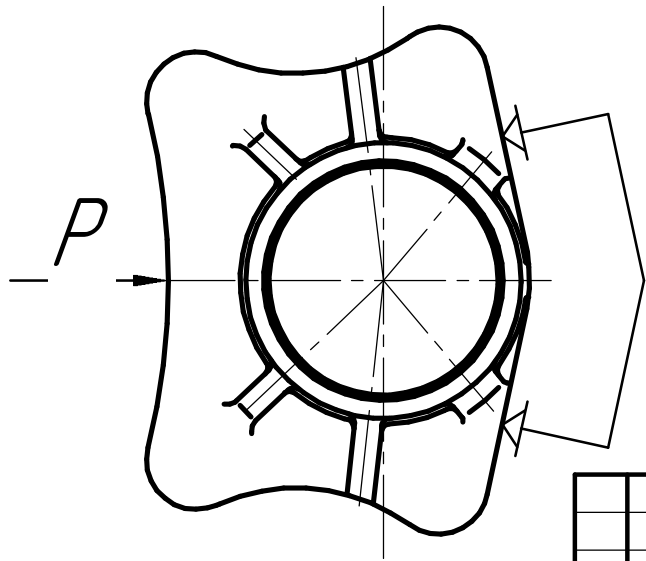
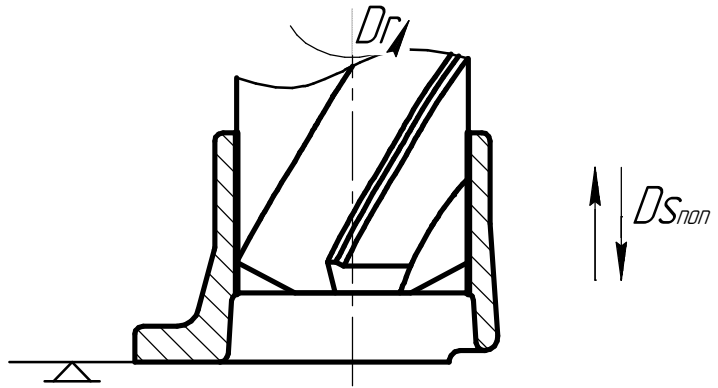
23.03.02.2017.394.15.002.01

Фрезерная
операция

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ЮУрГУ
Каф. КГМ

23.03.02.2017.394.15.002.01



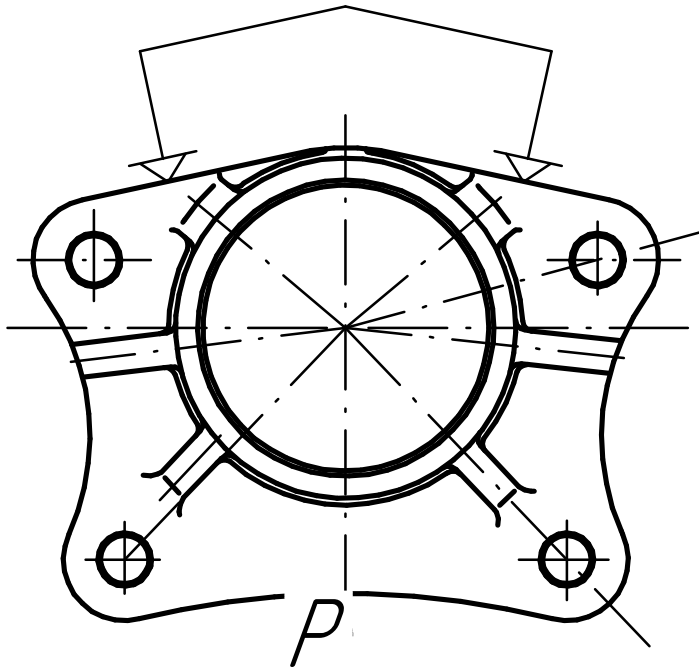
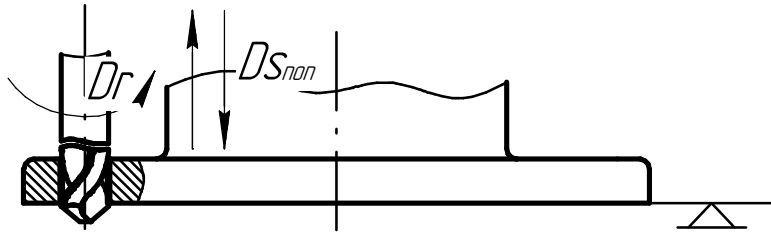
n , об/мин	V , м/мин	S , мм/об	t_m , мин
500	12,84	0,1	1,66

Инв. № подл.	Подп. и дата
Т.контр.	Подп. и дата
Пров.	Подп. и дата
Разраб.	Подп. и дата
Изм.	Подп. и дата
Изм. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев С.В.			
Пров.	Землянский Ю.М.			
Т.контр.				
Н.контр.	Дзюн В.И.			
Утв.	Бондарь В.Н.			

23.03.02.2017.394.15.002.01					
Зенкервальная операция			Лит.	Масса	Масштаб
					1:1
			Лист	Листов	1
			ЮУрГУ Каф. КГМ		

23.03.02.2017.394.15.002.01



n , об/мин	V , м/мин	S , мм/об	t_m , мин
600	28,3	0,1	0,267

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев С.В.			
Пров.	Землянский Ю.М.			
Т.контр.				
Н.контр.	Дзюн В.И.			
Утв.	Бондарь В.Н.			

