



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э.
Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

КАФЕДРА СМ10 «КОЛЕСНЫЕ МАШИНЫ»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
НА ТЕМУ:

Вездеходное транспортное средство колесной формулой 6х6 полной
массой 3,5 т с разработкой раздаточной коробки, разнесенной главной
передачи и тормозного механизма дискового типа

Студент СМ10- _____ (Группа)	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Руководитель	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Консультант по научно-исследовательской части	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Консультант по конструкторской части	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Консультант по технологической части	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Консультант по организационно-экономической части	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Консультант по охране труда и экологии	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)
Нормоконтролер	_____	_____
	(Подпись, дата)	(И.О.Фамилия)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э.
Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой СМ-10

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Студент группы СМ10-_____

Тема ВКР:

Вездеходное транспортное средство колесной формулой 6х6 полной массой 3,5 т с разработкой раздаточной коробки, разнесенной главной передачи и тормозного механизма дискового типа

Источник тематики (НИР кафедры, заказ организаций.)

НИР кафедры

Тема работы утверждена распоряжением по факультету _____ № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Часть 1. Научно-исследовательская

Исследование опорной проходимости автомобиля массы 3500 кг прямолинейно движущегося по неровному деформируемому опорному основанию.

Часть 2. Проектно-конструкторская

Разработка раздаточной коробки, разнесенной главной передачи и тормозного механизма дискового типа.

Часть 3. Технологическая

Разработка технологического процесса сборки колесного редуктора вездеходного транспортного средства в условиях серийного производства.

Разработка сборочной оснастки.

Консультант _____
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Часть 4. Организационно-экономическая

Оценка конкурентоспособности проектируемого вездеходного транспортного средства.

Консультант _____
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Часть 5. Охрана труда и экология

Анализ опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) на этапе эксплуатации вездеходного транспортного средства. Расчет условий освещенности, микроклимата, электробезопасности на рабочем месте водителя. Экологическая экспертиза: расчет движения вездеходного транспортного средства по слабонесущему грунту тундры и лесотундры

Консультант _____
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Оформление ВКР:

Расчетно-пояснительная записка на 180 листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

15 листов А1 графической части

Дата выдачи задания « ____ » _____ 20__ г.

В соответствии с учебным планом ВКР выполнить в полном объеме в срок до « ____ » _____ 20__ г.

Руководитель ВКР _____
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Студент _____
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э.
Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой СМ-10

« ____ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студент группы СМ10-_____

(фамилия, имя, отчество)

Тема ВКР: Вездеходное транспортное средство колесной формулой 6x6 полной массой 3,5 т с разработкой раздаточной коробки, разнесенной главной передачи и тормозного механизма дискового типа

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Сроки выполнения этапов		Отметка о выполнении	
		план	факт	Должность	ФИО, подпись
1.	Задание на выполнение ВКР. Формулирование проблемы, цели и задач работы	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
2.	Научно-исследовательская часть	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
3.	Проектно-конструкторская часть	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
4.	Технологическая часть	_____ <i>Планируемая дата</i>		Консультант	
5.	Организационно-экономическая часть	_____ <i>Планируемая дата</i>		Консультант	
6.	Охрана труда и экология	_____ <i>Планируемая дата</i>		Консультант	
7.	1-я редакция ВКР	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
8.	Подготовка доклада и презентации	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
9.	Заключение руководителя	_____ <i>Планируемая дата</i>		Руководитель	
10.	Допуск работы к защите на ГЭК (нормоконтроль)	_____ <i>Планируемая дата</i>		Нормоконтролер	
11.	Внешняя рецензия	_____ <i>Планируемая дата</i>			
12.	Защита работы на ГЭК	_____ <i>Планируемая дата</i>			

Студент _____
(подпись, дата)

Руководитель ВКР _____
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 118 листов формата А4 текстовой части без учета приложений и 15 листов формата А1 графической части. Основная текстовая часть состоит из 5 частей: проектно-конструкторская часть, научно-исследовательская часть, технологическая часть, организационно-экономическая часть и раздел, посвящённый охране труда и экологии. РПЗ содержит 32 иллюстрации, 12 таблиц, 7 приложений и 24 используемых источника.

Ключевые слова: полноприводный автомобиль, раздаточная коробка, главная передача, тормозной механизм, деформируемое опорное основание.

Объектом разработки является полноприводное транспортное средство специального назначения с полной массой 3,5 т с проработкой раздаточной коробки, разнесенной главной передачи и тормозного механизма дискового типа. Целью ВКР является демонстрация уровня сформированности знаний навыков, и компетенций, полученных в процессе обучения, путем самостоятельной разработки узлов и агрегатов электромобиля.

В результате выполнения ВКР разработаны и рассчитаны следующие узлы и агрегаты: главная передача, тормозной механизм дискового типа и раздаточная коробка. В расчетно-пояснительной записке представлены расчеты основных элементов разработанных конструкций, результаты которых доказывают их работоспособность. В рамках научно-исследовательской части проведено исследование опорной проходимости по деформируемому опорному основанию. В технологической части спроектирован технологический процесс сборки редуктора. В организационно-экономической части доказана конкурентоспособность разрабатываемого транспортного средства. В разделе охраны труда и экологии производится анализ опасных и вредных факторов, рассмотрены вопросы воздействия вредных факторов на инженера-конструктора и выполнен расчет защиты водителя от поражения электрическим током.

Новизна работы заключается в разработанной кинематической схеме раздаточной коробки и в алгоритме определения опорной проходимости транспортного средства, движущегося по деформируемому опорному основанию.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**НАПРАВЛЕНИЕ НА ЗАЩИТУ
выпускной квалификационной работы**

Председателю
Государственной Экзаменационной Комиссии № _____

факультета «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э.Баумана

Направляется студент _____ группы СМ 10- _____

на защиту выпускной квалификационной работы: Вездеходное транспортное средство колесной формулой 6x6 полной массой 3,5 т с разработкой раздаточной коробки, разнесенной главной передачи и тормозного механизма дискового типа

Декан факультета СМ _____

« ____ » _____ 20__ г.

Справка об успеваемости

Студент _____ за время пребывания в МГТУ имени Н.Э.Баумана с 20 ____ г. по 20 ____ г. полностью выполнил учебный план со следующими оценками: отлично – 77 %, хорошо – 23 %, удовлетворительно – 0 %.

Инспектор деканата _____

Отзыв руководителя выпускной квалификационной работы

Студент _____ выполнял ВКР систематично и качественно. При выполнении работы были проанализированы современные конструкции-аналоги. На основании выполненного анализа в разрабатываемых конструкциях применены современные конструктивные решения. Конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами с использованием современных программных комплексов. Выпускная квалификационная работа _____ является актуальной, выполнена на высоком инженерном уровне и заслуживает оценки «отлично».

Руководитель _____

« ____ » _____ 20__ г.

(подпись, инициалы и фамилия)
«__» _____ 20 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
о возможности открытого опубликования

материалов выпускной квалификационной работы _____

(ФИО студента, наименование материалов, подлежащих экспертизе)

Экспертная комиссия в составе _____

_____, в период
с «__» _____ 20 г. по «__» _____ 20 г. провела экспертизу материалов выпускной
квалификационной работы _____

(ФИО студента, наименование материалов, подлежащих экспертизе)

на предмет отсутствия в них сведений, составляющих государственную тайну, и возможности их открытого опубликования.

Руководствуясь Законом Российской Федерации «О государственной тайне», Перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 30 ноября 1995г. № 1203, а также Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию, Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки РФ), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 10 ноября 2014 г. № 36с

(наименование государственного органа или организации дата и номер приказа)

комиссия установила:

1. Сведения, содержащиеся в выпускной квалификационной работе, **находятся в компетенции** Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана).

2. Сведения, содержащиеся в выпускной квалификационной работе **не подпадают под действие Перечня сведений**, составляющих государственную тайну (статья 5 Закона Российской Федерации «О государственной тайне»), не относятся к Перечню сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденному Указом Президента Российской Федерации от 30 ноября 1995 г. № 1203, **не подлежат засекречиванию и данные материалы могут быть открыто опубликованы.**

Члены комиссии

(подпись, инициалы и фамилия)

(подпись, инициалы и фамилия)

(подпись, инициалы и фамилия)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

А К Т
проверки на объем заимствования

Студент группы _____

(фамилия, имя, отчество)

Тема ВКР _____

Выпускная квалификационная работа проверена и размещена в ЭБС «Банк ВКР».
Объем заимствования составляет _____% текста, что с учетом корректного заимствования
соответствует / не соответствует требованиям и условиям допуска ВКР _____
ненужное зачеркнуть *бакалавра, специалиста, магистра*
к защите.

Заключение:

Студент допущен / не допущен к защите ВКР в Государственной Экзаменационной Комиссии.
ненужное зачеркнуть

Нормоконтролер

(Подпись)

(И.О.Фамилия)

Согласен:

Студент

(Подпись)

(И.О.Фамилия)

Дата:

Тема исследовательской части:

Исследование опорной проходимости автомобиля массы 3500 кг прямолинейно движущегося по неровному деформируемому опорному основанию

Цель:

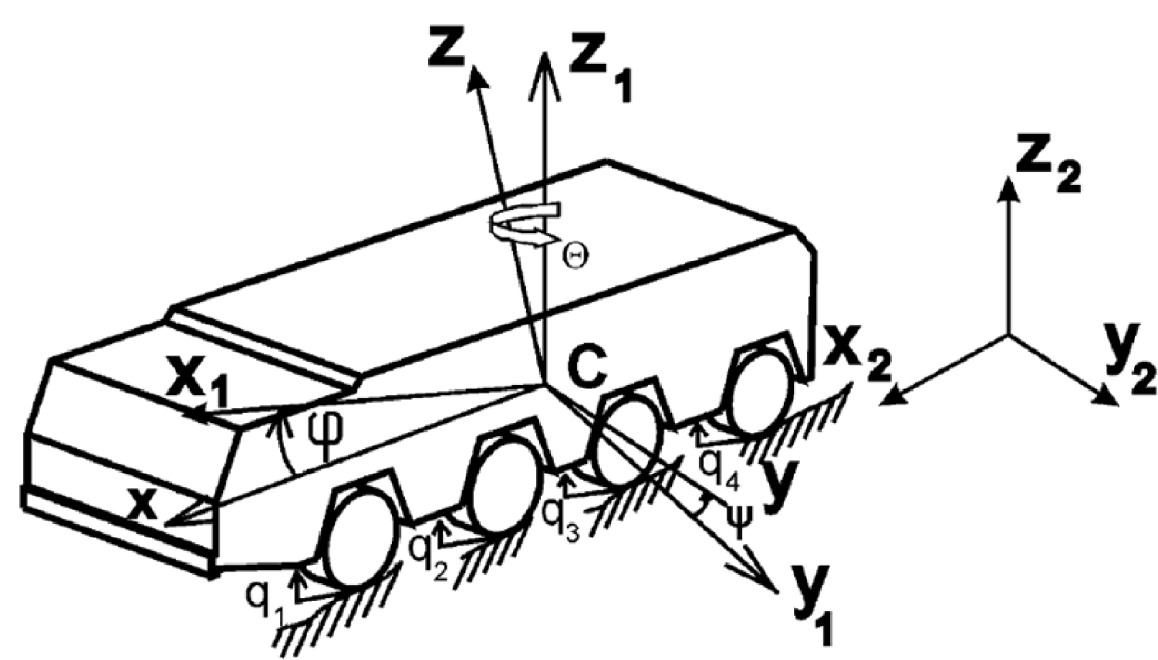
Оценить показатели опорно-сцепной проходимости исследуемого ТС на деформированном опорном основании.

Задачи:

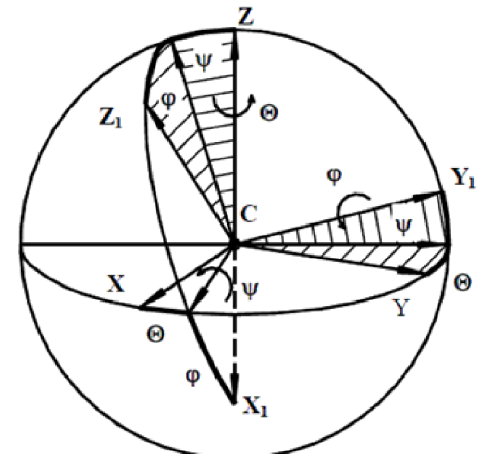
1. Разработать математическую и имитационную модель прямолинейного движения транспортного средства по неровному деформируемому опорному основанию.
2. Разработать математическую модель качения эластичного колеса по деформируемому неровному опорному основанию с учетом деформации пятна контакта.
3. Исследовать опорную проходимость ТС методом оценки характерных показателей для данного типа проходимости колесной машины.

1. Математическая модель прямолинейного движения транспортного средства по неровному деформируемому опорному основанию

Положение колесной машины в пространстве



Углы Эйлера-Крылова



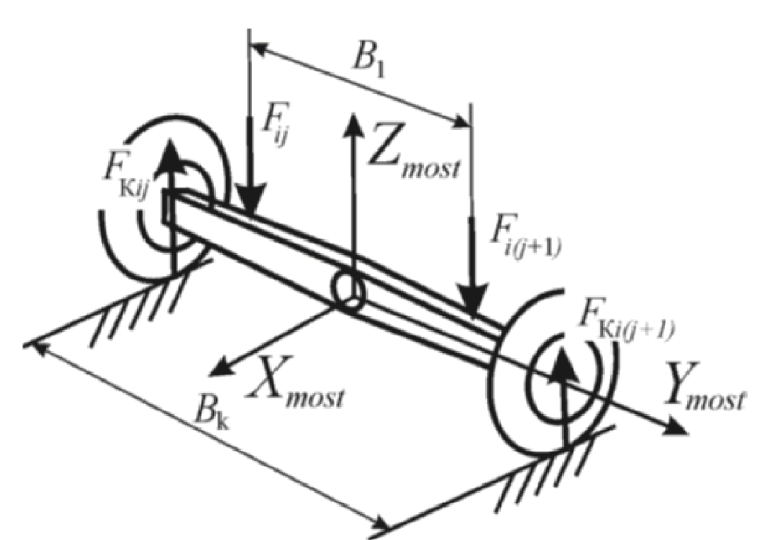
Уравнения связи вращательного движения

$$\begin{cases} \omega_x = \psi \cos \varphi - \frac{d\Theta}{dt} \cos \psi \sin \varphi \\ \omega_y = \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\Theta}{dt} \sin \psi \\ \omega_z = \frac{d\Theta}{dt} \cos \varphi \cos \psi + \frac{d\psi}{dt} \sin \varphi \end{cases}$$

Общие уравнения движения колесной машины

$$\begin{cases} (m_{ГМ} + 2Nm_k) \frac{dV_{Cx}}{dt} + (m_{ГМ} + 2Nm_k)(\omega_x V_{Cy} - \omega_y V_{Cx}) = G_x + F_x + \sum_{i=1}^{2N} R_{xi} \\ (m_{ГМ} + 2Nm_k) \frac{dV_{Cy}}{dt} + (m_{ГМ} + 2Nm_k)(\omega_y V_{Cx} - \omega_x V_{Cy}) = G_y + F_y + \sum_{i=1}^{2N} R_{yi} \\ m_{ГМ} \frac{dV_{Cz}}{dt} + m_{ГМ}(\omega_x V_{Cy} - \omega_y V_{Cx}) = G_z + F_z + \sum_{i=1}^{2N} P_i \\ I_x \frac{d\omega_x}{dt} + \omega_x \omega_z (I_z - I_x) = M_x(F) + \sum_{i=1}^{2N} M_x[P_i] - \sum_{i=1}^{2N} M_x[R_{xi}] \\ I_y \frac{d\omega_y}{dt} + \omega_y \omega_z (I_z - I_y) = M_y(F) - \sum_{i=1}^{2N} M_y[R_{yi}] + \sum_{i=1}^{2N} M_y[P_i] \\ I_z \frac{d\omega_z}{dt} + \omega_x \omega_y (I_y - I_x) = M_z(F) + \sum_{i=1}^{2N} M_z[R_{zi}] - \sum_{i=1}^{2N} M_z[R_{xi}] + \sum_{i=1}^{2N} M_{zi} \end{cases}$$

Расчетная схема моста колесной машины

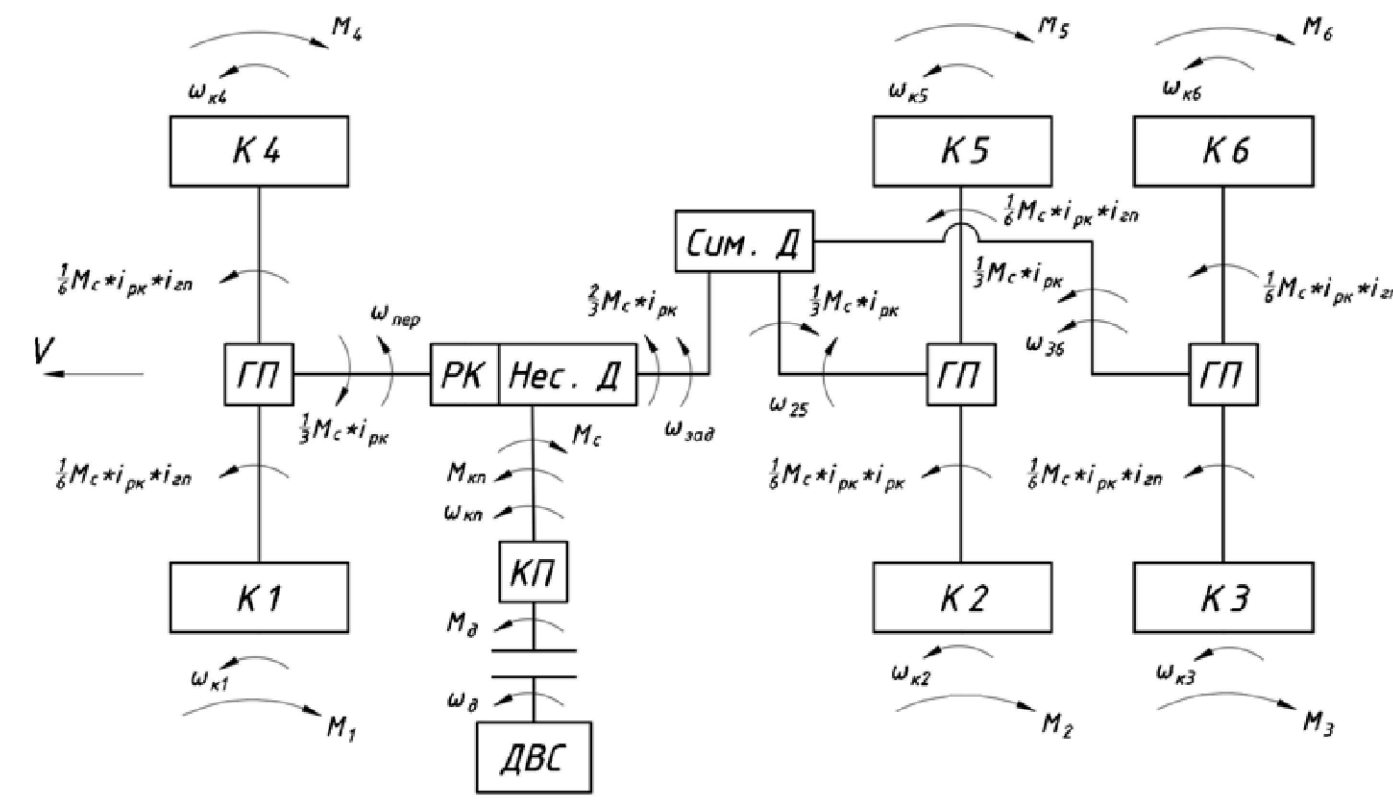


Уравнения движения отдельного моста полунезависимой подвески

$$\begin{cases} h_{ij} = z_{most} + \frac{B_1}{2} \psi_{most} - l_{ij} \psi - \frac{B_2}{2} \psi + h_{ijmax} - z(t) \\ h_{ij} = z_{most} + \frac{B_1}{2} \psi_{most} - l_{ij} \psi - \frac{B_2}{2} \psi - z(t) \\ h_{kij} = -z_{most} - \frac{B_k}{2} \psi_{most} + r_k + q_{ij} \\ h_{kij} = -z_{most} - \frac{B_k}{2} \psi_{most} + q_{ij} \end{cases}$$

Прогиб и относительный прогиб шины

Схема трансмиссии исследуемого автомобиля

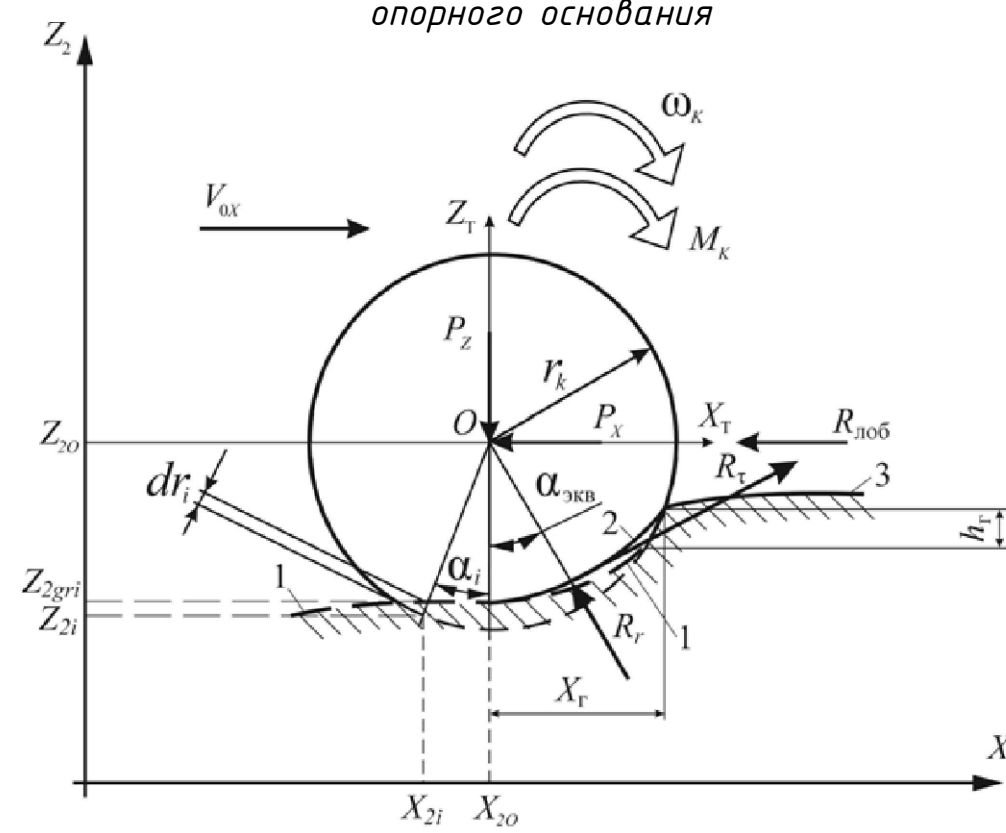


Система дифференциальных уравнений работы трансмиссии

$$\begin{cases} J_K \dot{\omega}_{K1} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_1 \\ J_K \dot{\omega}_{K2} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_2 \\ J_K \dot{\omega}_{K3} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_3 \\ J_K \dot{\omega}_{K4} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_4 \\ J_K \dot{\omega}_{K5} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_5 \\ J_K \dot{\omega}_{K6} = \frac{M_c i_{PK} i_{ГП}}{6} - M_6 \\ \dot{\omega}_{25} = \frac{\dot{\omega}_{K2} + \dot{\omega}_{K5}}{2} i_{ГП} \\ \dot{\omega}_{36} = \frac{\dot{\omega}_{K3} + \dot{\omega}_{K6}}{2} i_{ГП} \\ \dot{\omega}_{пер} = \frac{\dot{\omega}_{K1} + \dot{\omega}_{K4}}{2} i_{ГП} \\ \dot{\omega}_{зад} = \frac{\dot{\omega}_{25} + \dot{\omega}_{36}}{2} \\ \dot{\omega}_{кп} = \frac{\dot{\omega}_{пер} + 2\dot{\omega}_{зад}}{3} i_{ПК} \\ J_{кп} \dot{\omega}_{кп} = M_{ДВ} h_{ДР} i_{кп} - M_c \end{cases}$$

2. Математическая модель прямолинейного качения эластичного колеса по неровному деформируемому опорному основанию

Расчетная схема качения колеса по неровностям опорного основания



Эквивалентный угол точки приложения суммарной радиальной реакции R

$$\alpha_{экв} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i dr_i}{\sum_{i=1}^n dr_i}$$

Проекция скорости точек контура колеса на оси X1 и Y1

$$\begin{cases} V_{ax} = \omega_k (r_k - dr_i) \cos \alpha_i + V_{0x} \\ V_{ay} = \omega_k (r_k - dr_i) \sin \alpha_i + V_{0y} \end{cases}$$

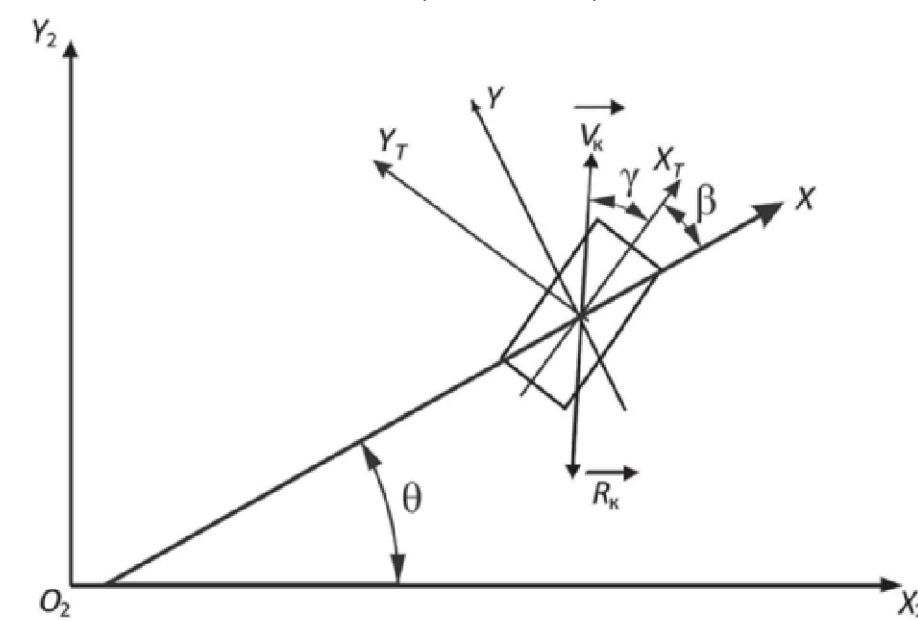
Вектор линейной скорости i-й точки недеформированного профиля колеса в радиальном направлении

$$V_n = V_{ax} \sin \alpha_i + V_{ay} \cos \alpha_i$$

Скорость деформации профиля i-й точки в радиальном направлении

$$\frac{d}{dt} (dr_i) = \frac{dZ_{2gr_i}}{dt} \cos(\alpha_i - V_{ri})$$

Расчетная схема для определения силы взаимодействия колеса с опорной поверхностью



Координаты X2i и Y2i выбранных точек профиля в НСК

$$\begin{cases} X_{2i} = X_{20} + r_k \sin \alpha_i \\ Y_{2i} = Y_{20} + r_k \sin \alpha_i \\ -\frac{\pi}{2} \leq \alpha_i \leq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Вертикальная координата Z2i i-ой точки недеформированного профиля колеса в НСК

$$Z_{2i} = Z_{20} - r_k \cos \alpha_i$$

Формирование продольного профиля Z2gr_i

$$Z_{2gr_i} = Z_{2gr_i}^{недеф} - h_{ri}$$

Прогиб шины dr_i в радиальном направлении для i-ой точки недеформированного профиля

$$dr_i = \begin{cases} 0, & Z_{2gr_i} \leq Z_i \\ (Z_{2gr_i} - Z_{2i}) \cos \alpha_i, & Z_{2gr_i} > Z_{2i} \end{cases}$$

Эквивалентный прогиб шины

$$dr_{экв} = \frac{\sum_{i=1}^n dr_i}{n_k}$$

Эквивалентная скорость прогиба

$$\frac{dr_{экв}}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d}{dt} (dr_i) \right)}{n_k}$$

Сила взаимодействия i-го колеса с грунтом в плоскости X2O2Y2

$$R_{ki} = -\mu_s |N_i| \frac{V_{ски}}{|V_{ски}|}$$

Коэффициент трения частичного скольжения

$$\mu_s = \mu_{smax} \left(1 - e^{-\frac{s_k}{s_0}} \right)$$

Коэффициент буксования

$$S_k = \frac{V_{КХТ} - \omega_k \cdot r_d}{\omega_k \cdot r_d} \quad \text{— для тягового режима качения колеса}$$

$$S_k = \frac{V_{КХТ} - \omega_k \cdot r_d}{V_{КХТ}} \quad \text{— для тормозного или ведомого режима качения колеса}$$

Реакции взаимодействия колеса с опорным основанием в МПСК

$$R_r = R_r \cdot \cos \delta$$

$$R_{КХТ} = R_r \cdot \cos \alpha_{экв} - R_r \cdot \sin \alpha_{экв} - R_{Лоб}$$

$$R_{KYT} = R_r \cdot \sin \delta - R_{бок}$$

$$R_{ZT} = R_r \cdot \sin \alpha_{экв} + R_r \cdot \cos \alpha_{экв}$$

Силы лобового сопротивления грунта качению колеса и бокового отпора

$$R_{Лоб} = 0,5 b_{ш} (r_k - h_r - dr_{3KB})^2 q_{пас} \gamma_r$$

$$R_{бок} = 0,5 b_{ш} (r_k - h_r - dr_{3KB}) h_r q_{пас} \gamma_r$$

$$q_{пас} = a_n \cdot (0,01 \cdot 90^\circ)^{b_n}$$

$$a_n = 1 + a_{fa} \cdot (0,1 \cdot \varphi_0)^{b_{fa}}$$

$$b_n = a_{fb} \cdot (0,1 \cdot \varphi_0)^{b_{fb}}$$

$$a_{fa} = 0,3082 - 0,0709 \cdot \frac{\varphi_{ш}}{\varphi_0}$$

$$b_{fa} = 2,0751 + 1,3354 \cdot \frac{\varphi_{ш}}{\varphi_0}$$

$$a_{fb} = 0,5756 + 0,1024 \cdot \frac{\varphi_{ш}}{\varphi_0}$$

$$b_{fb} = 1,0608 + 0,0619 \cdot \frac{\varphi_{ш}}{\varphi_0}$$

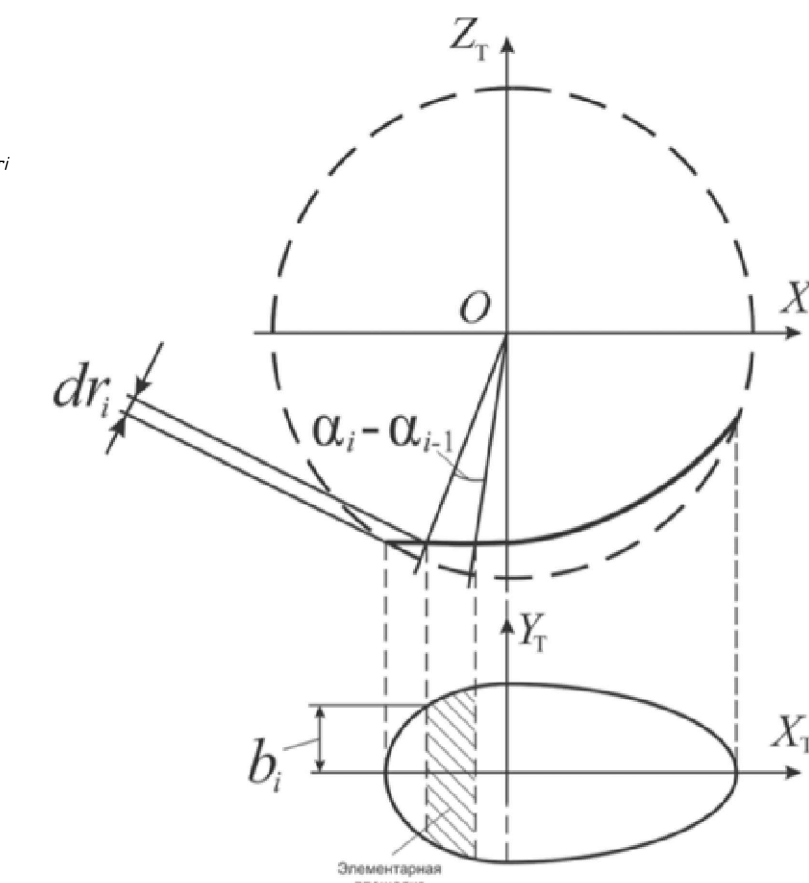
Динамика вращения колеса

$$J_K \dot{\omega}_k = M_k - R_{Xr} (r_k - dr_{эKB}) - M_f - M_h - M_T$$

$$M_f = R_r (r_k - dr_{эKB}) \sin \alpha_{эKB} \cos \alpha_{эKB}$$

$$M_h = R_{Zr} r_k (1 - S_k)$$

Определение параметров пятна контакта и глубины колеи h_c



Площадь i-ой элементарной площадки пятна контакта F_shi

$$\begin{aligned} F_{shi} &= 2 \int_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i} b(\alpha) [r_k - dr(\alpha)] d\alpha \\ b(\alpha) &= b_{ш} \left(1 + \frac{dr(\alpha)}{r_k} \right) \end{aligned}$$

Дискретный аналог

$$F_{shi} = b_{ш} \left(2 + \frac{dr_{i+1} + dr_i}{r_k} \right) \left(r_k - \frac{dr_i + dr_{i-1}}{2} \right) (\alpha_{i+1} - \alpha_i)$$

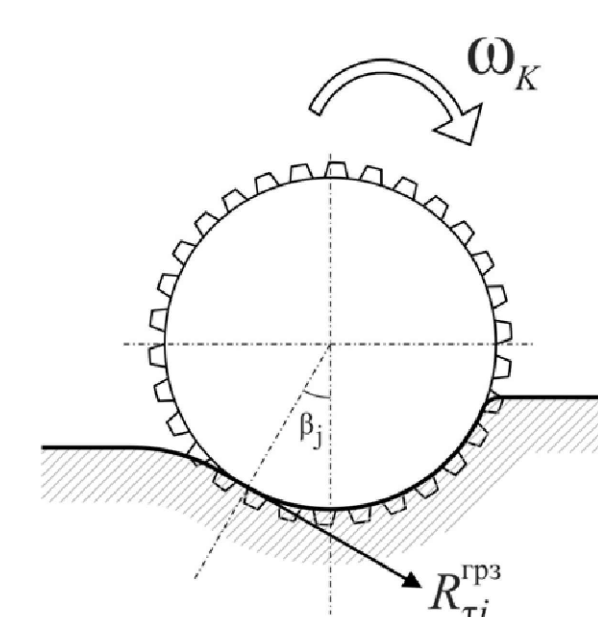
Глубина колеи в i-ой элементарной площадке пятна контакта

$$p_{0zi} = \frac{P_z}{F_{шi} \cdot 10^6} \cdot \frac{dr_i}{\sum_{i=1}^n dr_i} k_d \cos \alpha_i$$

Общая длина пятна контакта по средней линии

$$L = \sum_{i=1}^{n_k} L_i, \quad L_i = \left(r_k - \frac{dr_i + dr_{i-1}}{2} \right) (\alpha_{i+1} - \alpha_i)$$

Влияние грунтозацепов на параметры движения колеса



Дополнительное вертикальное заглубление центра колеса в грунт

$$dh_{ГРЗ} = \frac{t_{вп} h_{ГРЗ} s_k}{t_{ГРЗ} (1 - s_k)}$$

$$t_{ГРЗ} = \frac{2\pi r_k}{n_{ГРЗ}}$$

Суммарное вертикальное заглубление центра колеса

$$h_{сум} = h_r + dh_{ГРЗ}$$

Выпускная квалификационная работа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Паньшин					
Пров.		Жилейкин					
Т.контр.							
Нач.отд.							
Н.контр.							
Утв.							

