

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»
Машиностроительный факультет

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

Материалы
I студенческой конференции

Гомель, 9 января 2025 года

Гомель 2025

УДК 658.512.011.56(042.3)

ББК 30.2

T67

Рецензент: д-р техн. наук, доц. *В. В. Пинчук*

Редакционная коллегия

А. Б. Невзорова (заведующий кафедрой НГРиГПА, д-р техн. наук, профессор)

Ю. А. Андреевец (старший преподаватель кафедры НГРиГПА, магистр)

T67 3D-моделирование гидропневмосистем : материалы I студенческой конференции, Гомель, 9 янв. 2025 г. [Электронный ресурс] / под общ. ред. А. Б. Невзоровой. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – 46 с.

Содержит результаты проектных решений студентов 5 курса специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» с разработанными 3D-моделями элементов гидросистем.

Для широкого круга читателей.

УДК 658.512.011.56(042.3)

ББК 30.2

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Шашков В.С. АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ СОСТАВНОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА	4
Кашперко В.Д. АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ГИДРОСИСТЕМЫ СТАНЦИИ ОТ ОБВОДНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ	7
Кулешов В.О. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ГИДРОСИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА	9
Коженков В.М. 3D МОДЕЛИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ЗАДВИЖЕК ТИПА ЗМС 65-350	11
Новик И.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА “БЕЛАРУС”	14
Пальчун А.И. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КЛАПАНА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО	18
Горбов Р.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОСТАНЦИИ ДЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА	22
Копылович И.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПРЕССА УСИЛИЕМ 200 кН ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕССОВЫХ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ ТЕЛЕЖЕК ТЕПЛОВОЗОВ.....	25
Лапотько В.В. РАЗРАБОТКА ГИДРОСИСТЕМЫ ЖАТКИ ТРАНСПОРТЕРНОЙ ЖТУ-12 С ГИБКИМ РЕЖУЩИМ АППАРАТОМ	27
Янкович Д.М. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОЧАТКОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	30
Клыч Е.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОНКОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОСИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА	33
Ничипоренко В.К. РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ГИДРОСТАНЦИЙ	36
Мишко А.Ю. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНОГО АГРЕГАТА КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВОЧНОГО СТАНКА.....	39
Голубчикова Е.М. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА КОМБАЙНА	42

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ СОСТАВНОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

ШАШКОВ В.С.

*Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроннеавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь*

Аннотация: В данной работе представлен алгоритм проектирования устройства для запрессовки составного зубчатого колеса, который используется в механизмах подвижного состава, таких как тепловозы. Запрессовка зубчатого колеса — это ключевая операция, которая играет важную роль в обеспечении надежности и долговечности работы механизмов. Правильное исполнение данного процесса обеспечивает высокую точность установки и предотвращает преждевременный износ деталей.

Ключевые слова: запрессовка зубчатого колеса, устройство для запрессовки, проектирование механизма, инженерные вычисления.

Введение. Запрессовка зубчатого колеса и ступицы колёсной пары является важным производственным процессом в машиностроении, особенно в области подвижного состава [1], где надежность и долговечность механизмов играют ключевую роль [2]. Сложность и ответственность этого процесса обусловлены тем, что неправильная установка зубчатого колеса может привести к значительным проблемам, таким как повышенный износ, шум, вибрации и даже поломки, что в свою очередь может сказаться на безопасности эксплуатации тепловозов и других транспортных средств [3–5].

Для обеспечения высокого качества запрессовки необходимы специальные устройства, которые обеспечивают точность и равномерность усилий, применяемых при монтаже. Проектирование таких устройств требует учета множества факторов, включая механические свойства материалов, конструктивные особенности зубчатых колес и ступиц, а также условия эксплуатационного применения [6,7].

Цель работы – спроектировать устройство для сборки составного зубчатого колеса и ступицы колёсной пары тепловоза ТЭП и определить условия эксплуатации гидросистемы и требования, предъявляемые к условиям запрессовки зубчатых колёс (усилия и точности).

Объект исследований – устройство для запрессовки составного зубчатого колеса.

На рисунке 1 представлена разработанная принципиальная схема устройства, которое обеспечивает необходимый цикл процесса запрессовки.

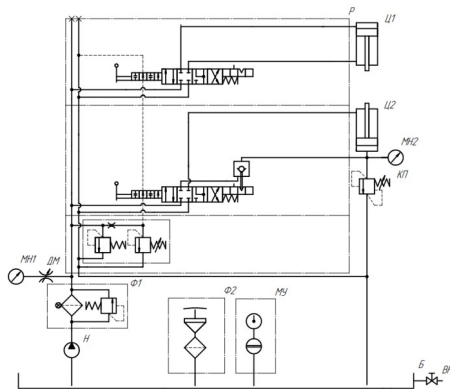


Рисунок 1 – Схема гидравлическая принципиальная

Результаты и их обсуждение

Алгоритм проектирования устройства выглядит следующим образом:

Первым этапом проектирования является определение условий эксплуатации, необходимых скоростей штока цилиндра, усилий, создаваемых цилиндрами.

Вторым этапом является проектирование принципиальной гидравлической системы, обеспечивающая необходимый цикл работы. В данном случае, в первую очередь происходит фиксации детали, а затем запрессовка.

Третий этап – расчёт и выбор гидроцилиндров. Определение необходимых давлений для создания заданных усилий, а также расход для создания заданных скоростей и давление в системе в целом.

Четвёртым этапом является выбор насоса для создания требуемого расхода и давления, выбор электродвигателя и соединительной муфты.

Пятым этапом является выбор основной и вспомогательной аппаратуры. Выбор аппаратуры осуществляется по требуемым давлениям и расходам, а также совместимость диаметров условного прохода.

Шестым этапом является расчёт условных диаметров трубопровода для соединения гидроаппаратов между собой и исполнительными органами.

Заключительным седьмым этапом, является проверочный расчёт гидропривода устройства, определение его КПД.

На рисунке 2 приведена 3D-Модель устройства для запрессовки составного зубчатого колеса.

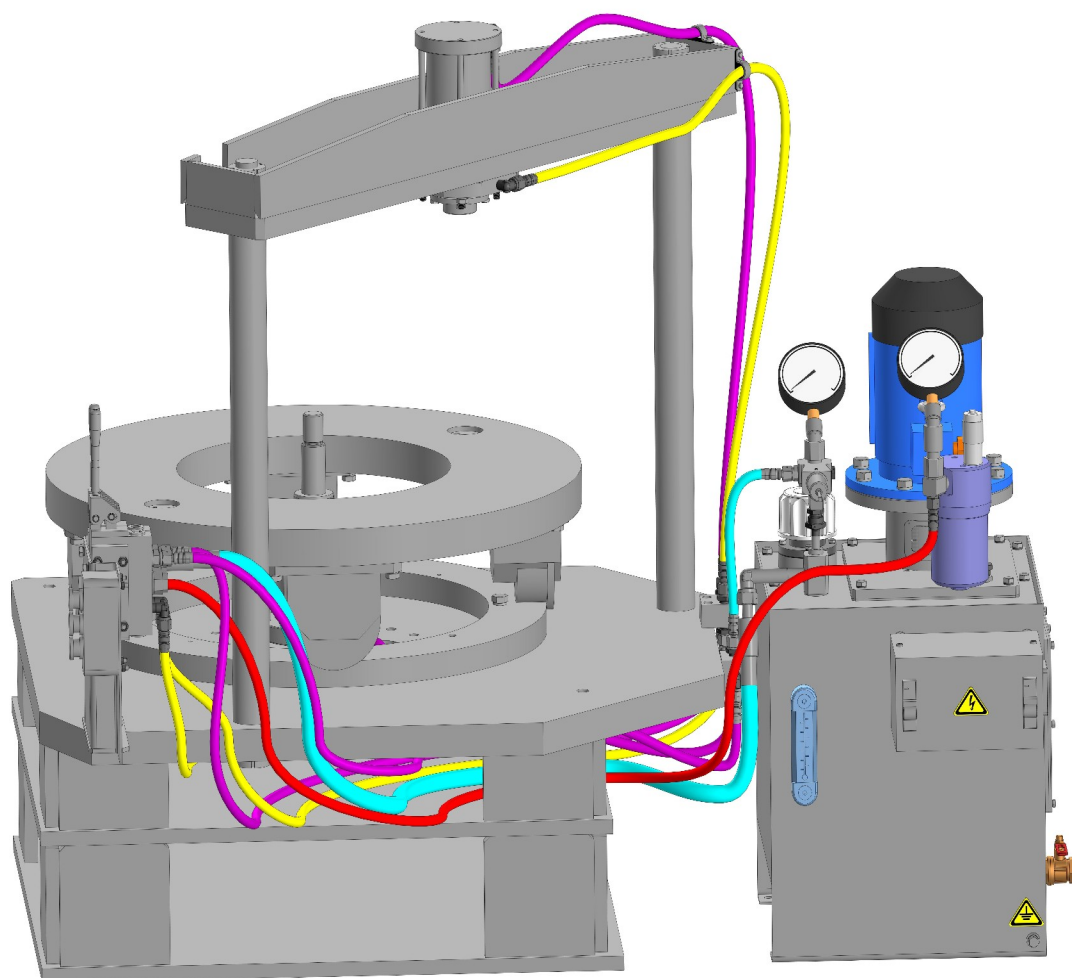


Рисунок 2 – 3D-модель устройства для запрессовки составного зубчатого колеса

Заключение

В ходе проведенного исследования был разработан алгоритм проектирования устройства для запрессовки составного зубчатого колеса, который представляет собой важный этап в обеспечении надежности и долговечности механизмов подвижного состава. Разработанный алгоритм включает в себя последовательные этапы, начиная с анализа условий эксплуатации и требований к усилиям, выбора методов запрессовки и заканчивая проектированием и расчетом силовых параметров устройства. Основное внимание уделяется созданию необходимых усилий и предотвращающего деформацию деталей в процессе монтажа.

Благодарность

Выражаю признательность профессору д.т.н. Невзоровой А.Б. и старшему преподавателю, магистру Андреевцу Ю.А. за консультацию и помощь при анализе результатов проектирования и подготовке данной работы.

Список литературы

1. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путьято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.
2. Невзорова А.Б. Комплексное восстановление деталей подшипниковых узлов. – Ремонт, восстановление, модернизация, 2003. – № 4. –С. 32–35.
3. Путьято А.В. Совершенствование элементов конструкций вагона-цистерны с учетом взаимодействия с перевозимым жидким грузом. – Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2010. – №1. – С. 113–122.
4. Путьято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путьято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
5. Сенько В.А., Путьято А.В. Оценка воздействия перевозимых сыпучих грузов на кузова вагонов / А.В. Сенько, А.В. Путьято. – Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – 2009. – № 30. – С. 214–222.
6. Андреевец Ю. А., Шмырев Д. О. Снижение затрат на производство и эксплуатацию гидросистемы при повышении качества очистки рабочих жидкостей // Современные проблемы машиноведения: материалы XII Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 50-52.
7. Лаевский Д.В. Закономерности течения потока жидкости и действие гидродинамических сил на золотниках пропорционального гидрораспределителя/ Д.В. Лаевский, Д.Л. Стасенко, Ю.А. Андреевец// Современные проблемы гидропневмосистем машин: сборник докладов Междун. научн-практ конференции. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 63–71.

АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ГИДРОСИСТЕМЫ СТАНЦИИ ОТ ОБВОДНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

КАШПЕРКО В.Д.

*Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь*

Аннотация: изучены способы и меры защиты от обводнения рабочей жидкости гидросистемы станции. Надежность и долговечность гидросистемы напрямую зависит от качества рабочей жидкости станции. Важной необходимостью является поддержание качества рабочей жидкости системы, следуя этому, были предприняты разные меры, которые обеспечивают защиту от образования разного рода эмульсий и связанных с ними последствий. Регулярный контроль состояния рабочей жидкости предоставляет возможность в быстром порядке предпринять меры по устранению обводнения рабочей жидкости системы.

Ключевые слова: гидросистема, рабочая жидкость, гидростанция, эмульсия, обводнение масла, антикоррозионные присадки.

Введение

Правильная и качественная очистка рабочей жидкости является залогом долгой и безотказной работы гидравлической системы [1]. Рабочая жидкость гидростанции — это специальная жидкость, используемая в гидравлических системах для передачи энергии, смазки и охлаждения [2, 3]. Она играет важную роль в функционировании гидравлических устройств, таких как насосы, цилиндры и гидроаппаратура [4]. При эксплуатации гидросистемы в реальных условиях, при большой разнице температур рабочей жидкости и окружающей среды могут образовываться эмульсии, которые являются следствием обводнения рабочей жидкости (гидравлического масла). Из этого следует ухудшение работоспособности системы, что в конечном итоге негативно влияет на долговечность гидростанции [5, 6].

Цель работы – произвести анализ защиты гидросистемы станции от обводнения рабочей жидкости и выявить необходимые и результативные меры по устранению образования различного рода эмульсий в гидравлической жидкости.

Результаты и их обсуждение

Гидростанция привода для плавного подъема и опускания зеркала и качания рамы отражателя работает на чистом минеральном масле при температуре от минус 10° до плюс 55°С при температуре окружающего воздуха от минус 40° до плюс 40°С. Следовательно, при эксплуатации существует большой риск возникновения обводнения рабочей жидкости.

Вода пресная, обычно попадает в масло гидравлической системы через не герметичные водяные маслоохладители, уплотнения гидроцилиндров, а также в результате конденсации на стенках бака.

Обводнение масла нередко сопровождается образованием эмульсии, существенно снижающей его смазывающую способность; возникает опасность коррозионного повреждения частей гидравлической станции. Вода в масле также провоцирует его бактериальное заражение.

Принимаются все возможные меры для предотвращения попадания воды в масло. Содержание в масле воды не должно превышать 0,5% на протяжении всей его службы. С увеличением содержания воды должны быть приняты все доступные меры для ее удаления. При небольшом обводнении своевременное выявление и устранение протечек воды, и обычно практикуемая сепарация могут дать желаемый эффект. Для очистки масла от большого количества воды все находящееся в системе масло рекомендуется перекачать в

отдельную цистерну, где оно подогревается до 70-75%°C и отстаивается в течении 12-24 часов. После отстаивания масло сепарируется и направляется в бак.

Очистка масла от воды становится невозможной, если масло с водой образовало стойкую, не подвергающуюся отстаиванию, эмульсию. Единственный выход - замена всего масла на свежее. Когда нельзя избежать обводнения масла, применяют масла, содержащие ингибиторы ржавления или присадки — эмульгаторы, вызывающие образование стойкой эмульсии и достаточно прочной масляной пленки на поверхности трения. Действие эмульгаторов основано на обволакивании мелких пузырьков воды пленками масла.

Заключение

Таким образом защита гидросистемы от обводнения рабочей жидкости является важной задачей для обеспечения надежности и эффективности работы станции. Комплексный подход, включающий: добавление в рабочую жидкость антикоррозионных присадок, эмульгаторов – ингибиторов ржавления, а также способы отстаивания рабочей жидкости, сепарации, или же полной замены масла помогут минимизировать риски выхода из строя гидравлических устройств и продлить срок службы оборудования.