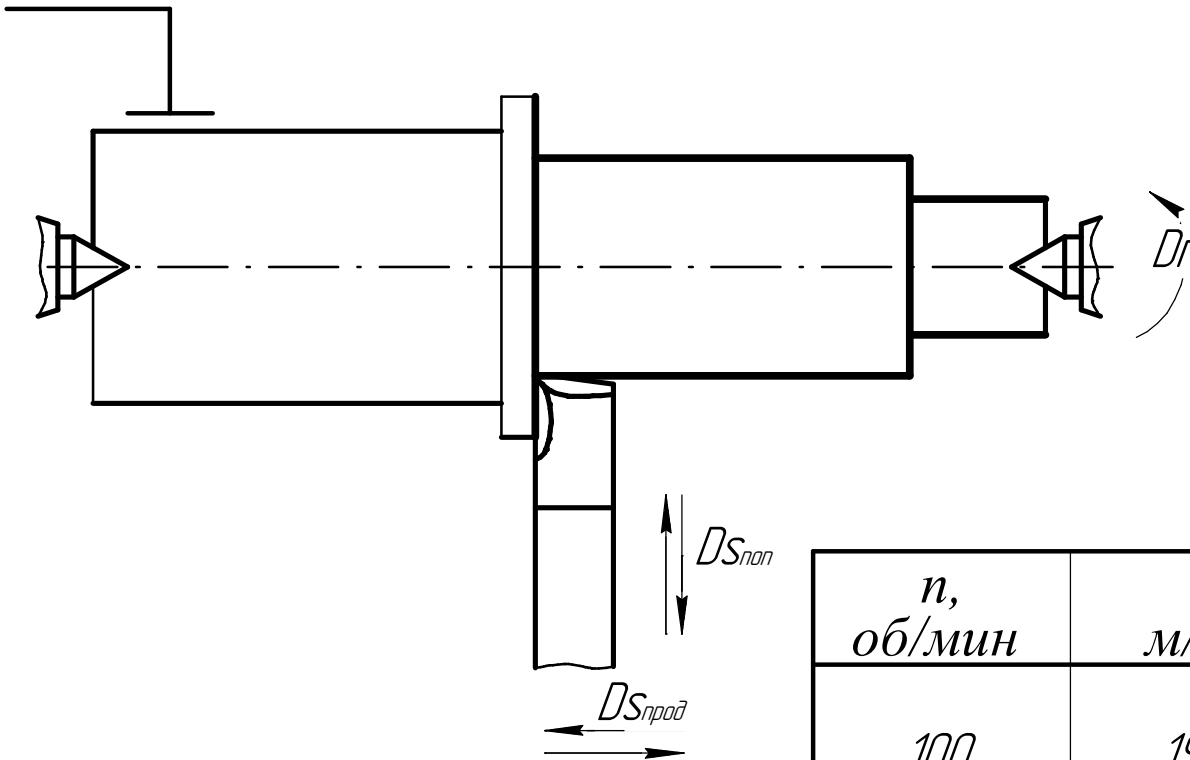
23.03.02.2017.394.15.002.01

Сверлильная
операция

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ЮУрГУ
Каф. КГМ

23.03.02.2017.394.15.002.01

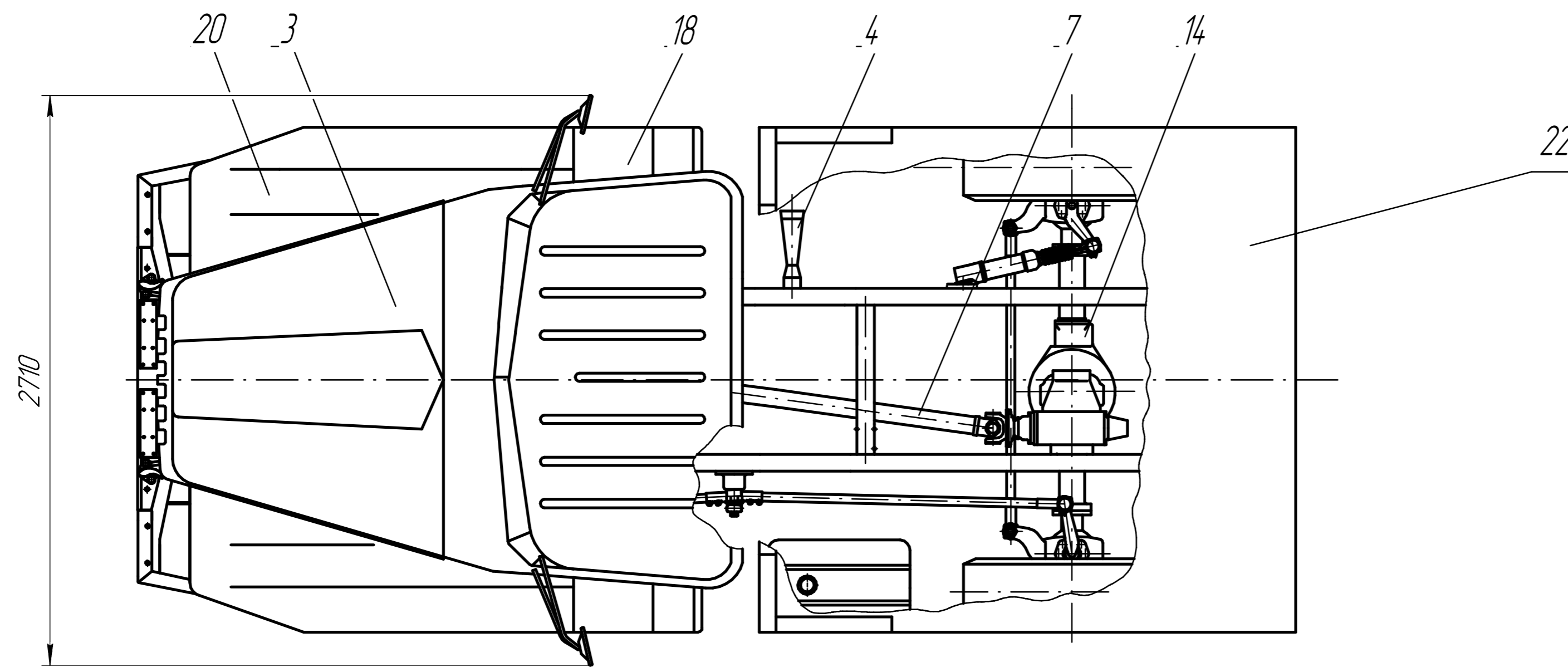
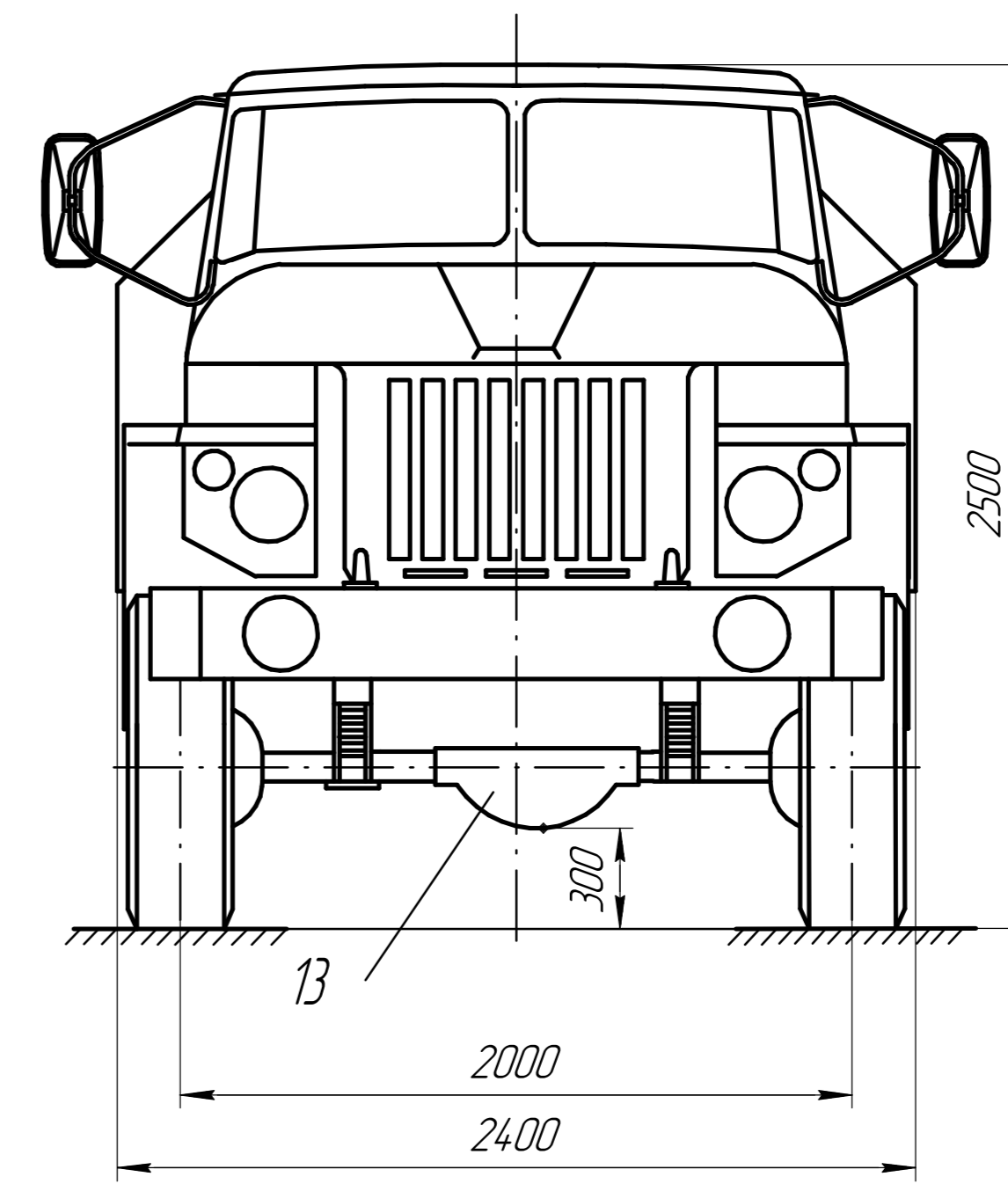