Если $h_{оп} \geq r_s$, то происходит потеря подвижности машины вследствие вывешивания корпуса на грунте

Дополнительные касательные силы в зонах выступов и впадин грунтозацепов

$$R_{\tau j}^{грз} = F_{грз} c_{гр} 10^6 \exp \left[-\frac{(|e_x| - e_{xm})^2}{0,05 e_{xm}} \right] \operatorname{tg} \varphi_s^*$$

$$e_x = S(\Delta t) - \int_{t_1}^{t_2} \omega_k(t) (r_k - dr_{эвк}) dt,$$

$$\Delta t = t_2 - t_1.$$

Суммарная касательная сила в проекции на ось X_T МПСК по всем m грунтозацепам, находящимся в зоне контакта колеса с опорным основанием

$$R_{\tau X_T}^{грз} = \sum_{j=1}^m R_{\tau j}^{грз} \cos \beta_j$$

$$m = \frac{L_1 + L_2}{2\pi r_k} n_{грз}$$

Продольная реакция колеса с опорным основанием в проекции на ось X_T МКСП

$$R_{X_T} = R_{\tau} \cos \alpha_{эвк} - R_r \sin \alpha_{эвк} - R_{\text{лоб}} + R_{\tau X_T}^{грз}$$

Учет несущей способности грунтового основания в горизонтальном направлении при действии вертикальной нагрузки

Максимальное касательное напряжение

$$\tau_{\max} = p_{0z} \operatorname{tg} \varphi_0 + c_0 10^6$$

Действующее касательное напряжение

$$\tau = p_{0z} \operatorname{tg} \varphi_0 \left[1 - \exp \left(-\frac{|e_x|}{0,1 e_{xm}} \right) \right] + c_0 10^6 \exp \left[-\frac{(|e_x| - e_{xm})^2}{0,05 e_{xm}} \right] \operatorname{tg} \varphi_0$$

Окончательное выражение для продольной реакции

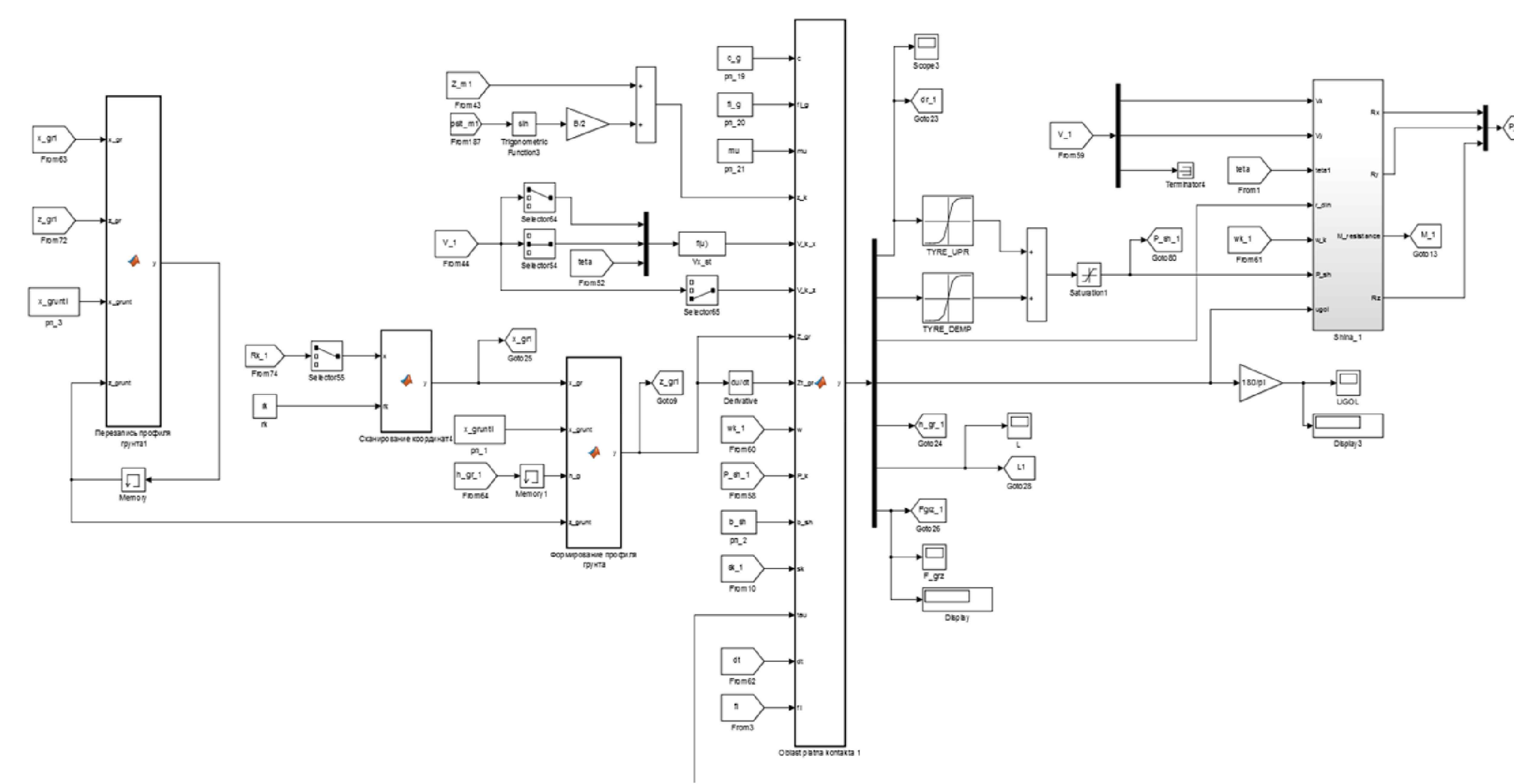
$$R_{KX_T} = k_{\tau} (R_{\tau} \cos \alpha_{эвк} - R_r \sin \alpha_{эвк} - R_{\text{лоб}} + R_{\tau X_T}^{грз})$$

$$k_{\tau} = \begin{cases} 1, & \text{если } \tau \leq \tau_{\max} \\ \frac{\tau_{\max}}{\tau}, & \text{если } \tau > \tau_{\max} \end{cases}$$

3. Программная реализация прямолинейного движения автомобиля по неровному деформируемому опорному основанию

Параметры грунтового основания

№	Параметр грунтового основания	Обозначение	Значение
1	Коэффициент деформации грунта	c_2	0,18 МПа
2	Показатель плотности грунта	μ	0,77
3	Удельный вес грунта	γ	0,0145 МН/м ³
4	Угол внутреннего трения грунта	c_2	0,18 МПа
5	Максимальный сдвиг грунта, при котором связанность частиц грунта не нарушена	e_{xm}	0,05 м
6	Коэффициент трения полного скольжения	μ_{smax}	0,6
7	Константа	S_0	0,05



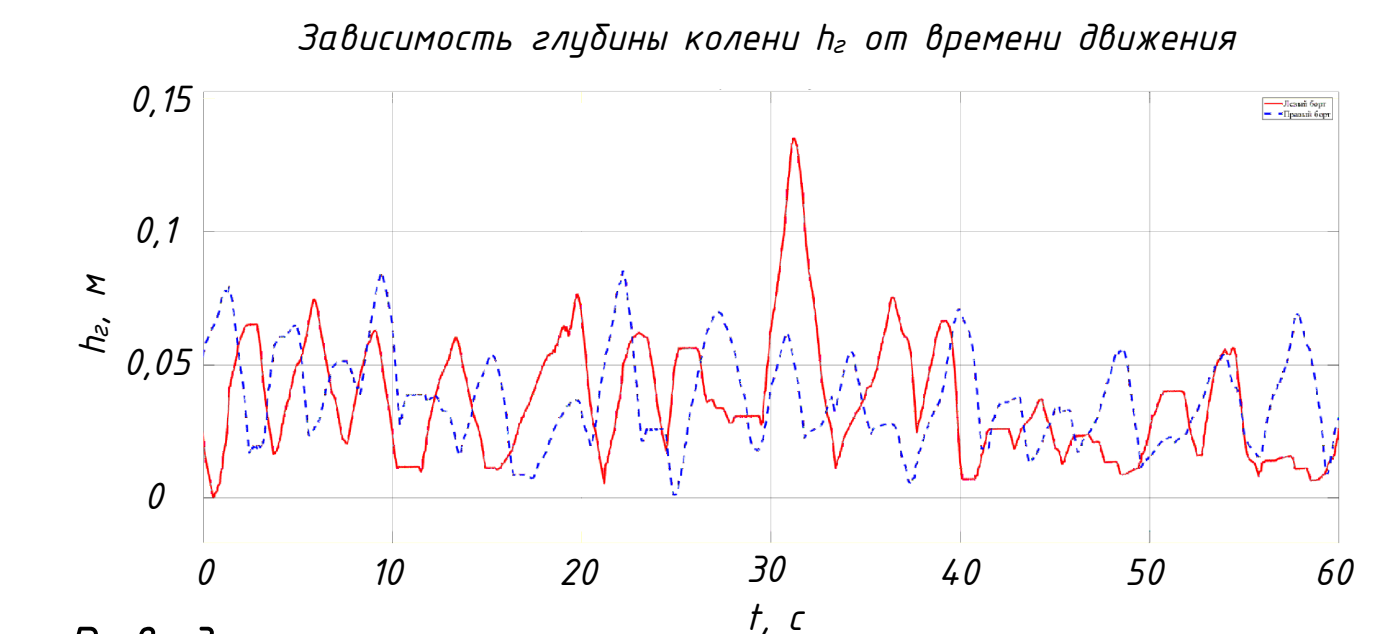
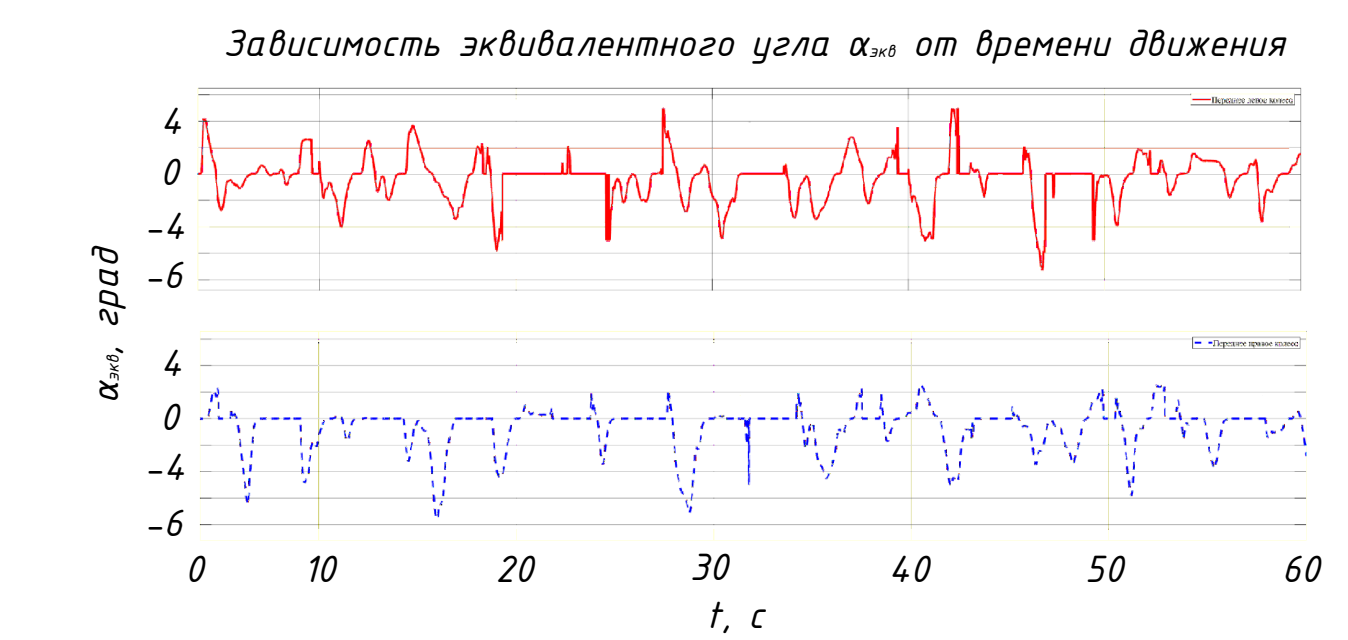
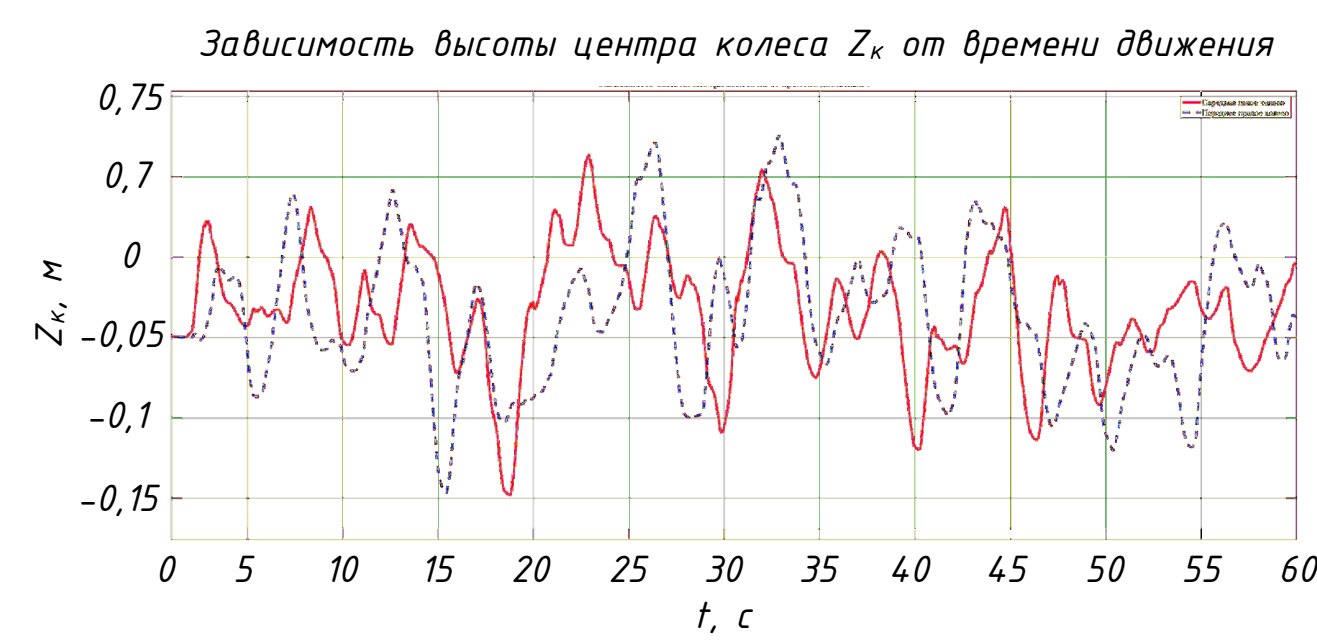
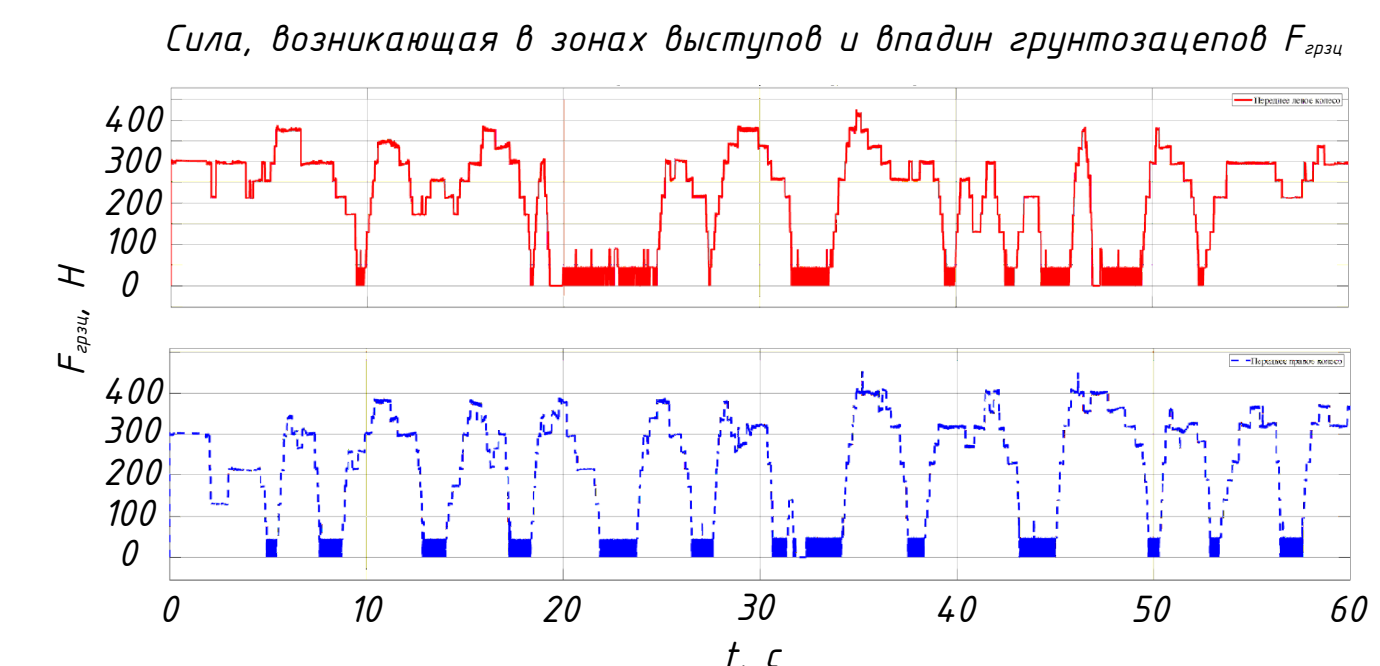
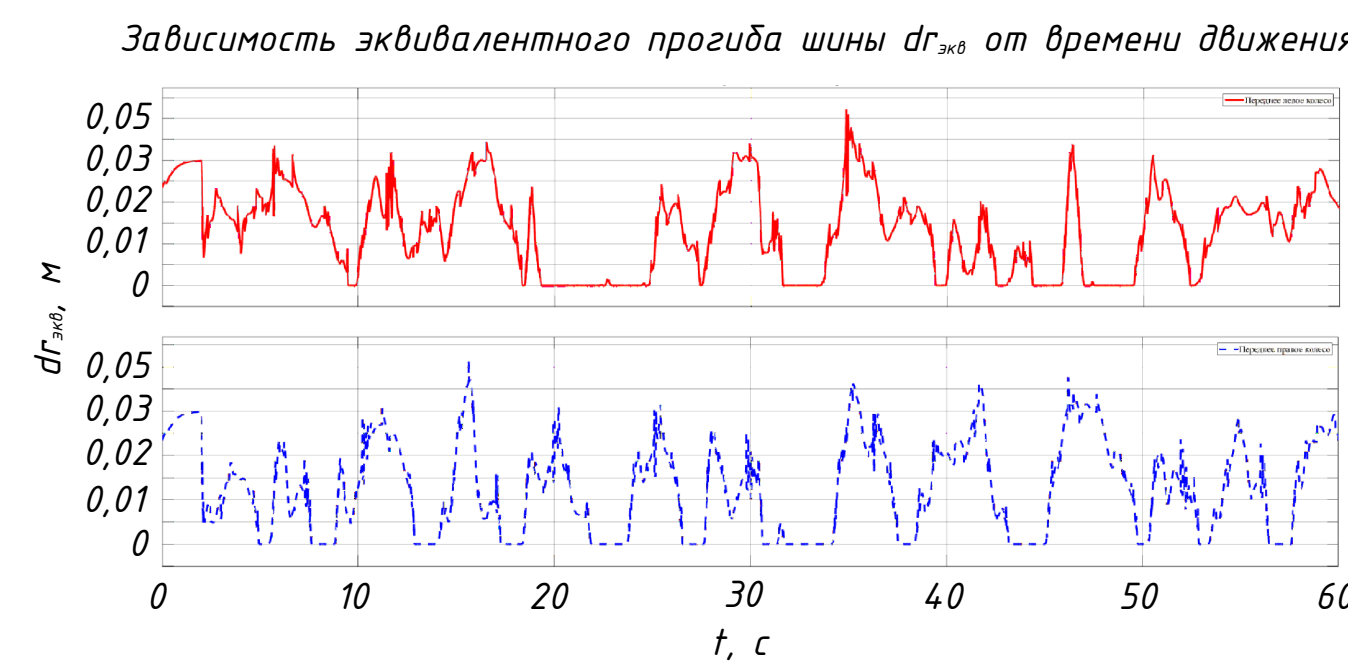
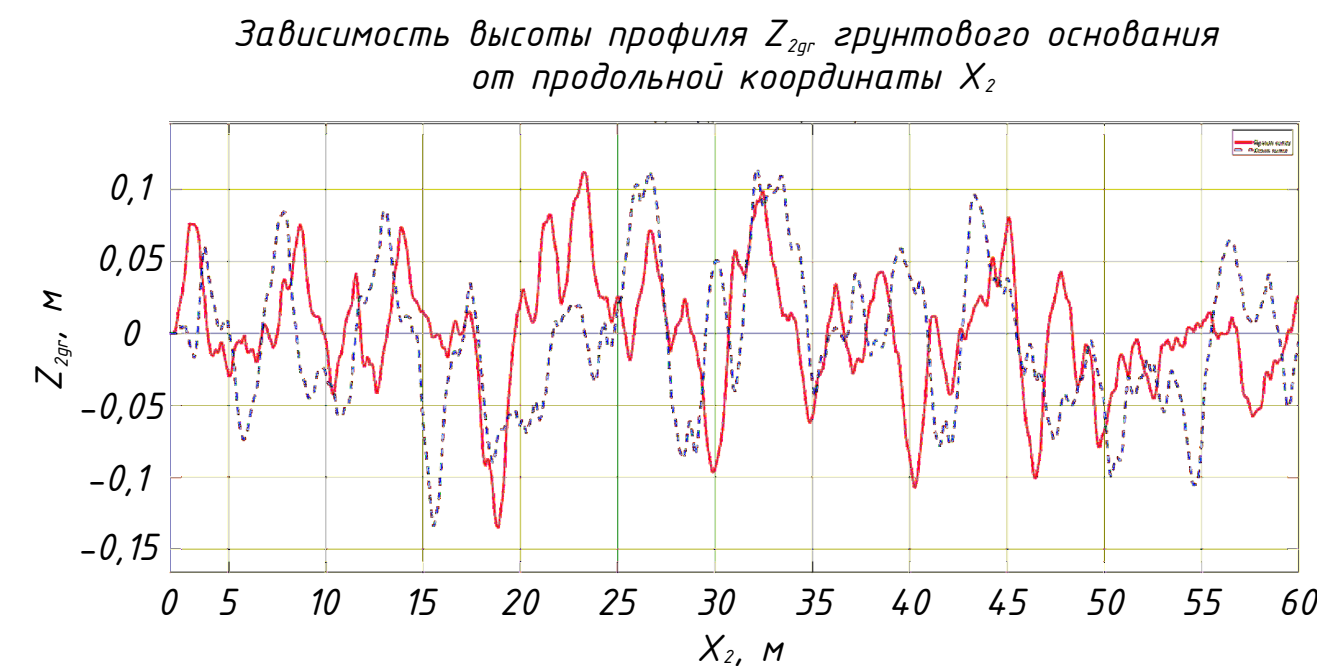
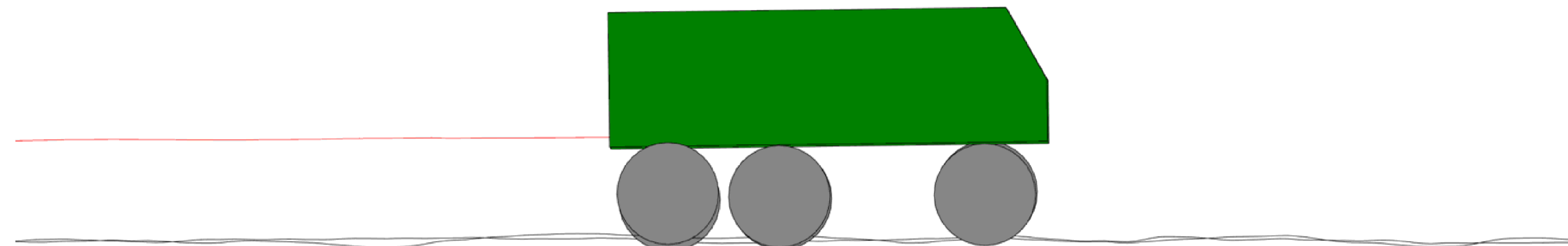
Входные сигналы

- c_r – коэффициент деформации грунта, МПа;
- φ_r – гол внутреннего трения грунта, град;
- μ – показатель плотности грунта;
- Z_{20} – вертикальная координата центра колеса в НСК, м;
- V_{0xT} – проекция вектора скорости центра колеса (точка O) на ось X_T , м/с;
- V_{0zT} – проекция вектора скорости центра колеса (точка O) на ось Z_T , м/с;
- Z_{2gr} – вертикальная координата профиля опорного основания под i -й точкой колеса, м;
- $\frac{dZ_{2gr}}{dt}$ – Скорость деформации профиля i -й точки в радиальном направлении, м/с;
- ω_k – угловая скорость вращения колеса, рад/с
- P_z – вертикальная нагрузка на колесо, Н;
- $b_{ш}$ – ширина шины, м;
- S_c – коэффициент буксования;
- τ – действующее касательное напряжение, МПа;
- dt – шаг интегрирования, с;
- φ – угол продольного наклона корпуса машины, град.

Выходные сигналы

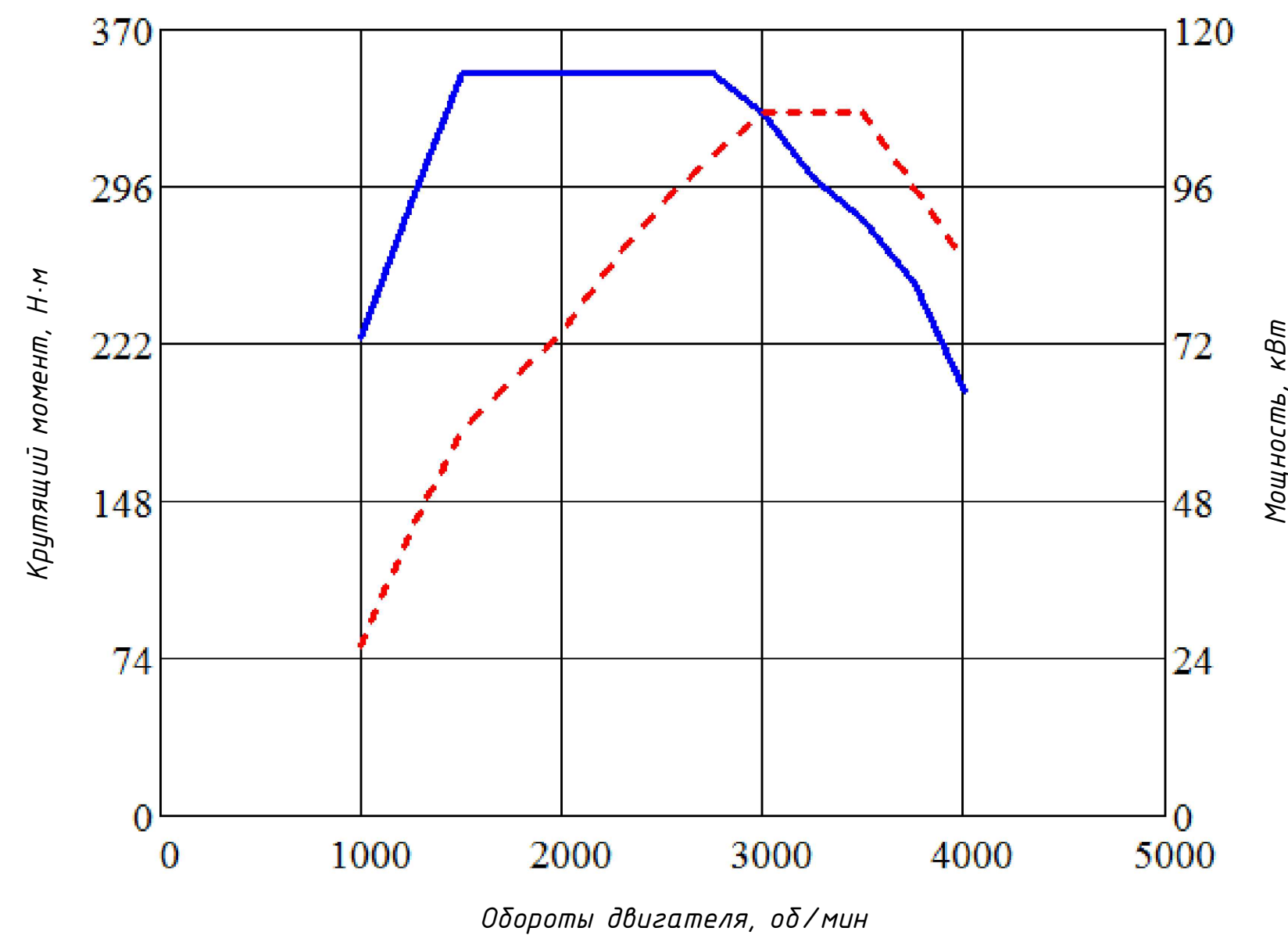
- $dr_{эвк}$ – эквивалентный прогиб шины, м;
- $\frac{dr_{эвк}}{dt}$ – эквивалентная скорость прогиба шины, м/с;
- $r_{дин}$ – динамический радиус колеса, м;
- $\alpha_{эвк}$ – эквивалентный угол точки приложения суммарной реакции, град;
- h_r – глубина колена, м;
- L – общая длина пятна контакта по средней шине, м;
- $R_{\tau X_T}^{грз}$ – суммарная касательная сила в зонах выступов и впадин грунтозацепов, Н.

4. Прогнозирование опорной проходимости КМ, прямолинейно движущейся по неровному деформируемому опорному основанию



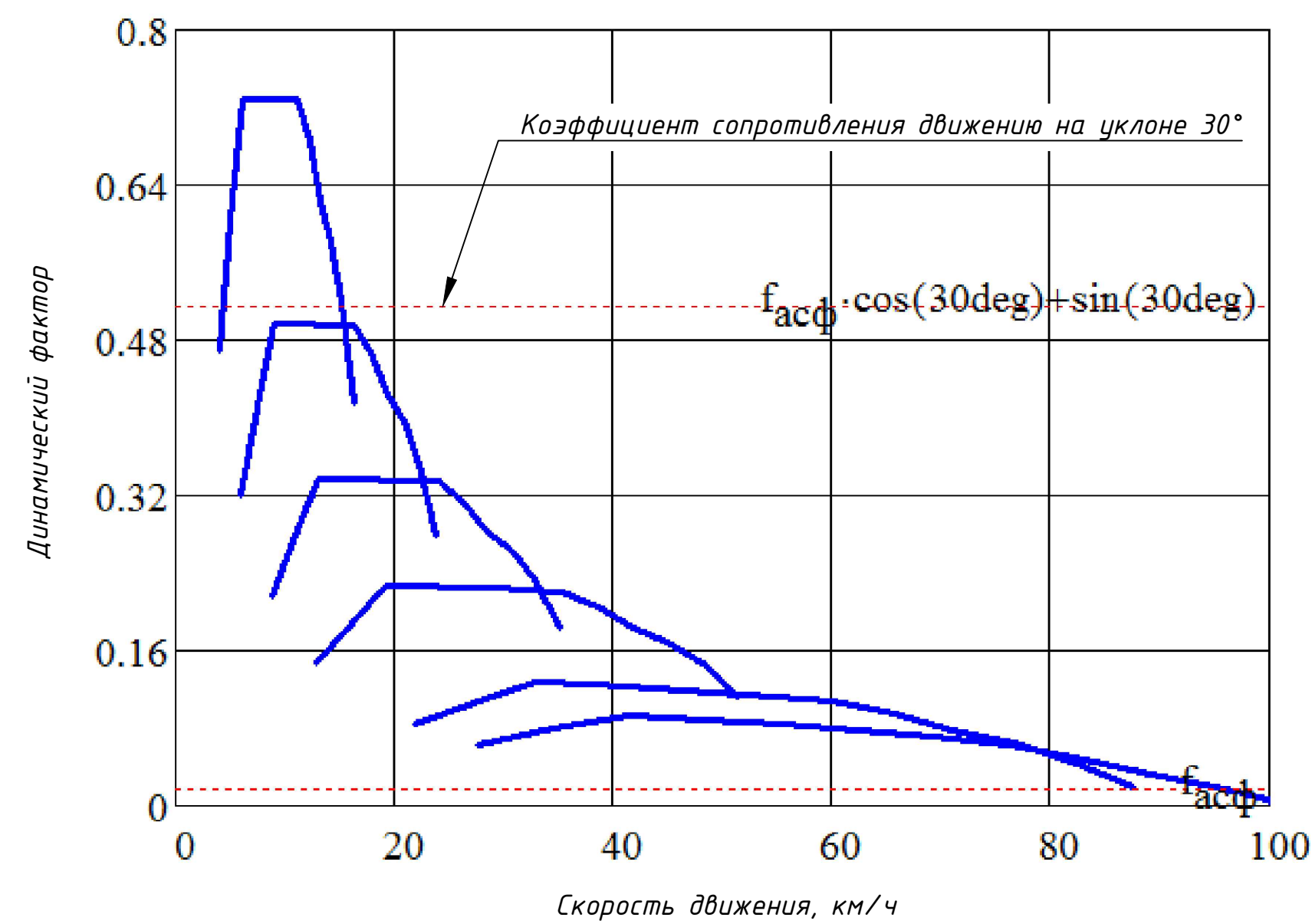
Вывод:
 1. Разработана методика прогнозирования опорно-сцепной проходимости проектируемого ВТС на неровном деформируемом опорном основании.
 2. Методами имитационного моделирования доказана работоспособность разработанной математической модели прямолинейного движения ВТС неровному деформируемому опорному основанию.
 3. По результатам имитационного моделирования был сделан вывод о том, что ВТС обладает хорошей опорно-сцепной проходимостью, позволяющей ему двигаться по слабонесущим грунтам, минимально разрушая опорное полотно.