Список литературы

1. Андреевец, Ю. А., Шмырев, Д. О. Снижение затрат на производство и эксплуатацию гидросистемы при повышении качества очистки рабочих жидкостей // Современные проблемы машиноведения: материалы XII Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 50-52.
2. Гойдо, М.Е. Проектирование объемных гидроприводов. - М., Машиностроение, 2009. – 304 с.
3. Путято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
4. Пинчук, В. В. Проблема структурного синтеза агрегатно-модульных гидроблоков управления и пути ее решения / В. В. Пинчук // Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал. – 2009. – № 4. – С.53–61.
5. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головки. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.
6. Невзорова, А.Б. Влияние минерального моторного масла на механические характеристики изделий, изготовленных по технологии FDM-печати / А.Б. Невзорова, А.А. Михальченко. – Горная механика и машиностроение. – 2024. – № 2. – С.85–94.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ГИДРОСИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

КУЛЕШОВ В.О.

Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроневмоавтоматики»

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь

Аннотация: *произведено исследование путей проникновения загрязнений в рабочую жидкость при эксплуатации, анализ влияния загрязнений на надежность работы гидросистемы, оценка зазоров в парах трения гидроустройств испытательного стенда, определены меры защиты гидропривода от проникновения загрязнений из окружающего воздуха и выбрана оптимальная система фильтрации.*

Ключевые слова: *загрязнения рабочей жидкости, износ пар трения, безотказность работы гидросистемы*

Введение

Причина повреждения гидравлических устройств при внезапном отказе зависит в первую очередь от геометрии пар трения, условий нагружения, свойств материала и состояния поверхности, свойств рабочей жидкости [1]. Почти во всех случаях важнейшей предпосылкой отказа является наличие в рабочей жидкости твердых частиц либо внесенных в систему извне, либо являющихся продуктами износа [2]. Согласно мировой статистике, 70-80% выходов из строя гидравлических систем вызваны загрязненностью рабочей среды, следовательно, одной из важнейших задач проектирования гидравлических систем является оценка влияния загрязненности рабочей жидкости на надежность работы, выполненная на этапе проектирования [3].

Цель исследования – определить как загрязненность рабочей жидкости влияет на надежность работы гидросистемы и какие возможно предусмотреть меры по увеличению безотказности работы системы.

Результаты и их обсуждение

Для гидропривода, наибольшие потери приносит постепенный отказ, т.е. изнашивание деталей в процессе работы и потеря узлом своих первоначальных параметров до недопустимого уровня. Как правило, изнашивание гидросистем связывается с загрязненностью гидросистемы. Эти загрязнения могут быть в виде твердых, жидких или газообразных включений [1].

Наибольшее влияние на долговечность и надежность гидросистем оказывают твердые механические примеси. Вследствие загрязнения рабочих жидкостей происходит выход из строя около 75 % гидроприводов. При этом частицы, соизмеримые с диаметральной зазором пары трения, с твердостью, превышающей твердость поверхностей (или одной из них), проникают в зазор и заклиниваются в одной из деталей, перекашивая сопряженную деталь. Если в зазоре имеются еще подобные частицы, то движущаяся деталь должна совершать работу по микрорезанию или деформации поверхностного слоя. Эта работа будет совершаться до тех пор, пока деталь не износится или не раздавит заклинившиеся частицы. Если усилия на передвижение малы, то возможен отказ устройства или замедление его движения, что также приводит к нарушению нормального функционирования системы [4].

Экспериментально установлено, что увеличение механических частиц в жидкости на 50 % приводило к снижению производительности системы на 20 %; износ насосов увеличивался на 30 % при наличии химических загрязнителей и на 40 % при механическом загрязнении; при эксплуатации гидросистемы с загрязненной жидкостью наблюдалось увеличение числа отказов системы на 25 %.

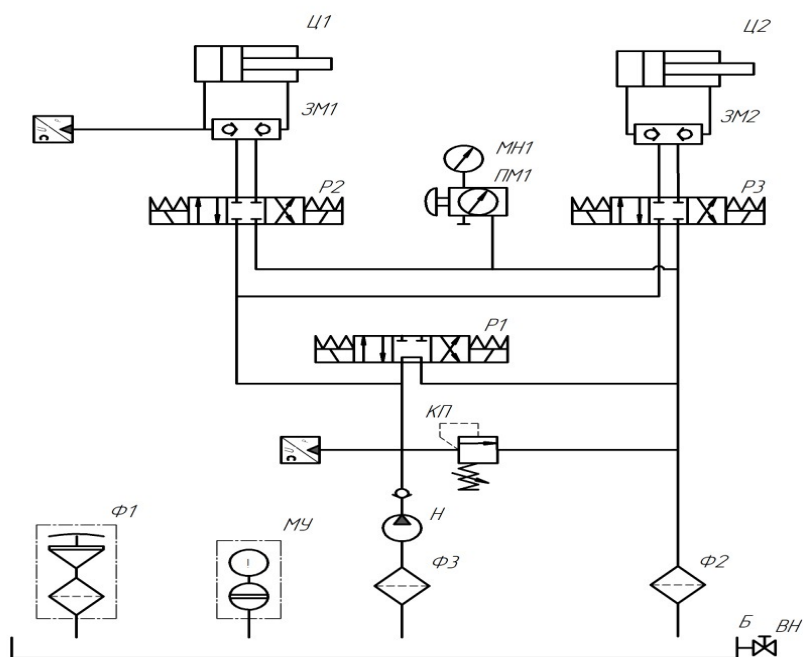


Рисунок 1 – Гидросистема станда для испытания пружин

Заключение

Проектируемая гидравлическая система испытательного станда эксплуатируется в закрытых помещениях, в который поддерживается чистота воздуха и поверхностей [5]. Таким образом минимизируется риск загрязнения из окружающей среды, кроме того, гидростанция станда устанавливается в специальный защитный кожух. При проектировании конструкции гидросистемы применяется эффективная система фильтрации: установка напорного фильтра с тонкостью фильтрации 10 мкм для защиты гидроаппаратов и заливного фильтра для повышения степени очистки рабочей жидкости при вводе гидропривода в эксплуатацию. Так же для повышения надежности рекомендуется: проводить регулярный мониторинг качества рабочей жидкости с помощью портативных приборов оценки загрязненности и обучение персонала правильным методам обслуживания гидросистем. Эти меры помогут снизить риски, связанные с загрязнением рабочей жидкости, и обеспечить стабильную работу гидросистем в испытательных условиях.

Список литературы

1. Гойдо, М.Е. Проектирование объемных гидроприводов. - М., Машиностроение, 2009. – 304 с.
2. Путято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
3. Мицура Д. Ю., Андреевец Ю. А., Стасенко Д. Л. Обоснование эффективности использования сдвоенной насосной установки в гидроприводе прессы / Современные проблемы машиноведения: материалы XII Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого»; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 61-64.
4. Невзорова, А.Б. Автоматизация технологических процессов систем водоснабжения и канализации: учебн.пособие/ А.Б.Невзорова. – Гомель: БелГУТ, 2022. – 151 с.
5. Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. / А. Б. Невзорова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.

3D МОДЕЛИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ЗАДВИЖЕК ТИПА ЗМС 65-350

КОЖЕНКОВ В.М.

*Кафедра «Нефтегазозаботки и гидронневоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь*

Аннотация: Данная работа посвящена разработке стенда для испытания задвижек типа ЗМС 65-350, который будет использоваться для оценки прочностных характеристик и герметичности изделий. Стенд будет оснащен современными системами контроля и автоматизации, что позволит проводить испытания с высокой точностью и в соответствии с международными стандартами.

Ключевые слова: стенд испытательный, прочность, герметичность, задвижка, гидравлические испытания, давление, соединения

Введение

Задвижки ЗМС 65x35 – это шибберные фланцевые задвижки, специально разработанные для эксплуатации в нефтегазовой отрасли [1]. Их основное назначение – это перекрытие потока рабочей среды (нефти или газа) в трубопроводах и устьевой арматуре скважин [2]. Они обеспечивают надежное перекрытие потока рабочей среды в условиях высоких давлений и температур, характерных для нефтегазовой промышленности. Детали запорной арматуры производятся методом литья из различных металлов и сплавов [3,4]. При проверке качества иногда обнаруживаются дефекты в виде трещин, раковин, пор, которые впоследствии влияют на эксплуатационные характеристики [5,6]. Испытания задвижек должно производиться в соответствии с ТУ УК 39-258-94.

Цель работы – разработать 3D модель стенда для испытания задвижек фонтанной арматуры, используемых в нефтедобывающей промышленности, на прочность и герметичность.

Условия для проектирования.

Стенд эксплуатируется в закрытом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 40 °С.

За основу взят Стенд для испытания запорно-регулирующей трубопроводной арматуры Пат. РФ на изобретение №2155946. Стенд работает на минеральном масле, очищенном не грубее 12 класса чистоты по ГОСТ 17216-71, кинематической вязкостью от 20 до 200 мм²/с (сСт) по ГОСТ 20799-75 или ГОСТ 16728-78.

Задвижка ЗМС-65x350 может использоваться в трубопроводах систем водоснабжения и отопления, энергосистемах [7, 8], в коммунальной сфере и нефтегазовой промышленности. Задвижки для использования в энергетических системах рассчитаны на более высокие давления (Р_у), чем в обычных трубопроводах.

Рабочая среда задвижки ЗМС-65x350 - вода пресная, вода сточная промышленная с содержанием механических примесей не более 0,5% с размерами. Для изготовления корпуса используется сталь 20ГНМФЛ. Максимальная рабочая температура: до +80°С. Присоединение к трубопроводу – фланцевое исполнение 63x35 по РД-26-16-40-89. [1]

Объекты и методы исследования

Исследование устройств на герметичность с помощью жидких или газообразных веществ, изменением степени утечки или увеличения количества жидкости, например с помощью устройств, чувствительных к давлению, испытание трубопроводов и соединений.

Результаты и их обсуждение

Исходные данные:

Условный диаметр испытываемых задвижек 65 мм.

Максимальное давление воды при испытании задвижки 105 МПа.

Гидроцилиндр зажимной: усилие на штоке - 1050 кН; ход поршня - 70 мм; время выдвигения штока гидроцилиндра - 30 с.

Мультипликатор: Ход штока мультипликатора 250 мм.

Время выдвигения штока мультипликатора 60 с.

Параметры насосной установки заполнения:

Производительность 2 м³/ч.

Напор 20 м.

Вид климатического исполнения от +10 до +40 °С.

Стенд включает в себя. 1) Раму стенда – прочная металлическая конструкция, обеспечивающая устойчивость и надежность при проведении испытаний. 2) Крепежные элементы – специальные устройства для надежного крепления задвижек на стенде, предотвращающие их движение во время испытаний. 3) Систему подачи рабочей среды, насосы для подачи жидкости или газа в систему, трубопроводы и соединительные элементы для подключения к задвижке. 4) Контроль давления, манометры для измерения давления в системе, датчики, фиксирующие изменение давления и позволяющие контролировать его в реальном времени. 5) Систему управления и автоматизации, контроллеры и программное обеспечение для автоматизации процесса испытаний, панель управления с элементами управления и индикации состояния системы [9].

Эти компоненты совместно обеспечивают эффективное и безопасное проведение испытаний на прочность и герметичность задвижек типа ЗМС 65-350, позволяя выявлять возможные дефекты и гарантировать качество продукции перед ее эксплуатацией.

Для разработки стенда подобрал насос и электродвигатель, разработал специальный гидроцилиндр и мультипликатор, спроектировал гидробак объемом 100 л, на котором установлен гидравлический блок с основными и вспомогательными гидроаппаратами, разработал трубопроводы для подвода жидкости к основным элементам гидростанции. Разработал 2D и 3D чертежи всех элементов стенда.

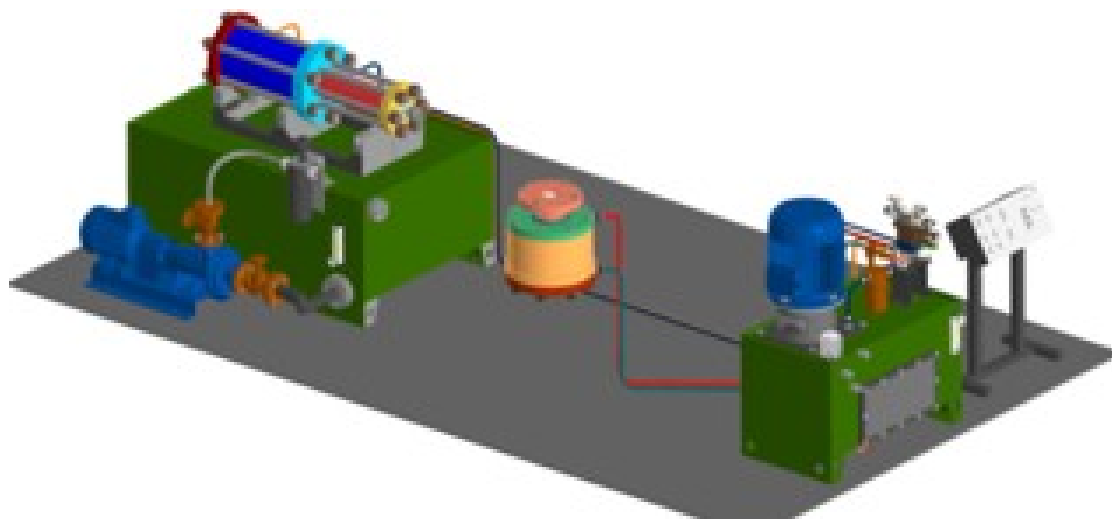


Рисунок 1 – Стенд для испытания на прочность и герметичность задвижек типа ЗМС 65-350

Описание работы стенда: масло из гидробака Б1 насосом Н1 подаётся через фильтр Ф1 к предохранительному клапану КП1, манометру МН1, реле давления РД и далее к редукционному клапану КР и распределителю Р1, управляющему зажимным цилиндром Ц. В поршневой полости гидроцилиндра Ц установлены гидрозамок ГЗМ, обеспечивающий давление зажима при отключённой подаче масла, и манометр МН3, по которому контролируется давление зажима.

В штоковой полости гидроцилиндра Ц установлен предохранительный клапан КП2, защищающий от перегрузки крышку цилиндра Ц.

После редукционного клапана КР масло попадает в гидрораспределитель Р2, управляющий гидроцилиндром низкого давления мультипликатора МЛТ.

В поршневой полости гидроцилиндра низкого давления мультипликатора МЛТ установлен манометр МН4, по которому контролируют возврат мультипликатора в исходное положение-ВНИЗ.

Вода из гидробака Б2 насосом Н2 через дроссель ДР попадает в испытываемую задвижку через фильтр Ф2 в цилиндр высокого давления мультипликатора МЛТ. В этой же линии после дросселя ДР находится манометр МН2, по которому контролируется давление воды в испытываемой задвижке.

Заключение

Таким образом, разработанный стенд для испытания задвижек типа ЗМС 65-350 обеспечивает высокую точность и надежность тестирования, что позволяет гарантировать качество и долговечность продукции перед ее эксплуатацией.

Список литературы

1. Андреев, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреев, Ю. В. Сериков, И. Н. Головкин. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.

2. Путято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.

3. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.

4. Петришин, Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. ПЕТРИШИН. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.

5. Петришин, Г.В. Метод обеспечения износостойкости лопаток лопастных смесителей / Г.В. Петришин, В.М. Быстренков, В.И. Одарченко./ Литьё и металлургия. – 2019. – №2. – С. 32–35.

6. Невзорова А.Б. Комплексное восстановление деталей подшипниковых узлов. – Ремонт, восстановление, модернизация, 2003. – № 4. –С. 32–35.