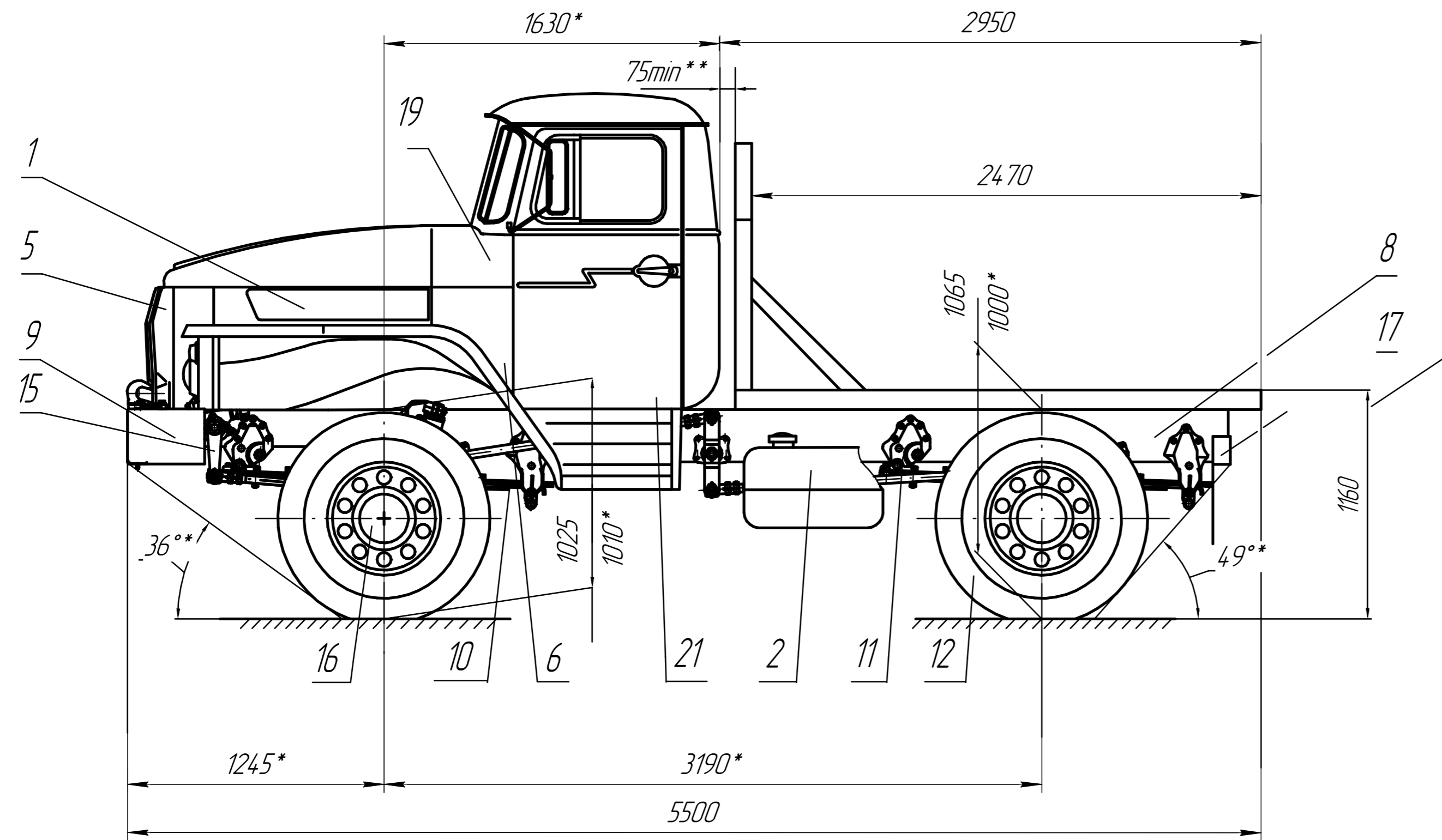


n , об/мин	V , м/мин	S , мм/об	t_M , мин
100	19,468	0,5	2,5

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев С.В.			
Пров.	Землянский Ю.М.			
Т.контр.				
Н.контр.	Дзюн В.И.			
Утв.	Бондарь В.Н.			