Внешняя скоростная характеристика двигателя Iveco F1C 3,0 TD



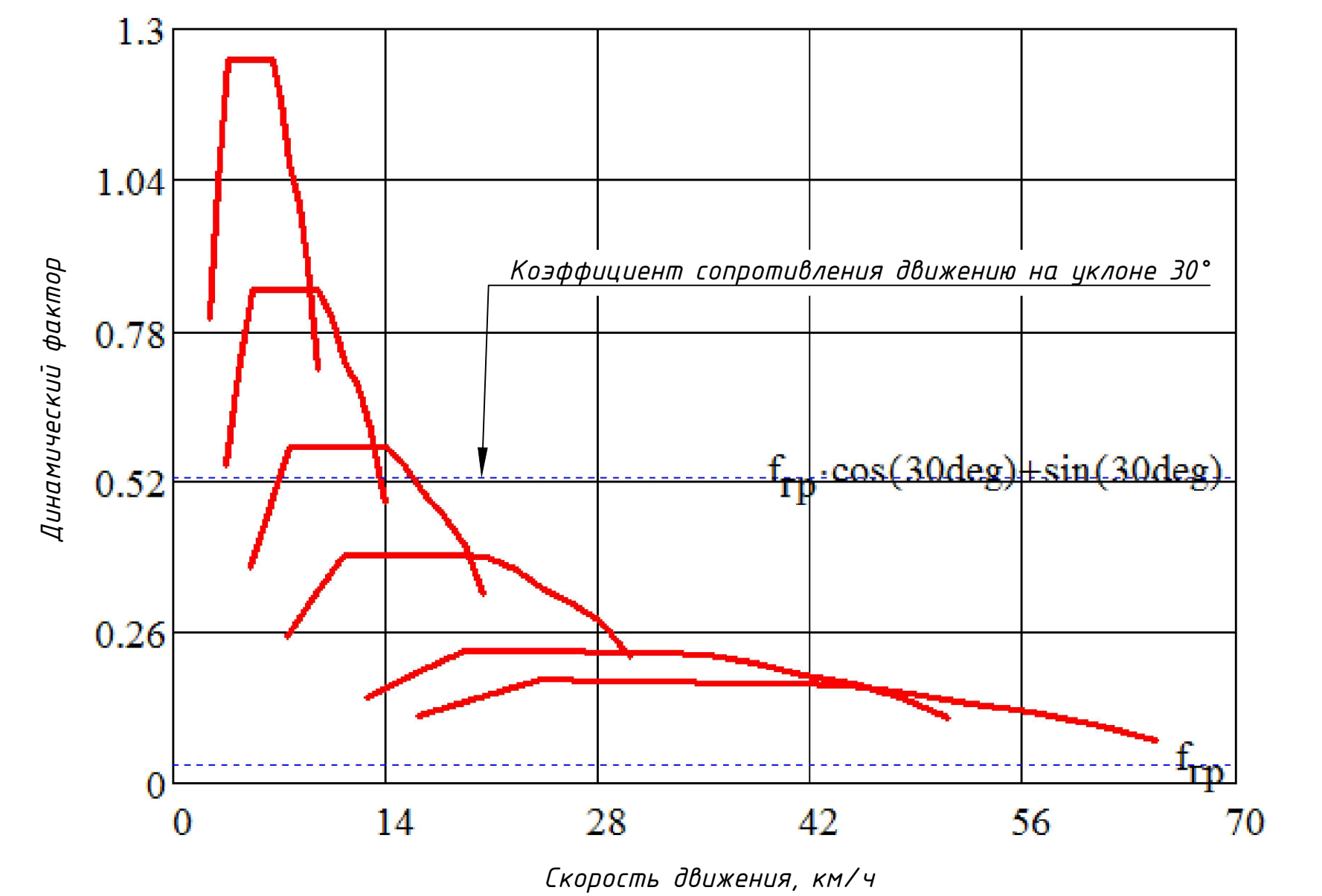
$M_{дв}$ - крутящий момент двигателя
 $N_{дв}$ - мощность двигателя

Динамическая характеристика ВТС на высшей передаче в трансмиссии



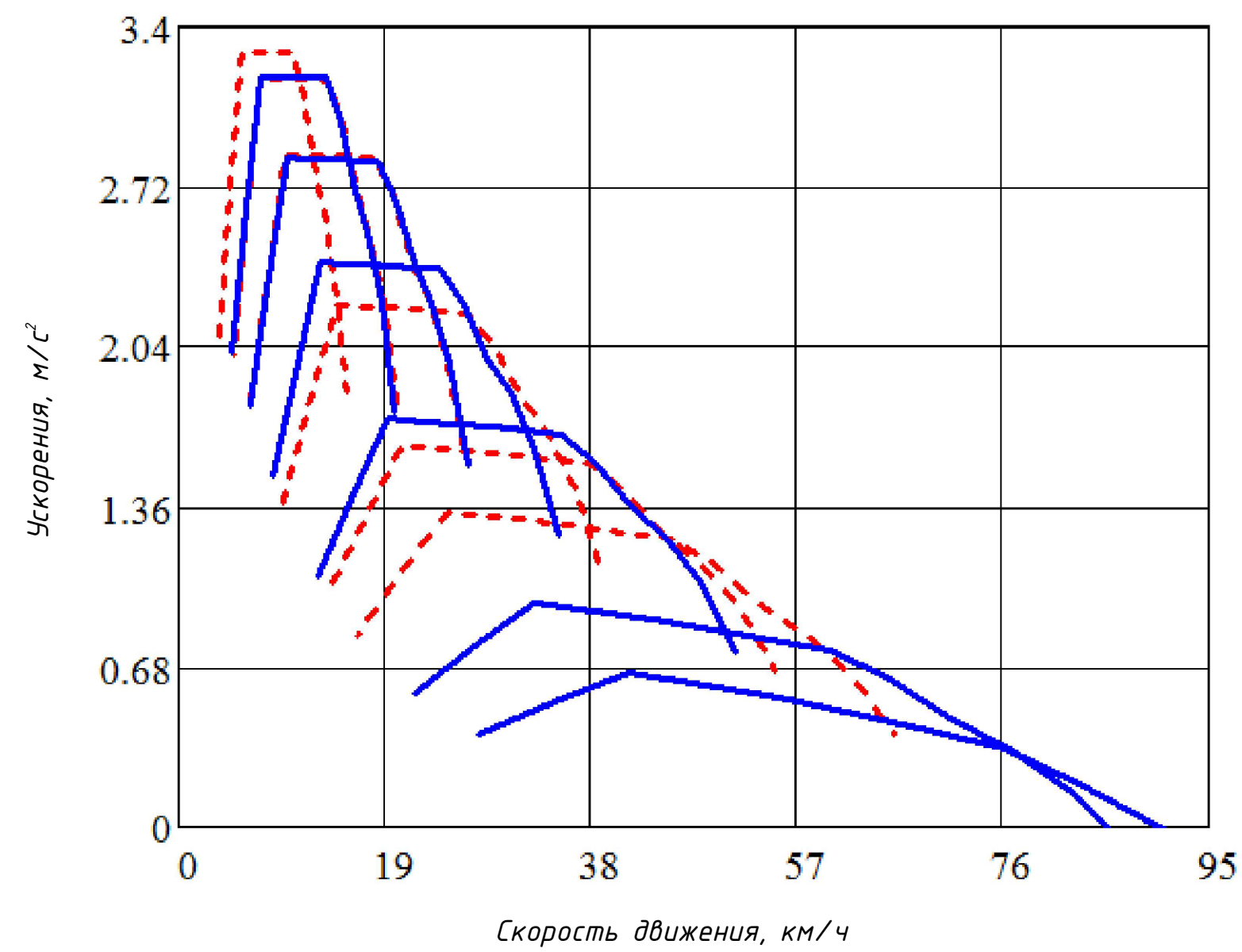
$f_{асф} = 0,018$ - коэффициент сопротивления качению колеса на асфальте

Динамическая характеристика ВТС на низшей передаче в трансмиссии



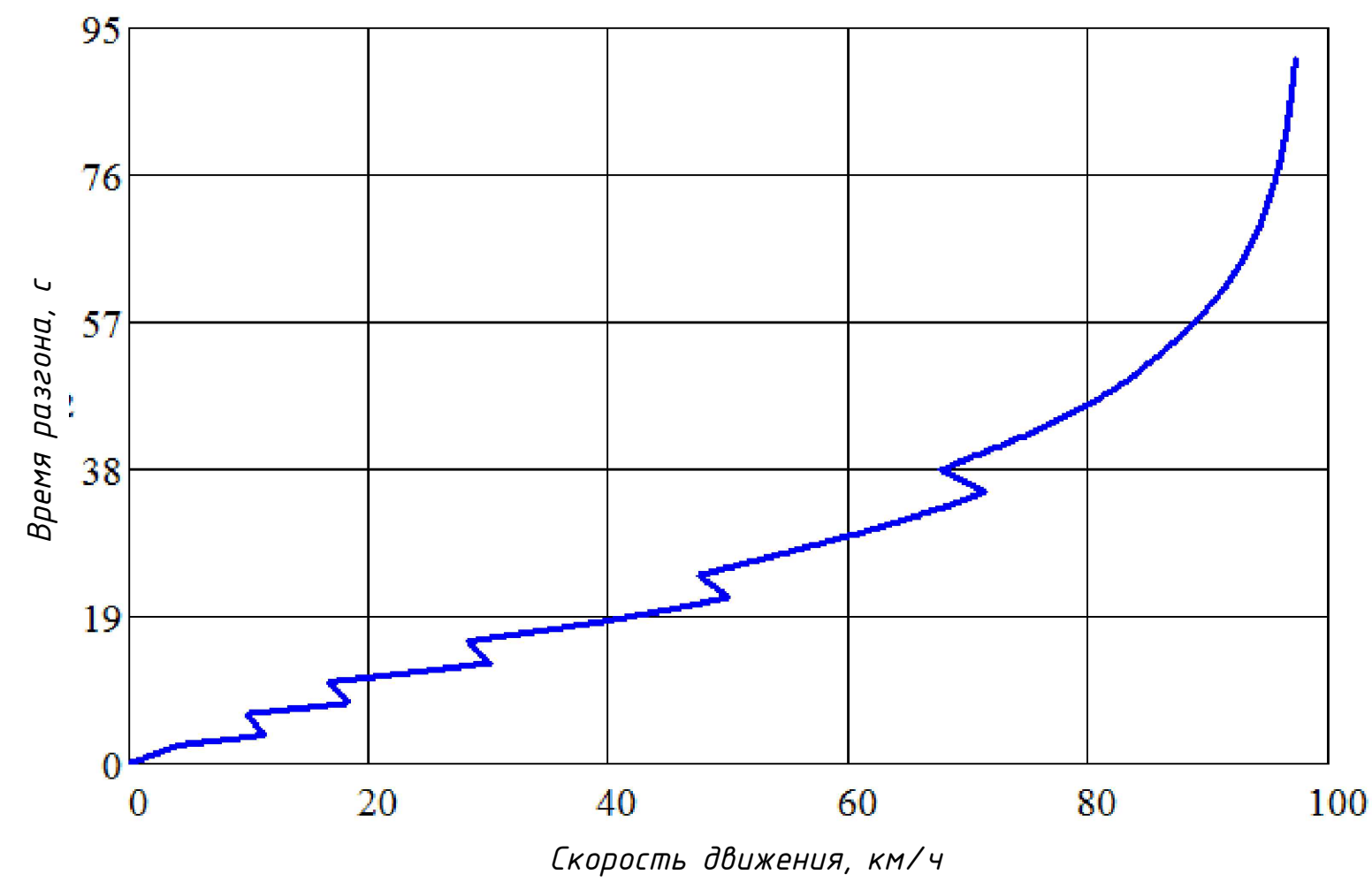
$f_{гр} = 0,035$ - коэффициент сопротивления качению колеса на грунте

Зависимость ускорения от скорости движения

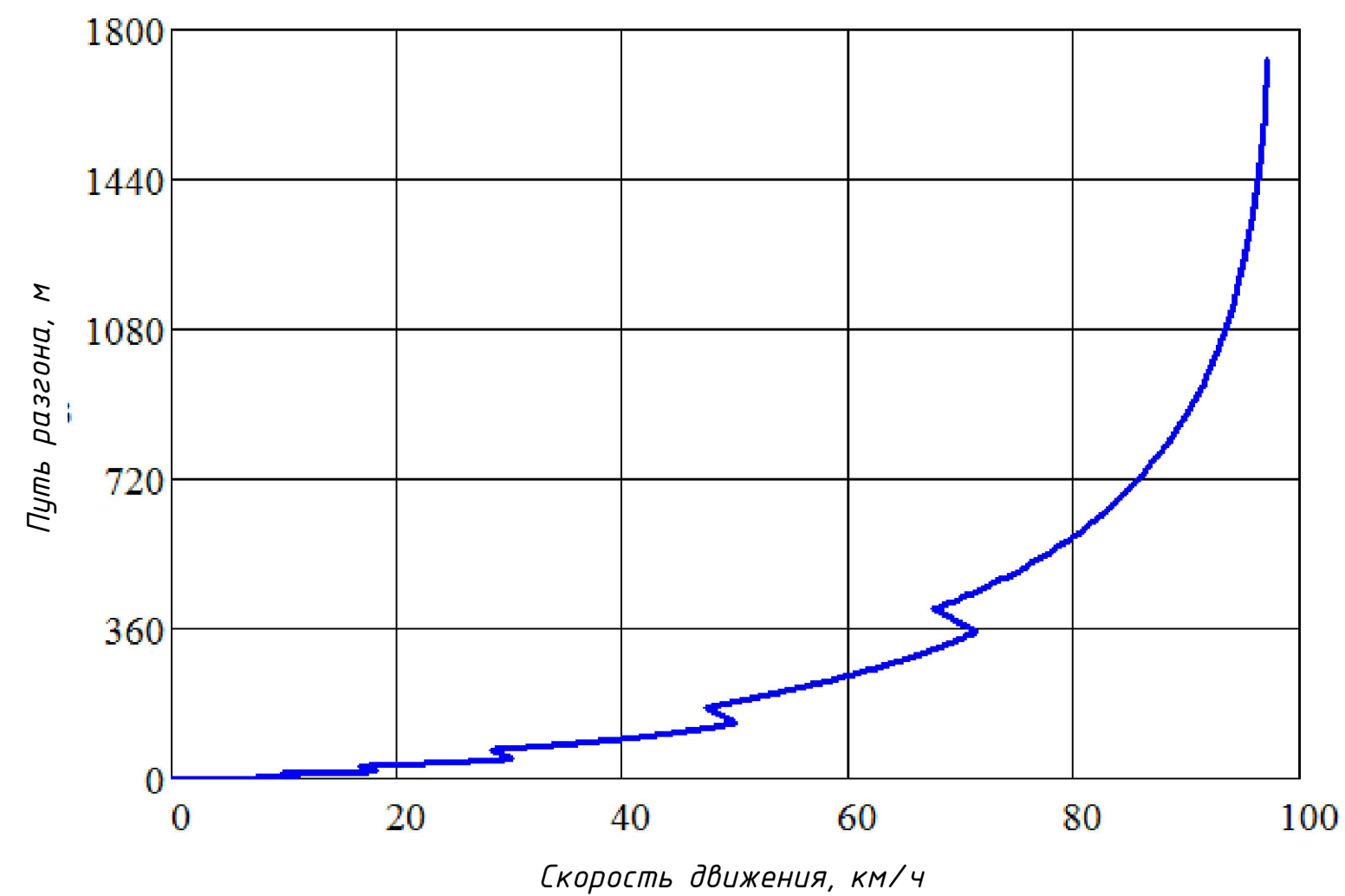


$a_{мхв}$ - ускорение ВТС на высшей передаче в трансмиссии
 $a_{мхн}$ - ускорение ВТС на низшей передаче в трансмиссии

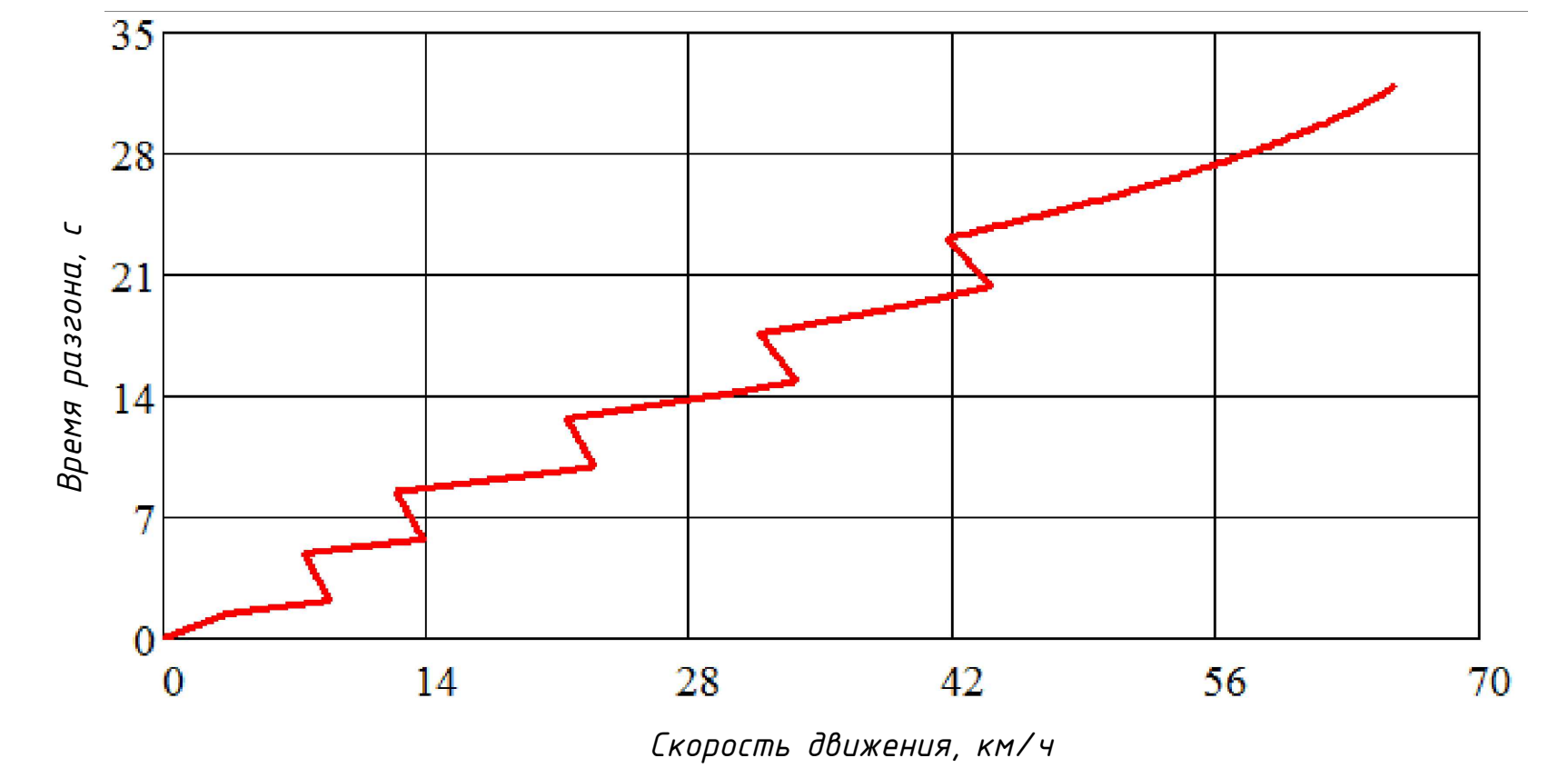
Разгонная характеристика ВТС на высшей передаче в трансмиссии



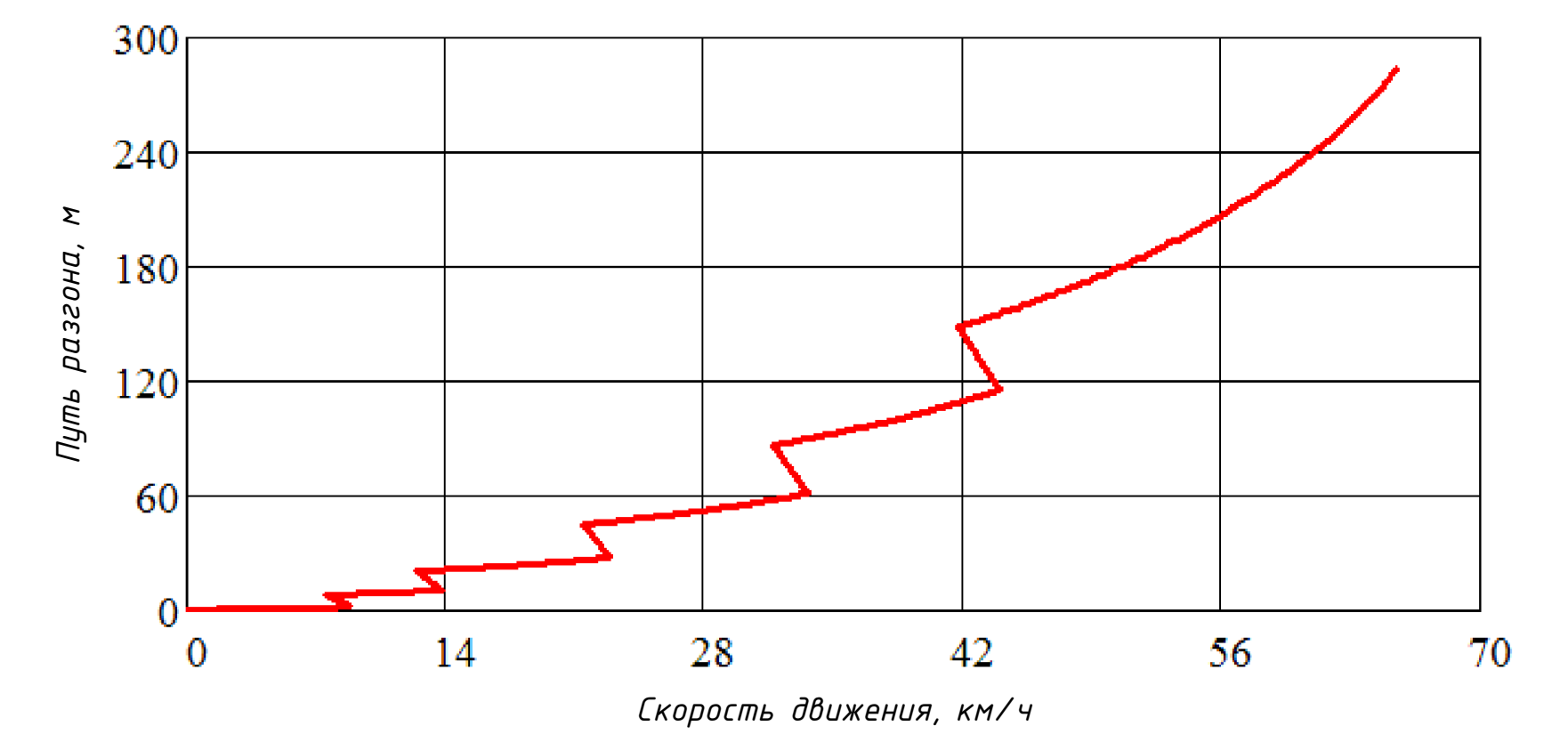
Разгонная характеристика ВТС на высшей передаче в трансмиссии



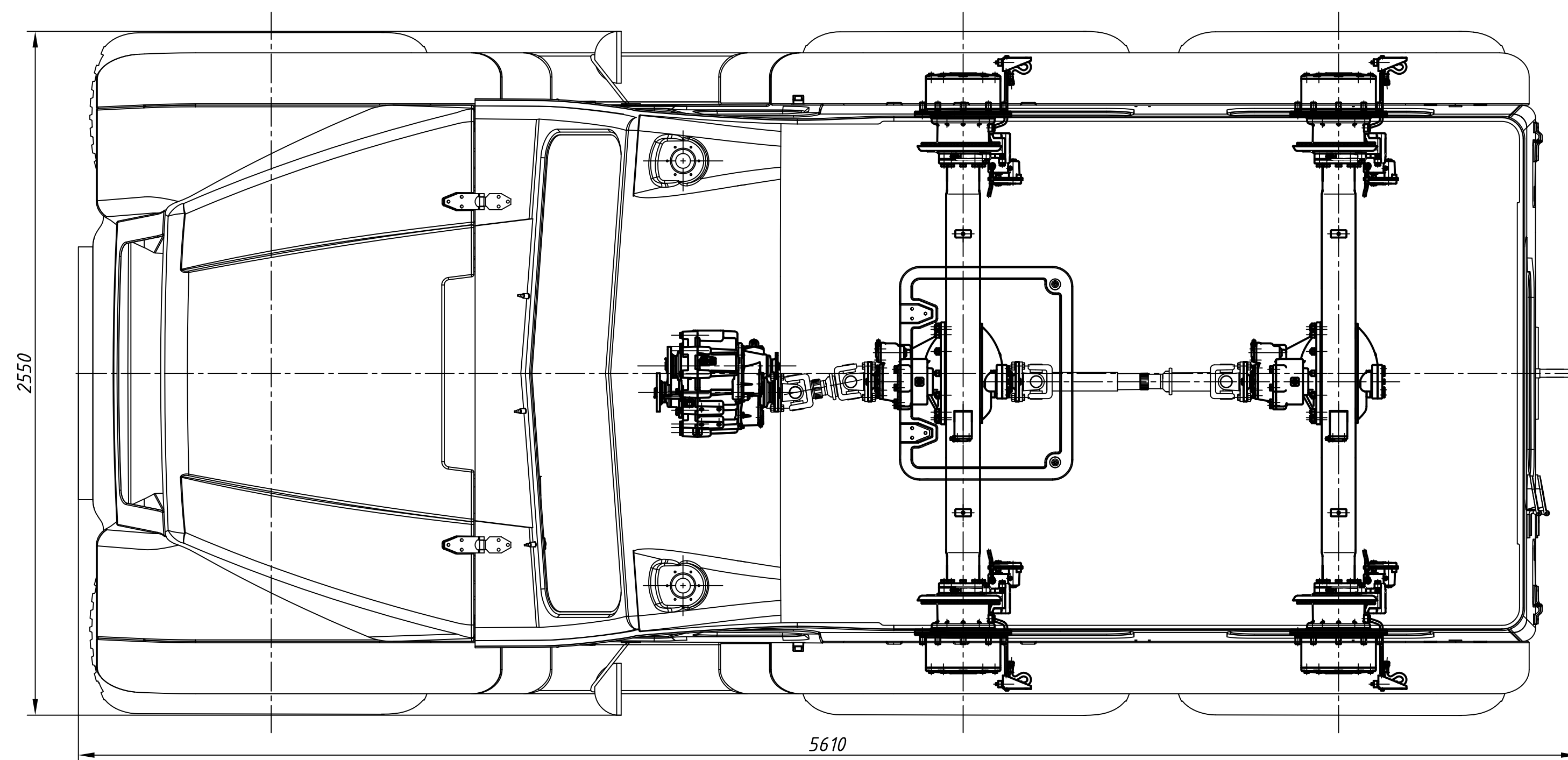
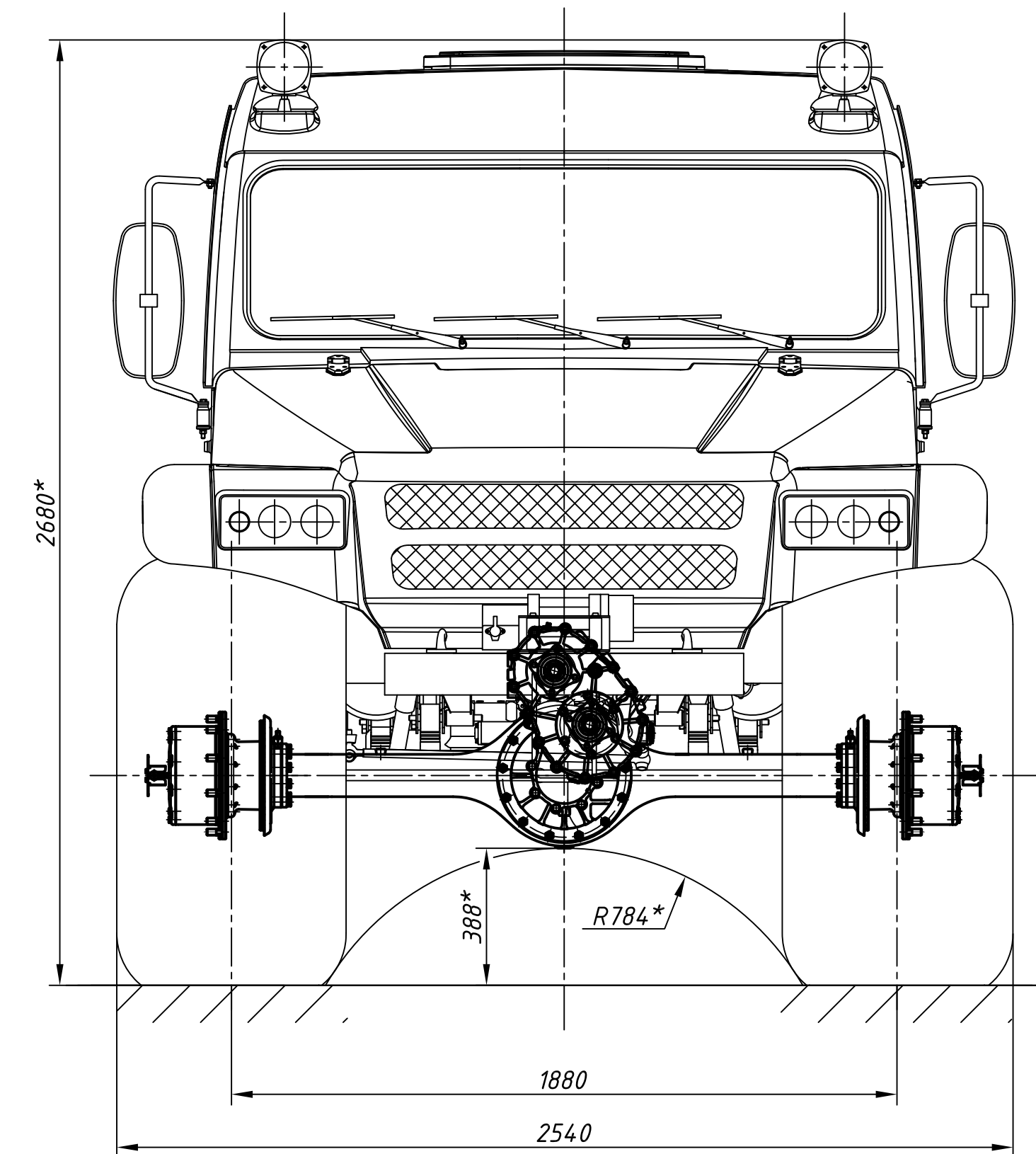
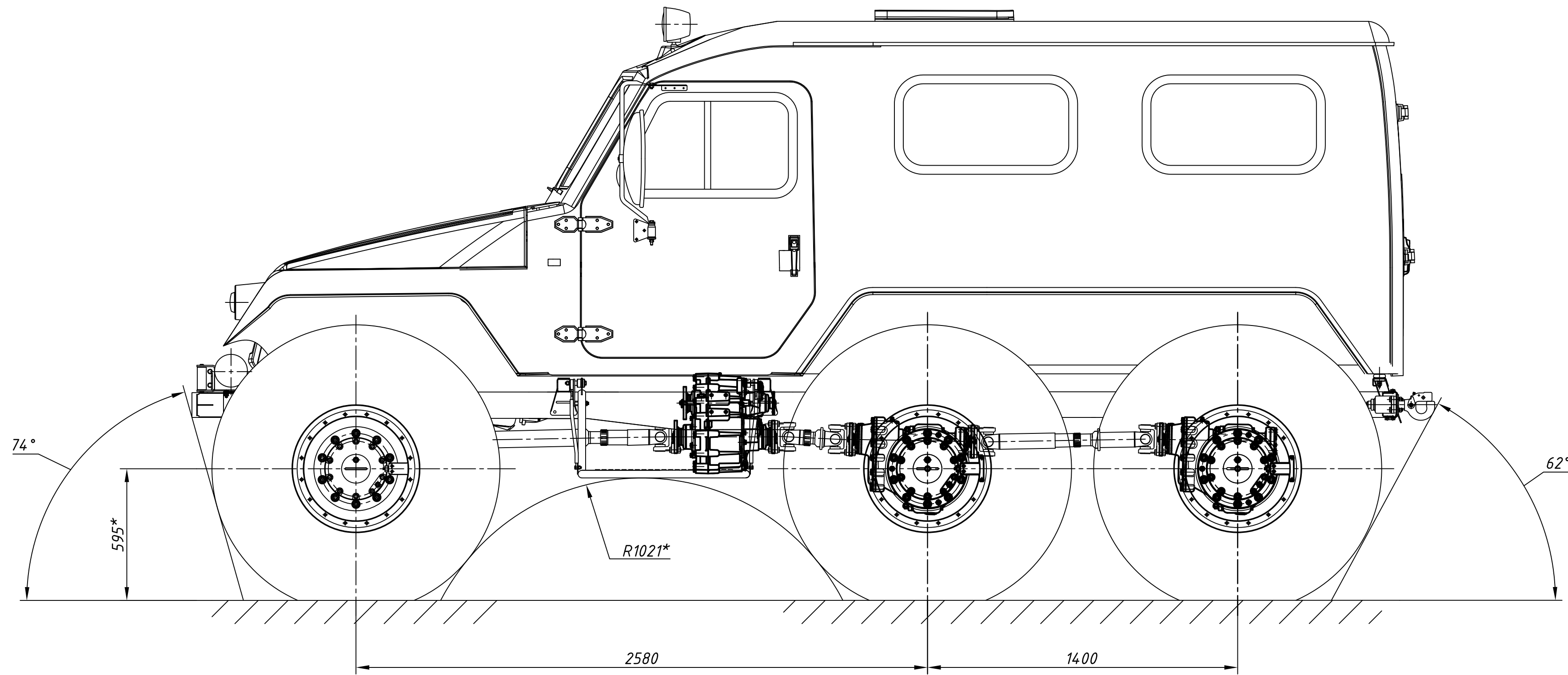
Разгонная характеристика ВТС на низшей передаче в трансмиссии