7. Невзорова, А.Б. Автоматизация технологических процессов систем водоснабжения и канализации: учебн.пособие/ А.Б. Невзорова. – Гомель: БелГУТ, 2022. – 151 с.

8. Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. / А. Б. Невзорова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.

9. Фролов, В. В. Оптимизация режима работы глубинно-насосного оборудования на основе цифровых моделей / В. В. Фролов, А. В. Серебренников, А. Б. Невзорова // Нефтегазовый инжиниринг. – 2024. – № 1 (1). – С. 33–40.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА “БЕЛАРУС”

НОВИК И.В.

*Кафедра «Нефтегазозаботки и гидропневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь*

Аннотация: *Целью данного проекта является разработка гидропривода рабочих органов для улучшения производительности и надежности гусеничного трактора "Беларус". Проект включает следующие этапы: анализ существующих решений; изучение аналогичных систем гидроприводов, определение их преимуществ и недостатков; определение требований к гидроприводу, включая силу, скорость, точность управления и энергоэффективность; создание математической модели гидропривода, проведение компьютерных симуляций для оценки рабочих характеристик.*

Ключевые слова: *гидропривод, гусеничный трактор, рабочие органы, гидравлическая система.*

Введение

Гусеничные тракторы серии "Беларус" широко используются в сельском хозяйстве и строительстве благодаря своей надежности и универсальности. Однако для повышения производительности и расширения функциональных возможностей требуется разработка эффективного гидропривода рабочих органов [1]. Проектирование гидропривода включает в себя комплекс мероприятий, направленных на создание системы, обеспечивающей оптимальное сочетание мощности, точности и энергоэффективности [2, 3].

В рамках данного проекта особое внимание уделяется анализу существующих решений, моделированию новых конструкций, выбору компонентов и проведению испытаний. Основная цель заключается в повышении надежности и долговечности гидропривода, а также снижении эксплуатационных затрат. Благодаря этому внедрение усовершенствованного гидропривода позволит тракторам "Беларус" сохранять лидирующие позиции на рынке специализированной техники и соответствовать современным требованиям аграрной и строительной отраслей.

Цель работы – произвести анализ гидросистемы тракторов различных моделей и марок и определить наиболее рациональные гидроцилиндры различных типоразмеров и конструкций, используемые в гидросистемах для применения в гидросистеме стенда для испытания на прочность.

Объекты и методы исследования

Гидравлический привод состоит из следующих составных частей: насоса, приводимого в действие от двигателя базовой машины; исполнительного механизма, представляющего собой гидроцилиндр; механизма управления — гидрораспределителя; вспомогательных устройств — гидробака, фильтра, гидролинии.

В гидравлическом приводе вращательное движение вала насоса преобразуется в поступательное движение поршня гидроцилиндра. Энергия передается от насоса к гидроцилиндрам рабочей жидкостью

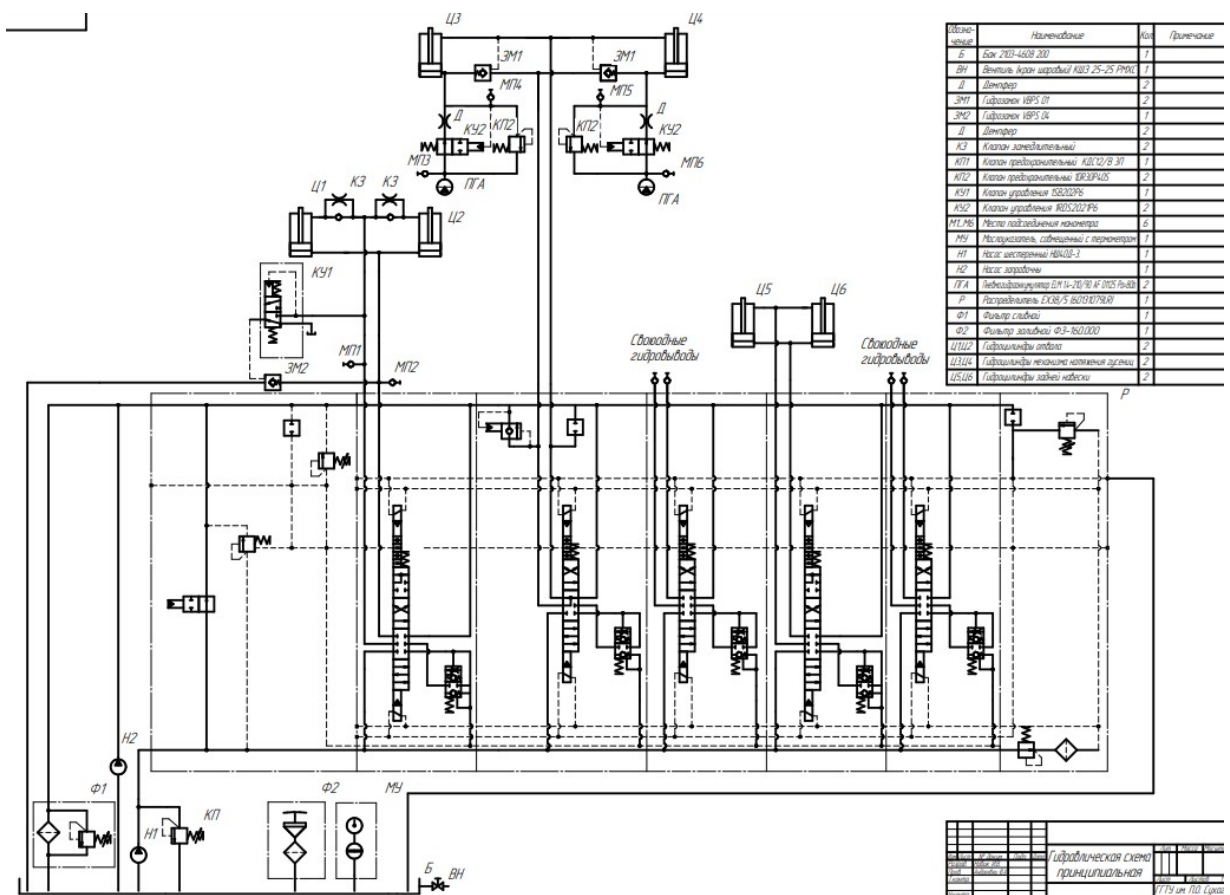


Рисунок 1– Принципиальная гидравлическая схема

Результаты и их обсуждение

В данной работе исследование проводится на разработанной принципиальной схеме испытательного стенда для статических испытаний. В работе используется расчетный метод для выбора цилиндров, насоса, муфты и гидроаппаратов входящих в состав стенда.

На рисунке 1 представлена разработанная принципиальная схема объемного гидропривода и возможные места установки фильтров

По заданному усилию $F = 80,38 \text{ Н}$ и принятому давлению в системе 12 МПа , диаметр цилиндра при поршневой рабочей полости найду по формуле ([10], стр. 11)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{шт}}}{\Delta p_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{Гмех}}^{\text{ц}}}}, \text{ м}^3$$

где $\eta_{\text{мех}} = 0,96$ принимаем для предварительного расчета ([10], стр. 12).

$$\Delta p = (0,85 \dots 0,9) \cdot p_{\text{сис}} = (0,85 \dots 0,9) \cdot 12 \cdot 10^6 = 10,02 \dots 10,08 \cdot 10^6$$

перепад давлений на гидродвигателе, для предварительного расчета принимается на $10 \div 15\%$ меньше номинального давления в системе;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 80,38 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10,08 \cdot 10^6 \cdot 0,96}} = 0,102 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 12447-80 стандартное значение диаметра поршня равным 110 мм .

Определяем диаметр штока по формуле

$$d_{\text{шт}} = D \cdot \sqrt{\frac{\varphi - 1}{\varphi}} \text{ м}$$

где $\varphi = \frac{D^2}{D^2 - d_{шт}^2}$ – коэффициент мультипликации, принимаем 1,6.

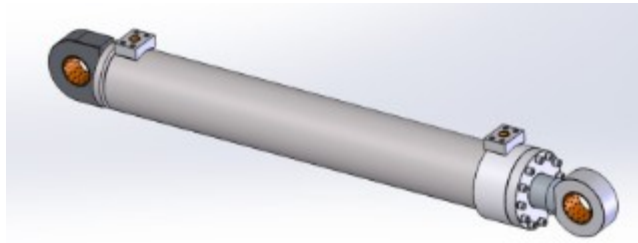


Рисунок 2– Гидроцилиндр отвала

Определяем расход рабочей жидкости при рабочем ходе выходного звена гидроцилиндра при поршневой рабочей полости

$$Q_{при} = v_{при} \cdot S_{Пi}, \text{ м}^3/\text{с (л/мин)},$$

где $S_{Пi} = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4}$ – площадь поршневой полости гидроцилиндра.

Определяем перепад давления на гидроцилиндре при поршневой рабочей полости по формуле

$$\Delta P_{Цi} = \frac{F_{Ви}}{S_{Пi} \cdot \eta_{мехi}^{Ц}}, \text{ МПа},$$

где $\eta_{мехi}^{Ц}$ – механический КПД каждого гидроцилиндра.

Был подобран насос НШ-32 для проектирования агрегата насосного.

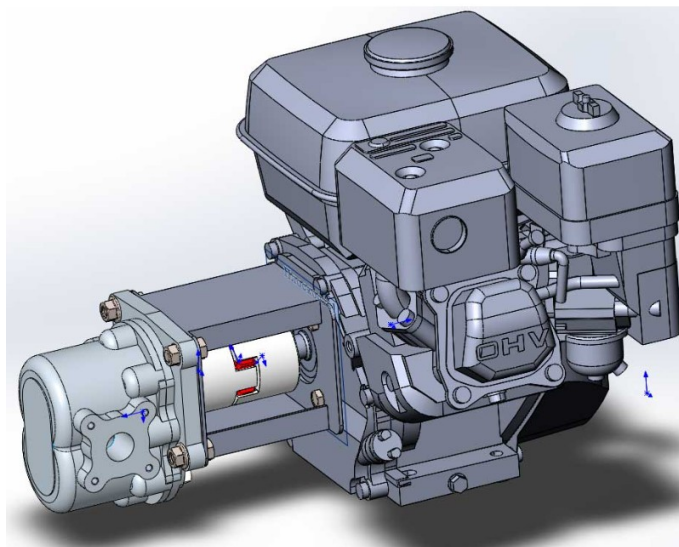


Рисунок 3– Агрегат насосный

Спроектированный гидробак вместимостью W должен соответствовать его основному функциональному назначению: размещению объема рабочей жидкости, необходимого для заполнения гидросистемы, и принимается в 1,5...2 раза больше суммарного внутреннего объема всех элементов гидрпривода, но не менее и не более 1...3 минутной подачи насоса

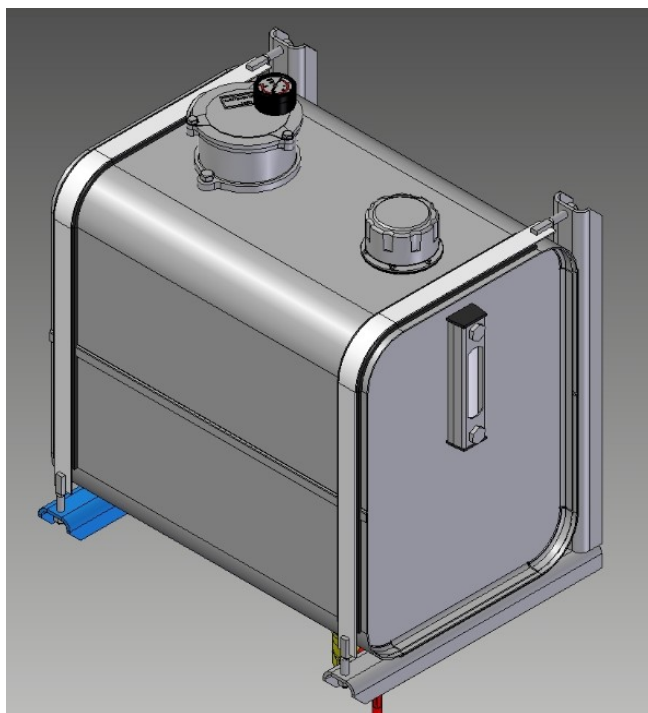


Рисунок 4 – Гидробак

Заключение

В результате проделанной работы, по заданным исходным данным, произвели: расчёт параметров гидродвигателей; выбор гидродвигателей; выбор насоса; муфты. Создание эффективного гидропривода, обеспечивающего повышенную производительность и надежность работы позволило улучшить точность, повысить скорость управления рабочими органами трактора и энергоэффективность гидропривода.

Список литературы

1. Богуславский, П. К. Анализ тяговых приводов гусеничного трактора «БЕЛАРУС» / П. К. Богуславский // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 14-й Междуна. научно-техн. конф. Т.1. – Минск : БНТУ, 2016. – С. 283.
2. Петришин, Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. Петришин // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.
3. Андреев, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем [Электронный ресурс] : практикум по выполнению лабораторных работ по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреев . – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 143 с
4. Путьято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путьято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
5. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КЛАПАНА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО

ПАЛЬЧУН А.И.

Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроннеавтоматики»

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь

Аннотация: В данной работе рассматривается разработка стенда для испытаний обратных клапанов, который играет ключевую роль в обеспечении надежности и безопасности различных систем, таких как водоснабжение, отопление и промышленные установки. Описываются цели и задачи разработки стенда, его конструкция, методика испытаний, а также анализ полученных результатов. Доклад подчеркивает важность испытаний обратных клапанов и перспективы дальнейших исследований в этой области. Визуализация в виде 3D моделей помогает лучше понять конструкцию стенда и его функциональные возможности

Ключевые слова: 3D моделирование, стенд испытательный, герметичность, гидравлические испытания, давление.

Введение

Целью данной работы является разработка проекта предварительного стенда, способного проверить на герметичность и давление клапанов. Стенд должен обеспечивать высокую точность измерений, безопасность проведения испытаний и возможность тестирования широкого ассортимента агрегатов и установок различных типоразмеров.

Исследование устройств на герметичность с помощью жидких или газообразных веществ, изменением степени утечки или увеличения количества жидкости, например с помощью устройств, чувствительных к давлению, испытание трубопроводов и соединений имеет актуальную задачу перед сдачей его в эксплуатацию [1,2].

Методика предварительных испытаний – заключаются в испытаниях опытных образцов или опытных партий продукции с целью определения возможности их предъявления на приемочные испытания [3,4].

Особенность проведения предварительных испытаний - в том, что они нацелены на проверку общей работоспособности и отдельных эксплуатационных свойств изделия и являются условием для вынесения решения о возможности последующего приема продукции в опытное использование [5].

Объекты и методы исследования

В данной работе исследование проводится на разработанной принципиальной схеме испытательного стенда для предварительных испытаний. В работе используется расчетный метод для выбора цилиндров, электродвигателя, насоса, муфты и гидроаппаратов входящих в состав стенда. К предлагаемой схеме можно отнести контроль герметичности затвора проводят визуально и (или) с помощью средств технического диагностирования. Утечка в затворе не должна превышать значения, указанного в эксплуатационной документации на арматуру. Методы контроля и испытаний, а также критерии приемки при проведении испытаний на герметичность затвора.

Срабатывание клапанов при регулировке определяется по резкому хлопку, сопровождаемому шумом выбрасываемой среды, наблюдаемому при отрыве золотника от седла. У всех типов предохранительных клапанов, срабатывание контролируется по началу падения давления на манометре.