23.03.02.2017.394.15.002.01					
Токарная обработка вала			Лист	Масса	Масштаб
					1:1
			Лист	Листов	1
			ЮУрГУ Каф. КГМ		
			Формат А4		

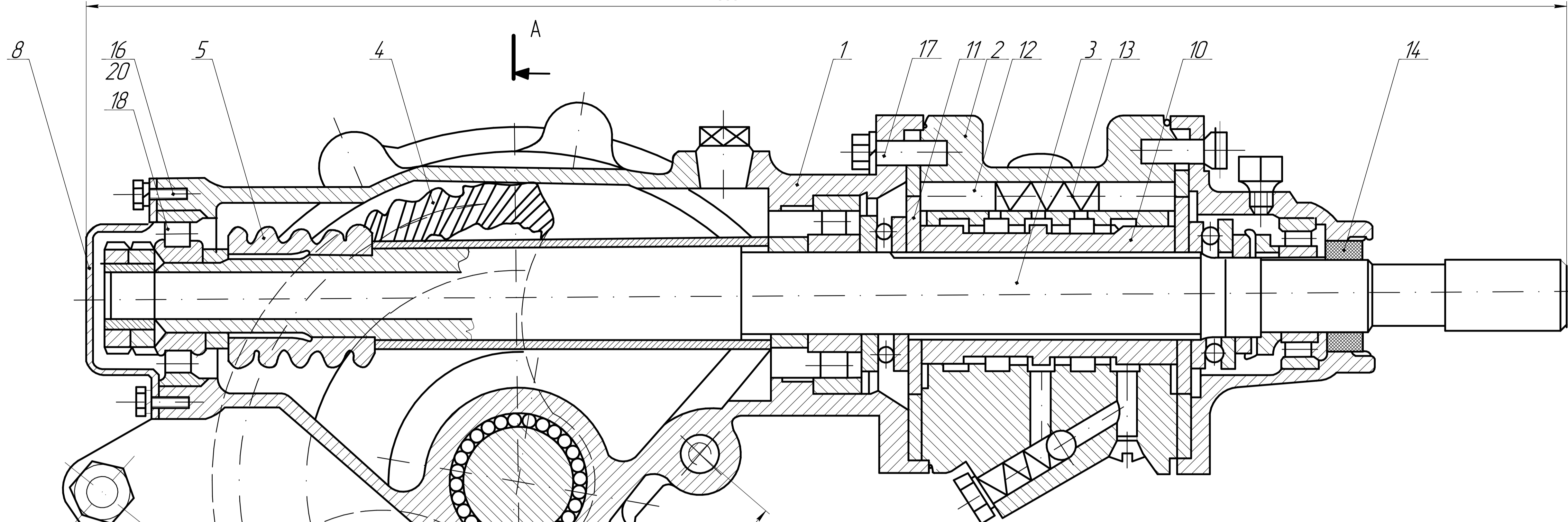


Технические характеристики автомобиля	
Грузоподъемность, кг	3000
Полная масса автомобиля, кг	7380
Масса снаряженного автомобиля, кг	4380
Распределение массы снаряженного автомобиля, кг	
через шины передних колес	2460
через шины задних колес	1920
Распределение полной массы автомобиля, кг	
через шины передних колес	2830
через шины задних колес	4550
Номинальная мощность двигателя, л.с.	105

- 1 * Размеры при полной массе, остальные;
- 2 ** Допустимое приближение спец. установок;
- 3 На автомобиле использовать шины размерности 260 x 508;
- 4 Давление в шинах передних колес 4,8 кгс/см, задних колес 4,9 кгс/см.

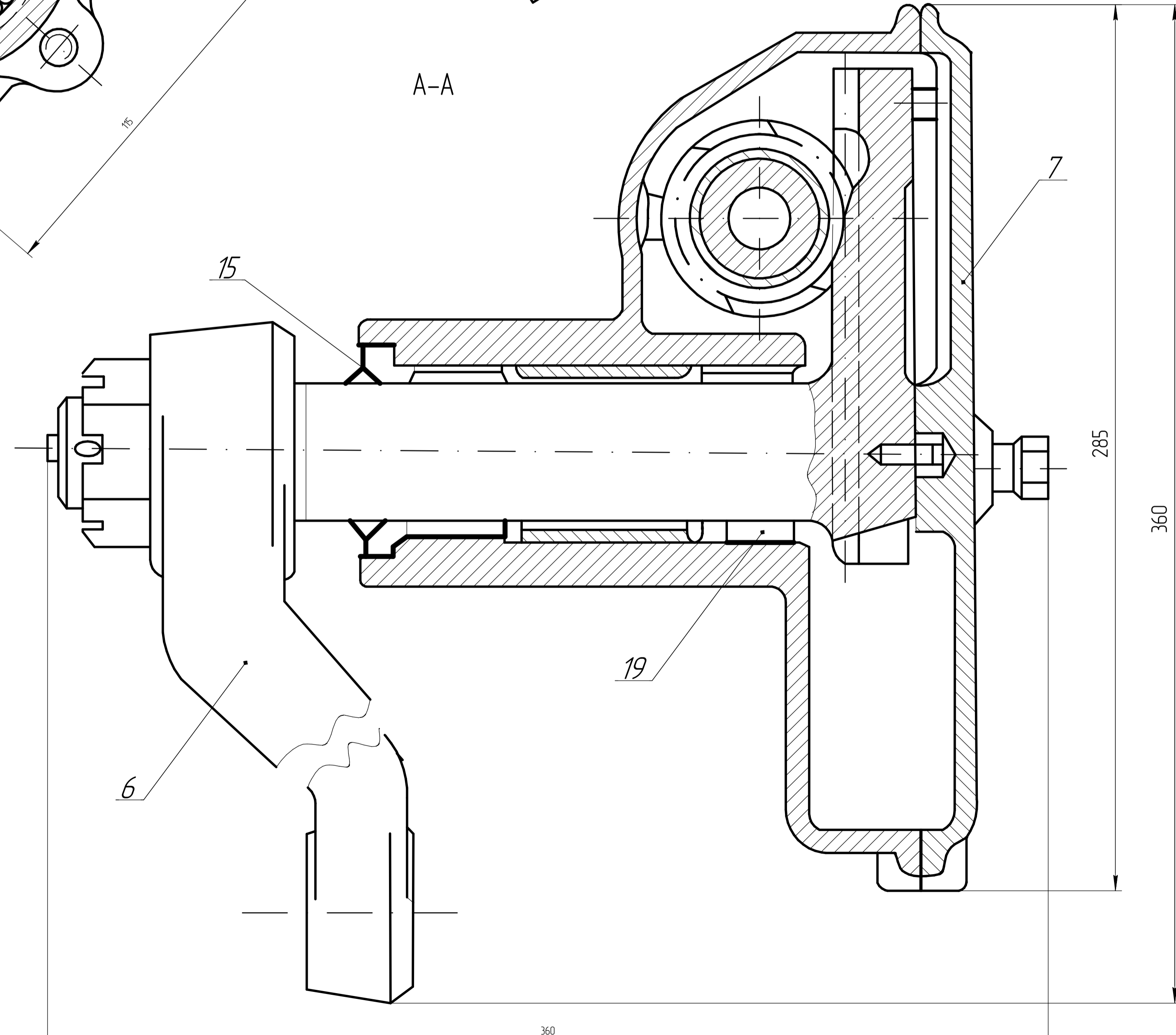
23.03.02.2017.394.00.000.08				Лист	Масса	Масштаб
Урал 43206						1:10
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Листов 1
		Савиных С.В.				
Проб.		Землянский В.М.				
Т.контр.						
Н.контр.	Дядин В.И.					ЮУрГУ
Утв.	Бондарь В.Н.					Каф. КГМ