Разгонная характеристика ВТС на низшей передаче в трансмиссии



				Выпускная квалификационная работа		
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Тягово-динамический расчет	Лит
						Масса
						Масштаб
Разраб.	Паньшин					-
Пров.	Захаров					-
Т.контр.						Лист
Нач.отд.						Листов 1
Н.контр.						МГТУ им. Н.Э. Баумана
Утв.						Формат А1

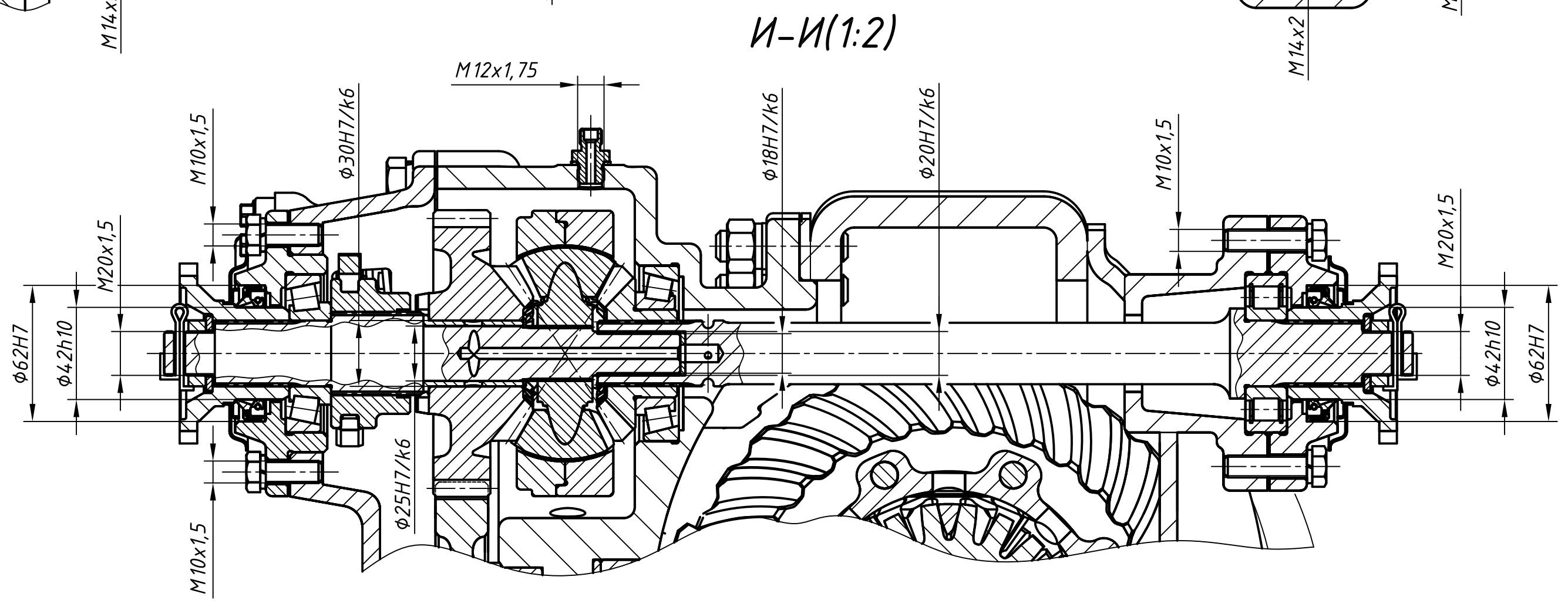
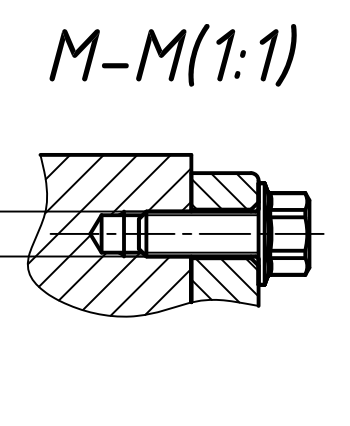
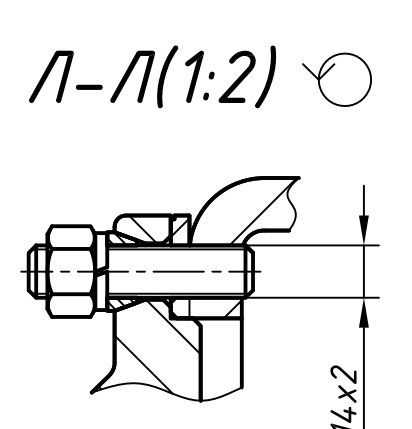
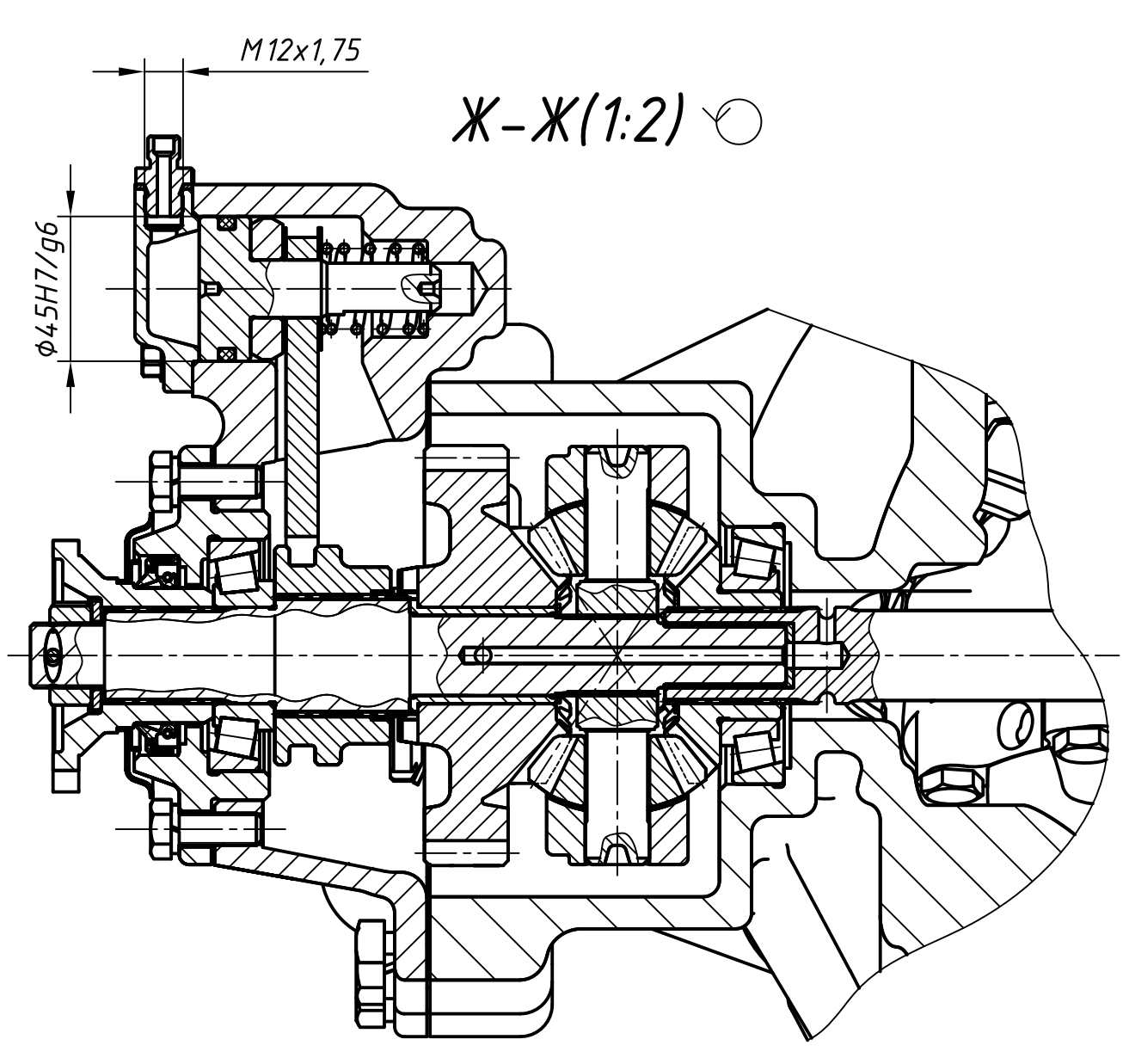
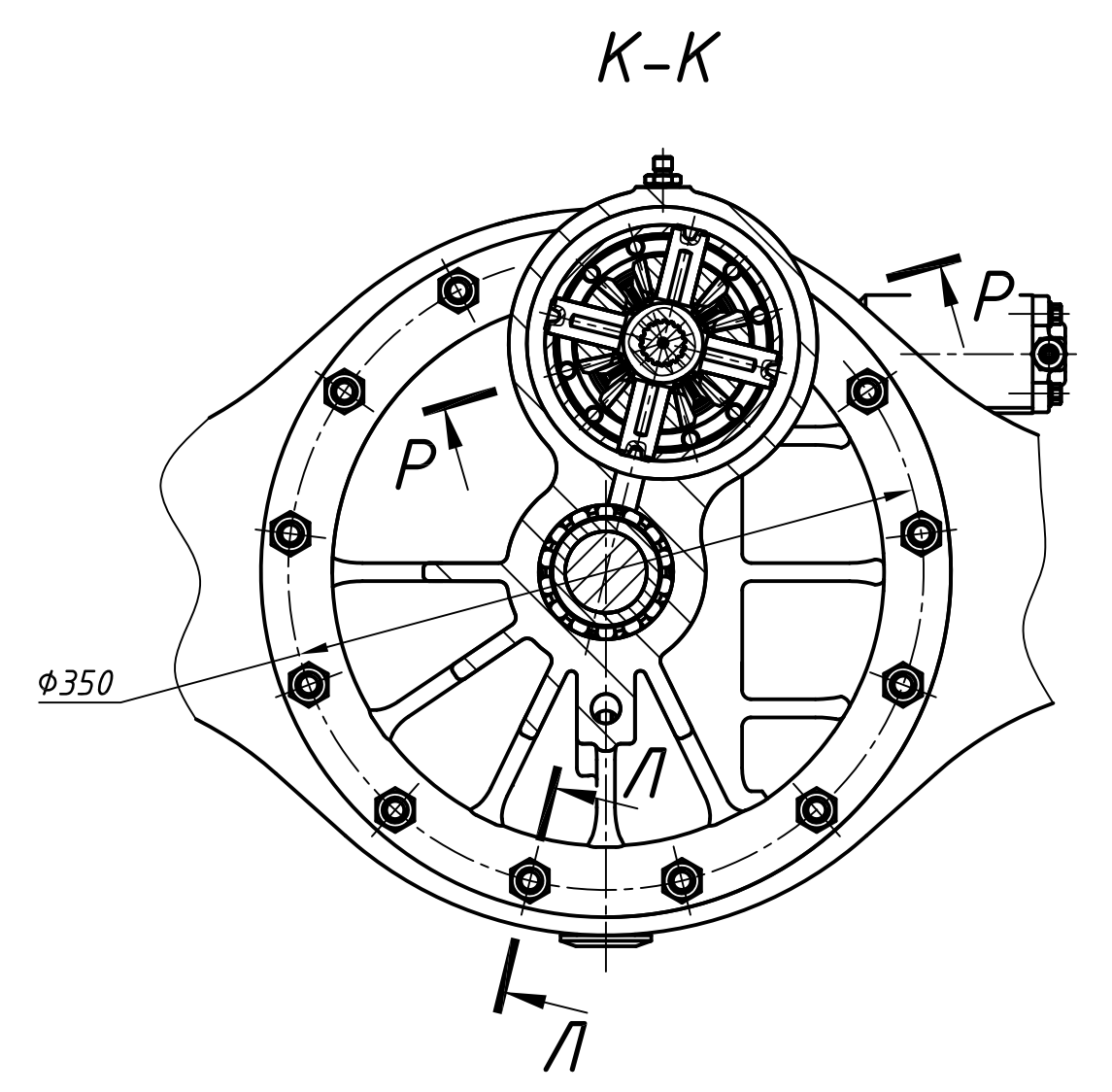
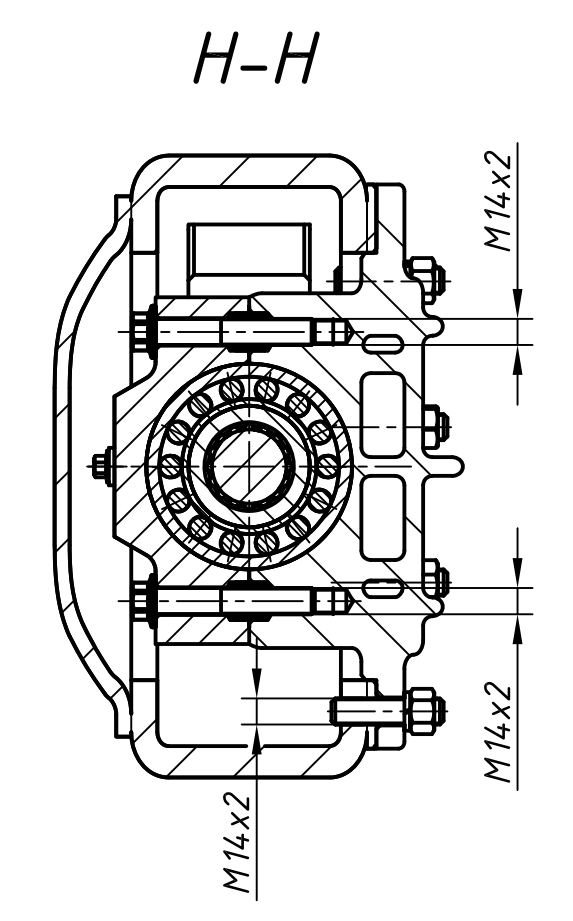
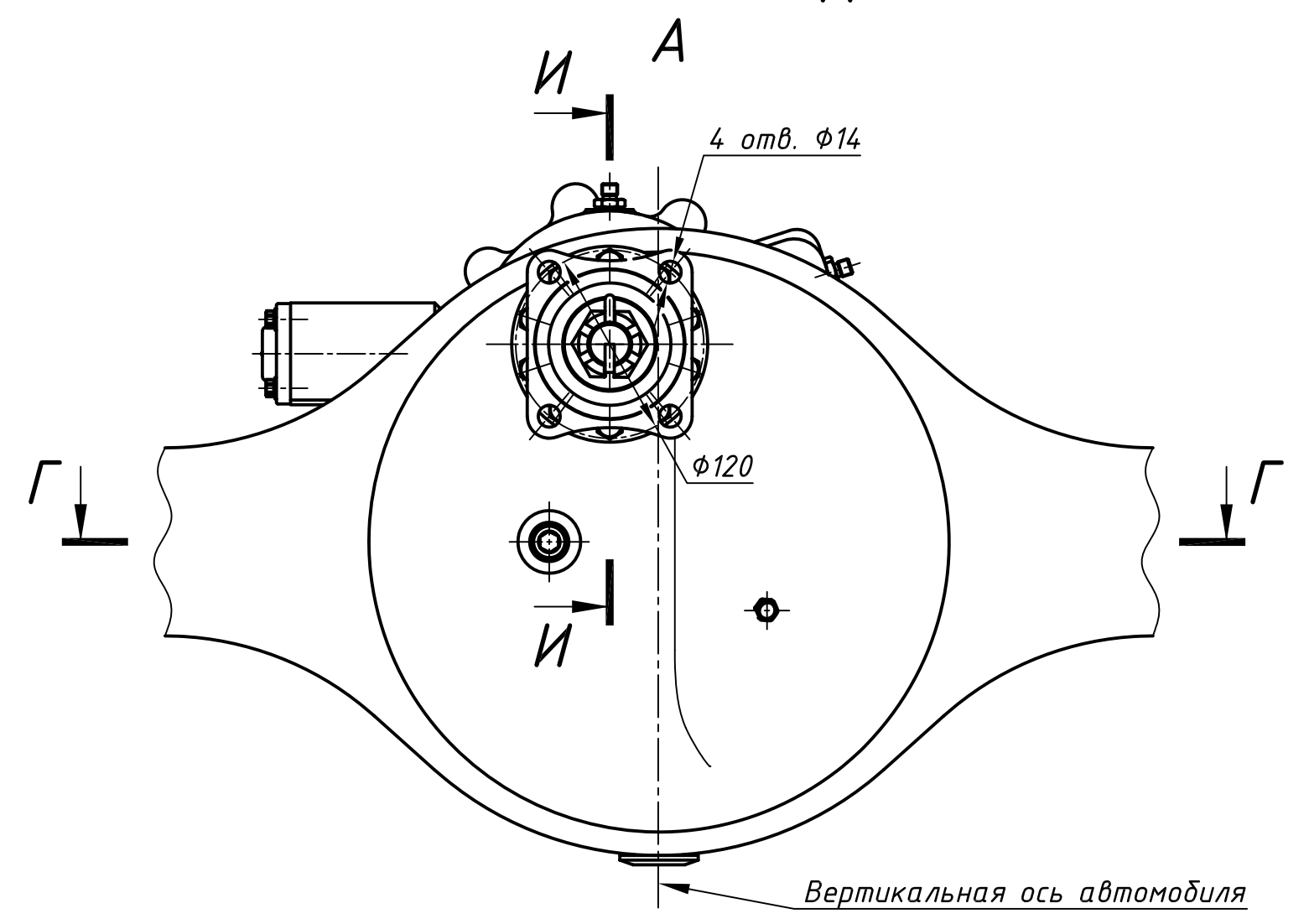
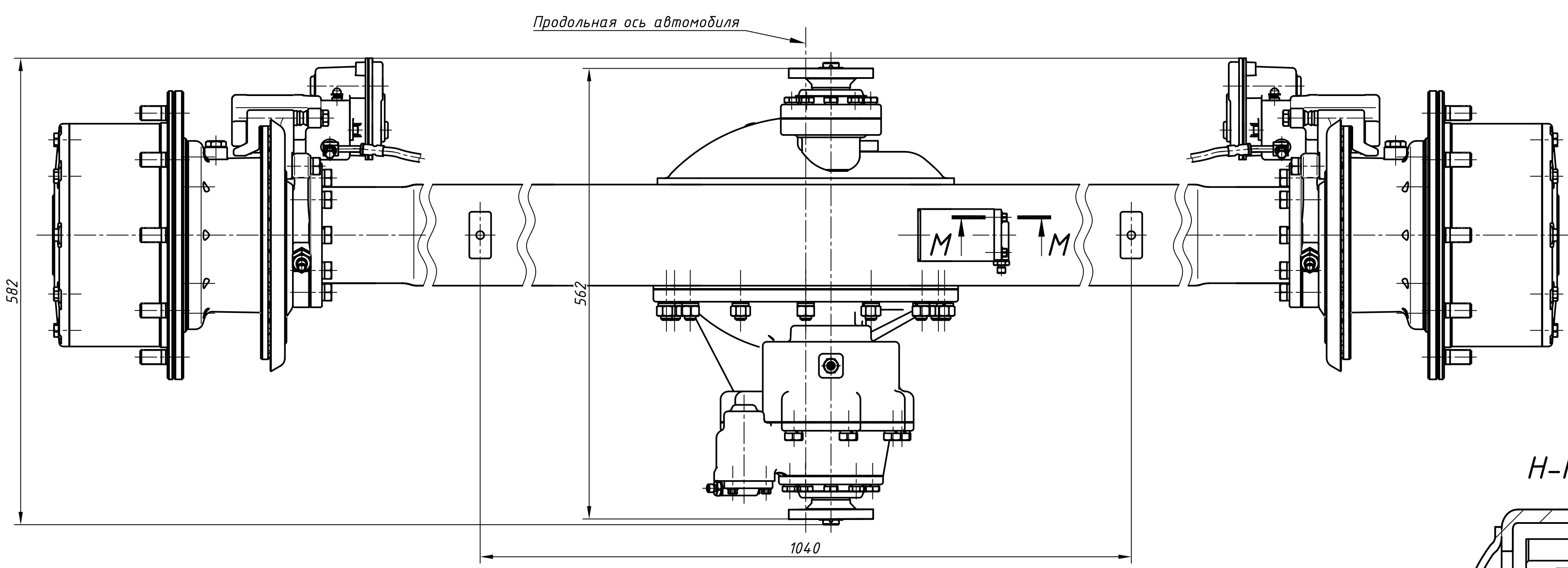
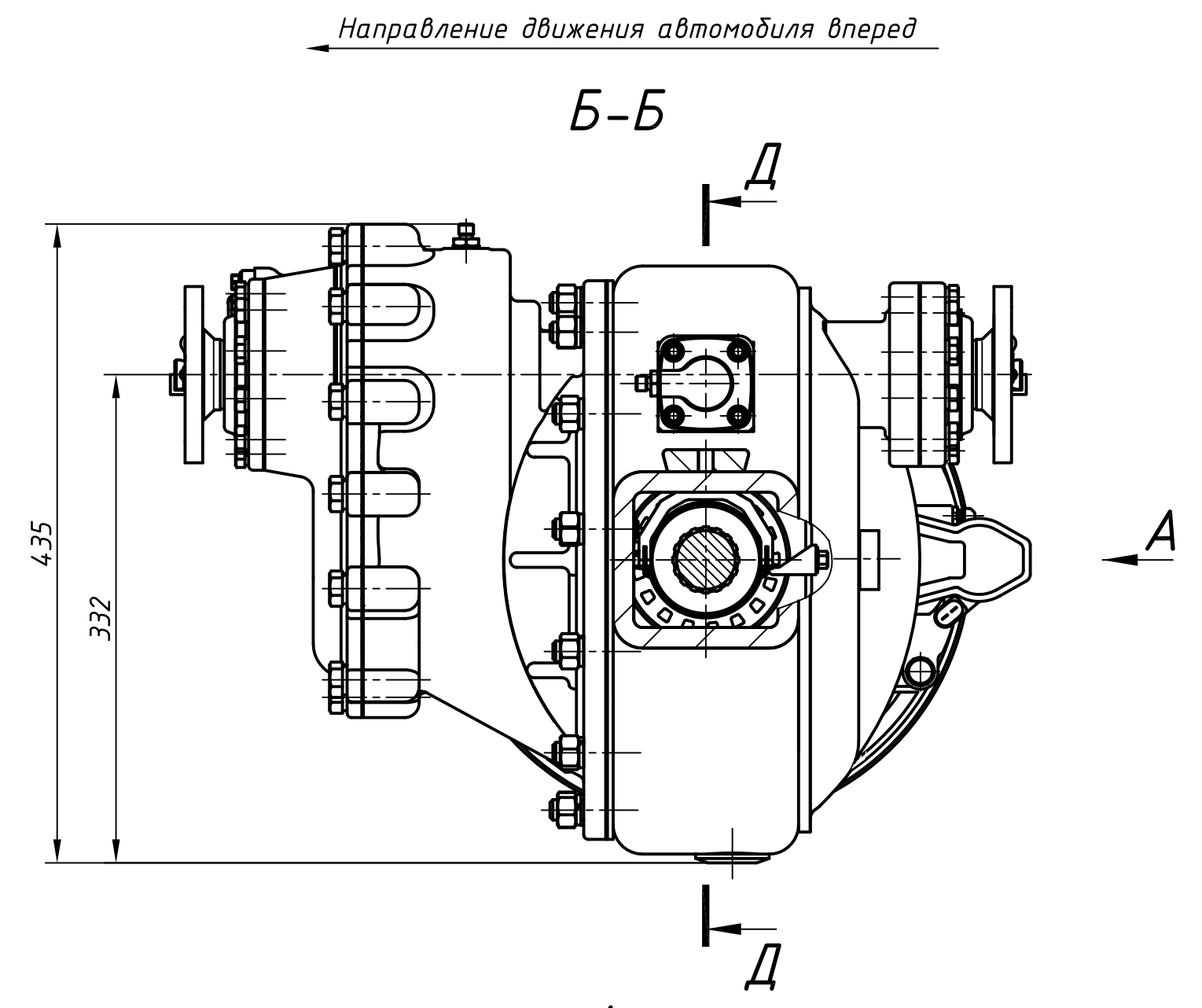
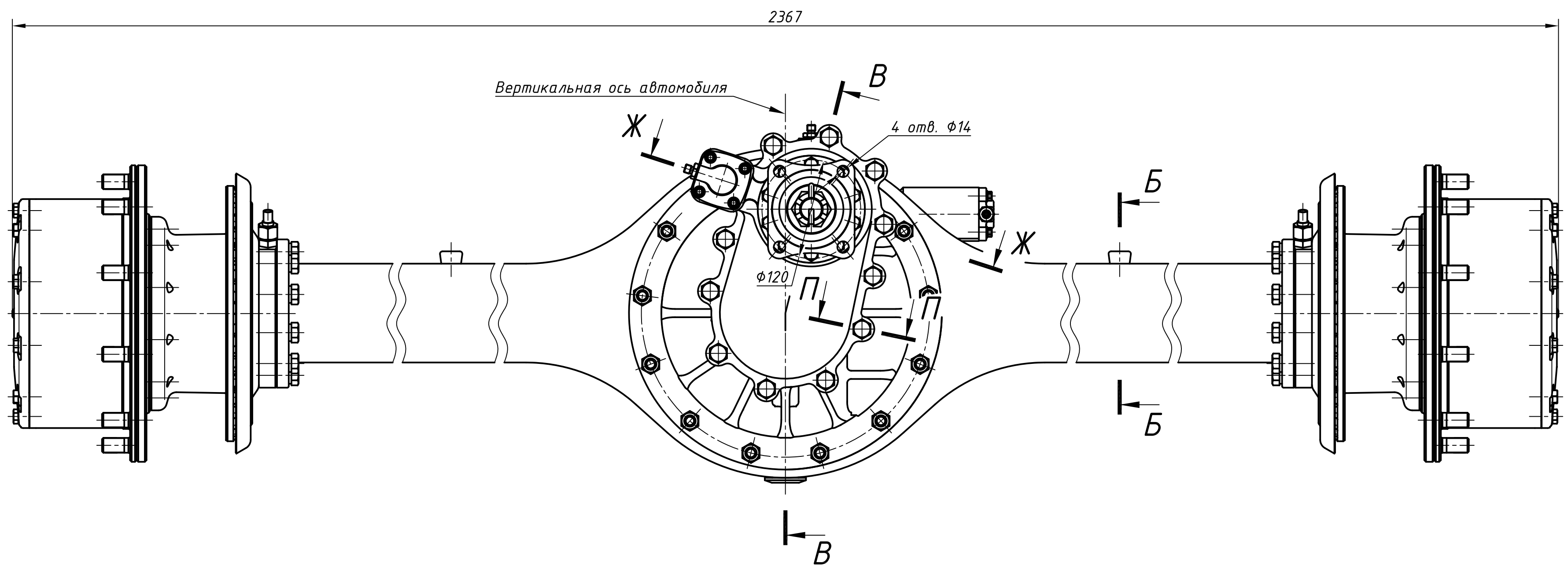


- Техническая характеристика**
- Колесная формула - полный привод, 6х6.
 - Снаряженная масса - 2500 кг.
 - Полная масса - 3500 кг.
 - Грузоподъемность - 1000 кг.
 - Количество посадочных мест (с водителем) - 8 чел.
 - Максимальная скорость по шоссе - 70 км/ч.
 - Двигатель Iveco F1C 3,0 TD, 146 л.с., "дизель".
Количество и расположение цилиндров - 4, рядное.
Максимальная мощность - 146 л.с. (при 3000-3500 об/мин).
Максимальный крутящий момент - 350 Нхм (при 1500-2750 об/мин).
 - Коробка передач - ZF 6 S380V.
Тип - механическая.
Число передач вперед/назад - 6/1.
 - Раздаточная коробка.
Высшая передача - 1,028.
Низшая передача - 1,96.
 - Главная передача - двухступенчатая, с одноступенчатой центральной главной и планетарными колёсными передачами.
 - 1.01 Центральная передача:
цилиндрическая косозубая - 1,1;
коническая с круговым зубом - 3,1.
 - 1.02 Колёсная передача - 3,056.
 - Колёса - дисковые, стальные с разъемными бортовыми закраинами.
 - Шины - "ТРЭКОЛ" низкого давления, бескамерные 1280х533-533.
Диапазон давлений в шинах - 0,1..0,6 атм.
 - Минимальный наружный кинематический радиус поворота - 10 м.

- Технические требования**
- Размеры для справок.
 - *Размеры для автомобиля снаряженной массы.