На рисунке 1 представлена разработанная принципиальная схема объемного гидропривода.

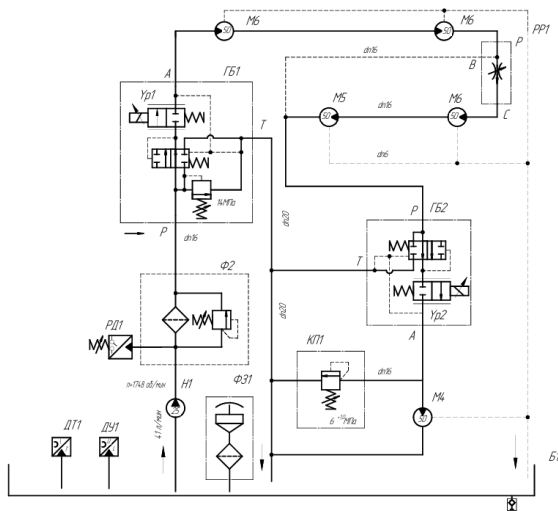


Рисунок 1 – Принципиальная схема

Результаты и их обсуждение

Выбор гидромотора произвожу исходя из крутящего момента $M_{кр} = 15 \text{ Н}\cdot\text{м}$, частоты вращения $n_{дв} = 600 \text{ об/мин}$ и рабочего объема гидромотора V_M , чтобы технические характеристики выбранного гидромотора превышали соответствующие расчетные и заданные значения.

Определяю рабочий объем гидромоторов привода продольного и поперечного шнека исходя из того, что гидромоторы работают последовательно:

$$V_M = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{кр}}{\Delta p \cdot \eta_{гм.м}}$$

$$V_{гм1-5} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 15}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 52,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

Где $\Delta p_{гм} = 2 \text{ МПа}$ – перепад давлений на гидродвигателе, для предварительного расчета принимаю при последовательной работе 4х гидромоторов; $\eta_{гм.м}$ – гидромеханический КПД гидромотора.

Был спроектирован специальный гидромотор (рисунок 1)

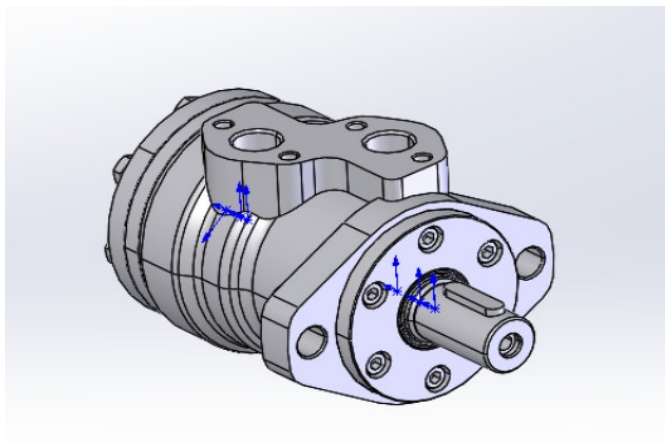


Рисунок 1 – Гидромотор

Необходимая подача насоса определяется исходя из полученных максимальных значений расхода.

Необходимые подача $Q = 41/\text{мин}$ и давление $p = 25 \text{ МПа}$.

Принимаем в качестве насоса – шестерённый насос 30A(C)28X236H. Затем спроектировал модель шестеренного насосного агрегата (рисунок 2).

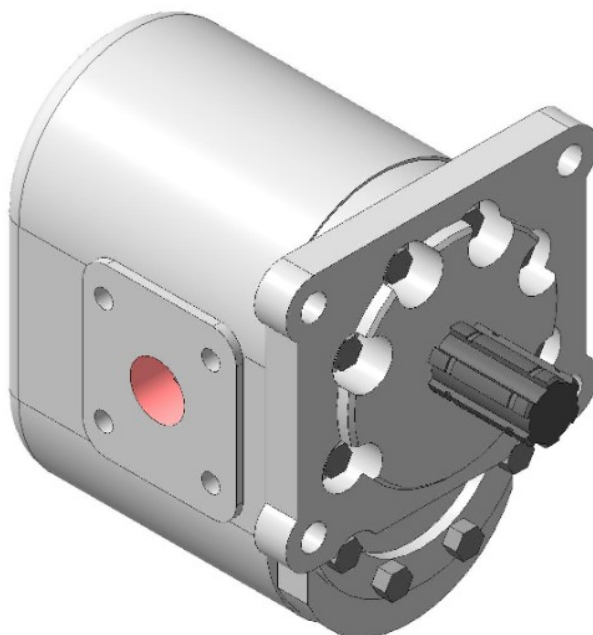


Рисунок 2 – Насосный агрегат

Спроектировал гидробак вместимостью N которая должна соответствовать его основному функциональному назначению: размещению объема рабочей жидкости, необходимого для заполнения гидросистемы, и принимается в $1,5 \dots 2$ раза больше суммарного внутреннего объема всех элементов гидропривода, но не менее $0,3 \cdot Q_n$ и не более $1 \dots 3$ минутной подачи насоса Q_n [2] (рисунок 3).

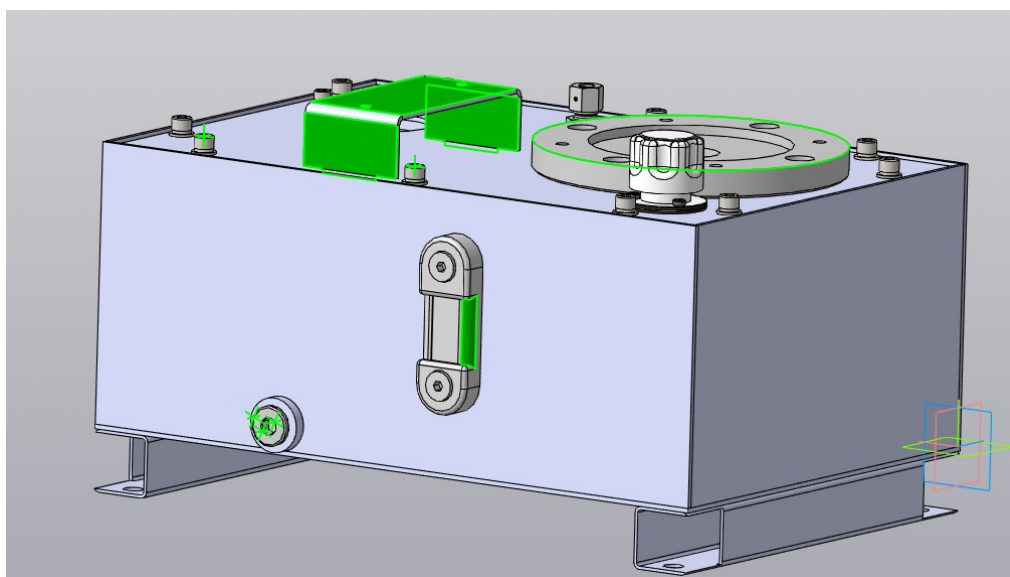


Рисунок 3 – Гидробак

На последней стадии работы спроектировал 3D- модель станда для предварительных испытаний клапана предохранительного

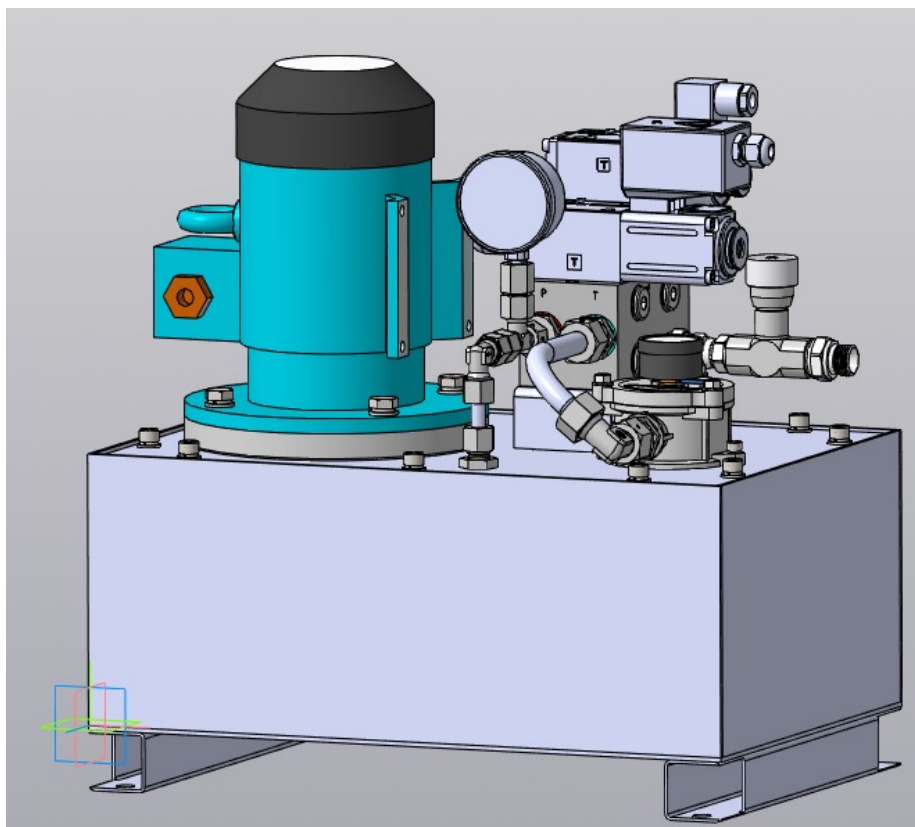


Рисунок 4 – Стенд для предварительных испытаний клапана предохранительного

Заключение

Таким образом, разработанный стенд для предварительных испытаний обеспечивает высокую точность и надежность тестирования, что позволяет гарантировать качество и долговечность продукции перед ее эксплуатацией.

Список литературы

1. Теория и проектирование гидропневмосистем. Методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»/ авт-сост.: Ю.А. Андреев, Ю.В. Сериков. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007. – 42 с.
2. Андреев, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреев, Ю. В. Сериков, И. Н. Головки. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.
3. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.
4. Петришин, Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. Петришин. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.
5. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путько, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОСТАНЦИИ ДЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА

ГОРБОВ Р.А.

Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроннеавтоматики»

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь

Аннотация: *Проектирование гидростанции для рабочих органов вертикального обрабатывающего центра является ключевым этапом, обеспечивающим надежность и эффективность работы всего оборудования. В данной работе рассматриваются основные аспекты проектирования гидравлической системы, включая выбор компонентов, создание схемы трубопроводов, автоматизацию процессов и обеспечение безопасности.*

Ключевые слова: гидропривод, гидростанция, рабочие органы, гидравлическая система.

Введение

Гидростанция служит для питания рабочих органов, обеспечивая необходимое давление и поток рабочей жидкости, что позволяет выполнять операции с высокой точностью и скоростью [1,2]. Важно учитывать требования, выдвигаемые конкретным вертикальным обрабатывающим центром, и соответствующим образом подбирать гидравлические насосы, цилиндры и другие элементы системы [3,4]. Уделено внимание также системам управления, включая использование programmable logic controllers (PLC) для автоматизации работы гидростанции, что позволяет повышать уровень контроля и упрощает настройки процессов [5]. Кроме того, проектирование должно придерживаться принципов безопасности, подразумевающих установку предохранительных клапанов и регулярное обслуживание [6]. В работе описаны этапы тестирования и наладки системы, а также важность подготовки технической документации для обеспечения легкости в обслуживании и эксплуатации. Настоящее исследование подчеркивает необходимость комплексного подхода при проектировании гидростанции, что отражает актуальность данной темы для современного машиностроения.

Результаты и их обсуждение

Вертикальные обрабатывающие центры являются неотъемлемой частью современного производства, обеспечивая высокую точность и скорость обработки деталей в различных отраслях машиностроения. Рабочие органы этих центров, такие как шпиндели и поточные механизмы, часто приводятся в движение гидравлическими системами, что требует тщательного проектирования гидростанций. Гидравлические системы позволяют создавать высокие силы при компактных размерах, что делает их оптимальным выбором для работы с многими механизмами. В процессе проектирования важно учитывать множество факторов, таких как давление, расход, тип используемой жидкости, а также климатические условия и возможные нагрузки на систему. Введение современных технологий автоматизации и управление, таких как программируемые логические контроллеры (PLC) и датчики, значительно повышают эффективность работы гидравлических систем [5].

Объекты и методы исследования

Состав 3-D модели насосного агрегата: электродвигатель, насос, муфта, стакан, нагнетающий и всасывающий трубопровод.