608



A

A-A



7

285

360

6

19

360

Технические требования

1. Сборка, регулировка в соответствии с инструкцией;
2. * Размер для справок.

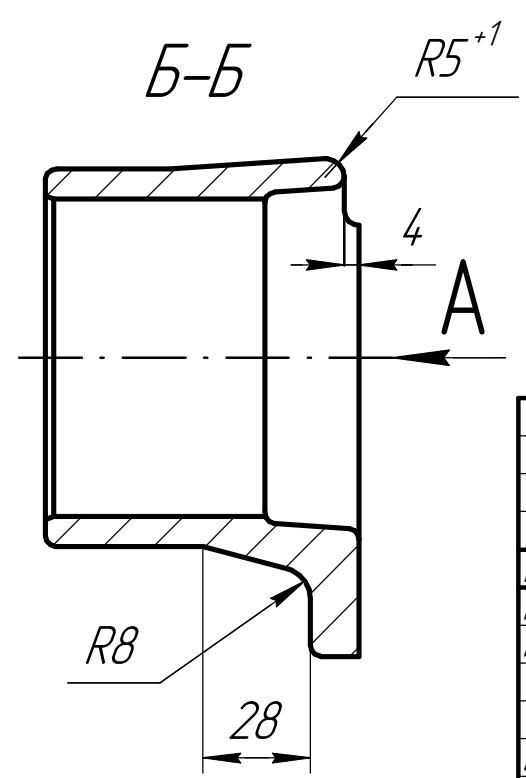
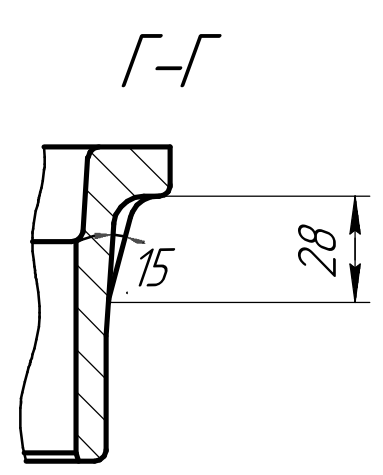
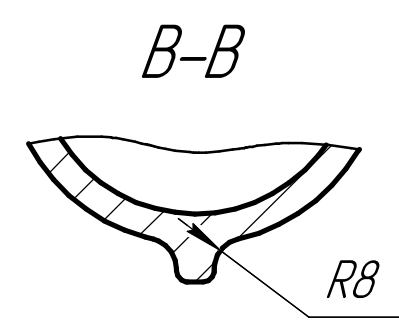
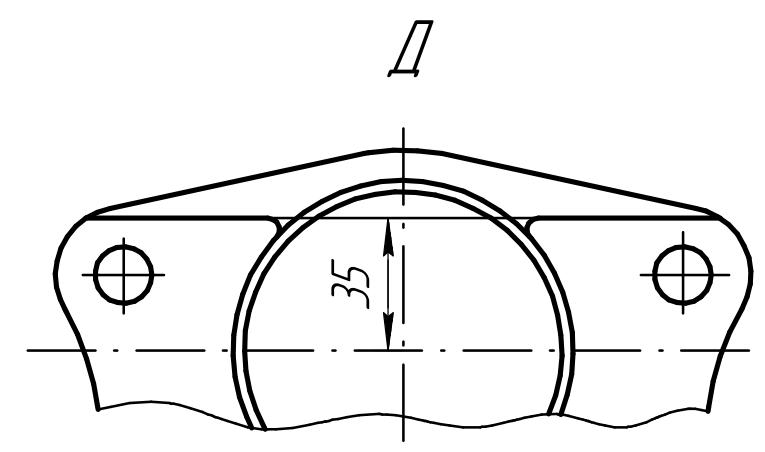
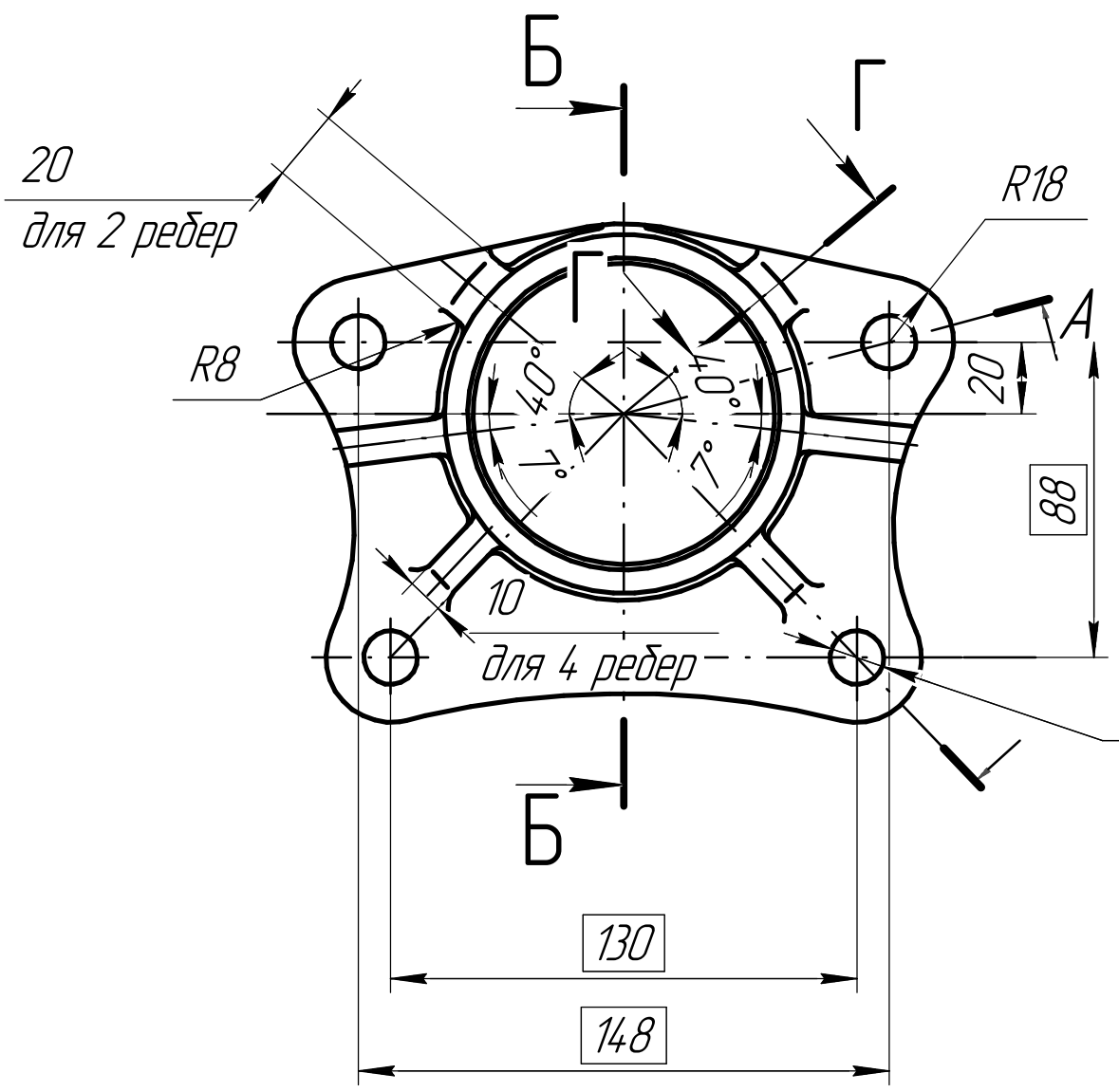
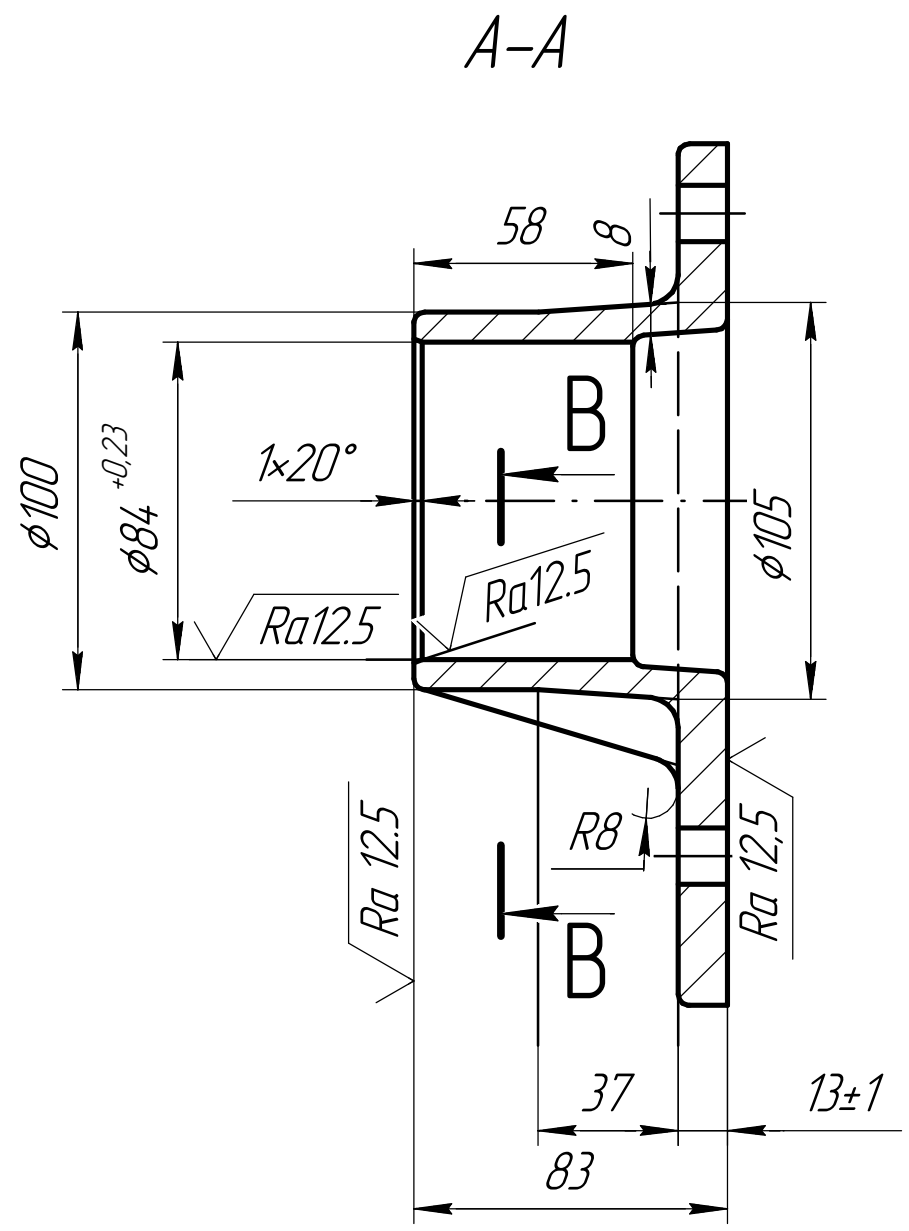
				23.03.02.2017.394.15.001 СБ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Механизм рулевого управления	
Разраб.	Садичев С.В.				Лист	Масштаб
Проб.	Землянский Ю.М.				1	1:1
Т.контр.					Лист	Листов
Н.контр.	Дудин В.И.				1	1
Утв.	Бондарь В.Н.				ЮУрГУ	
						Кафедра ГKM
						Формат А1

Лист № 1 из 1
 Дата: 23.03.2017
 Имя: Садичев С.В.
 Подпись: [подпись]
 Место: ЮУрГУ, Кафедра ГKM

✓ (✓)

23.03.02.2017.394.15.002.01

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Взам. инв. №
Инв. № д-ла
Подп. и дата
Инв. № подл.