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

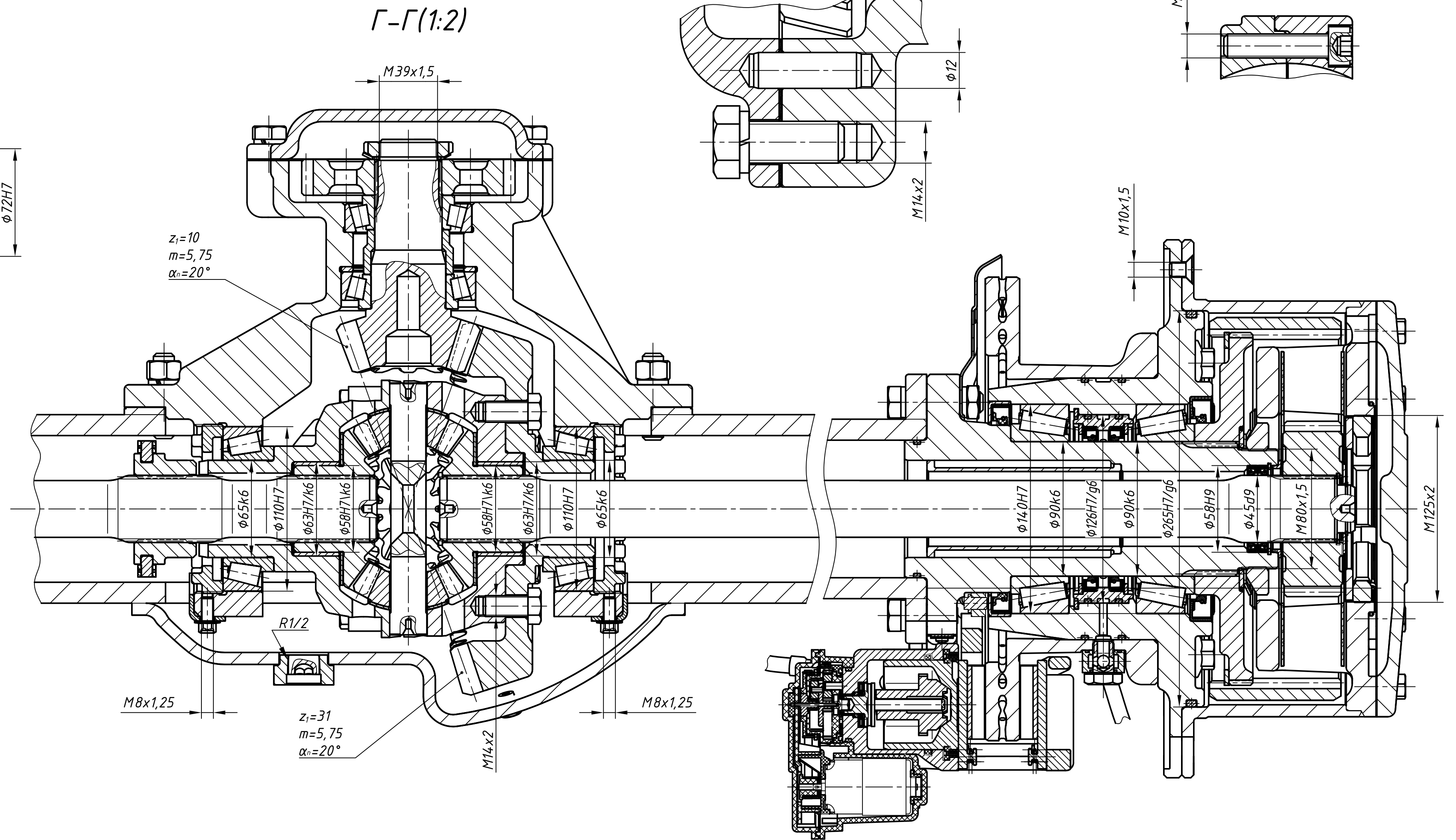
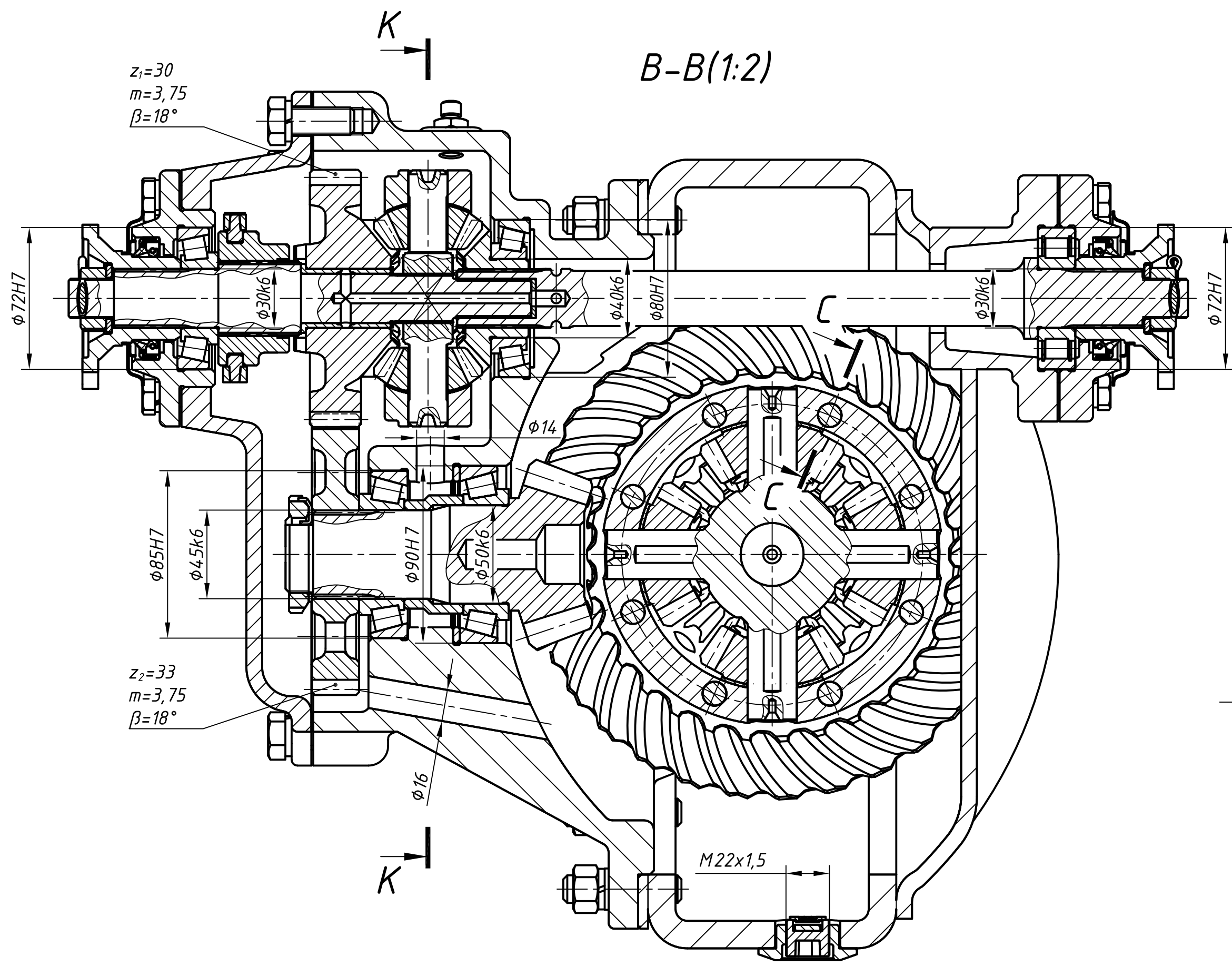
				Выпускная квалификационная работа		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Масса
Разраб.	Паньшин					3500
Пров.	Захаров					1:15
Т.контр.					Лист	Листов
Нач.отд.						1
Н.контр.					МГТУ им. Н.Э. Баумана	
Утв.					Копировал	
				Формат А1		



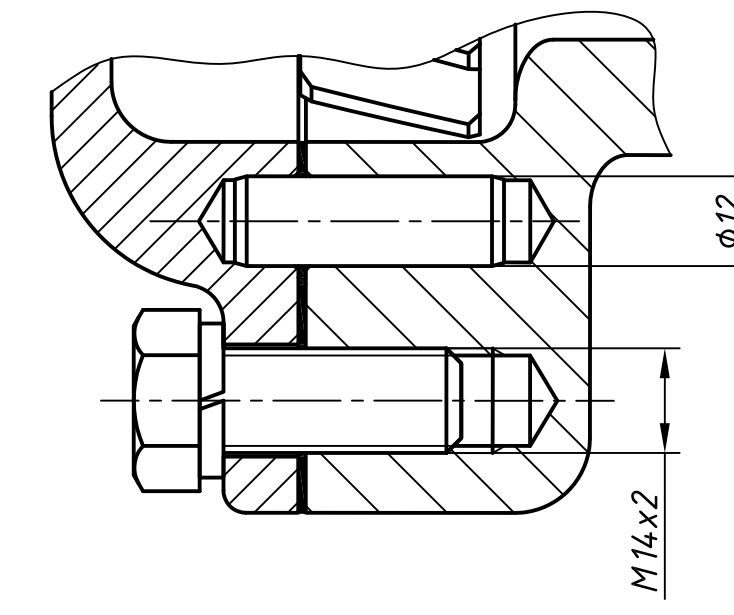
Размеры для справок.

Изм. №, дата, Подп. и дата, Взам.инв. №, Инв. №, дата, Справ. №, Перв. примен.

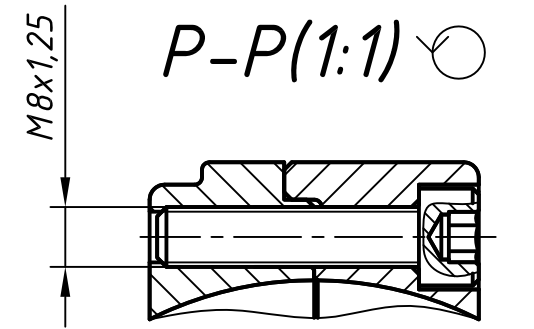
Выпускная квалификационная работа				Лит	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	420	1:4	
Разр.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Пров.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Т.контр.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Нач.отд.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Утв.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Лист 1	Листов 2	
МГТУ им. Н.Э. Баумана						Копировал	Формат А1



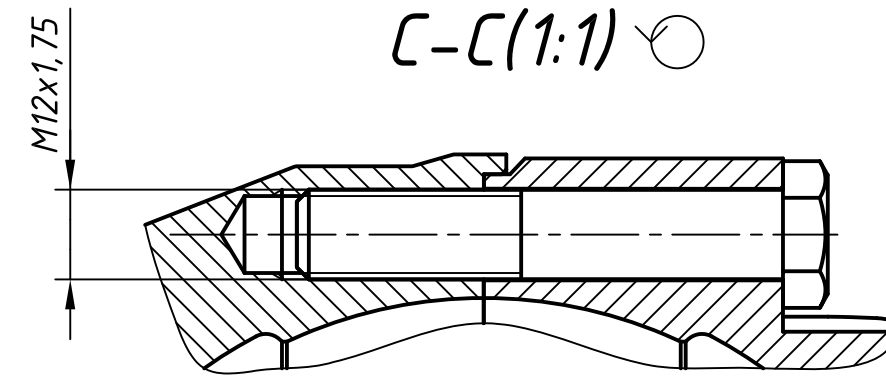
П-П(1:1)



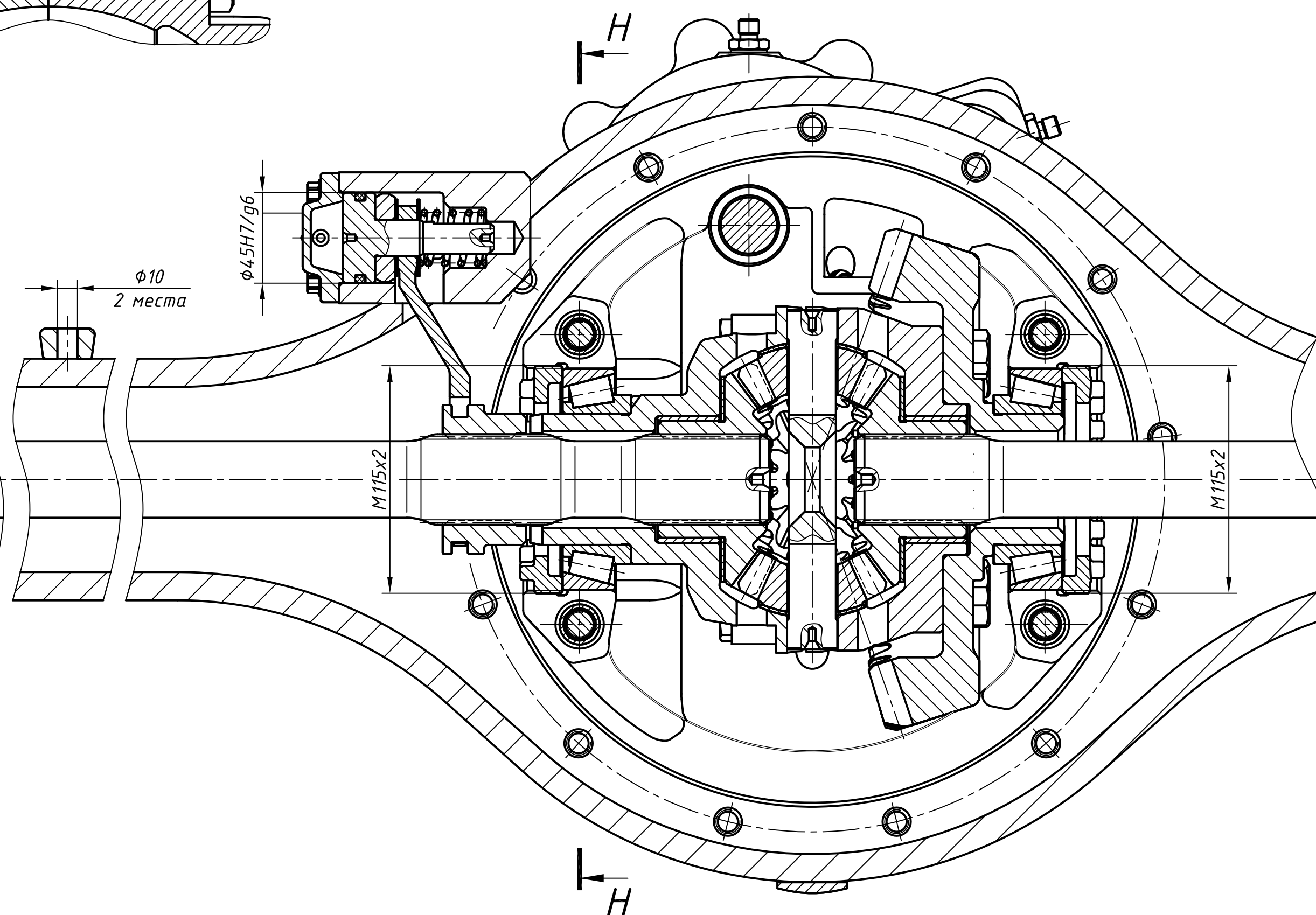
Р-Р(1:1)



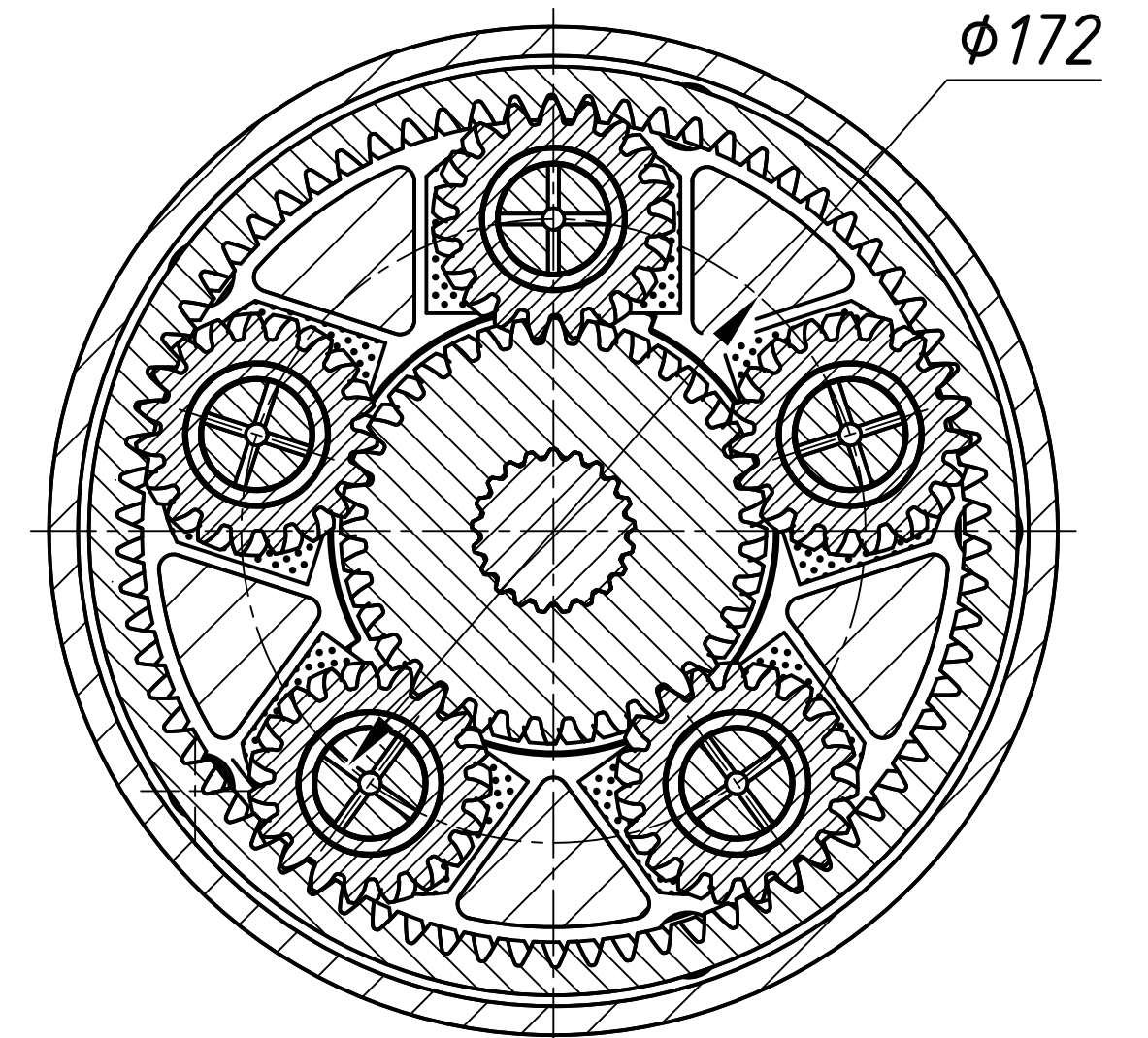
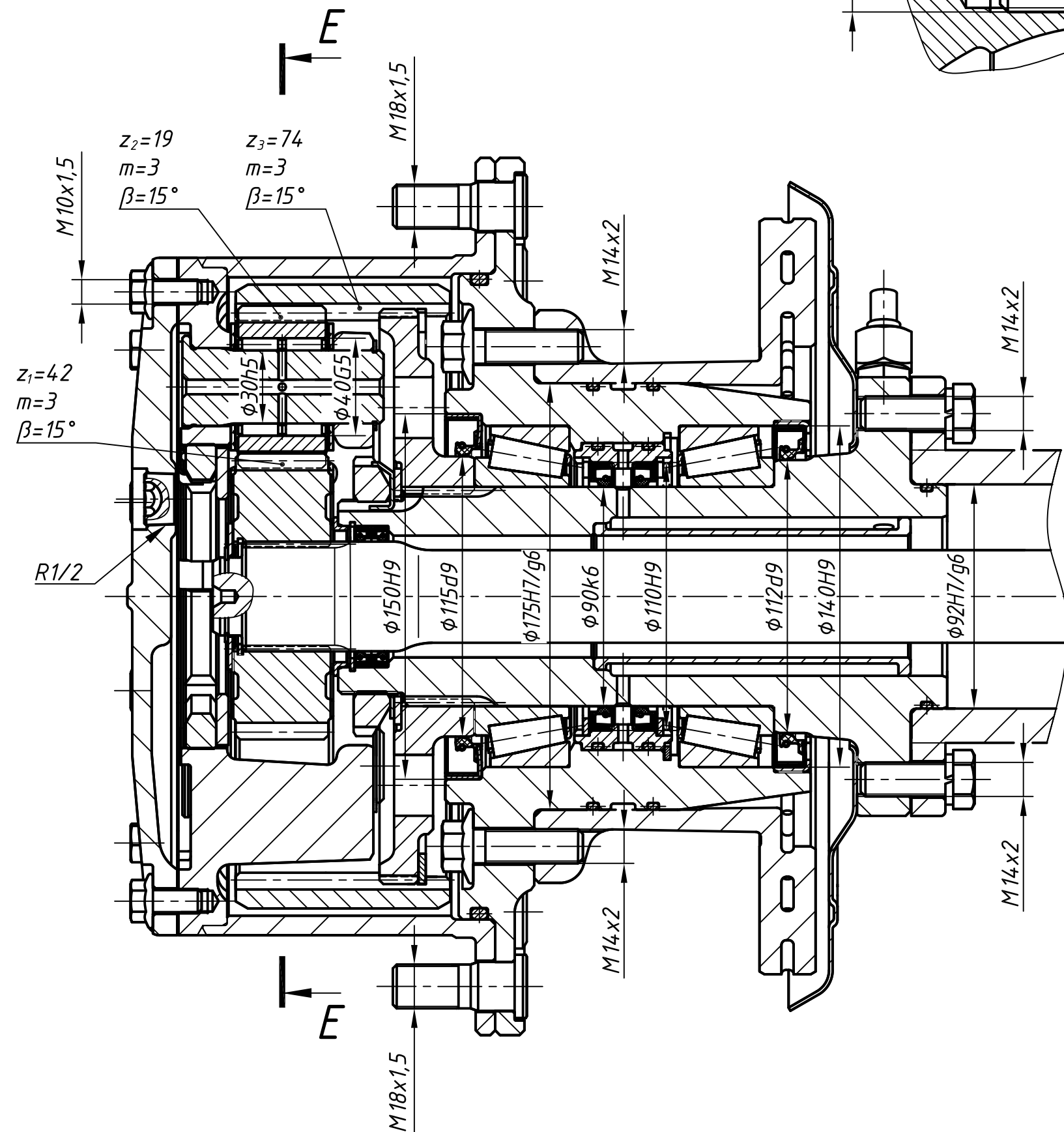
С-С(1:1)



Д-Д(1:2)



Е-Е(1:2)



Перв. примеч.

Справ. №

Изм. №

Лист

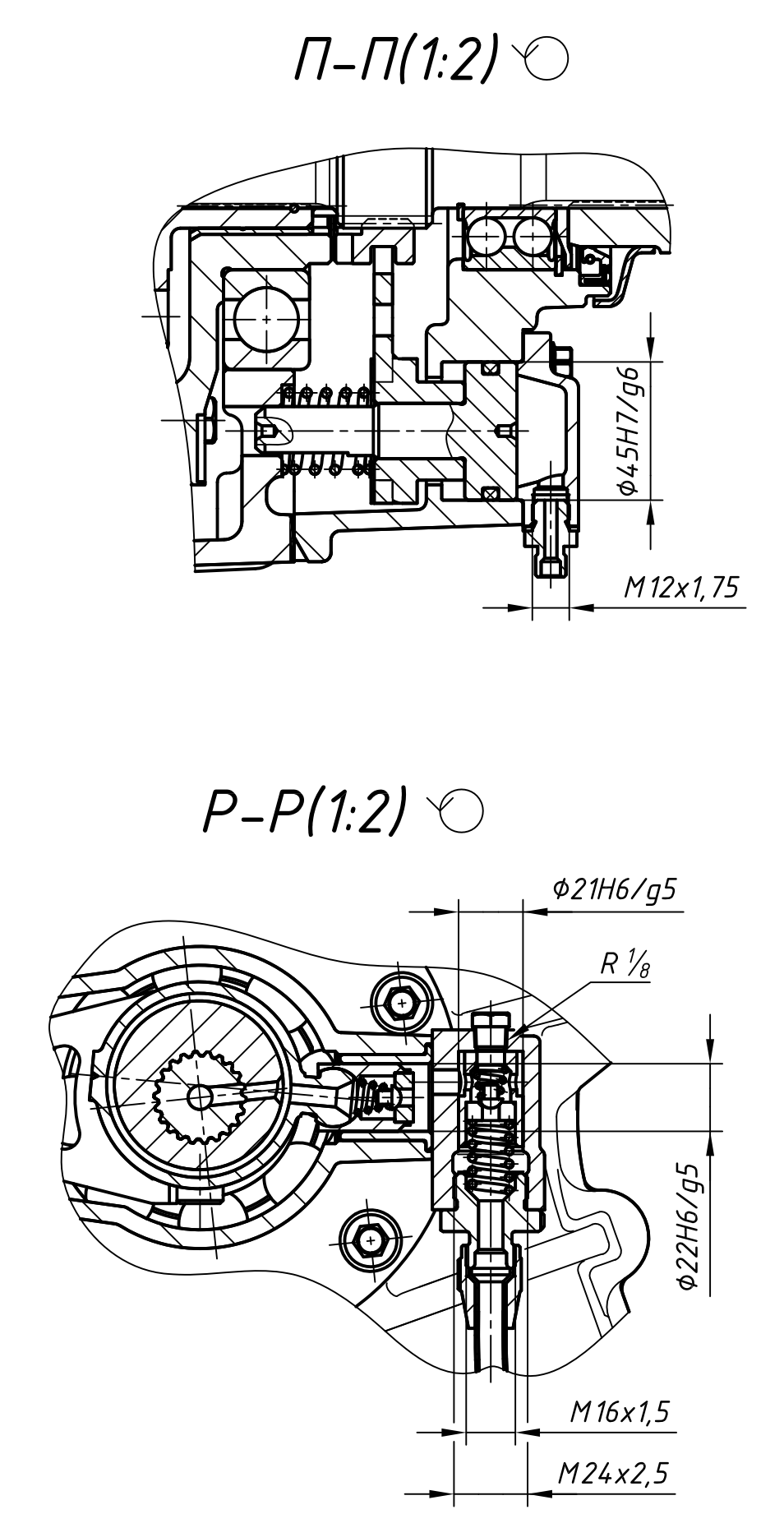
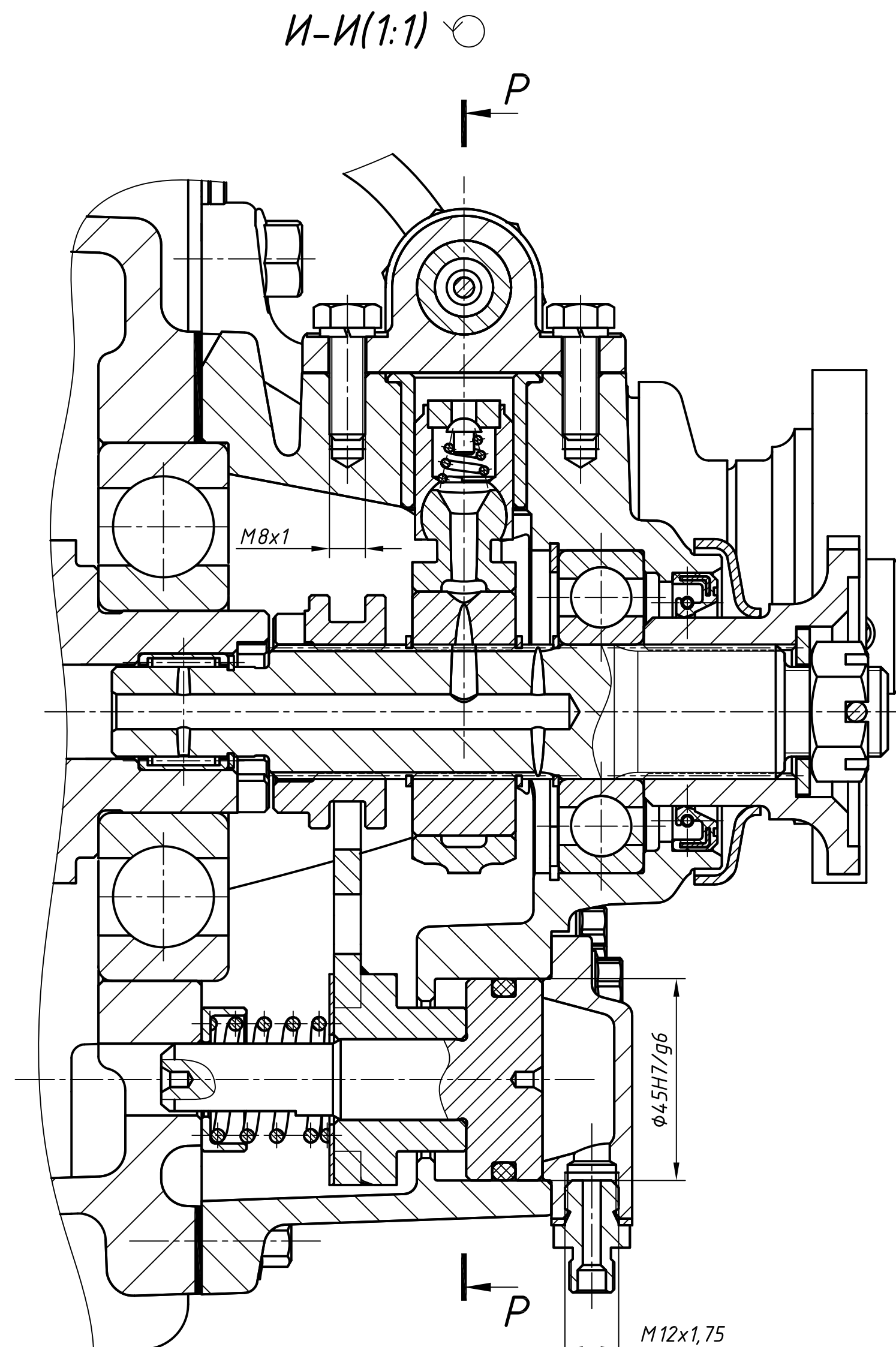
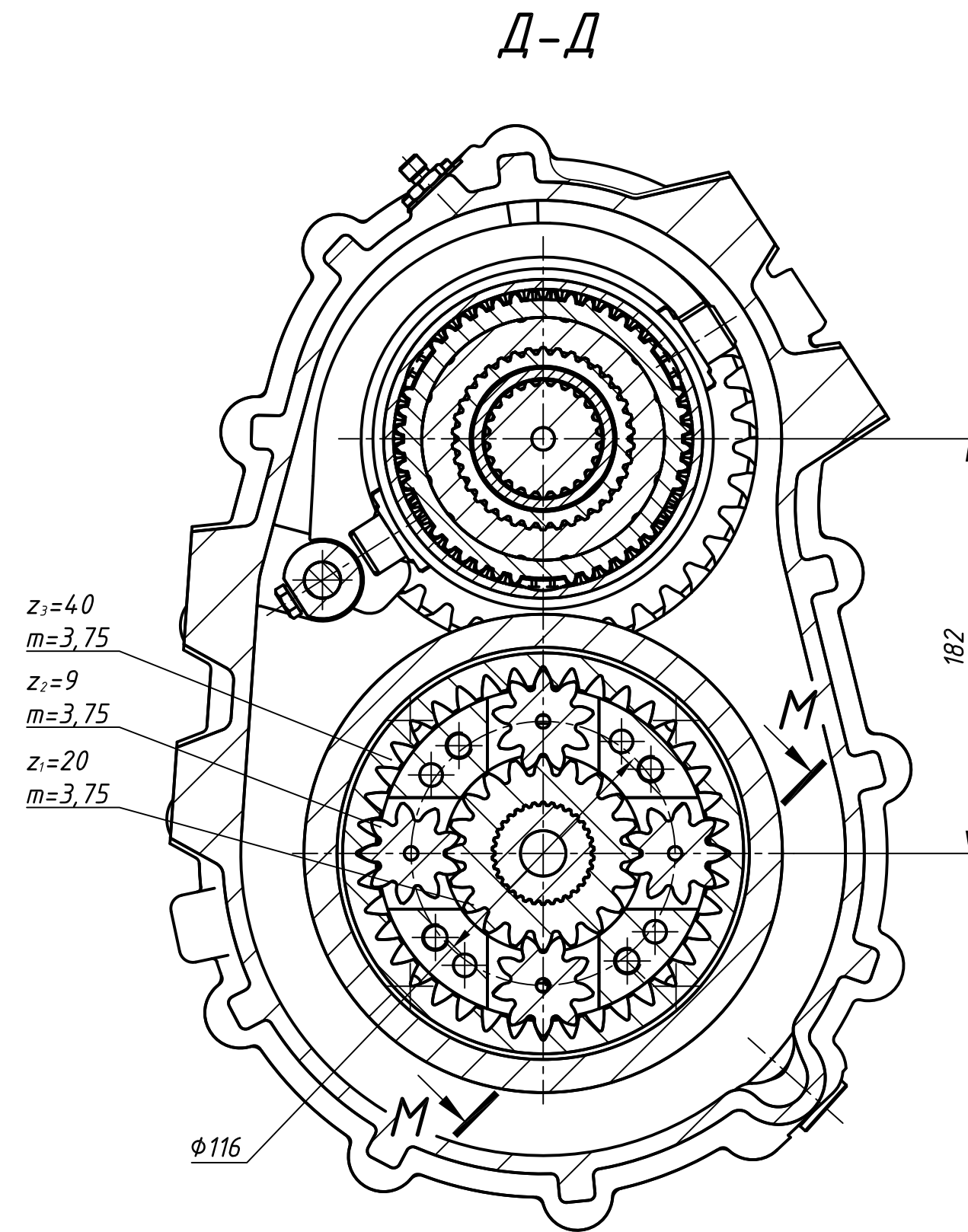
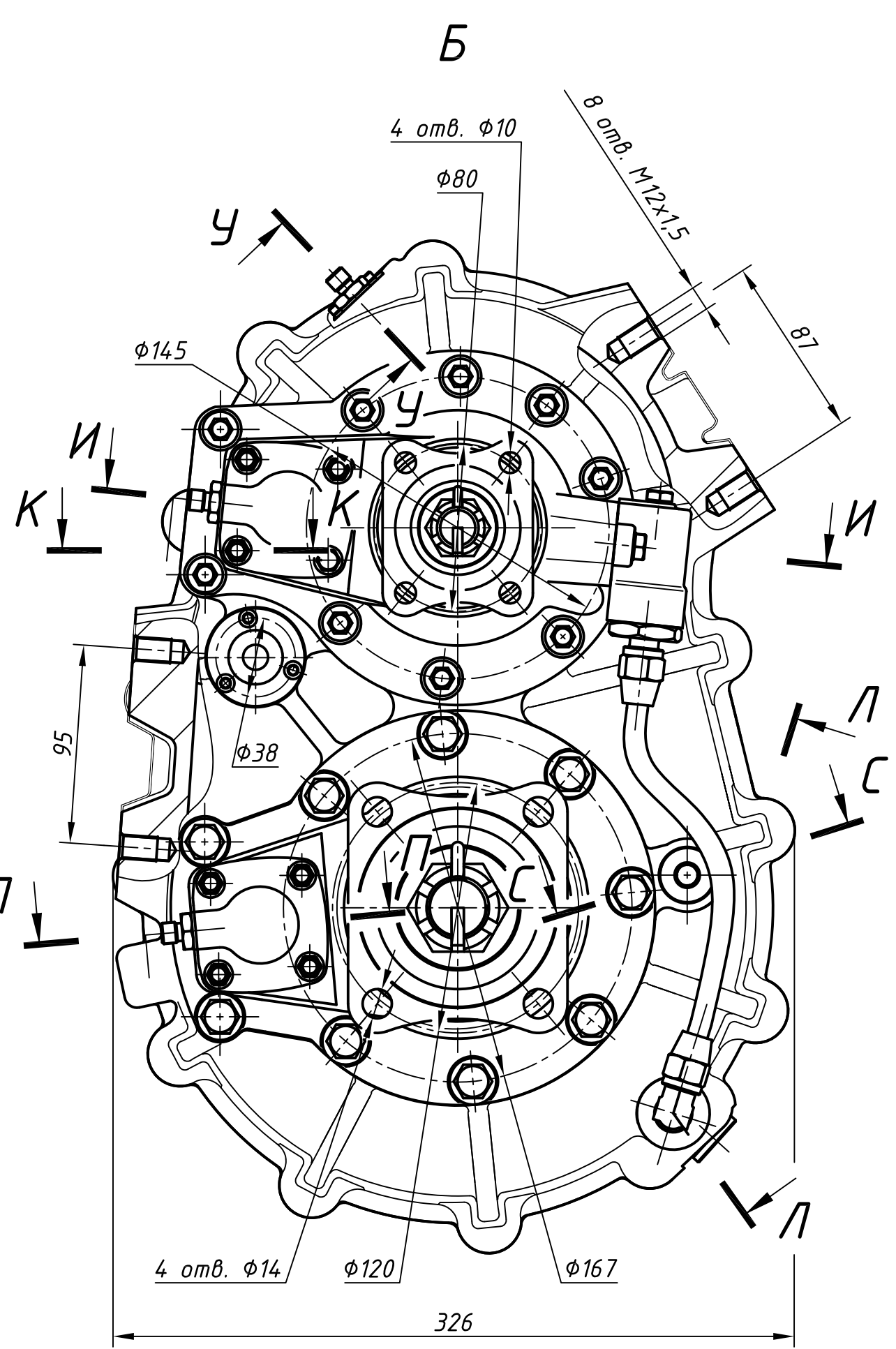
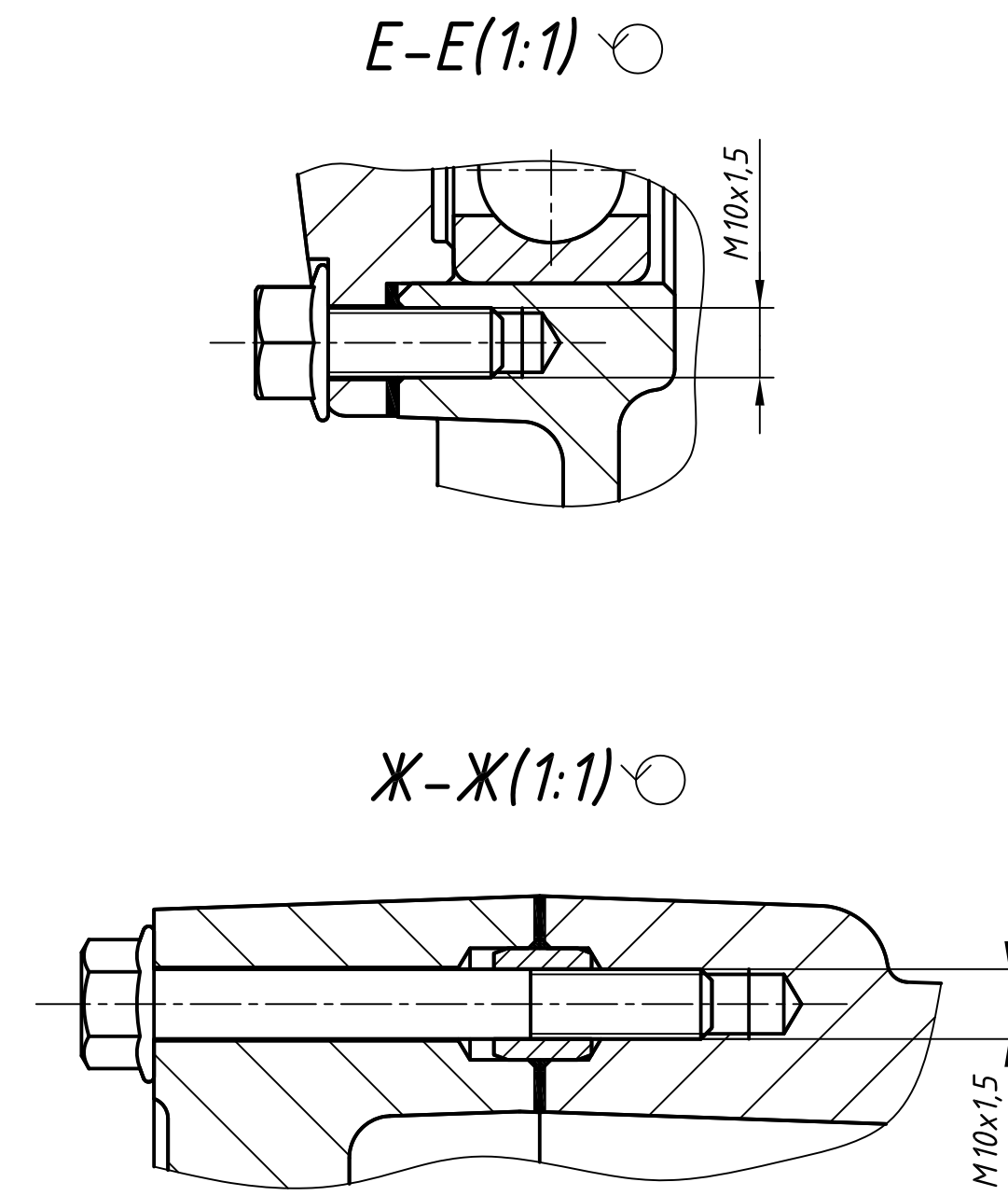
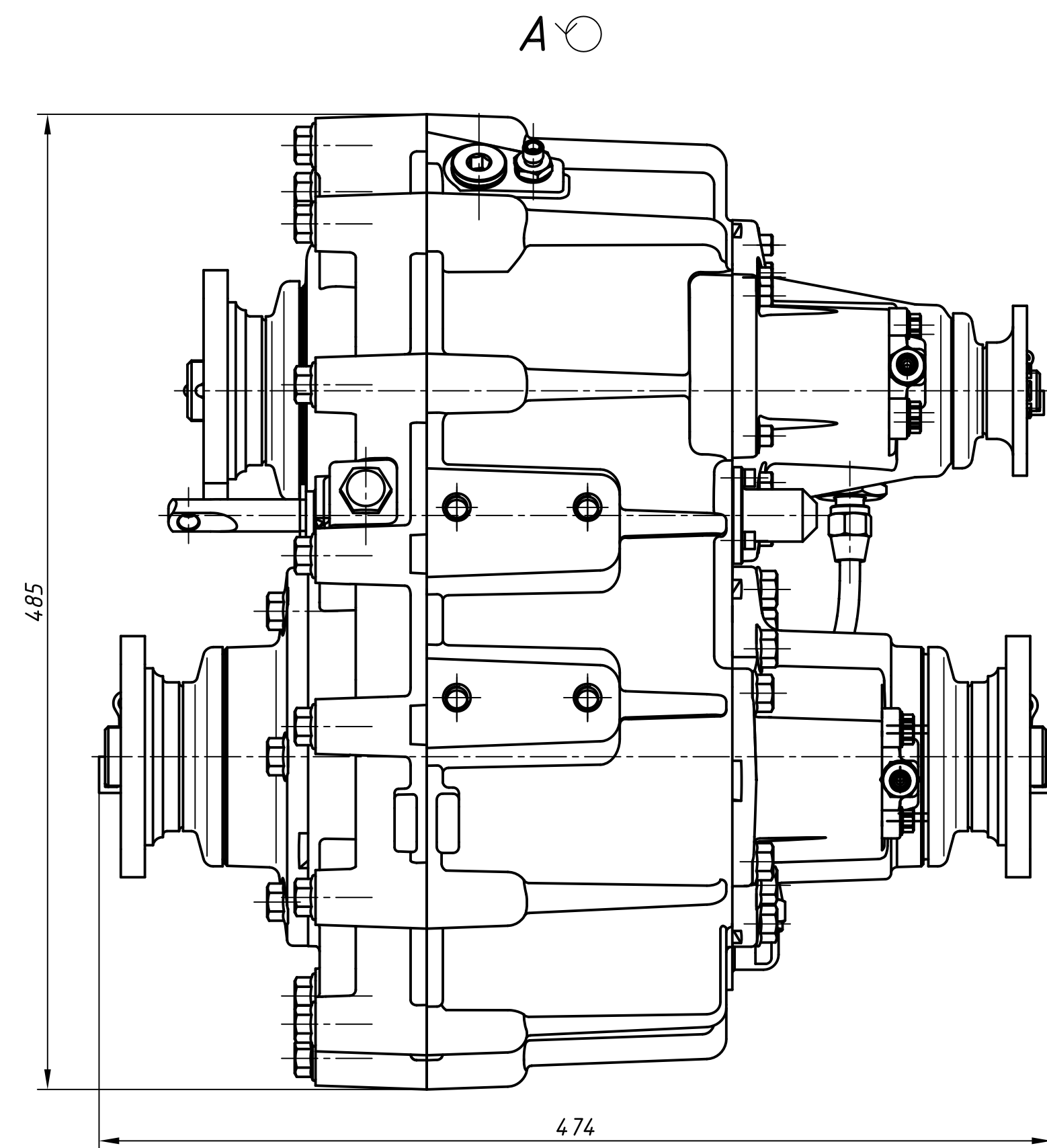
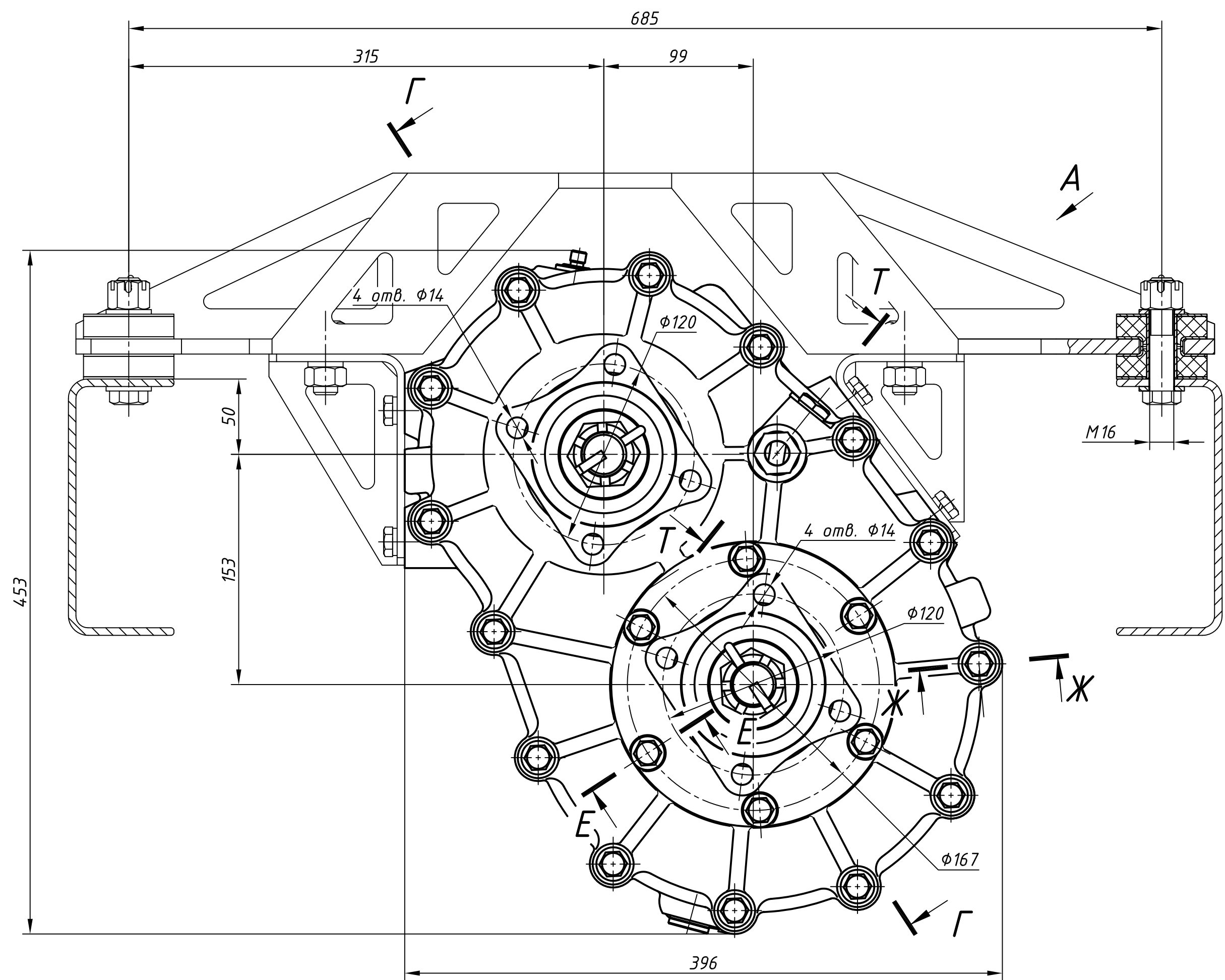
Изм. №