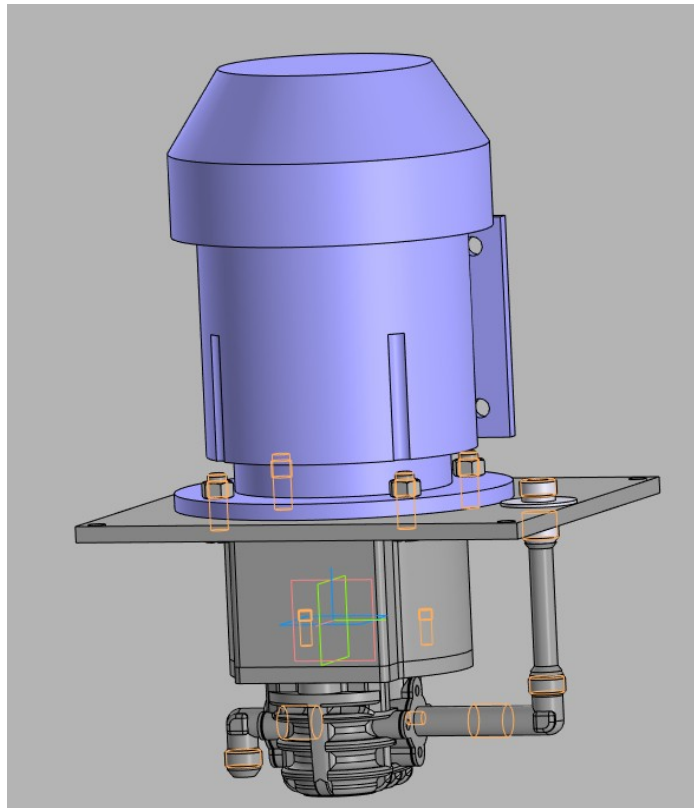


Рисунок 1 – 3D модель насосного агрегата
Ц

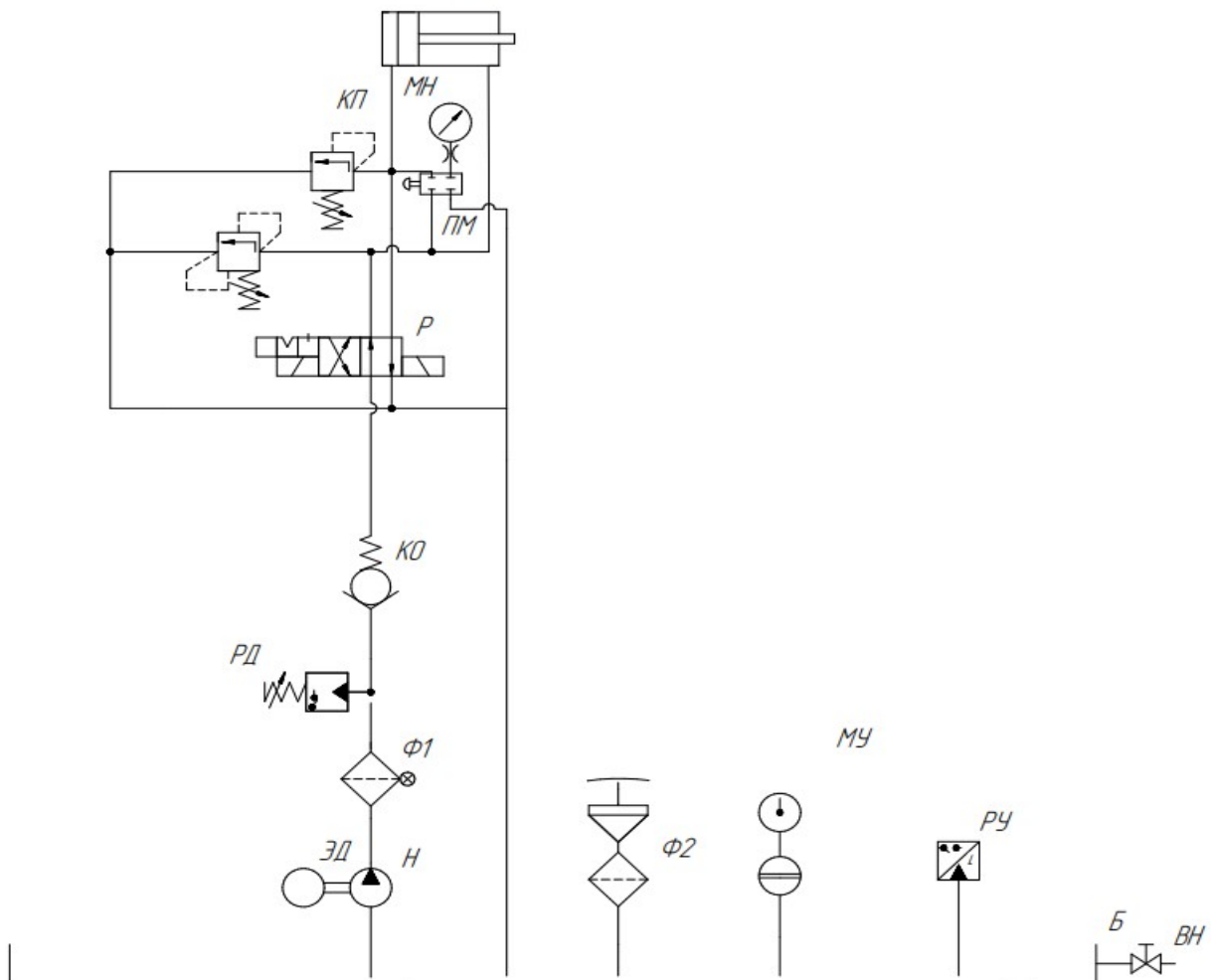


Рисунок 2 – Гидросхема

Технологические возможности фрезерного вертикального станка в значительной степени определяются количеством управляемых (в том числе одновременно) координат. Большинство отечественных фрезерных станков с ЧПУ управляются одновременно по трем координатам. Многокоординатные станки (четырёх-, пяти- и более координат) имеют более широкие технологические возможности в отношении номенклатуры обрабатываемых заготовок, условий резания. Автоматическая смена инструмента осуществляется с помощью поворотной револьверной головки или магазина инструментов. Наличие круглого стола с точной индексацией по углу поворота позволяет выполнять сложную обработку заготовок за один уставов.

Заключение

Таким образом, разработанные модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение гидравлических станций позволяют существенно снизить сроки и трудоемкость конструкторской подготовки производства (КПП) и повысить качество проектирования гидравлических станций.

Список литературы

1. Гойдо М.Е. Проектирование объемных гидроприводов. - М., Машиностроение, 2009. – 304 с.
2. Мицура Д. Ю., Андреевец Ю. А., Стасенко Д. Л. Обоснование эффективности использования сдвоенной насосной установки в гидроприводе прессы / Современные проблемы машиноведения: материалы XII Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого»; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 61-64.
3. Петришин Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. ПЕТРИШИН. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.
4. Путято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
5. Хазеев, Е. В. Сравнительный анализ теоретического и прикладного моделирования гидравлических систем с объемной адаптацией к нагрузке / Е. В. Хазеев, Д. Л. Стасенко // Актуальные вопросы машиноведения. – 2022. – Т. 11. – С. 22-27.
6. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головкин. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПРЕССА УСИЛИЕМ 200 кН ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕССОВЫХ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ ТЕЛЕЖЕК ТЕПЛОВЗОВ

КОПЫЛОВИЧ И.В.

*Кафедра «Нефтегазозаботки и гидроневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь*

Аннотация: Проектирование гидропресса с усилием 200 кН предназначено для осуществления прессовых работ при ремонте тележек тепловозов. Основной целью разработки данного пресса является повышение эффективности и точности выполнения ремонтных операций, снижение трудозатрат и улучшение условий труда работников. В проекте рассматриваются конструктивные особенности, технические характеристики, а также меры по обеспечению безопасности при эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: тележки тепловозов, ремонт, гидропресс.

Введение

Проектирование гидропресса с усилием 200 кН для проведения прессовых работ при ремонте тележек тепловозов представляет собой важную инженерную задачу [1], направленную на повышение эффективности и качества ремонтных работ [2]. Гидропресс позволяет осуществлять высокоточные и надежные операции, что способствует продлению срока службы и улучшению эксплуатационных характеристик тепловозов [3, 4].

Объекты и методы исследования

Объект исследований гидропресс усилием 200 кН для проведения прессовых работ при ремонте тележек тепловозов с гидросистемой.

Необходимо сделать 3Д модель насосного агрегата и гидроблока (рисунок 1).

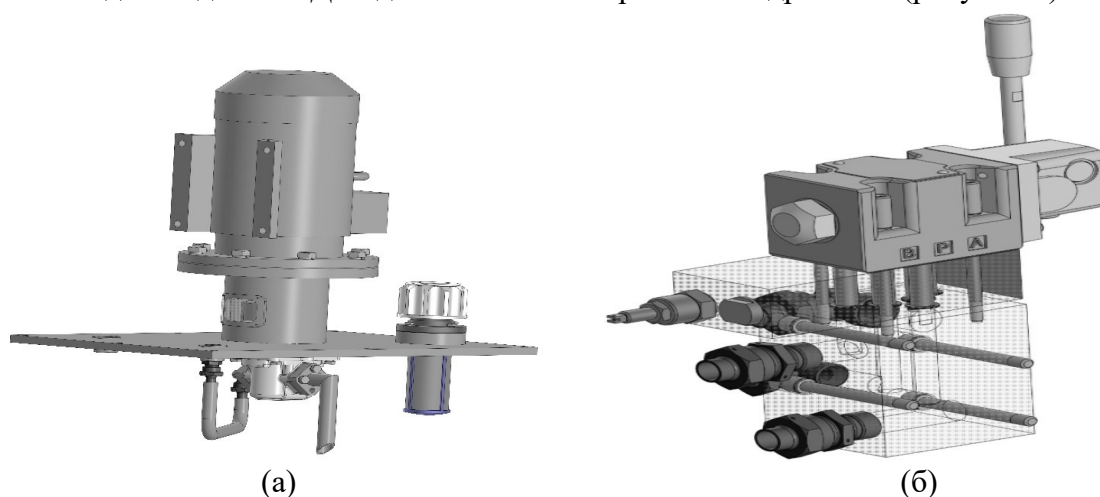


Рисунок 1 – 3D модели: а – насосный агрегат, б – гидроблок

Результаты и их обсуждение

Проектирование гидропресса с усилием 200 кН для проведения прессовых работ при ремонте тележек тепловозов привело к значительным улучшениям в процессах ремонта и обслуживании.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

1) Увеличение производительности – за счет использования гидропресса позволило значительно сократить время выполнения ремонтных работ, что привело к повышению общей производительности. 2) Повышение точности операций – гидропресс обеспечивает высокую точность при выполнении прессовых операций, что способствует улучшению качества ремонта и снижению риска ошибок. 3) Улучшение условий труда – применение гидропресса снизило физическую нагрузку на работников, улучшив их условия труда и снизив вероятность возникновения профессиональных заболеваний. 4) Экономическая эффективность – внедрение гидропресса сократило затраты на ремонтные работы за счет повышения эффективности и снижения времени простоя оборудования. 5) Повышение безопасности – установка и использование гидропресса позволили снизить риски травматизма на рабочем месте благодаря встроенным системам безопасности и автоматизации операций.

Эти результаты демонстрируют значительные преимущества внедрения гидропресса с усилием 200 кН в процесс ремонта тележек тепловозов, что подтверждает целесообразность его применения и разработки.

Заключение

Проведение прессовых работ при ремонте тележек тепловозов с использованием гидропресса с усилием 200 кН показало свою высокую эффективность и значительные преимущества. Применение данного оборудования позволило улучшить качество ремонта, повысить точность выполняемых операций и сократить время на выполнение работ.

Внедрение гидропресса также способствовало улучшению условий труда работников, уменьшению их физической нагрузки и повышению общей безопасности на рабочем месте. Кроме того, экономическая эффективность использования гидропресса доказана за счет снижения затрат на ремонтные работы и увеличения производительности.

Таким образом, использование гидропресса с усилием 200 кН для проведения прессовых работ при ремонте тележек тепловозов является обоснованным и целесообразным, обеспечивая значительные преимущества в технологическом и экономическом аспектах.

Список литературы

1. Путьто, А. В., Коцур, И. Л. Оценка остаточных напряжений в колесе тепловоза ЧМЭЗ после тепловой посадки бандажа на колесный центр / А. В. Путьто, И. Л. Коцур. - Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов. – Гомель, БелГУТ, 2023. – С. 75–76.

2. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путьто, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.

3. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головкин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 57 с.

4. Путьто А.В. Совершенствование элементов конструкций вагона-цистерны с учетом взаимодействия с перевозимым жидким грузом. – Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2010. – №1. – С. 113–122.

РАЗРАБОТКА ГИДРОСИСТЕМЫ ЖАТКИ ТРАНСПОРТЕРНОЙ ЖТУ-12 С ГИБКИМ РЕЖУЩИМ АППАРАТОМ

ЛАПОТЬКО В.В.

Кафедра «Нефтегазозаботки и гидроневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь

Аннотация: Построена 3Д модель гидросистемы жатки транспортной с гибким режущим аппаратом. Приведена система гидравлическая и пояснения по ее работе.

Ключевые слова: жатка, гибкий режущий аппарат, пневмогидроаккумулятор.

Введение

Уборочные сельскохозяйственные машины — это техника, функциональным назначением которой является уборка и первичная переработка технологического продукта сельскохозяйственной деятельности [1, 2]. Для получения и передачи в технологический тракт убираемой технологической массы уборочные сельскохозяйственные машины оборудуются адаптером — зерновым, травяным, валковой жаткой, роторной косилкой, подборщиком или любым другим устройством для уборки урожая, которые должны быть износостойкими и выдерживать неравномерные нагрузки в процессе эксплуатации [3–5].

Цель работы – спроектировать 3Д модель насосного агрегата и бака гидросистемы жатки транспортной ЖТУ-12 с гибким режущим аппаратом.

Объект проектирования – гидросистемы жатки транспортной ЖТУ-12.

Гидравлическая система состоит из двух независимых систем: основной и гидросистемы рулевого управления. Принципиальная схема гидросистемы комбайна приведена на рисунке 1 и работает следующим образом.

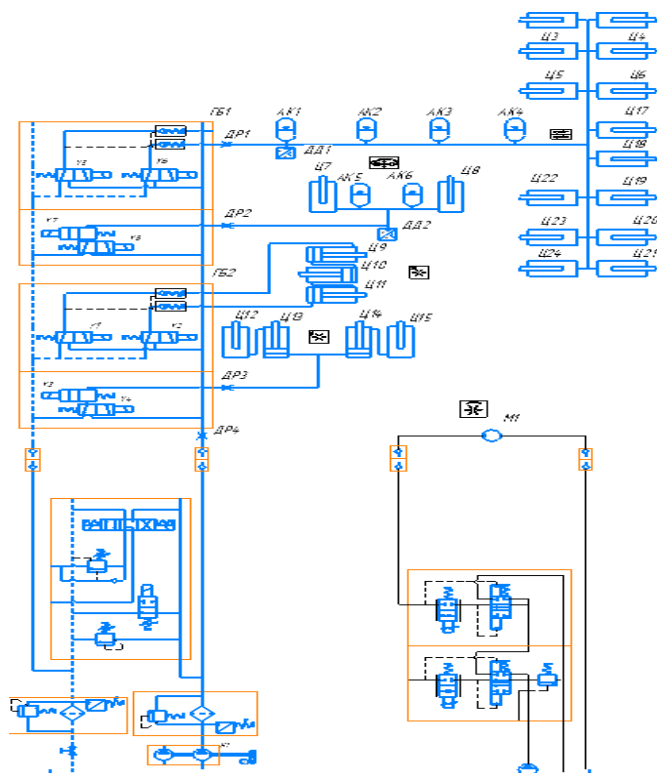


Рисунок 1 – Система гидравлическая принципиальная

Результаты и их обсуждение

Основная гидросистема предназначена для подъема жатки и мотовила, изменения частоты вращения мотовила, первого и второго молотильных барабанов, включения выгрузного шнека бункера, перевода выгрузного шнека в рабочее и транспортное положение, отключения привода жатвенной части, очистки воздухозаборника, регулировки заслонок выгрузного шнека бункера, для обратной прокрутки барабанов молотилки, включения муфты сцепления молотилки, открытия и закрытия копнителя. В гидросистеме предусмотрена возможность горизонтального выноса мотовила.

Принцип действия гидросистемы. Из бака через насос Н1 жидкость двигается через полумуфту и поступает в гидроблоки ГБ1, ГБ2. После из системы поступает на все рабочие органы заполняя всю систему.

При опускании мотовила жидкость поступает в ГБ2 распределители переключаются за счет электромагнитов У3 и У4 и жидкость поступает в цилиндры Ц12-Ц15.

При перемещении мотовила вперед жидкость в ГБ2 идет в распределитель с переключенным электромагнитом У2 и поступает в Ц11-9. Если мотовило задвигается, то включается электромагнит У1 и жидкость уходит на слив.

Гидроцилиндры подвески Ц7, Ц8 и аккумуляторы АК5, АК6 заполняются за счет поступления жидкости в ГБ1 и переключением электромагнитов У7 и У8 на распределителях.