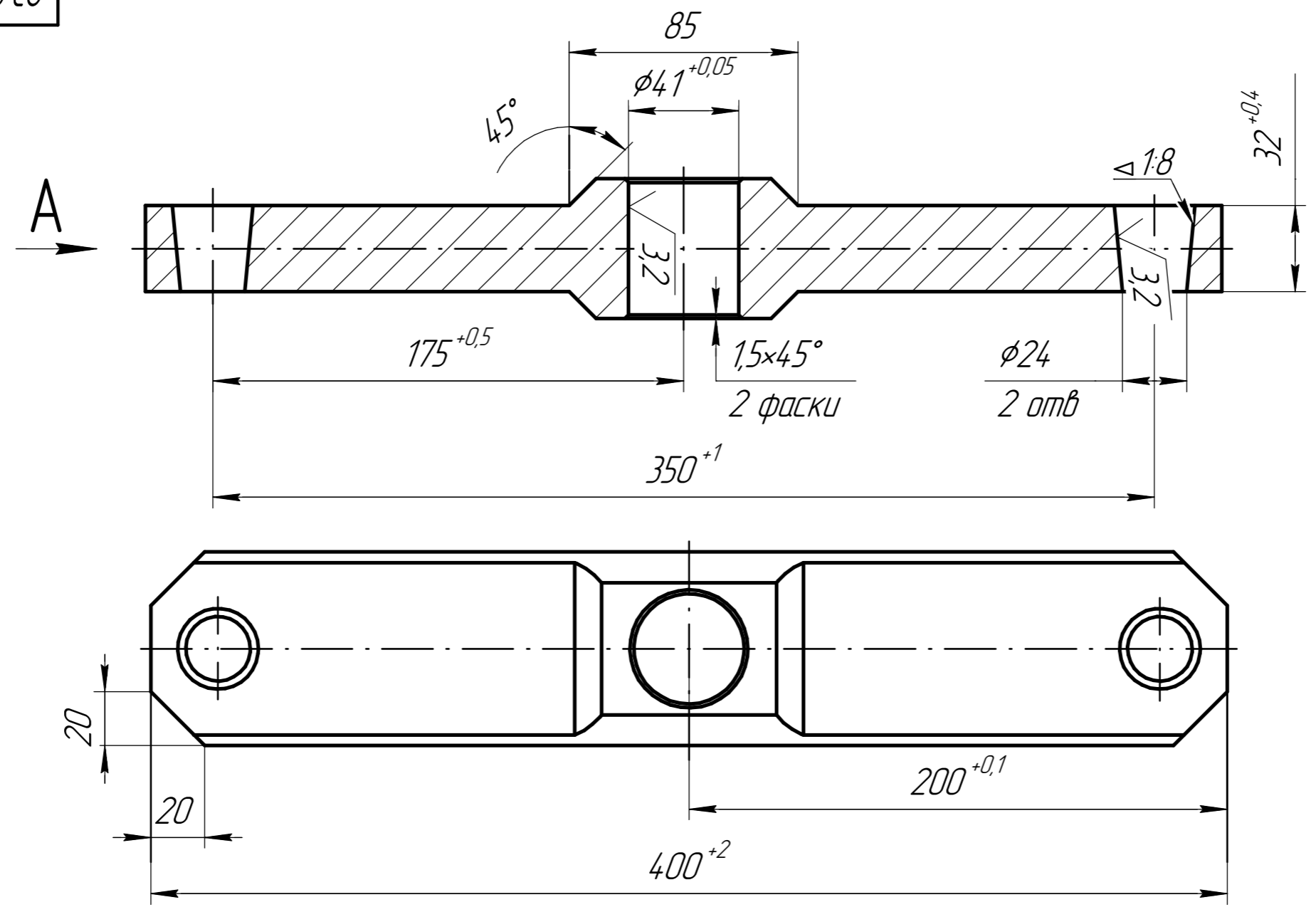


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев			
Проб.	Землянский			
Т.контр.				
Н.контр.	Дююн В.И.			
Утв.	Бондарь В.Н.			

23.03.02.2017.394.15.002.01		
Лит.	Масса	Масштаб
	3,2	1:2
Лист	Листов 1	
Сталь 35Л ГОСТ 977-75		
ЮУрГУ Каф. КГМ		
Копировал		
Формат А3		

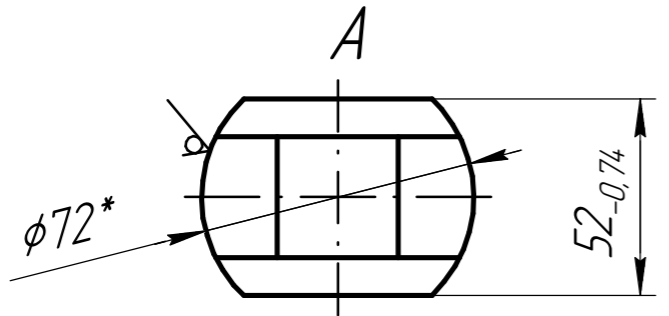
23.03.02.2017.394.15.002.02

√ Ra 12.5 (√)



Технические требования

- * Размер для справок;
- Неуказанные допуски ГОСТ 30893.2-т.к.



				23.03.02.2017.394.15.002.02				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рычаг	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Савичев С.В.						4,8	1:2
Проб.	Змянский Ю.М.					Лист	Листов 1	
Т.контр.						Сталь 20Х ГОСТ 4543-71		
Н.контр.	Дюян В.И.				ЮУрГУ			
Утв.	Бондарь В.Н.				Каф. КГМ			
						Копировал		Формат А3