Лист

№ докум.

Подпись

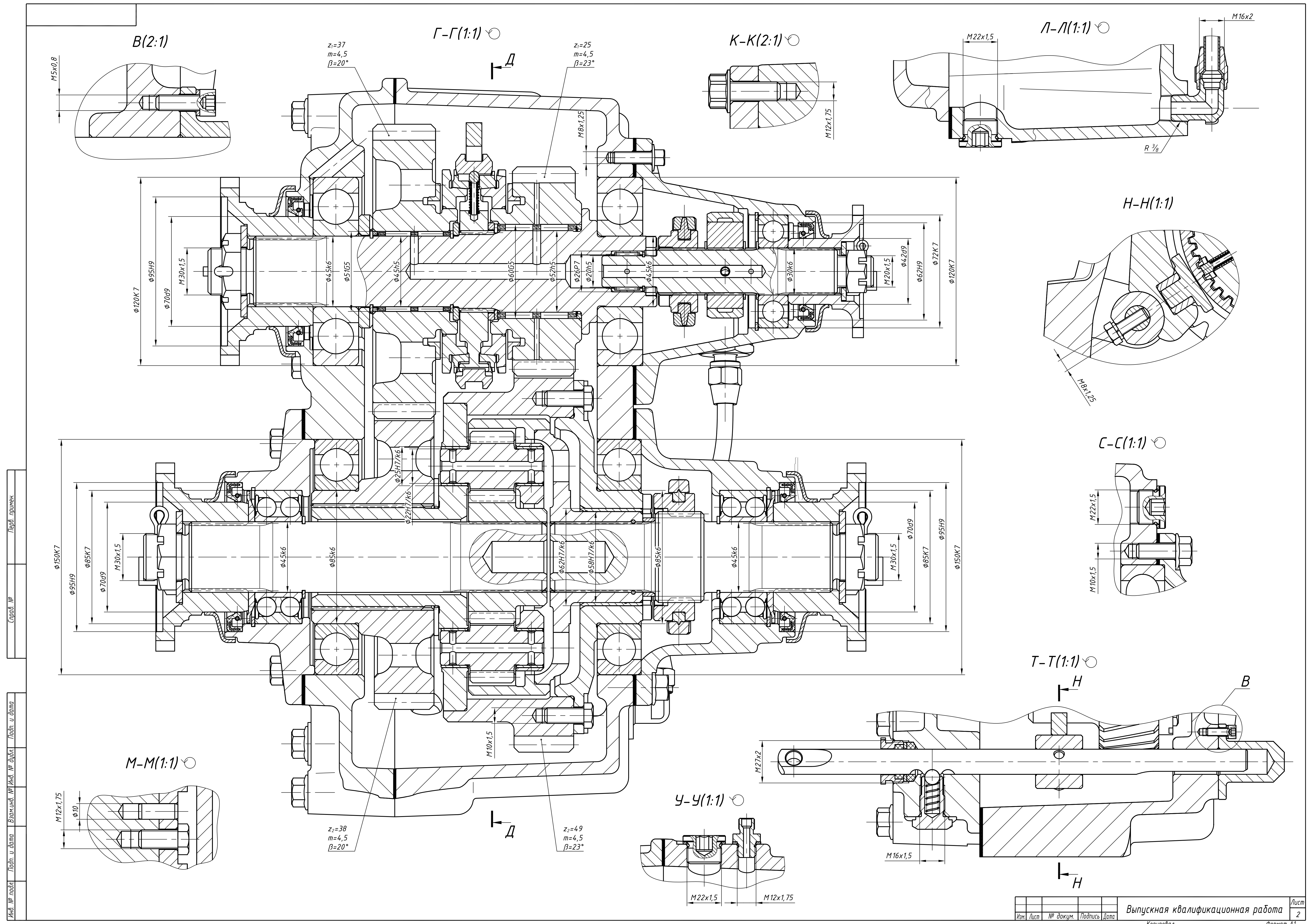
Дата



Размеры для справок.

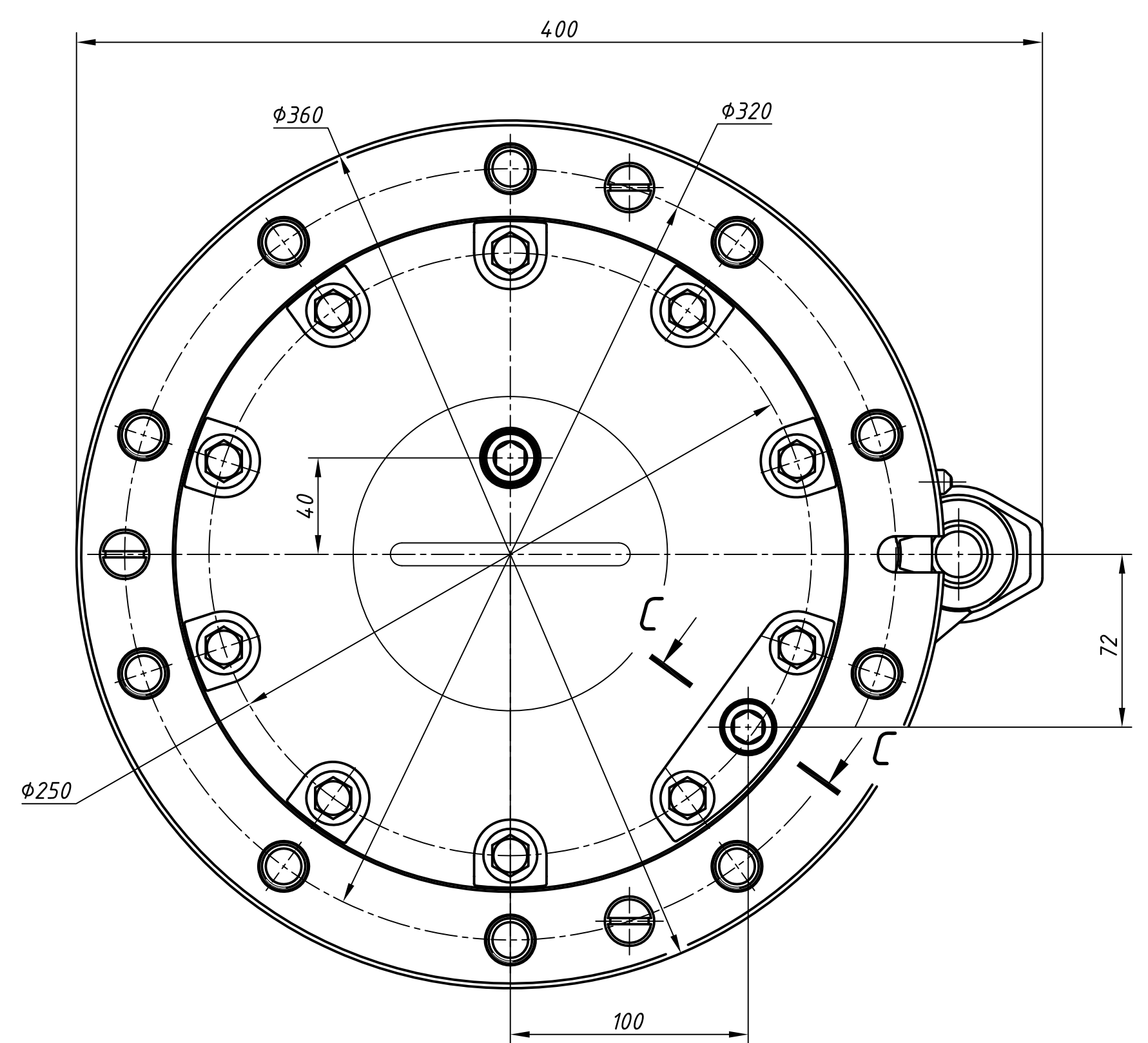
Изм. № подл. Подп. и дата. Взам.инв. № инв. № докл. Подп. и дата. Справ. №. Перв. примен.

Выпускная квалификационная работа				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		
Разраб.	Паньшин				92	1:2,5
Пров.	Захаров					
Т.контр.					Лист 1	Листов 2
Нач.отд.					МГТУ им. Н.Э. Баумана	
Н.контр.						
Утв.						

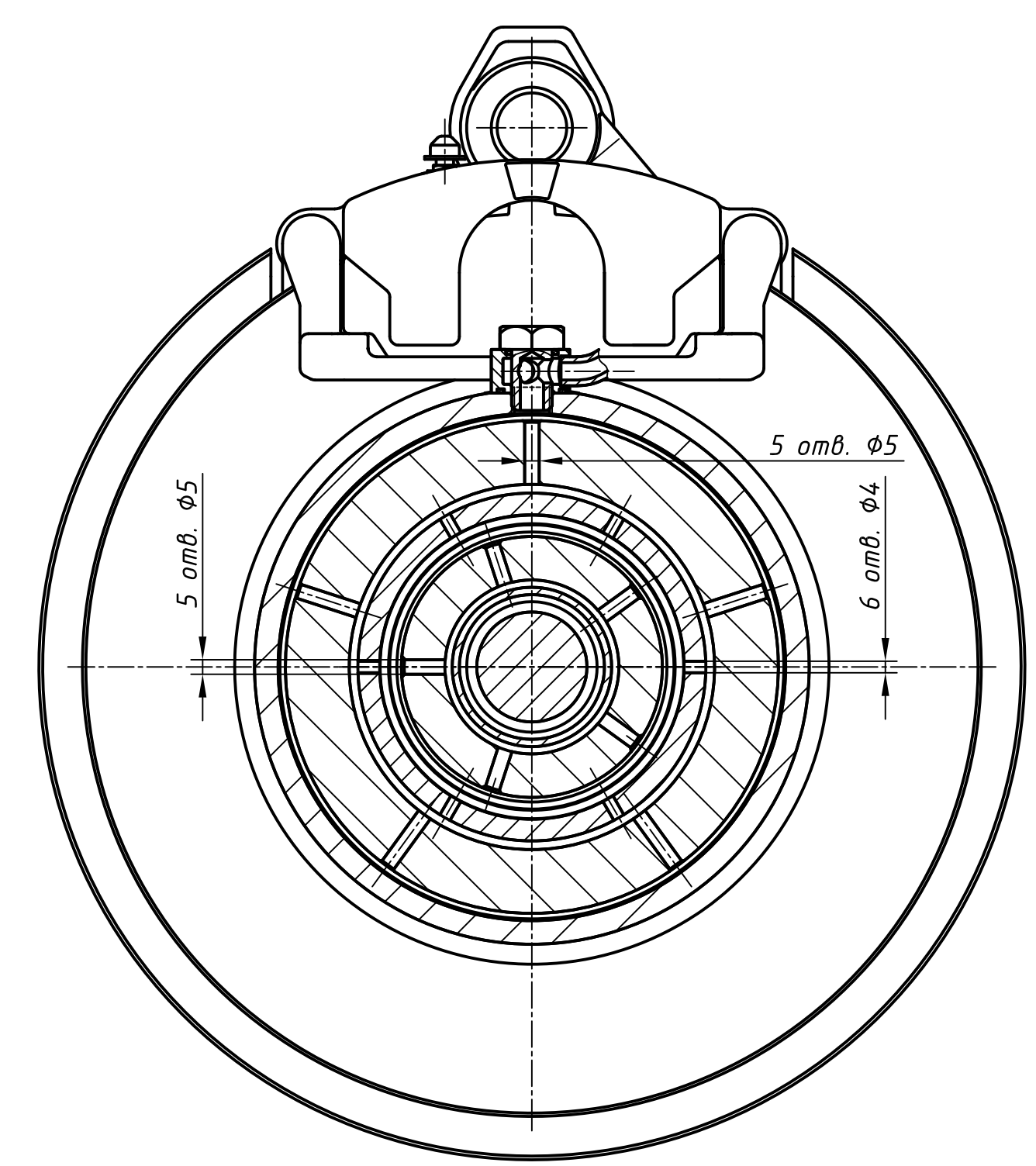


Изм. № подл. Подп. и дата. Взам.инв. № инв. № д/пол. Подп. и дата. Справ. №. Перв. примеч.

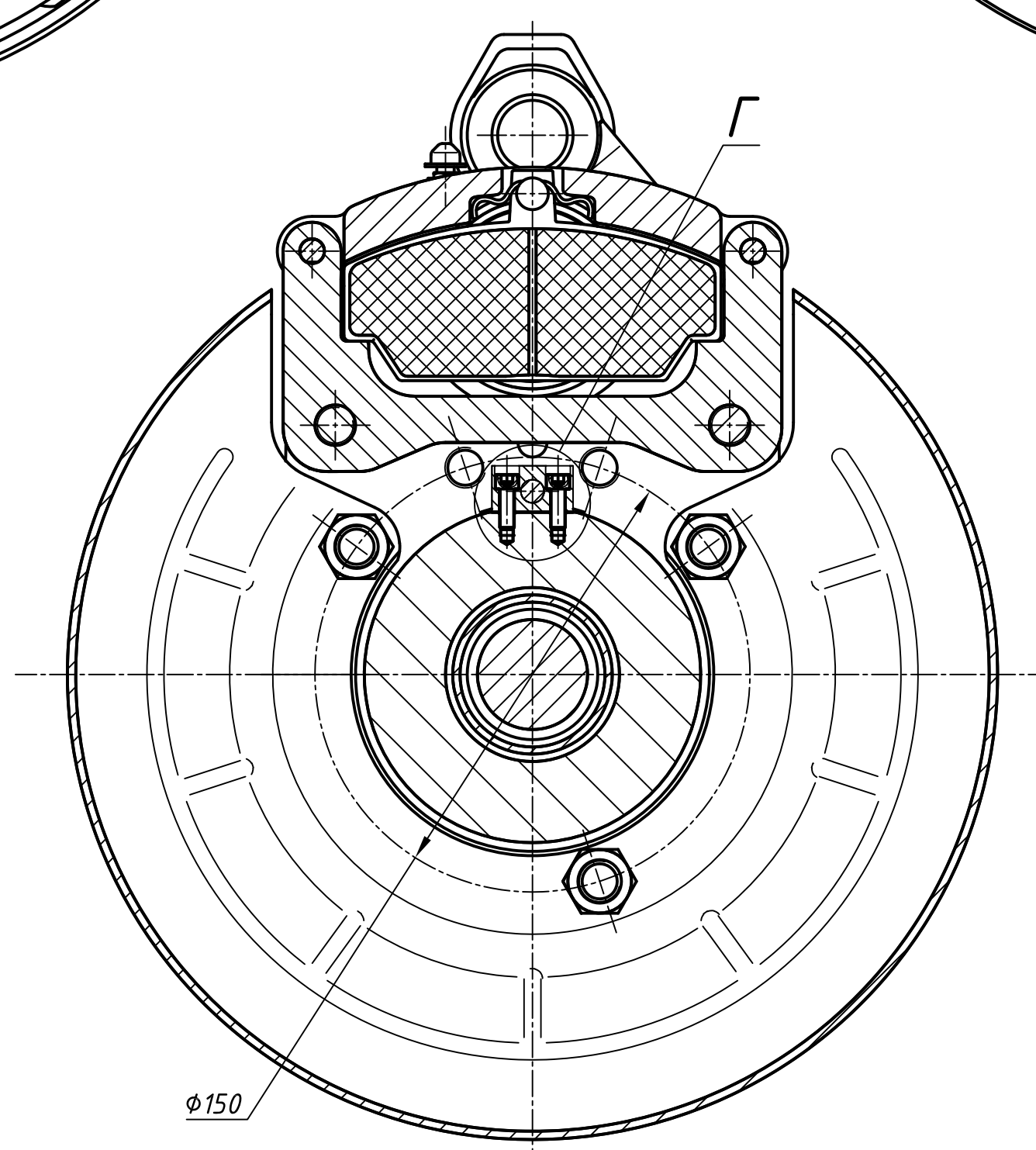
A(1:2)



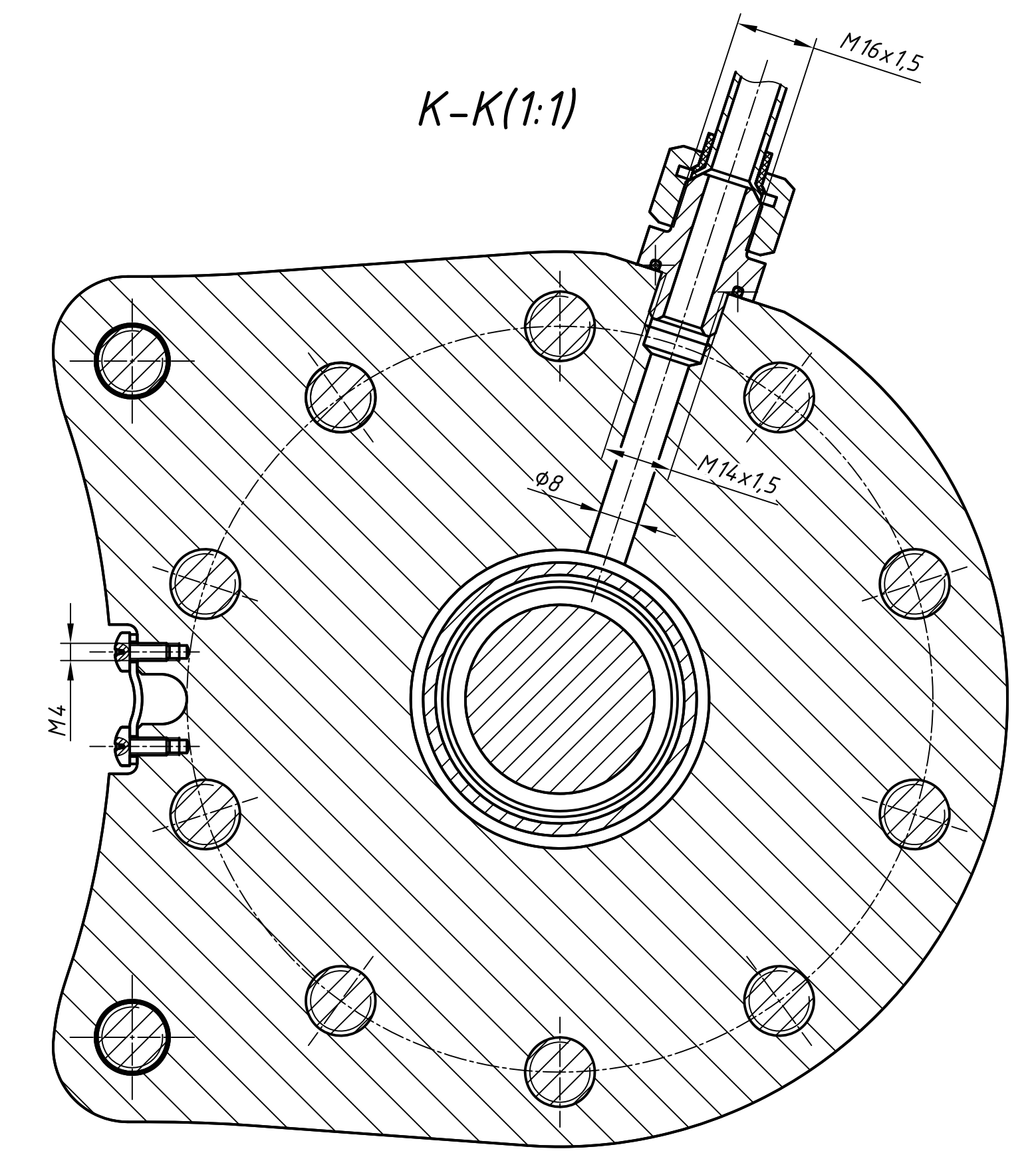
Ж-Ж(1:2)



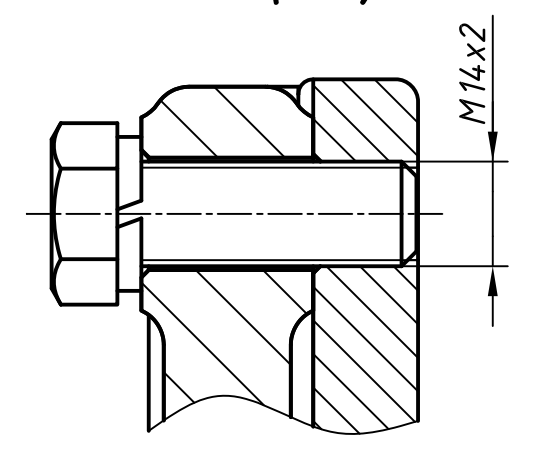
И-И(1:2)



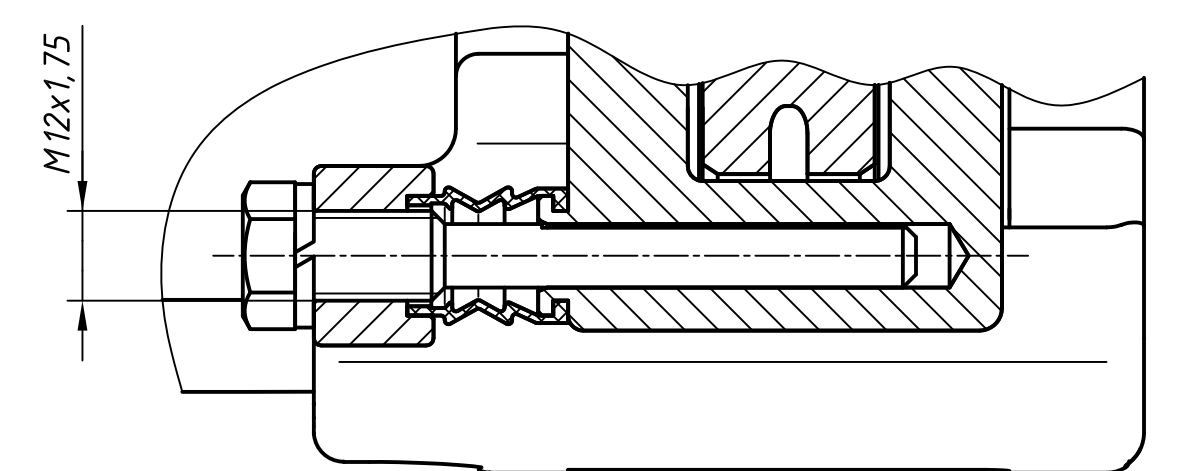
К-К(1:1)



