

1. Конкурсная работа на тему разработки и испытаний гидравлических агрегатов для самолётов семейства Sukhoi Superjet.

Авторский коллектив:

- Тимергазиев Алмаз Афкатович — заместитель главного конструктора по гидравлической системе
- Багманов Азат Ильфатович — начальник сектора
- Хакимов Ильфат Салаватович — начальник сектора
- Санг Гордон Кипротич — инженер-конструктор

2. Введение

Разработка современных авиационных технологий требует высококвалифицированного подхода и интеграции новых методов и решений. В этом контексте АО «УАП «Гидравлика», входящее в состав промышленного холдинга АО «Технодинамика» и государственной корпорации «Ростех», представляет свою конкурсную работу на участие в конкурсе «Авиастроитель года», организованном Союзом Авиапроизводителей Российской Федерации. Цель данной работы — продемонстрировать достижения в области разработки и испытаний гидравлических агрегатов для самолётов семейства Sukhoi Superjet.

При этом также проводится подтверждение требований ФАП-21 и КТ-160G, что подчеркивает стремление предприятия соответствовать высоким стандартам качества и надежности продукции. Важно отметить, что все работы выполняются в рамках программы импортозамещения, что позволяет снизить зависимость отечественной авиационной промышленности от зарубежных поставщиков и повысить технологическую независимость России.

3. Цель работы

Основной целью выполнения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (СЧ ОКР) является создание, испытание и поставка опытных образцов гидравлических агрегатов, а также серийной продукции для самолётов SJ-100. Эти работы направлены на улучшение характеристик агрегатов гидравлических систем, что, в свою очередь, повысит безопасность и надёжность эксплуатации самолётов.

Кроме того, важной задачей является интеграция новых технологий и материалов, что позволит обеспечить конкурентоспособность продукции на международном рынке. В рамках данной работы мы стремимся не только соответствовать современным требованиям, но и предвосхитить их, предлагая инновационные решения, которые могут быть внедрены в будущие модели самолётов.

Все этапы разработки и производства ориентированы на импортозамещение, что способствует созданию отечественной базы комплектующих и технологий.

4. Актуальность работы

Работы по разработке агрегатов гидравлической системы для SJ-100 проводятся в рамках договора №07-51038 от 25.02.2021 г. между ПАО «Яковлев» и АО «УАП «Гидравлика». Этот проект стал важным шагом к созданию конкурентоспособного продукта на международном рынке авиации, учитывающего современные требования к надежности и эффективности.

Государственный заказчик ОКР — Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, что подчеркивает значимость проекта для национальной экономики и авиационной промышленности в целом. Работы выполняются в соответствии с современными стандартами и требованиями, что обеспечивает высокий уровень качества и безопасности.

Особую актуальность проект приобретает в условиях реализации государственной политики импортозамещения, направленной на обеспечение технологической независимости и устойчивого развития отечественной авиационной отрасли.

5. Краткая аннотация работы

В рамках выполнения СЧ ОКР запланирован следующий объем работ:

5.1. Разработка конструкторской документации (КД) на комплектующее изделие, включая 3D-модели, чертежи и принципиальные схемы. Это позволит обеспечить точность и полноту информации для всех участников проекта.

5.2. Расчет на прочность комплектующих изделий, что является критически важным для обеспечения надежности и долговечности агрегатов. Использование современных программных комплексов для расчета позволит минимизировать риски и повысить качество.

5.3. Анализ ресурса комплектующих с обоснованием количества циклов импульсных испытаний. Это позволит заранее определить срок службы и надежность агрегатов в различных условиях эксплуатации.

5.4. Разработка отчета по анализу отказобезопасности, что позволит минимизировать риски в ходе эксплуатации. Такой подход обеспечит высокий уровень безопасности для экипажа и пассажиров.

5.5. Технологическая подготовка производства для обеспечения эффективного и качественного изготовления агрегатов. Внедрение современных технологий и автоматизации процессов позволит повысить производительность и сократить время на изготовление.

5.6. Изготовление опытных образцов гидравлических агрегатов, которые будут подвергнуты всесторонним испытаниям. Эти испытания помогут выявить возможные недостатки и доработать конструкции до серийного производства.

5.7. Разработка плана и программы приемосдаточных испытаний, что обеспечит контроль качества на всех этапах. Это позволит гарантировать соответствие продукции установленным стандартам.