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						<u>Документация</u>		
		A1			23.03.02.2017.394.15.000 СБ	Сборочный чертеж		
Подп. и дата				1	23.03.02.2017.394.15.001	Механизм рулевого управления	1	
				2	23.03.02.2017.394.15.002	Механизм следящий	1	
				3	23.03.02.2017.394.15.003	Колесо рулевое с обдоймой ролика	1	
				4	23.03.02.2017.394.15.004	Шарнир вала рулевого управления	1	
				5	23.03.02.2017.394.15.005	Вал рулевого колеса	1	
				6	23.03.02.2017.394.15.006	Втулка шлицевая с шарниром	1	
				7	23.03.02.2017.394.15.007	Кронштейн корпуса	1	
				8	23.03.02.2017.394.15.008	Кронштейн корпуса	1	
				9	23.03.02.2017.394.15.009	Механизм усилительный	2	
				10	23.03.02.2017.394.15.010	Трубка от золотника к гидроусилителю передняя	1	
				11	23.03.02.2017.394.15.011	Трубка от золотника к гидроусилителю задняя	1	
				12	23.03.02.2017.394.15.012	Трубка к гидроусилителю дополнительная передняя	1	
				13	23.03.02.2017.394.15.013	Трубка к гидроусилителю дополнительная задняя	1	
				14	23.03.02.2017.394.15.014	Шланг гидроусилителя	1	
Взам. инв. №		23.03.02.2017.394.15.000						
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.		Разраб.	Савичев С.В.			Управление рулевое		
		Пров.	Землянский Ю.М.					
Подп. и дата		Н.контр.	Дююн В.И.				1	3
		Утв.	Бондарь В.Н.			ЮУрГУ Каф. КГМ		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15	23.03.02.2017.394.15.015	Шланг гидроусилителя	1	
		16	23.03.02.2017.394.15.016	Шланг гидроусилителя		
		17	23.03.02.2017.394.15.017	Тяга сошки рулевого механизма		
		18	23.03.02.2017.394.15.018	Тяга рулевой трапеции		
		19	23.03.02.2017.394.15.019	Бак масляный рулевого механизма		
		20	23.03.02.2017.394.15.020	Масленка 2.3.90.Ц6.хр ГОСТ 19853-74		
				<u>Детали</u>		
		4	4320X-3402034	Крышка колеса рулевого управления	1	
		22	23.03.02.2017.394.15.000.01	Муфта защитная		
		23	23.03.02.2017.394.15.000.02	Кронштейн крепления кожуха		
		24	23.03.02.2017.394.15.000.03	Броня шланга гидроусилителя		
		25	23.03.02.2017.394.15.000.04	Броня шланга		
		26	23.03.02.2017.394.15.000.05	Рукав 22*32-1,47 L=660 мм		
		27	23.03.02.2017.394.15.000.06	Рукав 16*25-1,47 L=840 мм		
		28	23.03.02.2017.394.15.000.07	Болт		
		29	23.03.02.2017.394.15.000.08	Болт крепления рулевого управления		
		30	23.03.02.2017.394.15.000.09	Болт крепления рулевого управления		
		31	23.03.02.2017.394.15.000.10	Гайка		
		32	23.03.02.2017.394.15.000.11	Гайка		
		33	23.03.02.2017.394.15.000.12	Шайба		
				Стандартные изделия		

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

23.03.02.2017.394.15.000

Лист
2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			23.03.02.2017.394.15.001 СБ	Механизм рулевого управления		
				<u>Детали</u>		
		1	23.03.02.2017.394.15.001.01	Корпус	1	
		2	23.03.02.2017.394.15.001.02	Корпус	1	
		3	23.03.02.2017.394.15.001.03	Вал	1	
		4	23.03.02.2017.394.15.001.04	Сектор	1	
		5	23.03.02.2017.394.15.001.05	Червяк	1	
		6	23.03.02.2017.394.15.001.06	Сошка	1	
		7	23.03.02.2017.394.15.001.07	Крышка	1	
		8	23.03.02.2017.394.15.001.08	Крышка	1	
		9	23.03.02.2017.394.15.001.09	Шпилька	1	
		10	23.03.02.2017.394.15.001.10	Золотник	1	
		11	23.03.02.2017.394.15.001.11	Шайба упорная	2	
		12	23.03.02.2017.394.15.001.12	Плунжер	12	
		2	23.03.02.2017.394.15.001.13	Пружина	6	
		14	23.03.02.2017.394.15.001.14	Сальник	1	
		15	23.03.02.2017.394.15.001.15	Сальник	1	
		3				
23.03.02.2017.394.15.001						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Савичев С.В.			Лит.	Лист
Пров.		Землянский Ю.М.				1
Н.контр.		Дююн В.И.			Листов	
Утв.		Бондарь В.Н.			2	
Механизм рулевого управления					ЮУрГУ Каф. КГМ	
Копировал					Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		6		<i>Болты ГОСТ 7798-70</i>		
		16	23.03.02.2017.394.15.001.16	<i>M6x6gx20.58</i>	4	
		17	23.03.02.2017.394.15.001.17	<i>M10x6gx30.58</i>	5	
				<i>Подшипники ГОСТ 831-75</i>		
		18	23.03.02.2017.394.15.001.18	<i>2206</i>	3	
				<i>Подшипники ГОСТ 8338-75</i>		
		19	23.03.02.2017.394.15.001.19	<i>154907</i>	2	
				<i>Шайбы ГОСТ 6402-70</i>		
		20	23.03.02.2017.394.15.001.20	<i>63x13</i>	4	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

23.03.02.2017.394.15.001

Лист
2

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			23.03.02.2017.394.00.000 ОВ	Общий вид	1		
					23.03.02.2017.394.00.000 ПЗ	Пояснительная записка	1		
						<u>Сборочные единицы</u>			
				1	23.03.02.2017.394.01.000	Установка силового агрегата	1		
				2	23.03.02.2017.394.02.000	Установка топливного бака и топливopроводов	1		
				3	23.03.02.2017.394.03.000	Установка системы очистки воздуха	1		
				4	23.03.02.2017.394.04.000	Установка системы выпуска газов	1		
				5	23.03.02.2017.394.05.000	Система охлаждения	1		
				6	23.03.02.2017.394.06.000	Установка приводов сцепления и тормозного крана	1		
				7	23.03.02.2017.394.000	Установка карданного вала	1		
				8	23.03.02.2017.394.000	Рама	1		
				9	4320-2803005	Установка переднего буфера и крюков	1		
				10	43206-2901015-05	Установка передней подвески	1		
				11	23.03.02.2017.394.11.000	Установка задней подвески	1		
				12	23.03.02.2017.394.12.000	Установка колес	1		
				13	23.03.02.2017.394.13.000	Установка переднего моста	1		
				14	23.03.02.2017.394.000	Установка заднего моста	1		
		23.03.02.2017.394.00.000							
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разраб. Савичев С.В.				Лит.	Лист	Листов	
		Пров. Землянский Ю.М.					1	2	
		Н.контр. Дююн В.И.				ЮУрГУ Каф.КГМ			
		Утв. Бондарь В.Н.							
Инв. № подл.		Урал 43206							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15	23.03.02.2017.394.15.000	Управление рулевое	1	
		16	43206-3500010-10	Установка пневмогидравлического привода тормозов	1	
		17	43206-3700000-10	Электрооборудование	1	
		18	4320Я2-3748005	Установка контейнера аккумуляторных батарей		
		19	43206-5000012	Кабина	1	
		20	4320Я-8400001	Установка оперения	1	
		21	375-5001005-Г	Установка кабины	1	
		22	23.03.02.2017.394.22.000	Установка платформы	1	
				<u>Комплекты</u>		
			43206-3900000-02	Инструмент и принадлежности	1	
			375-3907010	Трос буксирный	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

23.03.02.2017.394.00.000

Лист
2