


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автотракторный факультет  
Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

  
(подпись)

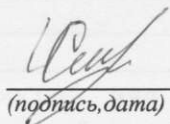
«08» 06 2020г.

РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Гидравлический привод рулевого управления шестиосного шасси с нагрузкой  
на управляемую ось 10 тонн»  
(наименование темы)

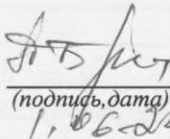
Специальность 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и  
технологических машин»

Обучающийся  
группы 10105115

  
(подпись, дата)

И.И. Степуть  
(инициалы и фамилия)

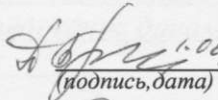
Руководитель

  
(подпись, дата)  
1.06.2020

П.Р. Бартош, к.т.н., доцент  
(инициалы и фамилия)

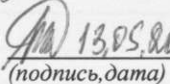
Консультанты по разделам:

конструкторская часть  
(наименование раздела)

  
(подпись, дата)  
1.06.2020

П.Р. Бартош, к.т.н., доцент  
(инициалы и фамилия)

технологическая часть  
(наименование раздела)

  
(подпись, дата)  
13.05.20

Ю.В. Синькевич, д.т.н., профессор  
(инициалы и фамилия)

экономическая часть  
(наименование раздела)

  
(подпись, дата)  
29.05.20

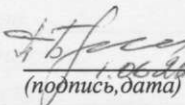
Г.Л. Якубовская, ст. преподаватель  
(инициалы и фамилия)

охрана труда  
(наименование раздела)

  
(подпись, дата)  
22.04.20

Ю.Н. Фасевич, ст. преподаватель  
(инициалы и фамилия)

Ответственный за  
нормоконтроль

  
(подпись, дата)  
1.06.2020

П.Р. Бартош, к.т.н., доцент  
(инициалы и фамилия)

Объём проекта:

расчётно-пояснительная записка - 175 страниц;

графическая часть - 10 листов;

магнитные (цифровые носители) - \_\_\_\_\_ единиц.

Минск 2020

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 175 с., 34 рис., 33 табл., 37 источников, 2 прил.

ШЕСТИОСНОЕ ШАССИ, СИСТЕМА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ, ГИДРОПРИВОД, СХЕМА, РАСЧЁТЫ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ГИДРОЦИЛИНДР, РУЛЕВОЙ МЕХАНИЗМ, ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ, БЛОК КЛАПАНОВ, ДИНАМИКА, ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПОРШЕНЬ ГИДРОЦИЛИНДРА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ОХРАНА ТРУДА

Объектом разработки является гидропривод системы рулевого управления шестиосного шасси.

Цель проекта – проектирование и выбор основных параметров гидропривода системы рулевого управления шестиосного шасси.

В процессе проектирования проведены обзор и анализ существующих схем и конструкций гидроприводов, проведены выбор и обоснование схемы и узлов проектируемого гидропривода, дано описание его работы. Выполнены расчёты гидроцилиндра, гидрораспределителя рулевого механизма, блока клапанов, выбрана рабочая жидкость, проведен расчёт трубопроводов, проведен расчёт теплового баланса привода, выполнены прочностные расчёты гидроцилиндра и трубопроводов. Составлена математическая модель следящего гидропривода с учётом сжимаемости жидкости, разработан алгоритм и программа расчёта, по результатам расчётов построены графики переходных процессов. Разработан технологический процесс механической обработки поршня гидроцилиндра. На основании внесённых изменений определена себестоимость изготовления проектируемой конструкции, определены годовые затраты при эксплуатации проектируемой и базовой конструкций и рассчитана экономическая эффективность проектного решения в производстве и эксплуатации. Система разработана в соответствии с требованиями стандартов безопасности труда, санитарных норм, гигиенических нормативов, норм пожарной безопасности.

Областью возможного практического применения является использование результатов при проектировании гидропривода системы рулевого управления шестиосного шасси.