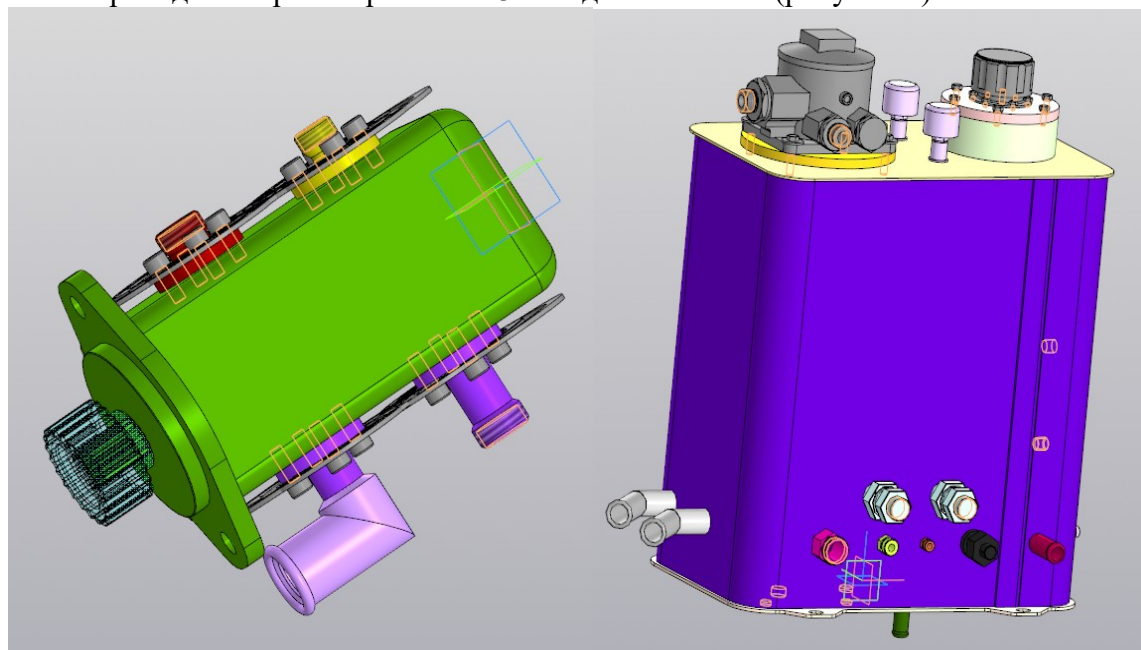
Гидроцилиндры режущего аппарата жатки и аккумуляторы АК1-АК4 наполняются жидкостью из ГБ1 при включении электромагнита У6 и сливает за счет электромагнита У5.

Проведен расчет гидроцилиндров по заданным усилиям $F_{1,24} = 13 \text{ кН}$, $F_{17,18} = 8 \text{ кН}$, $F_{2-6,19-23} = 3 \text{ кН}$, $F_{7,8} = 8 \text{ кН}$, $F_{9-11} = 3000 \text{ Н}$, $F_{12-15} = 8000 \text{ Н}$, по формуле

$$D_{1,24} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{1,24}}{\Delta p_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{ГМех}}^{\text{ц}}}}, \text{ м}$$

$$d_{9-11} = D_{9-11} \cdot \sqrt{\frac{\phi - 1}{\phi}}, \text{ м}$$

Ниже приведена спроектированная 3D модель системы (рисунок 2).



б)

Рисунок 2 – 3D модель: а – насосного агрегата, б – бака в сборе

Заключение

Таким образом, запроектирована 3D модель насосного агрегата и бака в сборе. Основные детали насоса: вал, крышка, рабочее колесо, корпус, узлы уплотнения и подшипниковые опоры. Рабочее колесо, насаженное на вал со шпонкой, закреплено гайками, через защитные втулки. Для увеличения ресурса работы насоса корпус и крышка корпуса защищены сменными уплотнительными кольцами. Уплотнение вала насоса – два сальника с мягкой набивкой. Насос является наиболее ответственным звеном в работе технологической цепочки в гидравлической системе жатки. От его рабочих параметров (производительности, давления, числа оборотов, мощности) зависит в целом работа гидросистемы жатки.

Список литературы

1. Долгов, И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория, расчет): учебник / И.А. Долгов. — Рос тов-на-Дону: ИЦ ДГТУ, 2003. — 707 с.
2. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головкин. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.
3. Петришин Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. ПЕТРИШИН. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.
4. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.
5. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОЧАТКОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

ЯНКОВИЧ Д.М.

Кафедра «Нефтегазозаботки и гидроневмоавтоматики»

Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Беларусь

Аннотация: В результате проектирования по исходным данным проведен расчёт параметров гидродвигателей; выбор гидродвигателей по справочным данным; построены циклограммы подачи и давления; подбор насоса и выбор способа установки насоса; выбор гидрооборудования; тепловой расчет и выбор теплообменника; расчет монтажной схемы и выбор трубопроводов гидросистемы; расчет потерь на трение, местные потери и гидроаппаратов; расчет КПД.

Ключевые слова: комбайн, ходовая часть, гидропривод, 3D-моделирование.

Введение:

Во всех зерноуборочных комбайнах ведущим является передний мост [1, 2]. При этом не исключается возможность снабжения приводом и колес заднего моста. Специфической особенностью привода ходовой части зерноуборочного комбайна является необходимость обеспечения бесступенчатого регулирования скорости движения [3]. Это обусловлено тем, что, в отличие от автомобиля или трактора, при работе комбайна нельзя изменить частоту вращения коленчатого вала двигателя, поскольку его рабочие органы отрегулированы на определенный режим работы [4].

Цель работы – рассчитать и спроектирована гидросистему ходовой части початкоуборочного комбайна *ES6* с добавлением системы равномерного распределения давления на гидромоторы в зависимости от нагрузки (с адаптацией и независимым поддержанием скоростей)

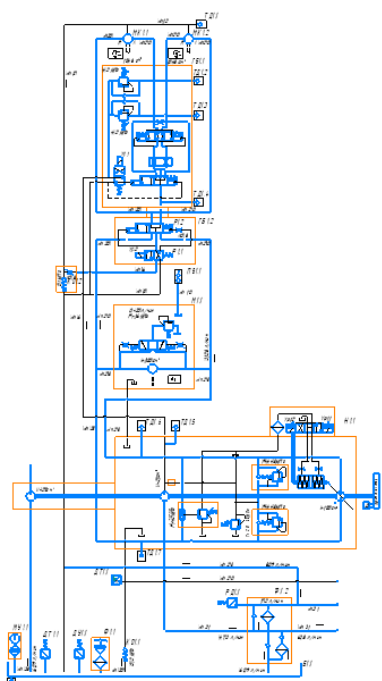
Система *LS (Load Sensing* - чувствительные к нагрузке) позволит сохранять постоянной скорость нескольких гидродвигателей, действующих одновременно, независимо от изменения давления в гидросистеме, что повысит КПД и упростит рабочий процесс [5].

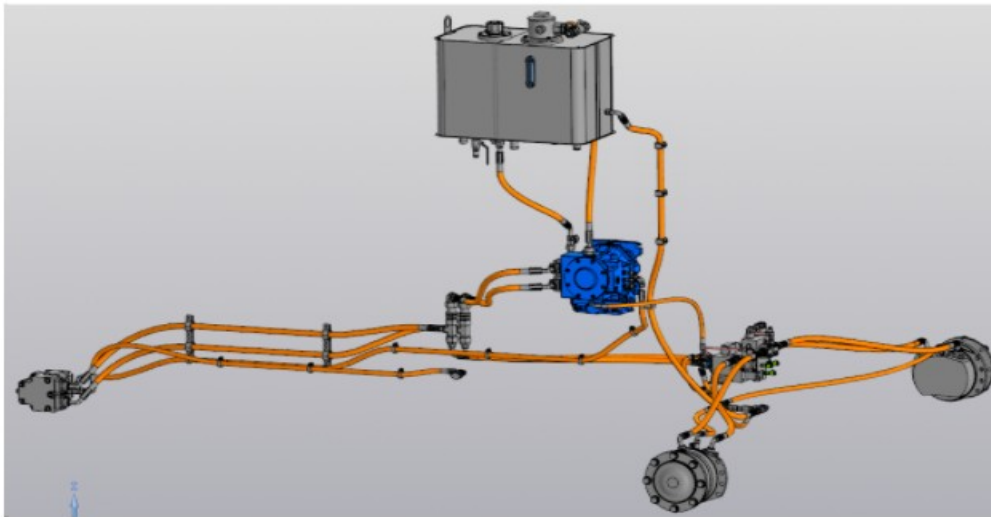
Для проектирования выбрано ПО КОМПАС.

Результаты и их обсуждение. Чтобы обеспечить максимальную загрузку комбайна и высокую производительность, приходится оперативно реагировать на изменяющуюся ситуацию, в том числе и путем изменения скорости движения. Именно поэтому комбайн должен быть снабжен устройством, позволяющим изменять скорость движения бесступенчато. С учётом вышеизложенного в данной работе производится внедрение LS-системы в ходовую часть початкоуборочного комбайна для повышения КПД и улучшения производительности. Гидросистема ходовой части представлена на рисунке 1.

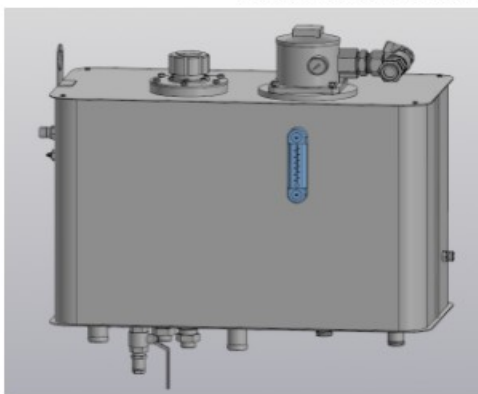
3D модель составляющих гидросистема ходовой части представлена на рисунке 2.

Рисунок 1 – Принципиальная гидравлическая схема

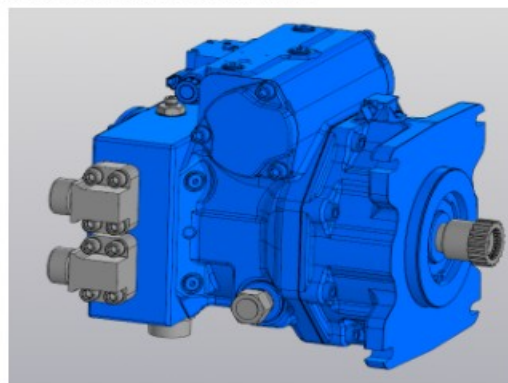




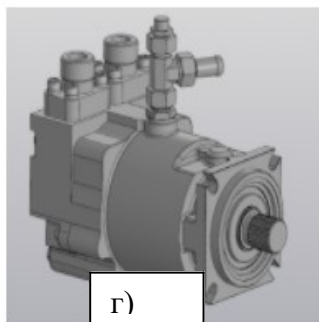
Гидропривод ходовой части початкоуборочного комбайна ЕС6



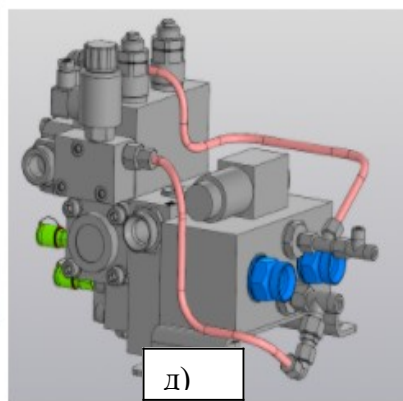
Гидробак



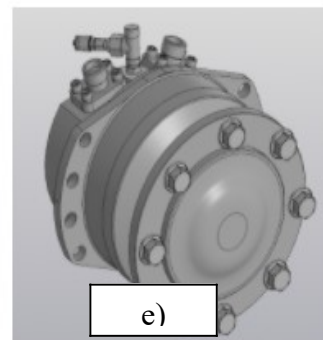
*Насос аксиально-поршневой
HP4VG100EP4DMP/RNC4S31FB1-BE04*



Мотор заднего моста



Гидроблок



Мотор переднего моста

Рисунок 2 – Гидросистема ходовой части: а – система в сборке;
б – гидробак; в – насос; г, е – гидромоторы; д – гидроблок

Выбор гидромотора производится исходя из крутящего момента $M_{кр}$, частоты вращения n и рабочего объема гидромотора V_m аналогично выбору гидроцилиндра, т.е. технические характеристики выбранного гидромотора должны превышать соответствующие расчетные и заданные значения [1].

Выбор марки машинного масла определяется температурными условиями, режимом работы, номинальным давлением в гидросистеме.

В общем случае рабочая жидкость должна иметь:

- малое изменение вязкости в широком диапазоне температуры;
- большой модуль упругости;
- как можно меньший коэффициент температурного расширения;
- низкую стоимость и производство в достаточном количестве.

Для данной гидросхемы будем использовать масло *ORLEN OIL HYDROL L-HV 46*. Гидравлические масла Hydrol L-HV производятся на основе высококачественных минеральных базовых масел и комплекса облагораживающих добавок.

Присоединение насоса к мультипликатору произведем специальной муфтой. Фланцы присоединяем к насосу винтами с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности А по М12-6еХ45.88.019 ГОСТ 11738-84 и шайбами 12Т 65Г 06 ГОСТ 6402-70. Размер крепежных изделий принимаем по присоединительным диаметрам отверстий на фланце насоса. Для всасывающей гидролинии используем нестандартный штуцер, который делаем из круглого прутка [2].

В системе предусмотрено подключение управляемого моста и гидроблока блокировки управляемого моста. Для этой задачи подбираем два гидроблока, а для их соединения между собой проектируем специальную плиту.

Для заднего моста подбираю гидроблок GB2-01-UES-2-250-24V-1K-

Для переднего моста подбираю гидроблок FDB25-2A20-E010-45B-224-000

Гидроблок *GB2-01-UES-2-250-24V-1K-BY10* соединяется с специальной гидравлической плитой посредством винтов М12-6еХ50.88.019 ГОСТ 11738-84. Второй гидроблок соединяется с плитой с помощью винтов М12-6еХ70.88.019 ГОСТ 11738-84 и шайб 12Т 65Г 06 ГОСТ 6402-70. Для дренажной линии с низким давлением выбираю гидроклапан обратный КО22LR3/4,2 bar. Клапан ввёртного монтажа и монтируется в бак. На дренажной линии на выходе из мотора установлен клапан дренажный,. Он представляет из себя сборку из клапан обратного, аналогичный предыдущему, и дроссельной втулки.

Заключение: В результате проектирования по исходным данным была проделана следующая работа: расчёт параметров гидродвигателей; выбор гидродвигателей по справочникам; построение циклограмм подачи и давления; подбор насоса и выбор способа установки насоса; выбор гидрооборудования; тепловой расчет и выбор теплообменника; расчет и выбор трубопроводов; разработку монтажной схемы трубопроводов; расчет потерь на трение, местные потери и гидроаппаратов; расчет КПД.

Список литературы

1. Теория и проектирование гидропневмосистем. Учебно-методические пособие по курсовому проекту для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. Формы обучения / Ю.А. Андреевец – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2022. – 88 с.
2. Петришин, Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. ПЕТРИШИН. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.
3. Путято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
4. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.
5. Хазеев, Е. В. Сравнительный анализ теоретического и прикладного моделирования гидравлических систем с объемной адаптацией к нагрузке / Е. В. Хазеев, Д. Л. Стасенко // Актуальные вопросы машиноведения. – 2022. – Т. 11. – С. 22-27.

гидрораспределители и пропорциональные гидроаппараты) имеет место в том случае, когда частицы загрязнений превышают 33% наименьшего значения зазора, а для пар с большими перемещениями (гидрораспределители и поршни гидромашин) – 75% наименьшего значения зазора.

Зависимости между размерами частиц и зазорами между конртелами носят линейный характер и могут быть представлены в виде

$$l_a = 0,75 \delta_{\min}, \text{мкм};$$

$$l_b = 0,33 \delta_{\min}, \text{мкм},$$

где l_a – допускаемый размер частиц загрязнений для гидрораспределителей и поршней гидромашин, мкм;

l_b – допускаемый размер частиц для дросселирующих гидрораспределителей и пропорциональных гидроаппаратов, мкм;

δ_{\min} – значение минимального зазора между конртелами различных гидроустройств, мкм.