5.8. Конструкторское сопровождение испытаний, включающее проверку соответствия требованиям КТ-160G и ФАП-21, что позволит оперативно вносить

изменения и улучшения в конструкции на основе полученных данных. Такой подход обеспечит гибкость и адаптивность в процессе разработки.

Все перечисленные мероприятия реализуются в рамках импортозамещения, что способствует созданию отечественной базы комплектующих и технологий.

6. Основные гидравлические компоненты

6.1. Гидронасос с приводом от коробки приводов и хомут для его крепления.

Гидронасос НР152 представляет собой аксиально-плунжерный насос объемного регулирования с обратной связью. Это позволяет ему обеспечивать создание и поддержание постоянного давления в гидросистеме, что критически важно для надежной работы всех агрегатов. Регулируемая конструкция насоса позволяет адаптировать его производительность в зависимости от текущих требований системы, что способствует оптимизации энергозатрат и повышению общей эффективности.

Важной особенностью данного насоса является его способность адаптироваться к различным расходам, что делает его универсальным решением для гидросистем. Использование современных материалов и технологий в его конструкции позволяет достичь высокой эффективности и долговечности.

Применение данного насоса в рамках импортозамещения позволяет заменить зарубежные аналоги и повысить технологическую независимость.

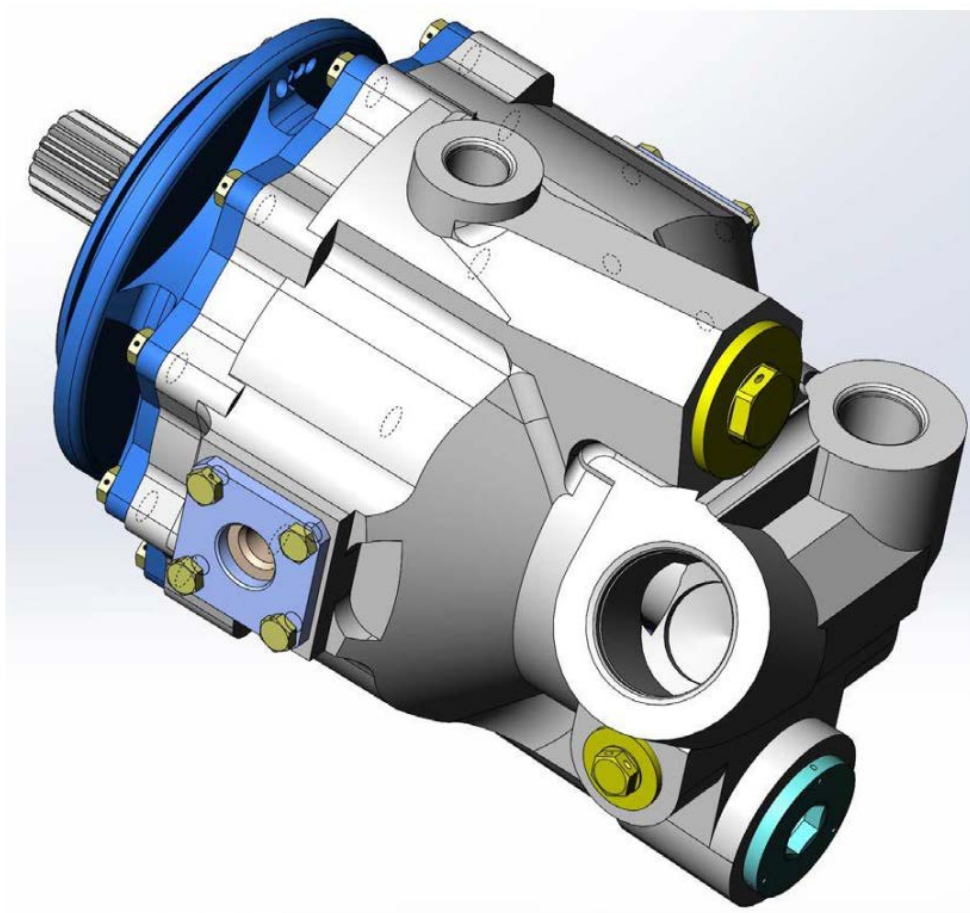


Рисунок 6.1.1. Трехмерная модель Гидронасоса HP152



Рисунок 6.1.2. Гидронасос HP152



Рисунок 6.1.3. Хомут крепления Гидронасоса НР152 ННР

6.2. Отсечной противопожарный кран FV68

Отсечной противопожарный кран FV68 представляет собой важное устройство, предназначенное для управления потоком жидкости в гидросистемах, особенно в условиях противопожарной безопасности. Основная функция крана заключается в его способности быстро перекрывать поток жидкости к основному насосу HP152 в аварийных ситуациях, что критически важно для предотвращения дальнейших повреждений и обеспечения безопасности.

