

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автотракторный факультет  
Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

А. И. Бобровник  
(подпись)

«12» 05 2019г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Гидропривод тормозной системы трелевочной машины»

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

Обучающийся  
группы 10105114

Дубаневич Е.А.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Руководитель

Кишкевич П.Н., к.т.н., доцент  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Консультанты по разделам:

конструкторская часть  
(наименование раздела)

Кишкевич П.Н., к.т.н., доцент  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

технологическая часть  
(наименование раздела)

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

экономическая часть  
(наименование раздела)

Т.Л. Якубовская, ст.преподаватель  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

охрана труда  
(наименование раздела)

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

Ответственный за  
нормоконтроль

Кишкевич П.Н., к.т.н., доцент  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 155 страниц;

графическая часть - 9 листов;

магнитные (цифровые носители) - 1 единиц.

Минск 2019

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 155 с., 37 рис., 27 табл., 37 источников

ТРЕЛЕВОЧНАЯ МАШИНА, ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА, ГИДРОПРИВОД, СХЕМА, РАСЧЁТЫ, ТОРМОЗНОЙ МЕХАНИЗМ, ГИДРОЦИЛИНДР, ТОРМОЗНОЙ КРАН, НАПОРНЫЙ ФИЛЬТР, ЗОЛОТНИК, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ, ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ОХРАНА ТРУДА

Объектом разработки является гидропривод тормозной системы трелевочной машины.

Цель проекта – проектирование гидропривода тормозной системы трелевочной машины.

В процессе проектирования произведен обзор и анализ существующих схем и конструкций тормозных гидроприводов, проведен выбор и обоснование схемы и узлов проектируемого тормозного гидропривода, приведено описание его работы. Выполнен расчет колесного тормозного механизма, тормозного крана, напорного фильтра, выбрана рабочая жидкость, рассчитаны диаметры трубопроводов, выполнен тепловой расчет привода. Составлена математическая модель гидропривода с учётом сжимаемости жидкости, разработан алгоритм и программа расчёта, по результатам расчётов построены графики переходных процессов. Разработан технологический процесс изготовления стакана тормозного крана. 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 техники безопасности, санитарных норм, гигиенических нормативов, норм пожарной безопасности.

Областью возможного практического применения является использование при проектировании трелевочных машин с гидравлическим тормозным приводом.

Студент-дипломник подтверждает, что 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. Погрузчик универсальный АМКОДОР 320М. Руководство по эксплуатации 320М.00.00.000РЭ / О.Д. Васильев, А.В. Гракович и др. – Мн.: ОАО «АМКОДОР» - управляющая компания холдинга», 2014. – 222 с.
2. Автопогрузчик вилочный АМКОДОР 451А. Руководство по эксплуатации 451А.00.00.000РЭ / А.В. Гракович, Л.Л. Гуменников и др. – Мн.: ОАО «АМКОДОР» - управляющая компания холдинга», 2011. – 182 с.
3. Фронтальные погрузчики БелАЗ-7822, БелАЗ-78221. Руководство по эксплуатации 7822-3902015РЭ / ОАО «БелАЗ». – Республика Беларусь: ОАО «БелАЗ», 2017. – 193 с.
4. Автомобили: Машины большой единичной мощности: Учеб. Пособие/М.С. Высоцкий, А.И. Гришкевич и др.; Под ред. М.С. Высоцкого, А.И. Гришкевича. – Мн.: Выш. шк., 1988 – 60 с.
5. Карьерный самосвал БелАЗ-7555. Руководство по эксплуатации 7555.00.00.000РЭ / ОАО «БелАЗ». – Жодино: ОАО «БелАЗ», 2011. – 175 с.
6. Форвардер АМКОДОР 2661. Руководство по эксплуатации 2661.00.00.000 РЭ / Г.М. Вашкевич, А.А. Герман и др. – Мн.: ОАО «АМКОДОР» - управляющая компания холдинга», 2016. – 209 с.
7. Машина трелевочная АМКОДОР 2242В. Руководство по эксплуатации 2242В.00.00.000РЭ / Г.М. Вашкевич, А.А. Герман, Л.В. Кондратчик, М.Б. Красик, П.В. Москаленко, С.В. Полещук, Л.А. Самущенко – Мн.: ОАО «Амкодор»-управляющая компания холдинга», 2016. – 189 с.
8. Метлюк, Н.Ф. Проектирование автомобилей (раздел «Тормозные системы»). Учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию / Метлюк Н.Ф., Автушко В.П., Палазова В.В. – Минск: БПИ, 1978 – 54с.
9. Васильченко, В. Выбор и применение рабочей жидкости для мобильных машин с гидроприводом / В. Васильченко, канд. техн. наук. Основные средства №8, 2006.  
[<https://os1.ru/article/7181-vybor-i-primeneniye-rabochey-jidkosti-dlya-mobilnyh-mashin-s-gidroprivodom>].
10. 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.
11. 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.

12. Башта, Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Башта Т.М. – М.: Машиностроение, 1972. – 320 с.

13. 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) / П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич. – Мн.: БГПА, 2001. – 60 с.

14. Автушко, В.П. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплинам «Теория и проектирование гидропневмоприводов» и «Теория и проектирование гидропневмосистем» для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / Автушко В.П., Бартош П.Р., Жилевич М.И., Кишкевич П.Н., Сафонов А.И. – Минск: БНТУ, 2010. – 65 с.

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

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

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

18. 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.

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

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

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

22. Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобили и тракторную технику Республики Беларусь.

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

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

25. Фильтр сливной с перепускным клапаном серии KTS. [[http://www. agrofilter.by/filter/702546](http://www.agrofilter.by/filter/702546)]

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

27. 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 Республики Беларусь от 11 октября 2017 № 92; с дополнением, утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2017 г. № 112

28. ГОСТ 12.2.009-99 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

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. Правила по обеспечению безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.01.2016г. № 7.

31. ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний.

32. 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.

33. 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.

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

35. ГОСТ 12.2.086-83. ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации.

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

37. Лазаренков А.М., Фасевич Ю.Н. Курс лекций по дисциплине «Охрана труда». [Электронное учебное пособие]. – Минск: БНТУ, 2019г. – 174с.