Таким образом, при минимальных зазорах в современных гидроустройствах $\delta_{\min} = 5\text{--}20$ мкм размер частиц загрязнений в РЖ объемного гидропривода не должен превышать 1,65–30 мкм.

В соответствии с ISO 16889/1999 (Multi-Pass test) в лабораторных условиях определяют так называемое «бета-соотношение» β_x (отношение числа частиц определенного размера x в пробе РЖ до и после фильтра), с помощью которого можно объективно сравнивать фильтры различных изготовителей

$$\beta_x = \frac{Z_{x(\text{вход})}}{Z_{x(\text{выход})}}$$

где $Z_{x(\text{вход})}$ и $Z_{x(\text{выход})}$ – количество частиц размером более значения x в пробах РЖ на входе в фильтр и выходе из последнего.

В зависимости от вычисленных значений коэффициент тонкости фильтрации характеризует эффективность очистки.

при $x = 20$ – достигается номинальная тонкость фильтрации;

при $x = 100$ – достигается абсолютная тонкость фильтрации.

Следует отметить, что при $\beta_x < 1$ собственно фильтроэлемент является источником загрязнения РЖ (что может иметь место при разрыве фильтроэлемента), а при $\beta_x = 1$ загрязнения вообще не задерживаются.

Требуемый класс чистоты РЖ в гидросистеме определяется по гидроустройству, нуждающемуся в наиболее качественной очистке.

Грязеемкость является одной из важных характеристик фильтра и зависит от площади фильтрующей поверхности. Установлено, что при увеличении площади фильтрующей поверхности фильтроэлемента в 2 раза срок его службы возрастает в 2,5–3,5 раза. Поэтому для сокращения эксплуатационных расходов рекомендуется применение типоразмеров фильтров с определенным запасом по расходу.

Грязеемкость фильтроэлемента определяют по рекомендуемой фирмой «ARGO» формуле.

$$\Gamma_p = \frac{T_{\text{с.сл}}}{1000} \cdot \text{SPS} \cdot Q \cdot S$$

где SPS – удельная интенсивность поступления загрязнений за 1000 ч эксплуатации гидропривода, л/мин.

$T_{\text{с.сл}}$ – заданный срок службы фильтроэлемента, ч; 1000 – рекомендуемый срок службы фильтроэлемента до замены, ч;

Q – расход (подача) насосов гидропривода, л/мин (для гидроприводов с замкнутой цепью циркуляции принимается значение подачи насоса подпитки);

$S = 1,2-2,0$ – коэффициент запаса– проведение профилактической замены фильтроэлементов.

Фирма «Rexroth Bosch Group» при выборе типоразмера фильтра рекомендует пользоваться следующими зависимостями:

– для линейных фильтров (в линии нагнетания или слива)

$$Q_{\text{проект}} = Q_{\text{сист}} f_1 f_2$$

– для всасывающих фильтров

$$Q_{\text{проект}} = (5 \dots 10) Q_{\text{насоса}} f_2$$

где $Q_{\text{сист}}$ и $Q_{\text{насоса}}$ – расход РЖ в гидросистеме и на всасывании насоса соответственно, л/мин;

f_1 – фактор, учитывающий отклонение рабочей вязкости РЖ от стандартной, обычно приводимой в каталогах поставщиков и равной 30 мм²/с (на рис. 2 представлена графическая зависимость, которая показывает, что при повышении рабочей вязкости, например, с 30 до 100 мм²/с типоразмер фильтра должен быть увеличен более чем в 4 раза);

f_2 – фактор, учитывающий условия эксплуатации гидропривода и качество его технического обслуживания.

Заключение

При расчетах были найдены оптимальный размер минимальных зазоров в проектируемой гидросистеме $\delta_{\text{мин}} = 5-20$ мкм и размер частиц загрязнений в РЖ объемного гидропривода который не должен превышать 5–30 мкм. Оптимальная тонкость фильтрации рабочей жидкости является главным фактором для обеспечения надежности и долговечности оборудования. Правильный выбор фильтра и его регулярная замена помогут предотвратить преждевременный износ компонентов, снизить риск аварий и обеспечить стабильную работу системы. Важно учитывать все факторы, влияющие на требования к фильтрации, и выбирать фильтры, соответствующие конкретным условиям эксплуатации.

Список литературы

1. Рылякин Е. Г., Власов П. А. Теоретическое обоснование терморегулирования рабочей жидкости в гидросистеме //Нива Поволжья. – 2008. – №. 1. – С. 25-29.
2. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головки. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. - 57 с.
3. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Путято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.
- 4.. Путято А.В. Совершенствование элементов конструкций вагона-цистерны с учетом взаимодействия с перевозимым жидким грузом. – Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2010. – №1. – С. 113–122
5. Лаевский Д.В. Закономерности течения потока жидкости и действие гидродинамических сил на золотниках пропорционального гидрораспределителя/ Д.В. Лаевский, Д.Л. Стасенко, Ю.А. Андреевец// Современные проблемы гидропневмосистем машин: сборник докладов Междун. научн-практ конференции. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 63–71.

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ГИДРОСТАНЦИЙ

НИЧИПОРЕНКО В.К.

*Кафедра «Нефтегазозаботки и гидропневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Беларусь*

Аннотация: рассматривается применение 3D-моделирования для разработки насосных агрегатов гидростанций, которые являются критически важными компонентами гидравлических систем. Исследуется процесс создания 3D-моделей, начиная от сбора исходных данных и эскизирования до сборки, анализа и оптимизации конструкции. В работе применяются необходимые инструменты и программное обеспечение (CAD и CAE) для разработки 3D модели насосного агрегата гидростанции

Ключевые слова: 3D-моделирование, насосные агрегаты, проектирование, оптимизация, производительность.

Введение

Насосные агрегаты являются ключевыми компонентами гидростанций, обеспечивая циркуляцию и подачу рабочей жидкости под давлением для различных гидравлических систем [1]. Их надежная и эффективная работа критически важна для общей производительности и безопасности гидростанции. В последнее время 3D-моделирование стало неотъемлемой частью процесса проектирования и разработки насосных агрегатов, позволяя значительно улучшить их качество и производительность [2].

Цели разработки 3D-моделей насосных агрегатов

Разработка 3D-моделей насосных агрегатов преследует ряд важных целей:

- **Визуализация и проектирование:** Создание детальных 3D-моделей позволяет инженерам наглядно представить себе конструкцию агрегата, оценить компоновку его элементов и выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях проектирования [3].
- **Проверка совместимости:** 3D-моделирование позволяет проверить совместимость всех компонентов агрегата, убедиться в правильности их сопряжения и избежать проблем при сборке.
- **Анализ и оптимизация:** 3D-модели могут быть использованы для проведения различных видов анализа, включая:
 - * **Конечно-элементный анализ (FEA):** для оценки прочности, жесткости и деформации компонентов под нагрузкой [4].
 - * **Вычислительную гидродинамику (CFD):** для анализа потоков жидкости, распределения давления и определения эффективности работы насоса.
 - * **Тепловой анализ:** для оценки тепловыделения и температурного режима работы агрегата.
- **Подготовка производства:** 3D-модели служат основой для создания чертежей, спецификаций и инструкций по сборке [5]. Они также могут быть использованы для программирования станков с ЧПУ при изготовлении деталей.

- Обучение и демонстрация: 3D-модели могут быть использованы для создания интерактивных учебных материалов и презентаций, демонстрирующих принцип работы и особенности конструкции агрегата.
- Маркетинг и продвижение: Качественные 3D-модели позволяют эффектно представить продукт потенциальным клиентам и партнерам.

Основные этапы разработки 3D-модели насосного агрегата

Процесс разработки 3D-модели насосного агрегата (рис. 1) обычно включает следующие этапы:

1. Сбор исходных данных: на этом этапе собирается вся необходимая информация об агрегате, включая его технические характеристики, габаритные размеры, требования к производительности, рабочие параметры жидкости, типы применяемых насосов, а также информация о сопутствующем оборудовании.

2. Создание эскизов: на основе собранных данных создаются эскизы основных компонентов агрегата: рамы, насоса (или нескольких насосов), электродвигателя, гидробака, фильтров, трубопроводов, клапанов и датчиков.

3. 3D-моделирование отдельных компонентов: эскизы преобразуются в точные 3D-модели с использованием специализированного САД-программного обеспечения.

4. Сборка 3D-модели агрегата: созданные 3D-модели компонентов собираются в единую модель насосного агрегата, проверяется их совместимость и кинематика.

5. Анализ и оптимизация: мобранная 3D-модель используется для проведения различных видов анализа: FEA, CFD и теплового анализа. Результаты анализа используются для оптимизации конструкции и улучшения характеристик агрегата [6].

6. Создание чертежей и спецификаций: на основе 3D-модели создаются рабочие чертежи, спецификации, инструкции по сборке и другая необходимая документация [7].

7. Валидация: проводится тестирование и валидация полученной 3D-модели и прототипа агрегата.

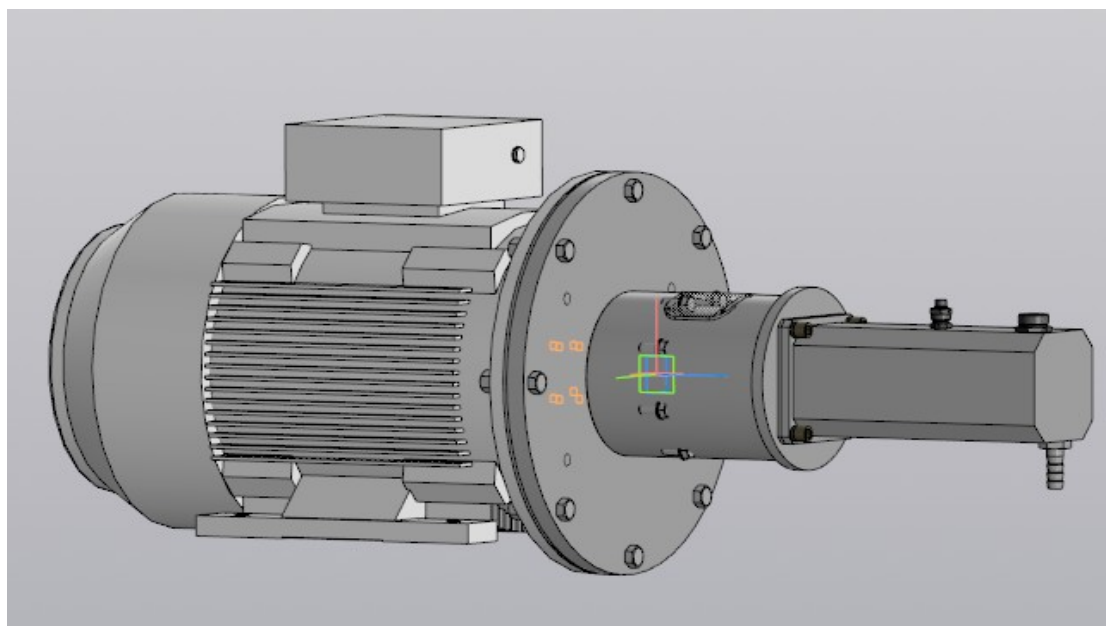


Рисунок 1 – 3Д модель насосного агрегата

Заключение

Разработка 3D-моделей насосных агрегатов является важным этапом в процессе их проектирования и изготовления. Современные программные инструменты и методы позволяют создавать точные и детальные модели, которые можно использовать для анализа, оптимизации и производства. Это, в свою очередь, приводит к повышению качества, надежности и эффективности насосных агрегатов гидростанций.

Литература

1. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головки. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 57 с.
2. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Пуцято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.
3. Пуцято, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Пуцято, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
4. Пуцято А.В., Соколовский А.И. Нагруженность торцевой стены полувагона при изменении когезионных свойств сыпучего груза // Актуальные вопросы машиноведения. – 2016. – Т.5. – С. 191–194.
5. Пуцято А.В., Белогуб В.В. Методы моделирования и расчетные схемы нагруженности кузовов вагонов при перевозке сыпучи грузов // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. – 2007. – № 1. – С. 45–53.
6. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.
7. Невзорова А.Б., Савков Н.С. Методология разработки интегрированного информационно-строительного проекта с использованием BIM-технологий // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. – №1. С. – 85–94.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНОГО АГРЕГАТА КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВОЧНОГО СТАНКА

МИШКО А.Ю.

Кафедра «Нефтегазоразработки и гидроннеавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Беларусь

Аннотация: рассматривается процесс проектирования насосного агрегата для копировально-прошивочного станка, который является важным компонентом в обеспечении высокой производительности и качества обработки деталей. Насосный агрегат отвечает за подачу смазочно-охлаждающих жидкостей, что позволяет предотвратить перегрев инструмента, улучшить условия резания и увеличить срок службы оборудования.

Ключевые слова: насосный агрегат, копировально-прошивочный станок, проектирование, система управления

Введение

Проектирование насосного агрегата включает в себя ряд этапов, начиная от анализа требований к системе и выбора типа насоса до расчета необходимых параметров производительности и давления, а также разработки трубопроводной системы, обеспечивающей равномерную подачу жидкости по рабочей зоне [1,2]. Эффективное проектирование насосного агрегата может существенно повлиять на результаты обработки, поэтому оно требует глубокого понимания как технических характеристик, так и процессов, происходящих в ходе работы копировально-прошивочного станка [3–5].

В современных условиях автоматизации и цифровизации производственных процессов особое внимание уделяется выбору электрооборудования, позволяющего не только обеспечить надежную работу насоса, но и автоматизировать его процессы, что в конечном итоге ведет к повышению производительности и снижению затрат на обслуживание [6,7].

Объекты и методы исследований

В данной работе проектируется насосный агрегат для гидропривода станка копировально-прошивочного рисунок 1. В работе определены условия эксплуатации данной гидросистемы, а также, требования предъявляемые к условиям обработки деталей.

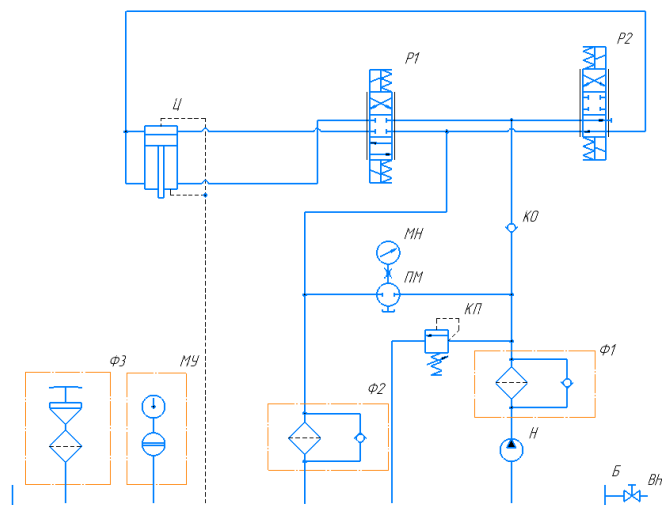


Рисунок 1 – Схема гидравлическая принципиальная

Результаты и их обсуждение

1. Выбор типа насоса: после анализа требований к производительности и особенности обрабатываемого материала был выбран центробежный насос. Этот тип насоса обеспечивает необходимую производительность при умеренном уровне давления, что оптимально для большинства применений в копировально-прошивочных станках. Параметры насоса были рассчитаны с учетом максимальной длины и диаметра трубопроводов, а также характеристик смазочно-охлаждающей жидкости.