Кран приводится в действие электродвигателем через редукторную часть, что обеспечивает плавное и точное открытие и закрытие. Шаровый механизм гарантирует минимальное сопротивление потоку и высокую герметичность, что делает этот кран идеальным для применения в различных промышленных и гражданских гидросистемах.

Кроме того, FV68 отличается высокой устойчивостью к коррозии и механическим повреждениям благодаря использованию современных материалов в его конструкции, что обеспечивает надежность в самых сложных условиях.

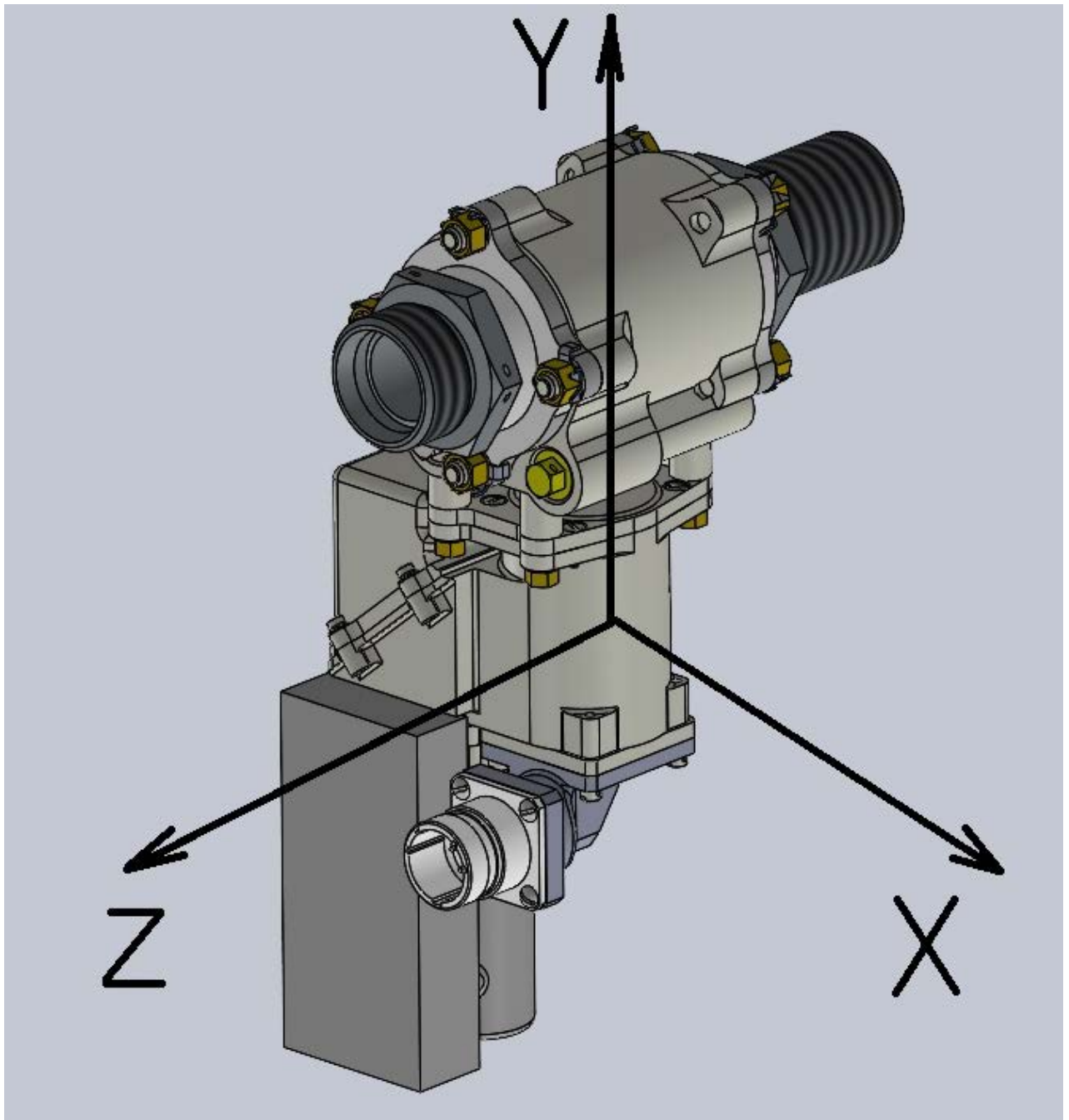