Приведенный в дипломном проекте расчётно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богдан, Н.В. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Пневматические и гидравлические системы. Учеб. пособие / Богдан Н.В. – Минск: Ураджай, 2002. – 426 с.: ил.
2. Гришкевич, А.И. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учеб. пособие для вузов / Гришкевич А.И. – Минск: Высшая школа, 1987. – 200 с.
3. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский, П.А. Соломатин. – М.: Машиностроение, 1987. – 176 с.: ил.
4. Автомобили МАЗ 651608, 6516А8, 6516А9, 6516В9, 651669, 6516V8. Руководство по эксплуатации 651608-3902002 РЭ. – Минск: «МАЗ», 2012. – 140 с.
5. Шасси колесные МЗКТ-7003-10-20. Руководство по эксплуатации 70003-0000010 РЭ. – Минск: «МЗКТ», 2015. – 142 с.
6. Автушко, В.П. Дипломное проектирование. Методические рекомендации для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / В.П. Автушко, П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич. – Мн.: БНТУ, 2006. – 73 с.
7. Сафонов, А.И. Объёмные гидро- и пневмомашин: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / Сафонов А.И., Жилевич М.И. – Минск: БНТУ, 2010. – 52 с.
8. Насосы шестеренные НШ.  
[[https://tau-rus.com/nasos\\_NSH](https://tau-rus.com/nasos_NSH)].
9. Кишкевич, П.Н. Статический и динамический расчёт гидро- и пневмораспределителей. Учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / Кишкевич П.Н., Жилевич М.И., Бартош П.Р. – Минск: БНТУ, 2012. – 82 с.
10. Бартош, П.Р. Расчёт предохранительных клапанов: учебно-методическое пособие по дисциплине «Средства гидропневмоавтоматики» для студентов специальности Т.05.11 – «Гидропневмосистемы транспортных и технологических машин» (дневная и заочная форма обучения) / Бартош П.Р., Кишкевич П.Н. – Минск: БГПА, 2001. – 60 с.
11. Автушко, В.П. Методические указания по выполнению динамического расчёта гидро- и пневмоприводов в дипломном и курсовом проектировании по дисциплинам «Теория и проектирование гидропневмоприводов» и

«Теория и проектирование гидropневмосистем»/ Автушко В.П., Жилевич М.И., Кишкевич П.Н. – Минск: БГПА, 1996. – 43 с.

12. Бабук, В.В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Бабук В.В., Шкред В.А. – Минск: Высшая школа, 1983 – 255 с.

13. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский. – М.: Машиностроение, 1972 – 408 с.

14. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. – Минск: Высшая школа, 1983 – 255 с.

15. Якубовская, Т.Л. Оценка экономической эффективности проектных решений. Методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта и курсовой работы для студентов специальности 1-36 01 07 Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин / Т.Л. Якубовская. – Минск: БНТУ, 2014. – 45 с.

16. Еремеева, Н. В. Конкурентоспособность товаров и услуг / Н. В. Еремеева. – М.: Колос-С, 2006. – 192 с.

17. Гайнутдинов Э.М., Поддерегина Л.И. Оценка конкурентоспособности проектируемых конструкций: Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта и курсовой работы для студентов специальности 15.02 – «Автомобилестроение и тракторостроение». – Мн.: БГПА, 1995.

18. Новицкий Н.И. Организация и планирование производства: Практикум/Н.И. Новицкий. – Мн.: Новое знание, 2004. – 256 с.

19. Сборника норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобили и тракторную технику Республики Беларусь.

20. ТКП 299-2011 (02190). Автомобильные шины. Нормы и правила обслуживания.

21. ТКП 248-2010 (02190). Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения.

22. Фильтр сливной SOFIMA с датчиком загрязнённости.

[[http://www.sofima-hyd.com/pdf/MRH\\_E.pdf](http://www.sofima-hyd.com/pdf/MRH_E.pdf)]

23. Лазаренков, А.М. Пособие к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах для студентов-дипломников автотракторного факультета / Лазаренков А.М., Фасевич Ю.Н. – Минск: БНТУ, 2018. – 47 с.

24. Вершина, Г.А. Охрана труда: учебник / Вершина Г.А., Лазаренков А.М. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 512 с.

25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

26. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения РБ от 11 октября 2017 г. № 92; с дополнением, утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения РБ от 22 декабря 2017 г. № 112.

27. Санитарные нормы и правила «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», Гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26 декабря 2013 г. № 132, с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15 апреля 2016 г. № 57.

28. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»: СанПиН от 16.11.2011 № 115 – Введ. 01.01.12. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2011. – 22 с.

29. Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», Гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33, с изменениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2015 г. № 136.

30. ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 110 с.

31. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (с изм. от 1.01.2019 г.).

32. Лазаренков, А.М. Учебное пособие «Пожарная безопасность» по дисциплине «Охрана труда» / Лазаренков А.М., Фасевич Ю.Н. – Минск: БНТУ, 2019 – 125 с.

33. ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь, утв. постановлением МЧС РБ от 14.03.2014 г. № 3 (в ред. от 14.02.2017 г. № 5).

34. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 15.04.2013. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям РБ, 2013. – 58 с. (с изм. Постановлением МЧС РБ от 27 марта 2015 г. № 13).

35. ТКП 336-2011. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций (с изм. от 26.09.2018 № 239).

36. ТКП 295-2011 (02300). Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям РБ, 2010. – 20 с. Введен в действие постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям от 08.02.2011 г. №13 (с изм. от 18.10.2016 №63).

37. ТКП 45-2.02-315-2018 (33020). Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. – Минск: Введен в действие приказом министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14.02.2018 №41.