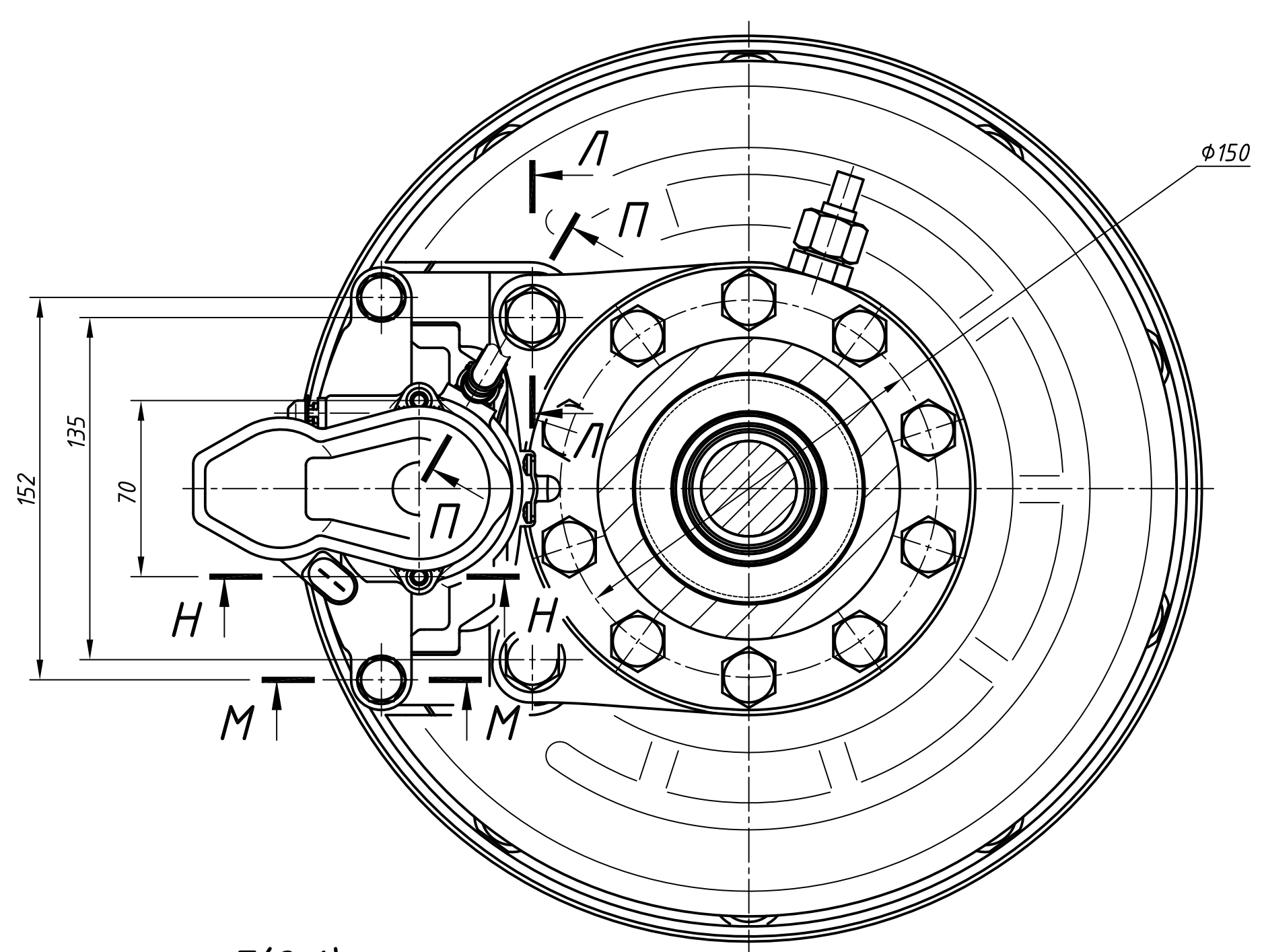
Л-Л(1:1)



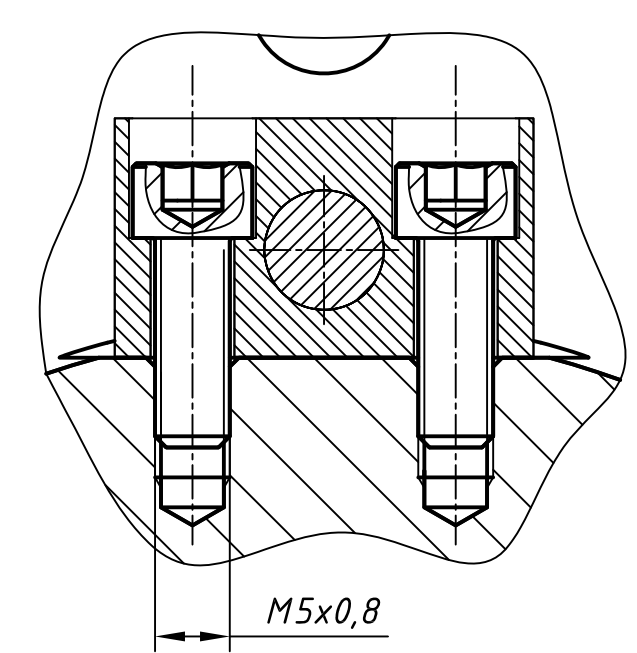
М-М(1:1)



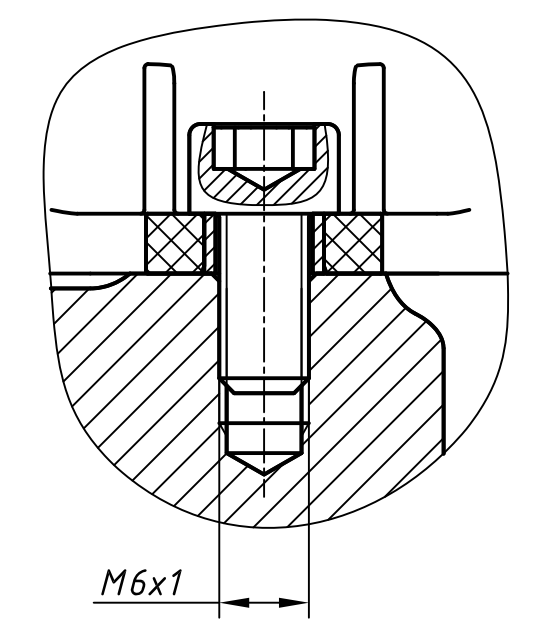
Е-Е(1:2)



Г(2:1)



Н-Н(2:1)



Размеры для справок.

Выпускная квалификационная работа				Лит	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		
Разраб.	Паньшин				5	1:4
Пров.	Захаров					
Т.контр.					Лист 1	Листов 2
Нач.отд.					МГТУ им. Н.Э. Баумана	
Н.контр.						
Утв.						

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

Д-Д(1:1)

$z_1=15$
 $m=0,9$
 $b=5$

$z_1=8$
 $m=0,7$

$z_2=20$
 $m=0,7$

$z_3=49$
 $m=0,7$

$z_2=47$
 $m=0,9$
 $b=5$

$z_1=8$
 $m=0,9$

$z_2=20$
 $m=0,9$

Б В И

Ж

Т

Т

M20x1,5

M12x1,25

M12x1,25

M20x1,5

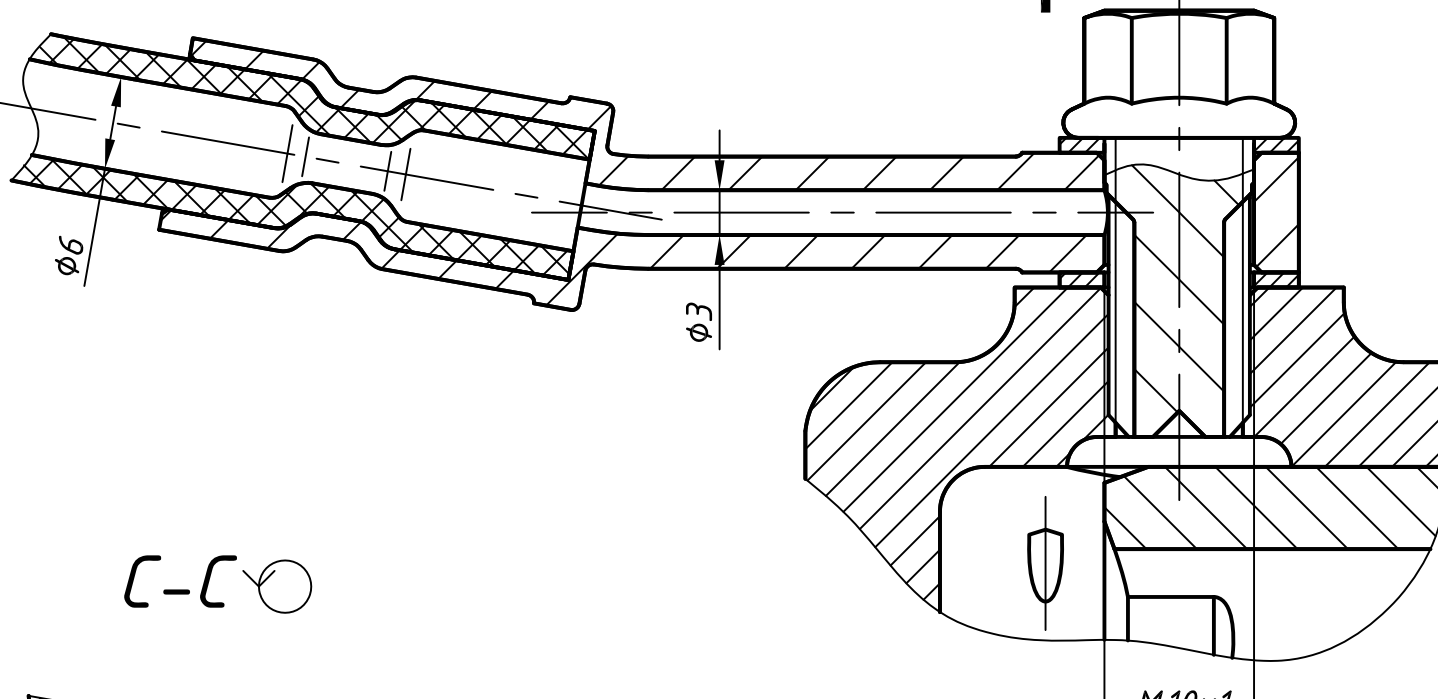
M14x1,5

Ж

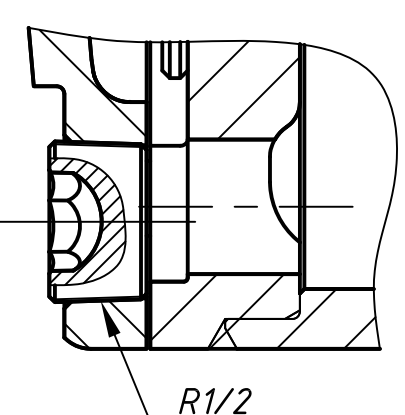
И

П-П(2:1)

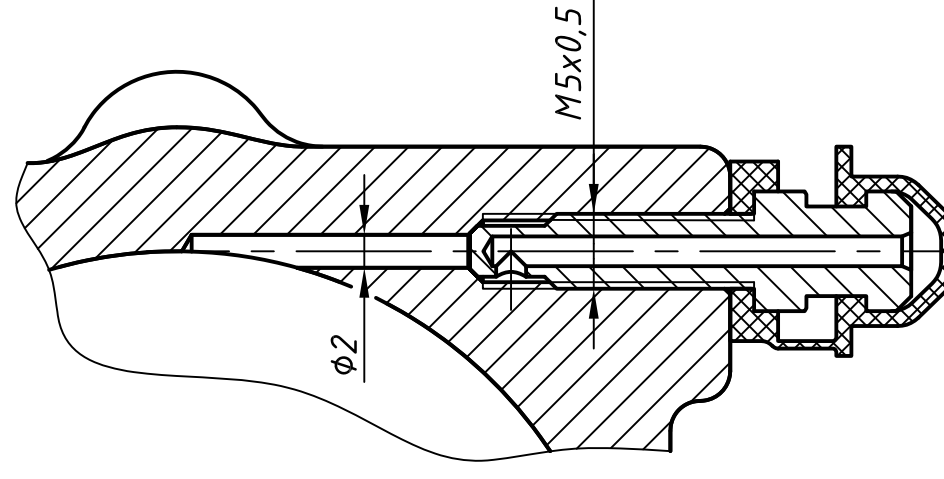
Р



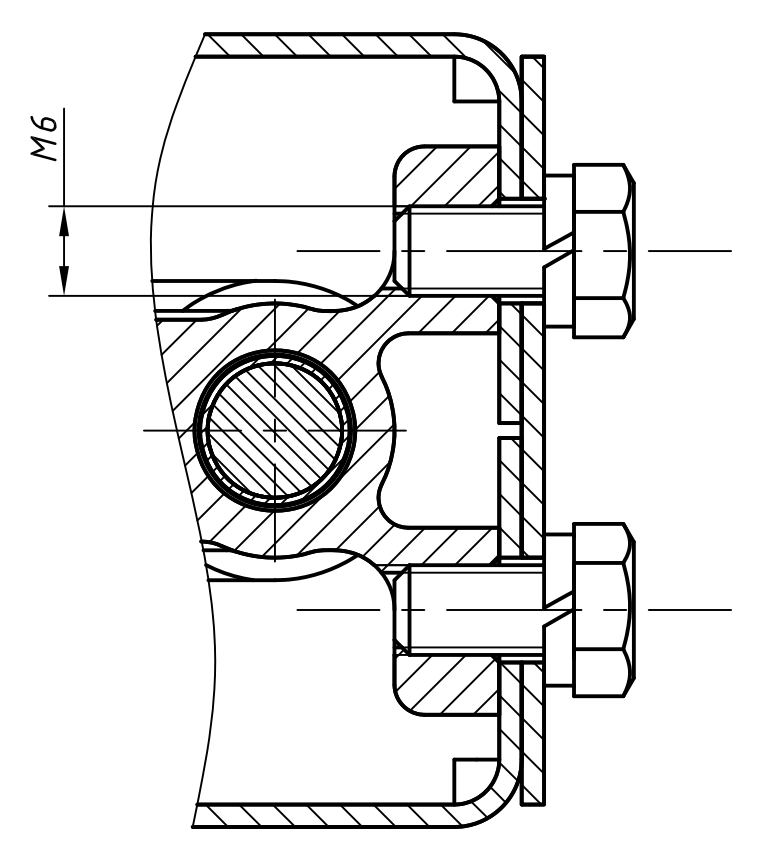
С-С



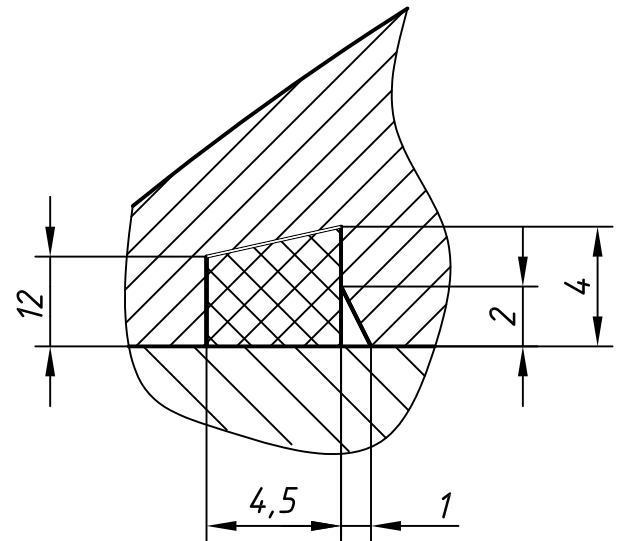
Р-Р(2:1)



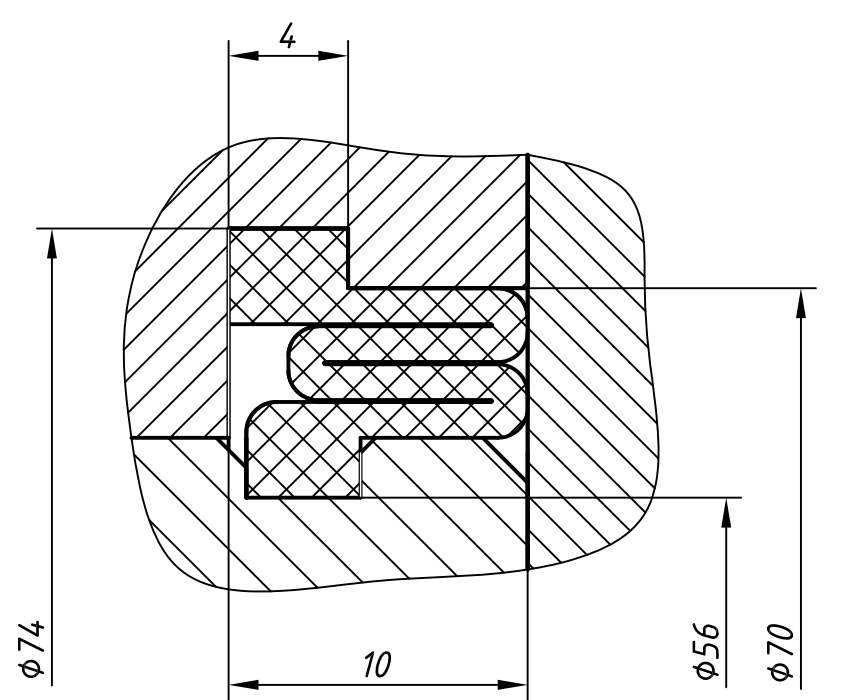
Т-Т(2:1)



Б(4:1)



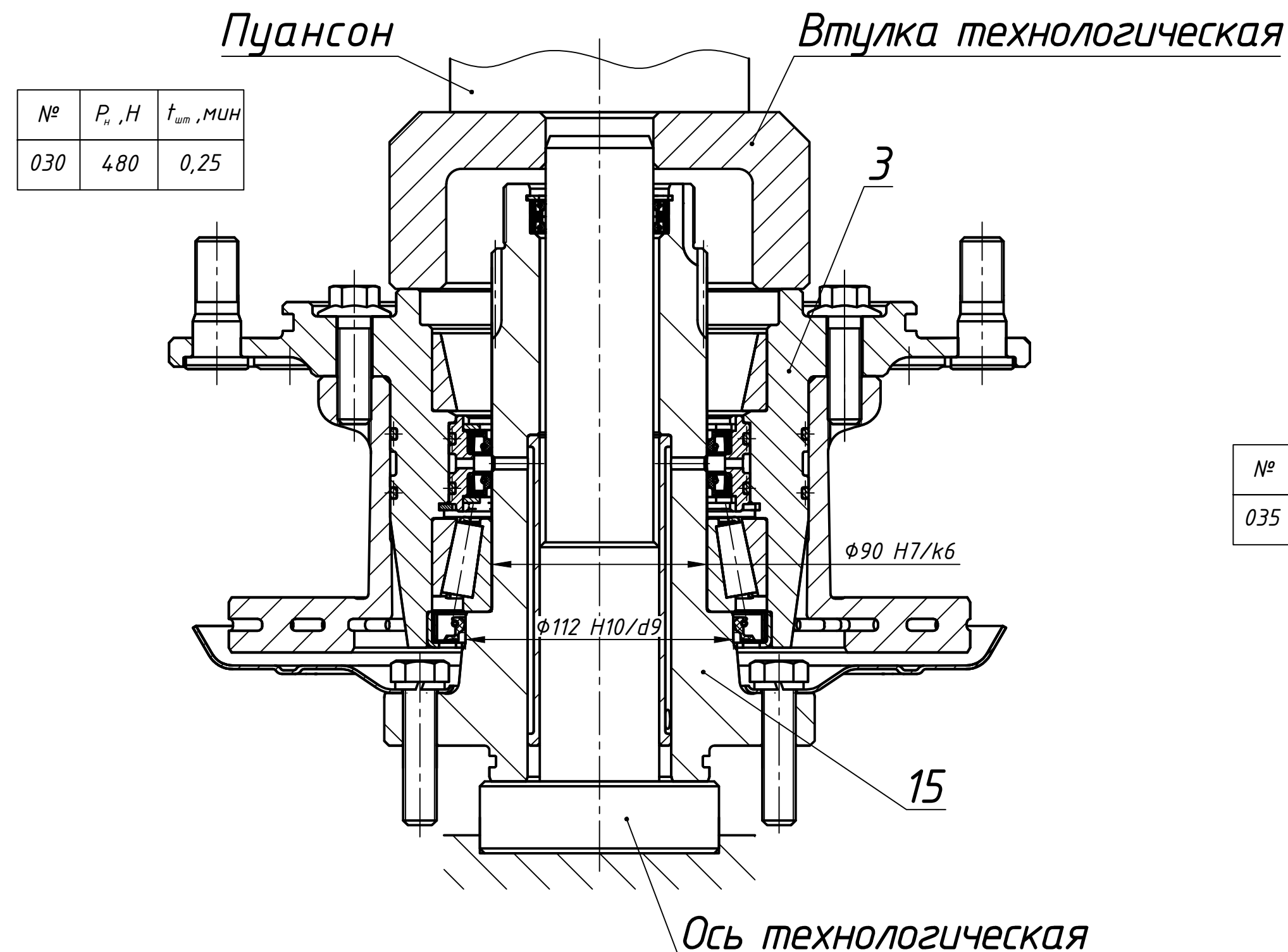
В(4:1)



Лист	№ докум.	Подпись	Дата
2			

Операция 030. Сборочная.

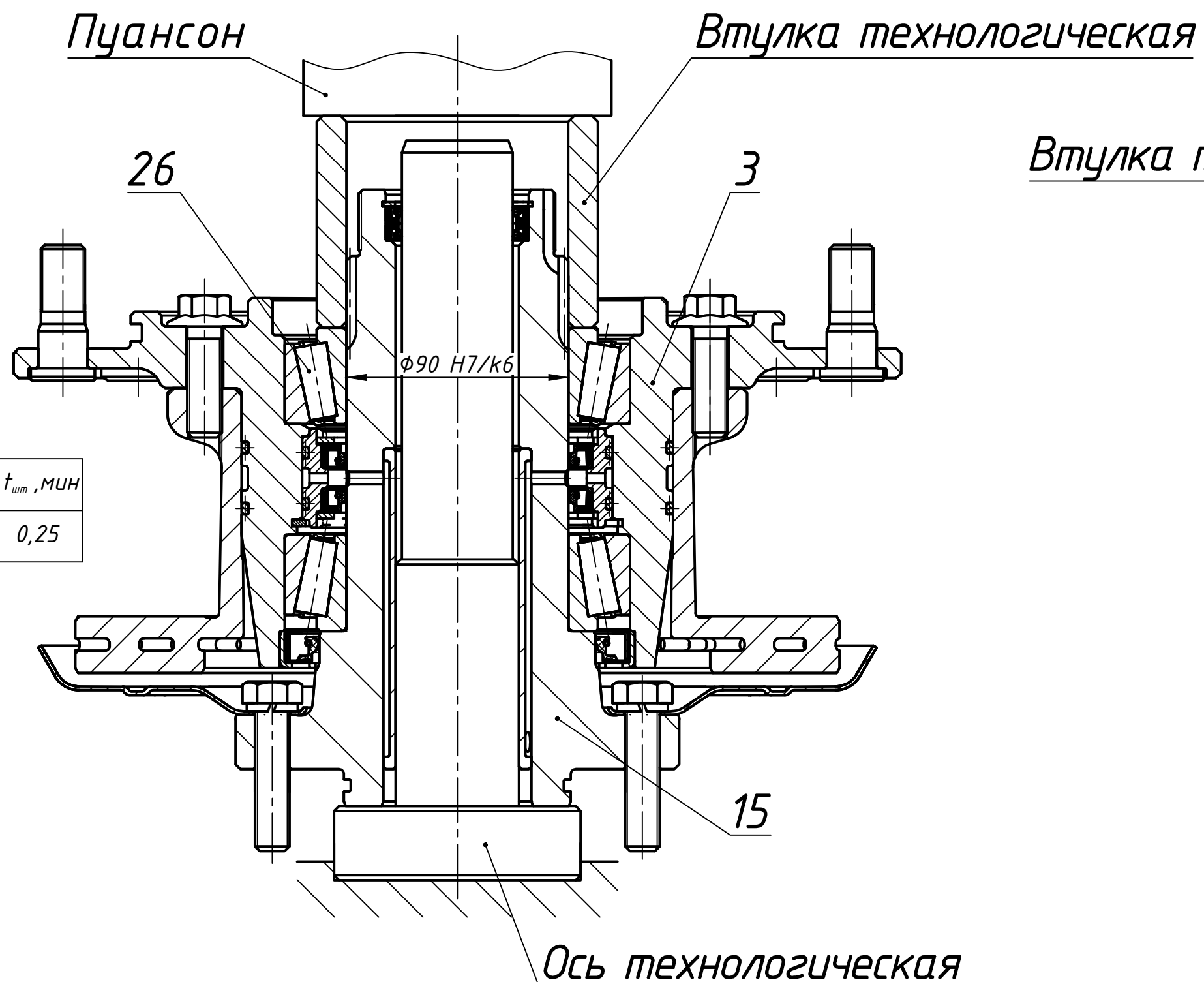
Установить ступицу в сборе поз. 3 на цапфу поз. 15 до упора в торец цапфы с нижней стороны. Перед запрессовкой смазать сопрягаемые поверхности тонким слоем смазки Литол-24 ГОСТ 21150-87. Инструмент: пресс, оправка.



№	P, Н	t _{оп} , мин
030	480	0,25

Операция 035. Сборочная.

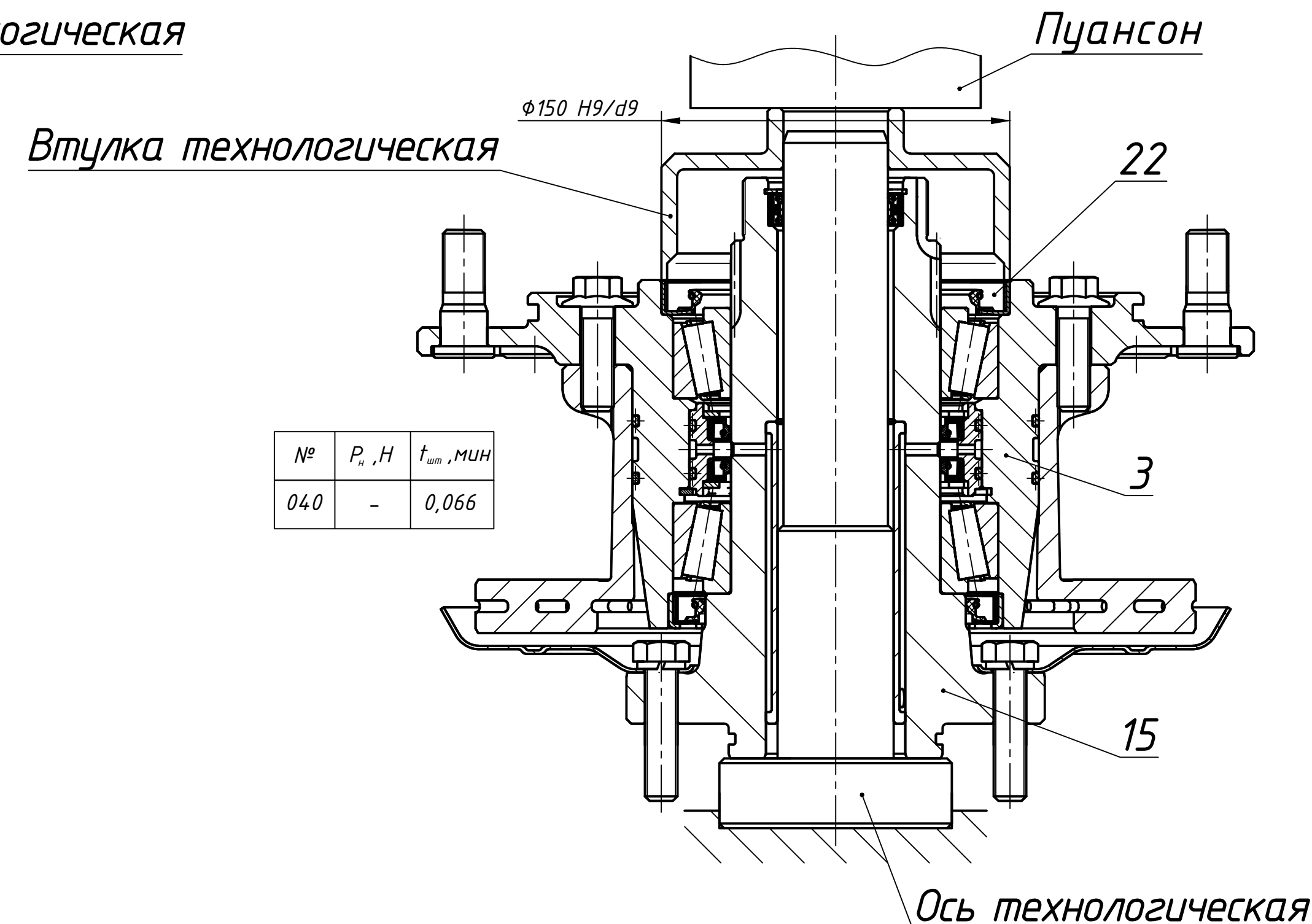
Запрессовать внутреннее кольцо подшипника SKF 33018/Q поз. 26 на внешнюю цилиндрическую поверхность цапфы поз. 15. Перед запрессовкой смазать сопрягаемые поверхности тонким слоем смазки Литол-24 ГОСТ 21150-87. Инструмент: пресс, оправка.



№	P, Н	t _{оп} , мин
035	480	0,25

Операция 040. Сборочная.

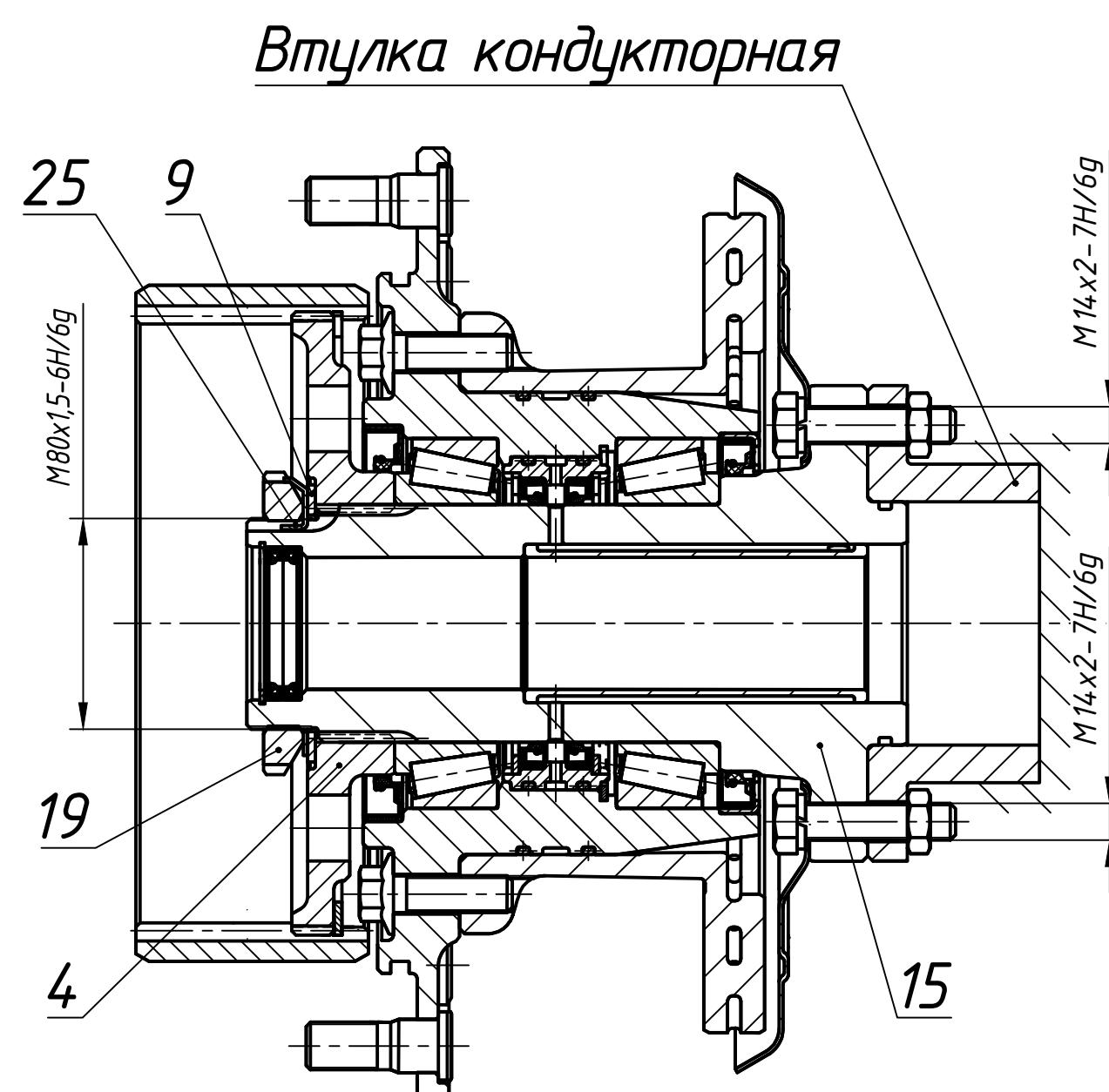
Запрессовать манжету поз. 22 в внутреннее цилиндрическое отверстие ступицы в сборе поз. 3. Перед запрессовкой смазать сопрягаемые поверхности тонким слоем смазки Литол-24 ГОСТ 21150-87. Инструмент: пресс, оправка.



№	P, Н	t _{оп} , мин
040	-	0,066

Операция 045. Сборочная.