Рисунок 6.2.1 Трехмерная модель Отсечного противопожарного крана FV68

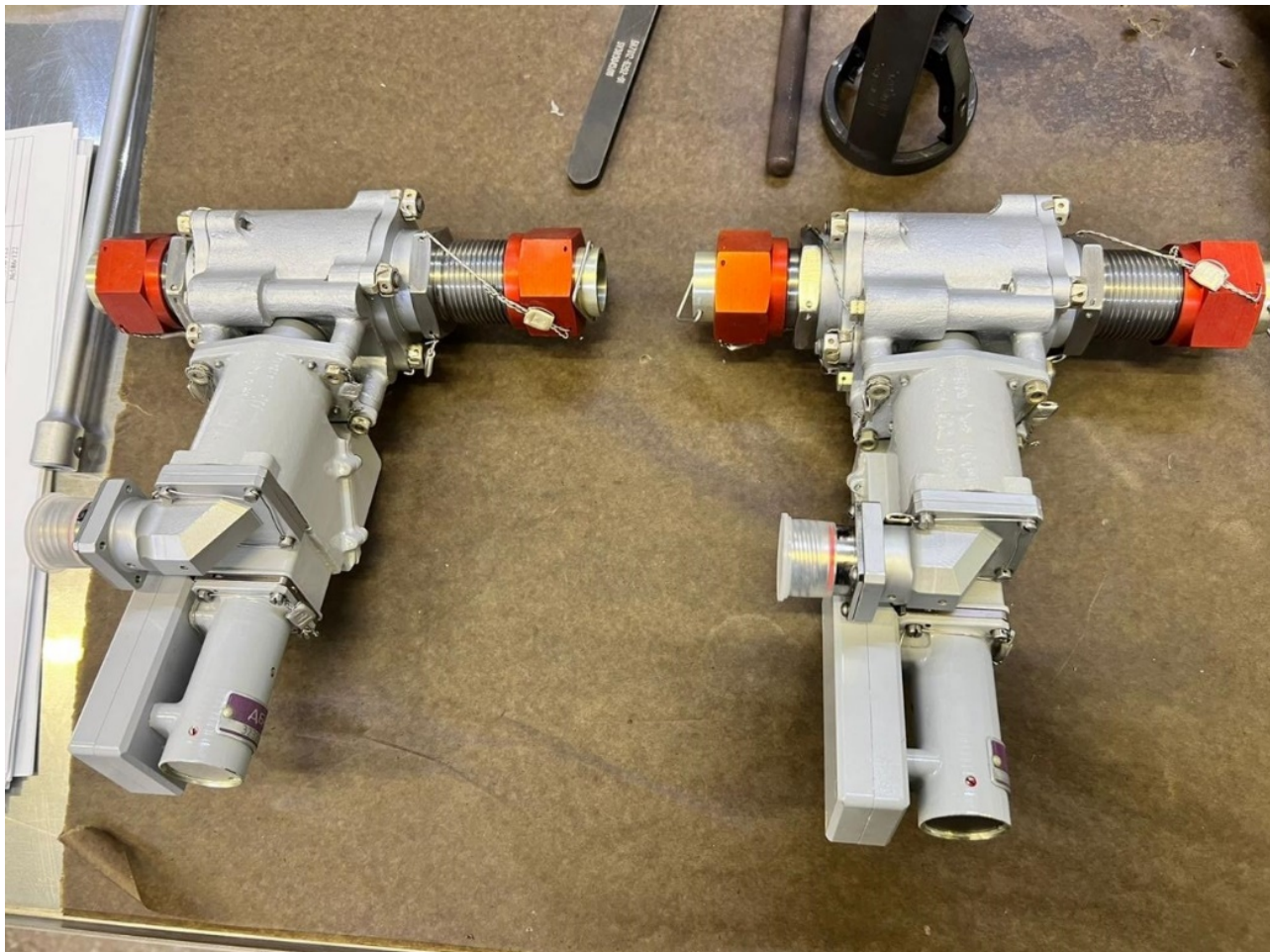


Рисунок 6.2.2 Отсечной противопожарный кран FV68

6.3. Гидравлические баки НТ1510, НТ615 и НТ1230

Гидравлические баки серии ГС представляют собой конструкции с тандемными гидроцилиндрами, объединёнными на общем штоке. В каждом баке установлены два поршня — малый и большой, предназначенные для формирования полостей высокого и низкого давления соответственно. Такая конструкция обеспечивает эффективное разделение рабочих сред и стабильную работу гидросистемы.