2. Расчет производительности: на основе проведенного анализа, необходимая производительность насоса была определена как 20 л/мин с пиковым давлением 3 бар. Это значение обеспечивает достаточный поток жидкости в зоне резания, что критично для эффективного охлаждения инструмента и уменьшения износа.

3. Проектирование трубопроводной системы: спроектирована система трубопроводов, учитывающая минимизацию потерь давления. Для этого были подобраны трубы диаметром 20 мм, что позволило обеспечить оптимальный поток жидкости и снизить нагрузку на насос.

4. Электрооборудование: в качестве привода для насосного агрегата был выбран асинхронный электродвигатель мощностью 1,5 кВт. Данный мотор обеспечивает стабильную работу и эффективное управление насосом, а также позволяет интегрировать автоматизированные системы управления.

5. Анализ эффективности: В результате расчетов и моделирования было установлено, что проектируемый насосный агрегат обеспечивает 15% более высокую эффективность по сравнению с существующими аналогами на рынке, что сможет существенно сократить затраты на эксплуатацию и увеличить производительность обработки.

Обсуждение

Проектирование насосного агрегата для копировально-прошивочного станка является сложным и многоэтапным процессом, требующим учета множества факторов. Эффективный выбор насоса и проектирование системы подачи жидкости обеспечивают не только высокую производительность, но и поддерживают качество обработки, что критически важно для соблюдения технических требований и стандартов.

Проведенный анализ показал, что недостаток внимания к проектированию насосного агрегата может привести к серьезным проблемам, таким как недостаточное охлаждение, повышенный износ инструмента и снижение качества готовой продукции. В то же время, использование современных технологий и автоматизированных систем управления позволяет оптимизировать работу насосного агрегата, что значительно повышает общую эффективность производственных процессов.

В будущем дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на изучении новых технологий насосов, а также интеграции методов предсказательной аналитики для мониторинга состояния системы в реальном времени, что поможет снизить затраты на техническое обслуживание и повысить надежность оборудования.

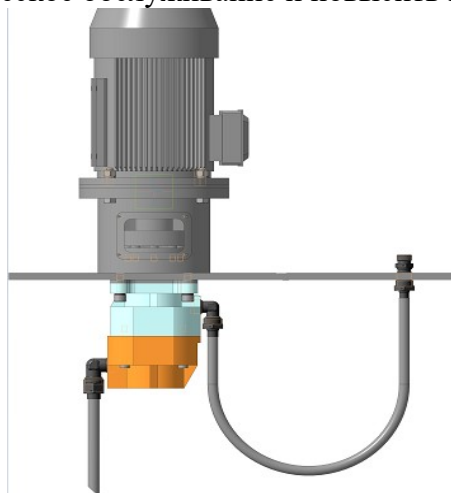


Рисунок 2 – 3D-модель агрегата насосного

Заключение

В ходе проведенного исследования и проектирования насосного агрегата для копировально-прошивочного станка были обоснованы ключевые аспекты, влияющие на эффективность и надежность работы оборудования. Правильный выбор типа насоса, текущих параметров и проектирование системы подачи смазочно-охлаждающей жидкости оказались критически важными для достижения высоких показателей производительности и качества обработки деталей.

Список литературы

1. Андреевец, Ю. А. Теория и проектирование гидропневмосистем : практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков, И. Н. Головки. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 57 с.
2. Андреевец Ю. А., Шмырев Д. О. Снижение затрат на производство и эксплуатацию гидросистемы при повышении качества очистки рабочих жидкостей // Современные проблемы машиноведения: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 50–52.
3. Путьто, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путьто, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.
4. Захаров, А. В. О влиянии гидравлической нагрузки на амплитуду колебаний давления в гидросистеме вибрационных источников сейсмических сигналов / А. В. Захаров, А. А. Кудряшов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого: научно - практический журнал. - 2005. - № 2. - С.11-14.
5. Хазеев, Е. В. Сравнительный анализ теоретического и прикладного моделирования гидравлических систем с объемной адаптацией к нагрузке / Е. В. Хазеев, Д. Л. Стасенко // Актуальные вопросы машиноведения. – 2022. – Т. 11. – С. 22-27.
6. Михальченко, А. А. Влияние режимов 3D-печати термопластами на прочностные свойства изделий / А. А. Михальченко, А. Б. Невзорова, И. Б. Одарченко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2023. – № 1.— С. 31—40.
7. Петришин Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. Петришин. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА КОМБАЙНА

ГОЛУБЧИКОВА Е.М.

*Кафедра «Нефтегазозаботки и гидроневмоавтоматики»
Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Беларусь*

Аннотация: гидростанция (гидравлическая насосная станция) – техническое устройство (система), преобразующее различные виды энергии в механическую энергию жидкости, и управляющее движением потока этой жидкости. Вид преобразуемой энергии (электрическая, механическая энергия жидкости или сжатого газа, химическая энергия топлива) зависит от типа первичного двигателя, входящего в состав гидростанции.

Ключевые слова: гидравлический привод вентилятора, теплообменник, 3D модель, мобильная машина.

Введение

Двигатель внутреннего сгорания во время работы выделяет большое количества теплоты, которое необходимо отводить, иначе силовой агрегат выйдет из строя [1]. Эту задачу решает жидкостная система охлаждения двигателя — в ней в качестве рабочего тела используется вода или незамерзающая жидкость (антифриз), которая циркулирует в блоке цилиндров и в головке цилиндров [2]. Жидкость отбирает тепло от двигателя, и, соответственно, сама нагревается, и теперь возникает необходимость забрать теплоту от нее – эта задача решается с помощью радиатора [4,5].

Цель работы – 3D моделирование гидравлического привода вентилятора комбайна.

Объекты и методы исследования

Радиатор системы охлаждения двигателя располагается таким образом, чтобы во время движения автомобиля на него был направлен поток набегающего воздуха — это значительно ускоряет отдачу тепла от радиатора воздуху, а значит, быстрее охлаждает жидкость [3]. Но автомобиль не всегда находится в движении, и в пробках или при длительной стоянке с заведенным двигателем тепло от радиатора отводится значительно хуже (рисунок 1). Это чревато перегревом двигателя со всеми вытекающими последствиями. Такая же ситуация может возникнуть и при движении на малых скоростях, особенно знойным днем или в южных регионах.

Перегрев двигателя в подобных ситуациях предотвращает простое, но очень эффективное устройство — [вентилятор](#), расположенный перед радиатором. Этот вентилятор, включаясь при достижении в системе охлаждения критической температуры во время стоянок, создает необходимый поток воздуха через радиатор, обеспечивает нормальный отвод тепла от него в атмосферу.

Результаты и их обсуждение

Воздух, поступающий непосредственно в двигатель, проходит через сетку вращающегося воздухозаборника 5, где очищается от крупных фракций растительной массы и далее в воздушном фильтре 4, очищается от пыли (рисунок 2).

Сетка воздухозаборника радиатора 1 очищает воздух втягиваемый лопастями реверсивного вентилятора, предохраняя радиатор от забивания частицами листостебельной массы.

Для удаления пыли и очистки сот радиатора в процессе работы предусмотрен поворот лопастей реверсивного вентилятора с целью изменения направления воздушного потока, проходящего через радиатор.

Слив масла из картера двигателя производится через сливной рукав 7. Слив охлаждающей жидкости производится через сливной рукав 12.

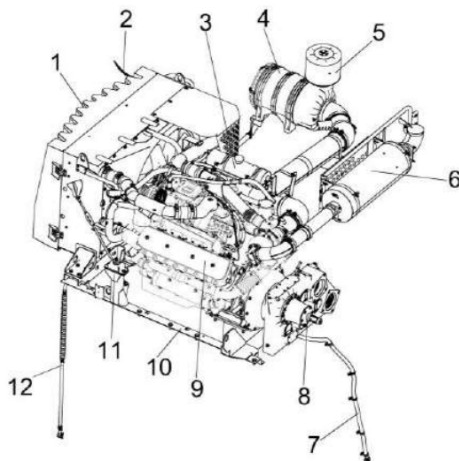


Рисунок 2 – Установка двигателя: 1 – радиатор; 2 – цепочка ограничительная; 3 – бачок расширительный; 4 – фильтр воздушный; 5 – воздухозаборник вращающийся; 6 – глушитель; 7 – сливной рукав масла из картера двигателя; 8 – мультипликатор; 9 – двигатель; 10 – рама подмоторная; 11 – амортизатор; 12 – сливной рукав охлаждающей жидкости

Гидросистема привода радиатора (рисунок 3) предназначена для охлаждения масла гидросистемы комбайна. Часть масла гидросистемы поступает на радиатор. В случае нагрева масла свыше 60 °С по команде датчика температуры, установленного в гидросистеме привода ходовой части, включается гидропривод вентилятора для повышения эффективности охлаждения.

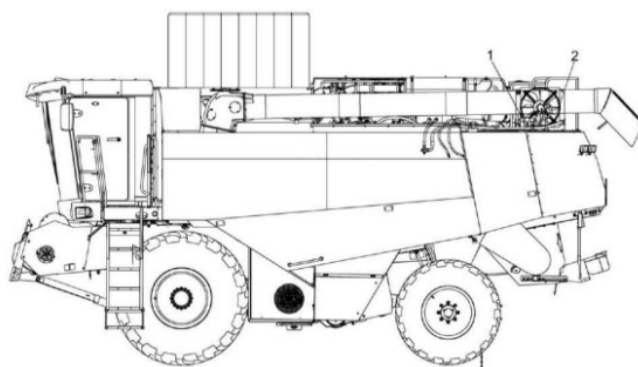


Рисунок 3 – Гидросистема привода радиатора:
1 – гидроблок вентилятора; 2 – радиатор масляный

При проектировании гидравлических систем стационарных машин необходимо учитывать технические требования, выполнение которых оказывает существенное влияние на надежность машин.

Элементы системы привода вентиляторы соединяются трубопроводами.

Трубопроводы являются важной частью всей гидравлической системы. В них энергия жидкости передаётся на большие расстояния (рисунок 4.). Трубопроводы должны выдерживать высокие давления, пульсацию и вибрации которым подвергается система.

Система трубопроводов – это соединительные трубопроводы между гидравлическими агрегатами и потребителями. При проектировании системы трубопроводов исходят из определённых диаметров и из имеющихся в обычной продаже трубопроводов и соединительных элементов для них. При проектировании необходимо учитывать прокладку трасс их доступность и безопасность.

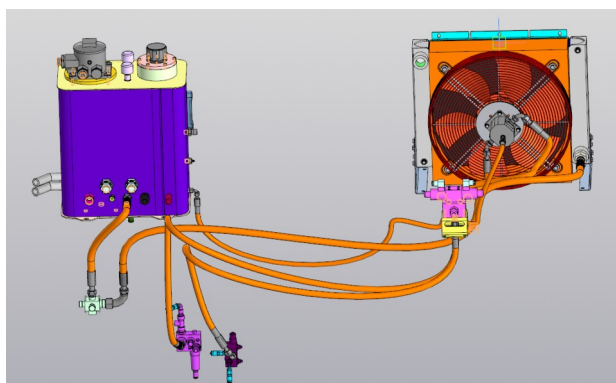


Рисунок 4 – 3D модель привода вентилятора

Выбираем горизонтальное расположение тандем насоса (рисунок 5).

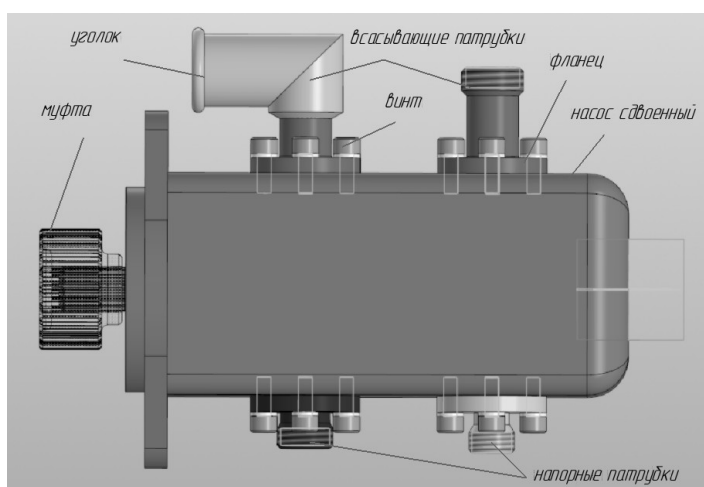


Рисунок 5 – Установка насоса

Присоединение насоса к редуктору произведем специальной муфтой (рисунок 2) и болтами с шестигранной головкой класса точности А по ГОСТ 7805-70 М14 – 6g x 50.60.58, гроверными шайбами 14.65Г.05 по ГОСТ 6402-70. Размер крепежных изделий принимаем по присоединительным диаметрам отверстий на насосе [1].

Фланец присоединяем к насосу винтами с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности А по ГОСТ 11738-84 Винт М8-6еХ20.88.019; Шайба 8Т 65Г 06 по ГОСТ 6402-70. Размер крепежных изделий принимаем по присоединительным диаметрам отверстий на фланце насоса.

Для вывода всасывающей гидролинии используем нестандартный переходник, который делаем из круглого прутка.

Для исключения утечек из насоса и попадания воздуха внутрь него размещу кольцевое уплотнение ГОСТ 18829-73/ ГОСТ 9833-73:

Для уплотнения всасывания PGP517B0230 насоса кольцо 024-028-25-2-2.

Для уплотнения нагнетания PGP517B0230 насоса кольцо 021-025-25-2-2.

Для уплотнения всасывания 511A0110XL2L1B1B1 насоса кольцо 022-026-25-2-2;

Для уплотнения нагнетания 511A0110XL2L1B1B1 насоса кольцо 016-019-19-2-2.

Заключение

В работе по заданным исходным данным, произведены:

- расчёт параметров гидродвигателей;
- выбор гидродвигателей по справочникам;
- подбор насоса и выбор способа установки насоса;
- выбор гидрооборудования;
- тепловой расчет и выбор теплообменника;
- расчет и выбор трубопроводов;
- разработку монтажной схемы трубопроводов;
- расчет потерь на трение, местные потери и гидроаппаратов;
- расчет КПД [2].

Список литературы

1. Свешников В.К. Новый подход к фильтрованию жидкости. Опыт фирмы Vickers // Приводная техника, 1996. –№ 0 – С. 36–39.

2. Андреевец Ю.А. Теория и проектирование гидропневмосистем. Методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»/ авт-сост.: Ю.А. Андреевец, Ю.В. Сериков. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007. – 42 с.

3. Хазеев, Е. В. Разработка гидросистемы с объемной адаптацией к нагрузке с улучшенными характеристиками энергоэффективности / Е. В. Хазеев ; науч. рук. Д. Л. Стасенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 27–28 апр. 2023 г. : в 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 29-32.

4. Чернин, Р. И. Совершенствование технологий ремонта и изготовления соединений с натягом элементов колесных пар железнодорожного подвижного состава / Р. И. Чернин, А. В. Пулято, И. Л. Коцур // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 1. – С. 29–40.

5. Петришин Г.В. Особенности изнашивания магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся порошков в различных условиях эксплуатации / Г.В. ПЕТРИШИН. – Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки. Материаловедение. 2006. – № 12. – С. 107–112.

Научное издание

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

**Материалы
I студенческой конференции**

Гомель, 9 января 2025 года

В авторской редакции