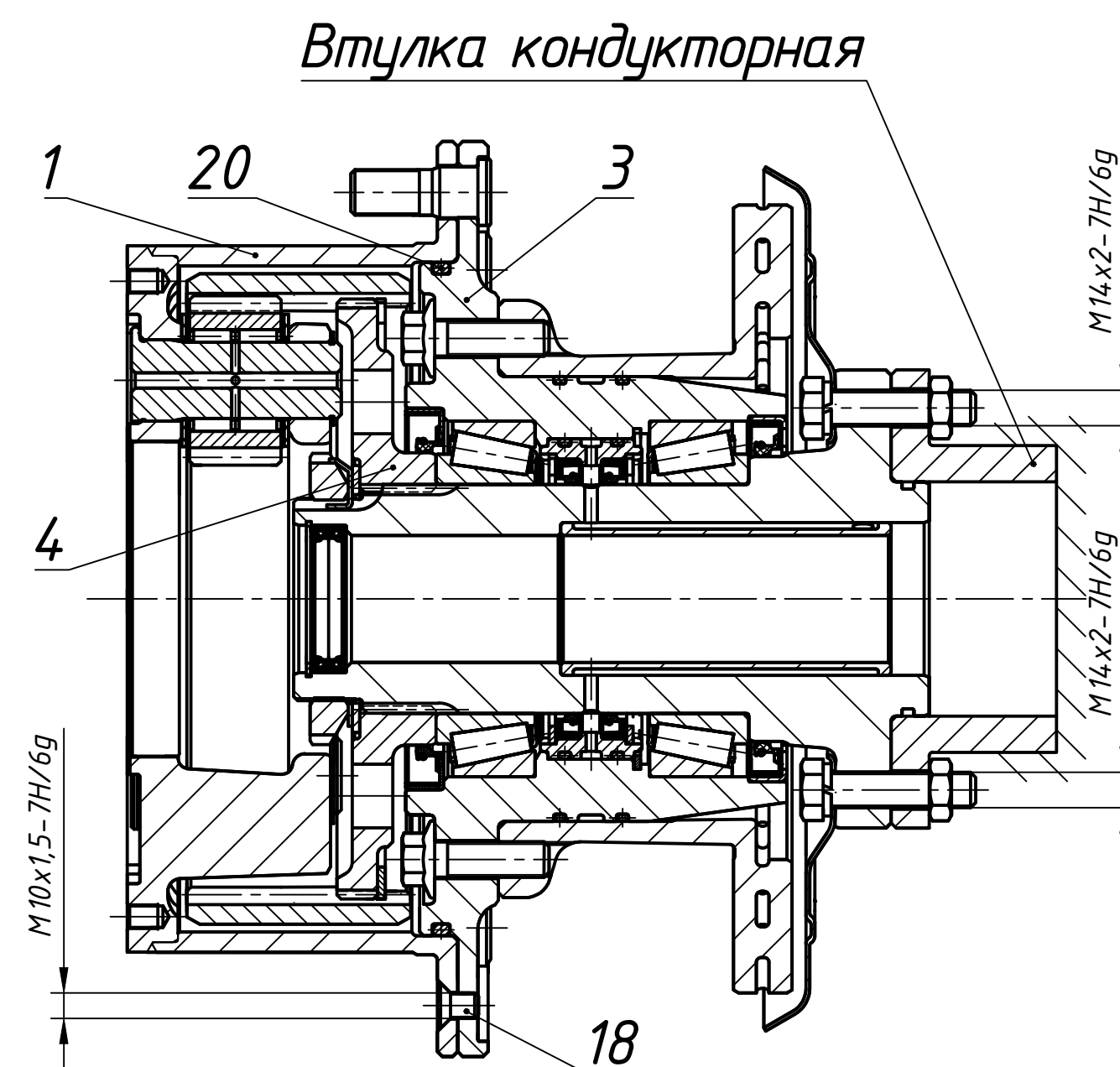
Установить на шлицы цапфы поз. 15 шестерню коронную в сборе поз. 4, закрепив ее кольцом регулировочным поз. 9, шайбой опорной поз. 25 и гайкой М80х2-6Н поз. 19. Момент затяжки гайки поз. 19: 450±50 Н·м.



№	M, Н·м	t _{оп} , мин
045	450±50	0,443

Операция 050. Сборочная.

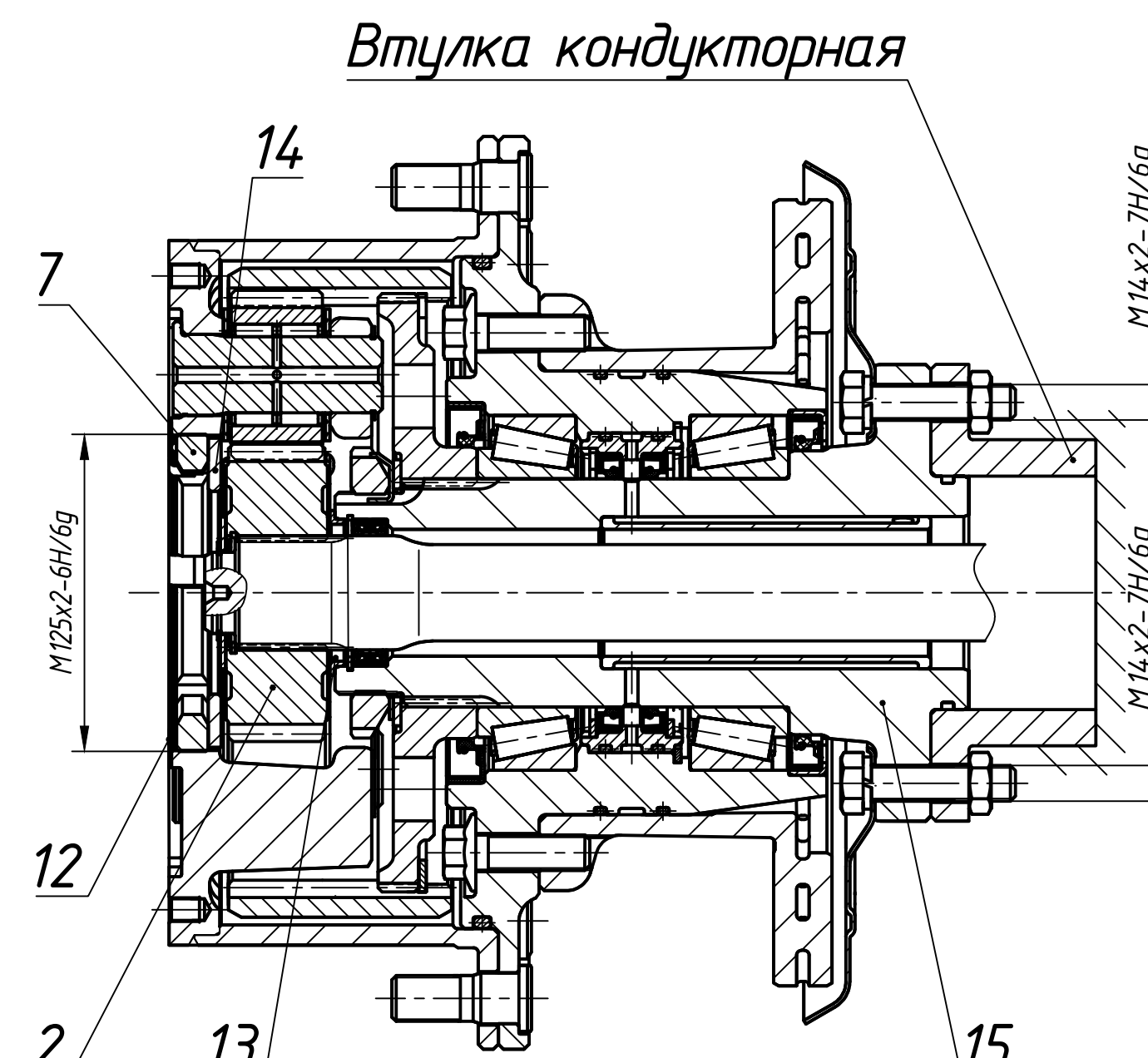
Установить кольцо 255х265х58 ГОСТ 9833-73 поз. 20 в канавку ступицы смазав его тонким слоем смазки Литол-24. Установить водило в сборе поз. 1 на ступицу в сборе поз. 3 введя в зацепление сателлиты с ведомой шестерней поз. 4, совмещая отверстия на ступице и корпусе водила под винты крепления. Закрепить корпус поочередно тремя винтами А.М10-6dх12 поз. 18. Момент затяжки винтов поз. 18: 39,22...54,92 Н·м.



№	M, Н·м	t _{оп} , мин
050	39,22...54,92	1,51

Операция 055. Сборочная.

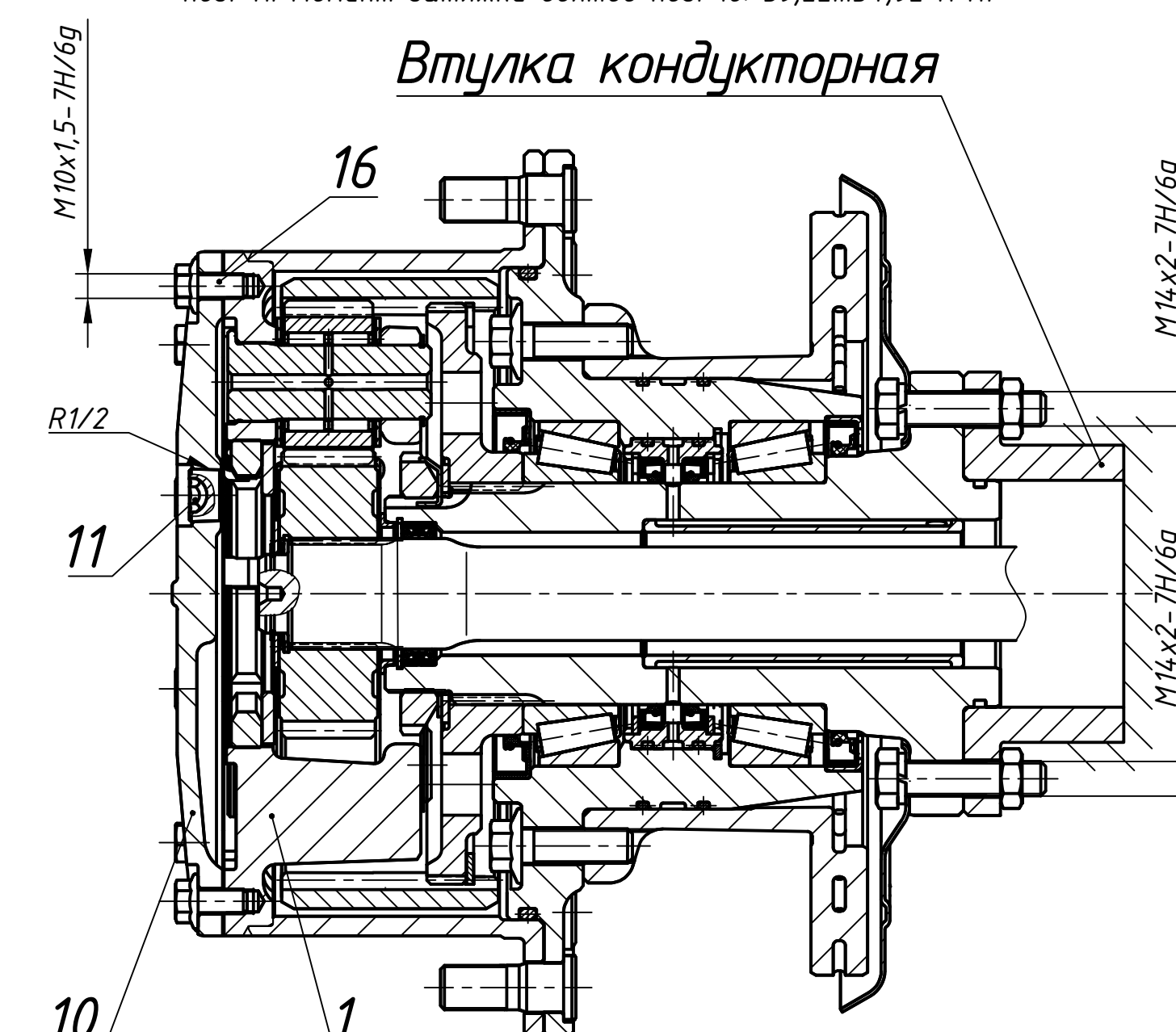
Установить шайбу ограничительную поз. 13 в внутреннее цилиндрическое отверстие цапфы поз. 15. Установить полуось в сборе поз. 2 введя в зацепление ведущую шестерню с сателлитами. Установить шайбу ограничительную большую поз. 14 и притянуть ее гайкой упорной М125х2 поз. 7 до упора, затем открутить на угол 10°...15° (1...1,5 мм). Застопорить гайку шайбой запорной поз. 12.



№	M, Н·м	t _{оп} , мин
025	-	0,443

Операция 060. Сборочная.

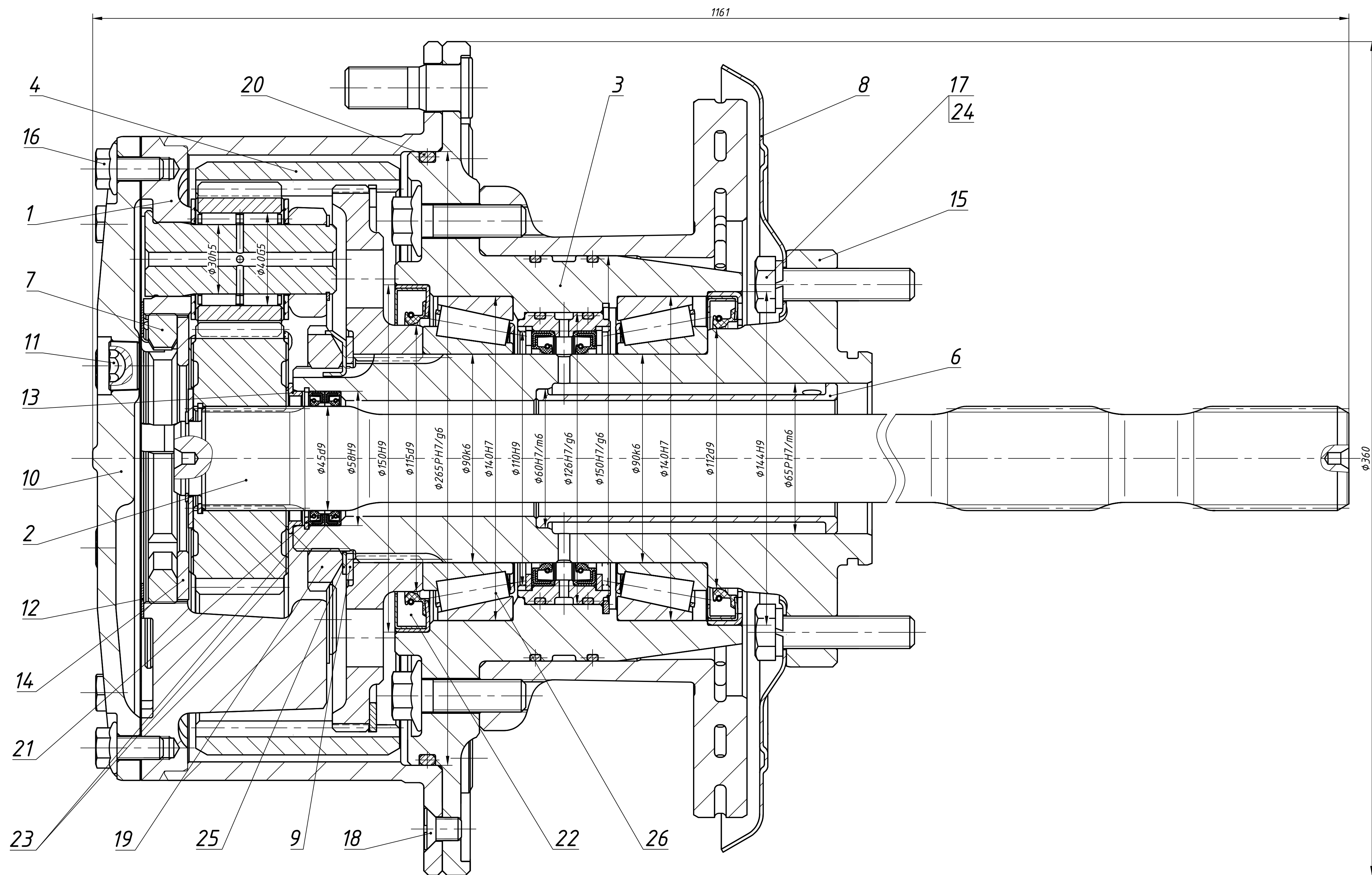
Установить крышку редуктора поз. 10 на корпус водила поз. 1 предварительно нанеся на торцевые поверхности соединяемых деталей герметик анаэробный Унигерм-6. Закрепить болтами М10х20 DIN 6921 поз. 16. Установить маслозаливные пробки поз. 11. Момент затяжки болтов поз. 16: 39,22...54,92 Н·м.



№	M, Н·м	t _{оп} , мин
050	39,22...54,92	1,51

Выпускная квалификационная работа

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Технологическая схема сборки	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Паньшин						
Пров.		Кравченко						
Т.контр.								
Нач. отд.								
Н.контр.								
Утв.								



1. Размеры для справки.
2. Отрегулировать зазор в ступичных подшипниках согласно инструкции.
3. При установке болтов поз. 16, поз. 17 и винтов поз. 18 смазать их резьбовую часть тонким слоем клея-герметика "Унигерм-7" ТУ 2257-516-00208947-2009.
4. Перед установкой уплотнительного кольца поз. 20 его поверхность смазать смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-87.
5. Технические требования к затяжке резьбовых соединений по ОСТ 37.001.031-72.
 Моменты затяжки:
 болты поз.16 - 39,22...54,92 Н·м;
 болты поз.17 - 107,87...156,91 Н·м;
 винты поз.18 - 39,22...54,92 Н·м;
 Неуказанные нормы затяжки резьбовых соединений по ОСТ 37.001.050-73.

				Выпускная квалификационная работа				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Редуктор колесный в сборе	Лист	Масса	Масштаб
					Сборочный чертеж	60		1:1
Разраб.	Ляньшин					Лист		Листов 1
Пров.	Кравченко							
Нач. отд.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

		Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дцбл.		Подп. и дата		Инв. № подл.		
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание										
				<u>Документация</u>												
A1				Сборочный чертеж												
				<u>Сборочные единицы</u>												
		1		Водило в сборе	1											
		2		Полуось в сборе	1											
		3		Ступица в сборе	1											
		4		Шестерня коронная в сборе	1											
				<u>Детали</u>												
		6		Втулка цапфы	1											
		7		Гайка упорная M125x2	1											
		8		Защита тормозного диска	1											
		9		Кольцо регулировочное	1											
		10		Крышка редуктора	1											
		11		Пробка маслянная	2											
		12		Шайба запорная	1											
		13		Шайба ограничительная	1											
		14		Шайба ограничительная большая	1											
		15		Цапфа	1											
				<u>Стандартные изделия</u>												
		16		Болт M10x20 DIN 6921	10											
Выпускная квалификационная работа																
Изм. Лист		№ докум.		Подпись		Дата		Колесный редуктор в сборе				Лит	Лист	Листов		
Разраб.		Паньшин											1	2		
Пров.		Кравченко														
Нач.отд.																
Н.контр.																
Утв.																
												МГТУ им Н.Э.Баумана				



Технические характеристики ТРЭКОЛ "Хаски"

Технические характеристики ВТС "Шаман"

Технические характеристики ВТС "Бурлак"

Технические характеристики ВТС "Петрович 354-71"

Технические характеристики разрабатываемого ВТС

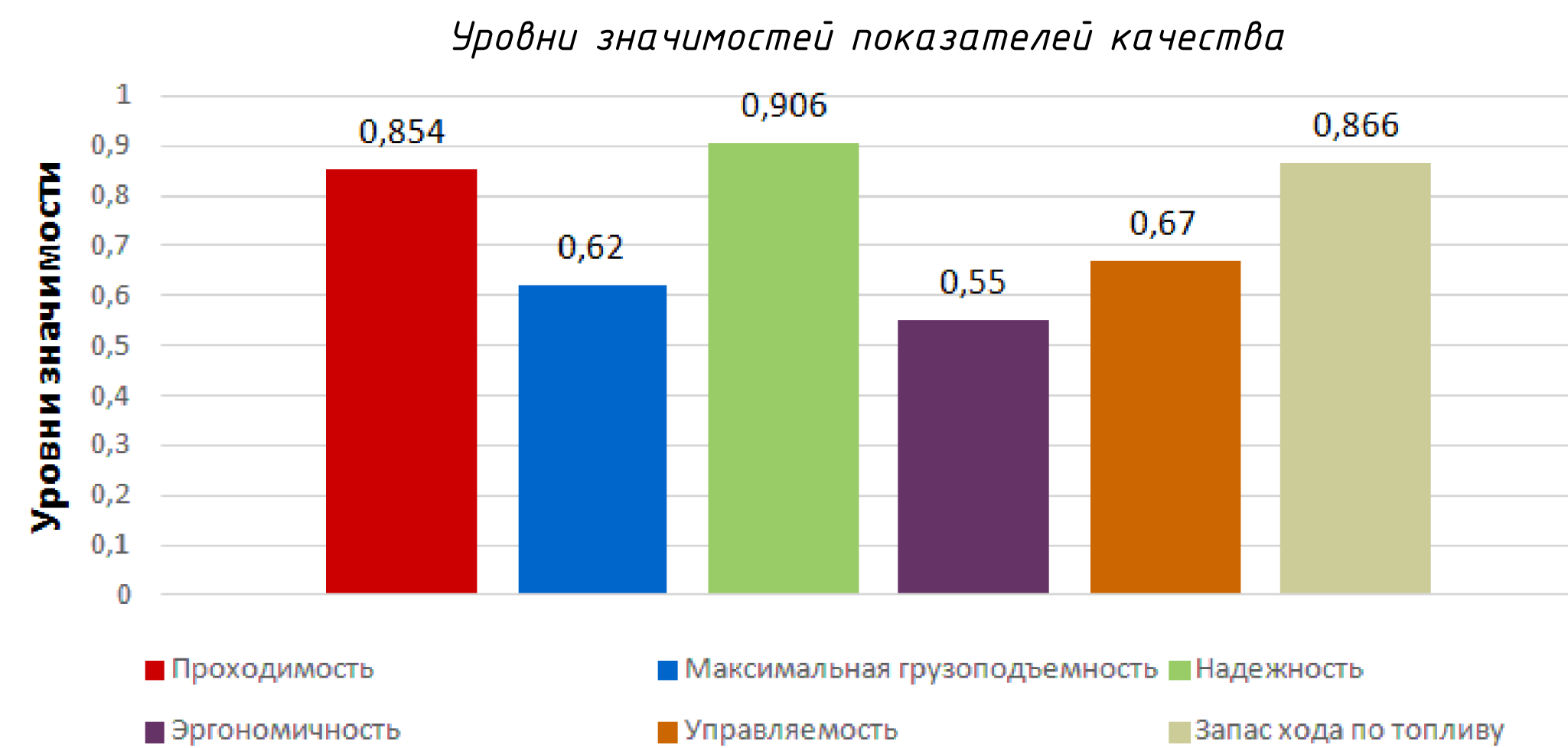
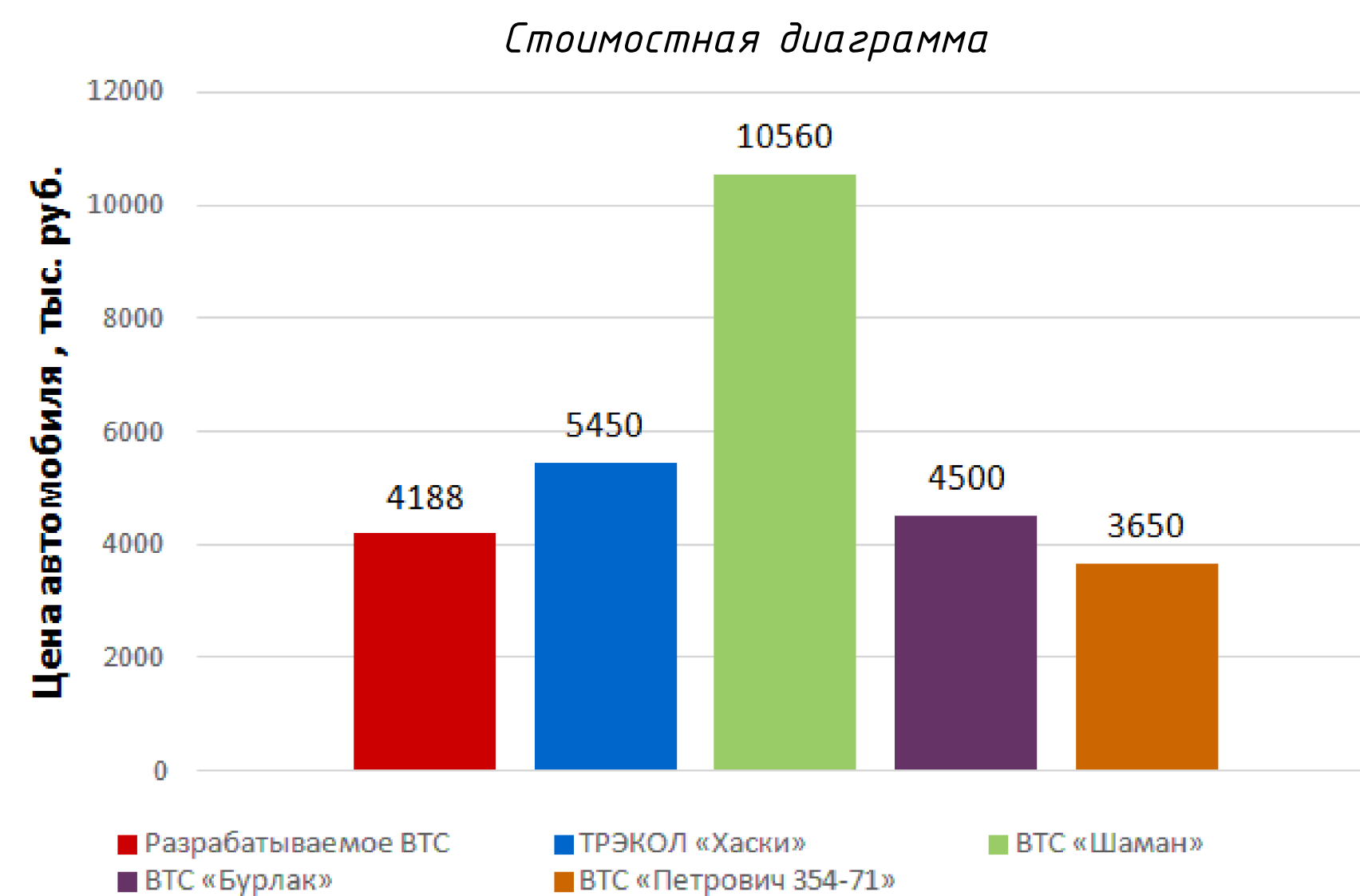
Двигатель	
Тип двигателя	Бензиновый инжекторный
Рабочий объем, л	2,7
Максимальная мощность (л.с.)	128
Максимальный крутящий момент (Н·м при об/мин)	209/3900
Тип нагнетателя	-
Кузов	
Длина, мм	6977
Ширина, мм	2550
Высота, мм	3150
Колея, мм	1880
Дорожный просвет, мм	600
Количество мест	1+15
Масса	
Снаряженная масса, кг	3900
Полная масса, кг	6000
Трансмиссия	
Тип коробки передач	Механическая, 5-ступенчатая
Колесная формула	6x6
Подвеска	
Тип подвески	Зависимая на полуэллиптических рессорах
Динамическая характеристика	
Максимальная скорость, км/ч	70
Расход топлива	
Объем топливного бака, л	280
Расход топлива, л/100 км	30
Запас хода по топливу, км	933
Общие данные	
Цена, руб.	5 450 000

Двигатель	
Тип двигателя	Дизельный
Рабочий объем, л	3
Максимальная мощность (л.с.)	146
Максимальный крутящий момент (Н·м при об/мин)	400/2570
Тип нагнетателя	Турбина
Кузов	
Длина, мм	6300
Ширина, мм	2500
Высота, мм	2700
Колея, мм	1950
Дорожный просвет, мм	450
Количество мест	1+8
Масса	
Снаряженная масса, кг	4800
Полная масса, кг	6300
Трансмиссия	
Тип коробки передач	Механическая, 6-ступенчатая
Колесная формула	8x8
Подвеска	
Тип подвески	Независимая двухрычажная
Динамическая характеристика	
Максимальная скорость, км/ч	70
Расход топлива	
Объем топливного бака, л	260
Расход топлива, л/100 км	25
Запас хода по топливу, км	1040
Общие данные	
Цена, руб.	10 560 000

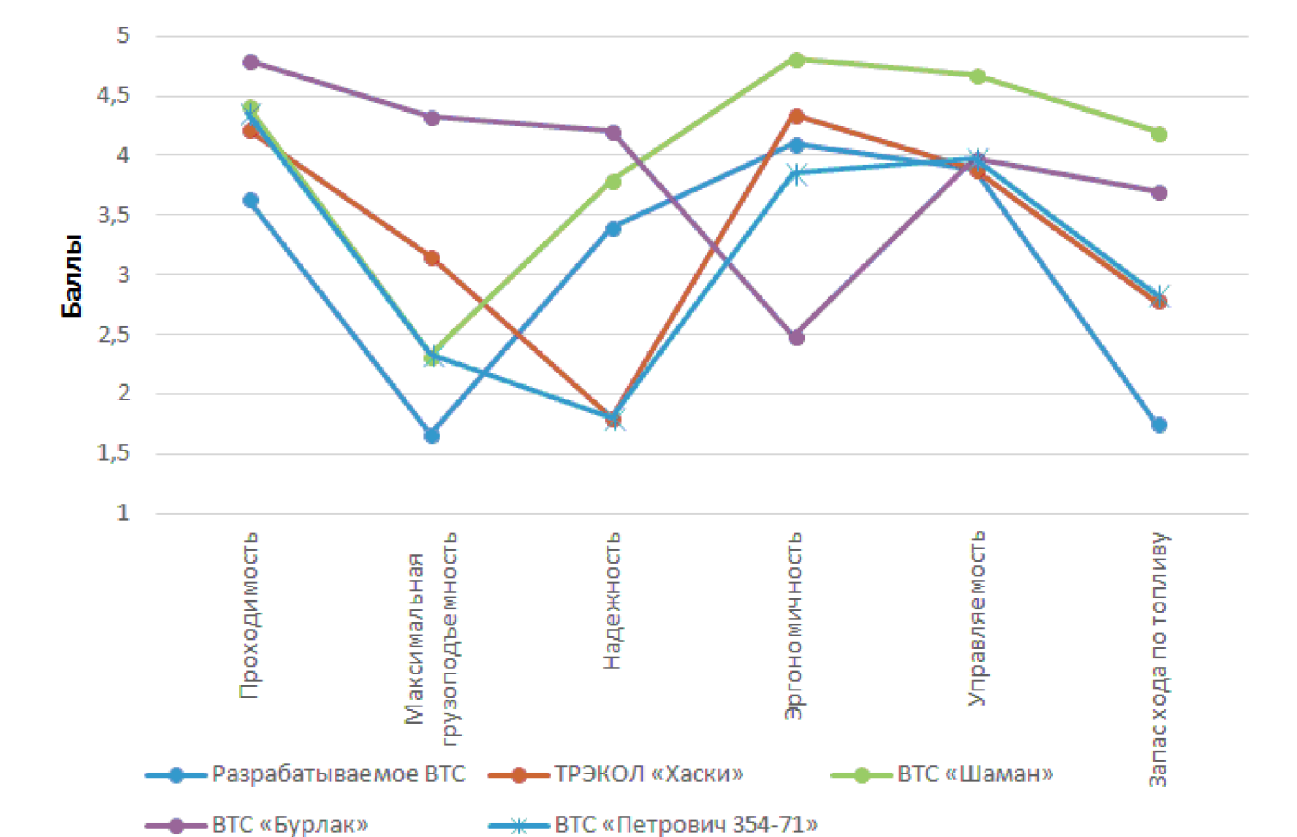
Двигатель	
Тип двигателя	Дизельный
Рабочий объем, л	2,8
Максимальная мощность (л.с.)	150
Максимальный крутящий момент (Н·м при об/мин)	360/1800
Тип нагнетателя	Турбина
Кузов	
Длина, мм	7500
Ширина, мм	2800
Высота, мм	3200
Колея, мм	2040
Дорожный просвет, мм	480
Количество мест	1+15
Масса	
Снаряженная масса, кг	4000
Полная масса, кг	7000
Трансмиссия	
Тип коробки передач	Механическая, 5-ступенчатая
Колесная формула	6x6
Подвеска	
Тип подвески	Независимая двухрычажная
Динамическая характеристика	
Максимальная скорость, км/ч	60
Расход топлива	
Объем топливного бака, л	200
Расход топлива, л/100 км	20
Запас хода по топливу, км	1000
Общие данные	
Цена, руб.	4 500 000

Двигатель	
Тип двигателя	Дизельный
Рабочий объем, л	2,5
Максимальная мощность (л.с.)	100
Максимальный крутящий момент (Н·м при об/мин)	230/2000
Тип нагнетателя	Турбина
Кузов	
Длина, мм	6340
Ширина, мм	2670
Высота, мм	2650
Колея, мм	1800
Дорожный просвет, мм	700
Количество мест	1+8
Масса	
Снаряженная масса, кг	1000
Полная масса, кг	2500
Трансмиссия	
Тип коробки передач	Механическая, 5-ступенчатая
Колесная формула	6x6
Подвеска	
Тип подвески	Независимая двухрычажная
Динамическая характеристика	
Максимальная скорость, км/ч	60
Расход топлива	
Объем топливного бака, л	300
Расход топлива, л/100 км	32
Запас хода по топливу, км	938
Общие данные	
Цена, руб.	3 650 000

Двигатель	
Тип двигателя	Дизельный
Рабочий объем, л	3
Максимальная мощность (л.с.)	146
Максимальный крутящий момент (Н·м при об/мин)	400/2570
Тип нагнетателя	Турбина
Кузов	
Длина, мм	5920
Ширина, мм	2550
Высота, мм	2850
Колея, мм	1880
Дорожный просвет, мм	388
Количество мест	1+8
Масса	
Снаряженная масса, кг	2500
Полная масса, кг	3500
Трансмиссия	
Тип коробки передач	Механическая, 6-ступенчатая
Колесная формула	6x6
Подвеска	
Тип подвески	Зависимая на полуэллиптических рессорах
Динамическая характеристика	
Максимальная скорость, км/ч	70
Расход топлива	
Объем топливного бака, л	120
Расход топлива, л/100 км	14
Запас хода по топливу, км	857
Общие данные	
Цена, руб.	4 188 595



Экспертная балльная оценка показателей качества



Выпускная квалификационная работа

Оценка конкурентноспособности проектируемого изделия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Ланьшин					-	-
Пров.	Скворцов				Лист	Листов	1
Т.контр.					МГТУ им. Н.Э. Баумана		
Нач.отд.							
Н.контр.							
Утв.							

Копировал

Формат А1