В полости высокого давления находится газообразный технический азот, который служит для компенсации объёма и поддержания необходимого давления. В полости низкого давления размещается гидравлическая жидкость, обеспечивающая запас рабочей жидкости для функционирования системы. Это позволяет избежать кавитации и других нежелательных эффектов в гидросистемах.

Для контроля уровня жидкости в баках применяется уровнемер с потенциометрическим датчиком, передающим сигнал о наполненности в бортовую систему. Кроме того, предусмотрен визуальный индикатор объёма жидкости, позволяющий оператору оперативно оценивать состояние бака.

Каждый бак разработан с учётом современных требований к надёжности и безопасности, что гарантирует их долговечность и надёжность в эксплуатации. Все модели проходят строгие испытания на герметичность и прочность, что дополнительно подтверждает их высокое качество.

Основные технические характеристики баков различаются по объёму:

ГС1 НТ1510 — объём 15,1 л

ГС2 НТ615 — объём 6,15 л

ГС3 НТ1230 — объём 12,3 л

Различие в объёмах позволяет использовать баки в гидросистемах с разными требованиями к ёмкости и производительности, обеспечивая гибкость и адаптивность конструкции.

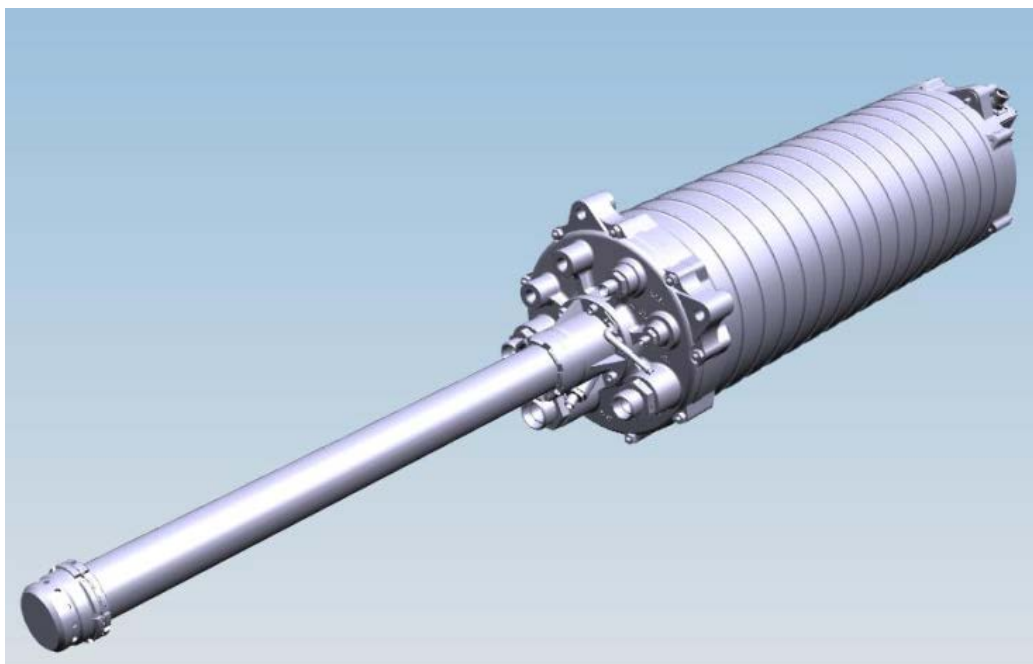


Рисунок 6.3.1 Трёхмерная модель Гидравлического бака НТ1510

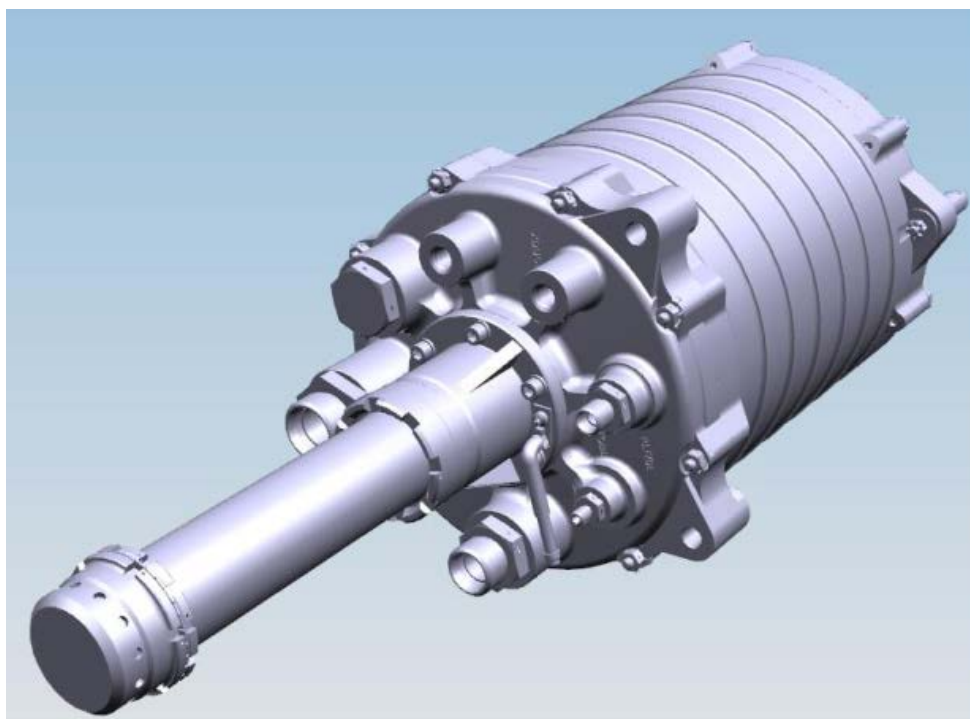


Рисунок 6.3.2 Трёхмерная модель Гидравлического бака НТ615

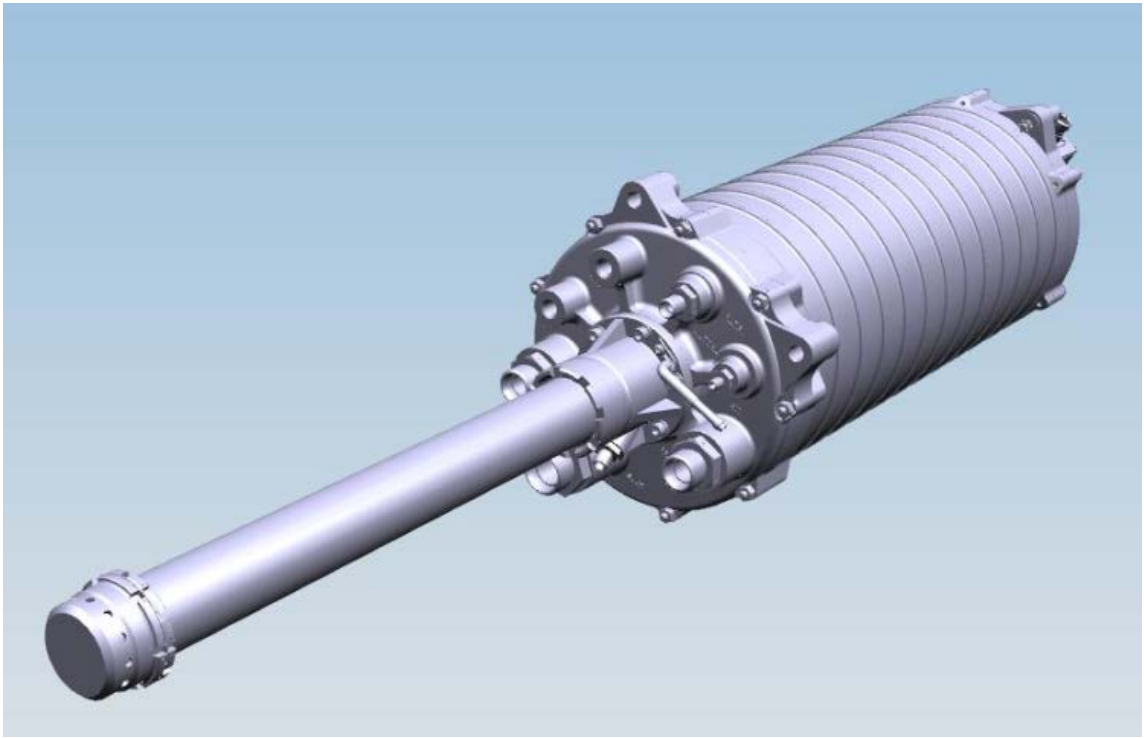


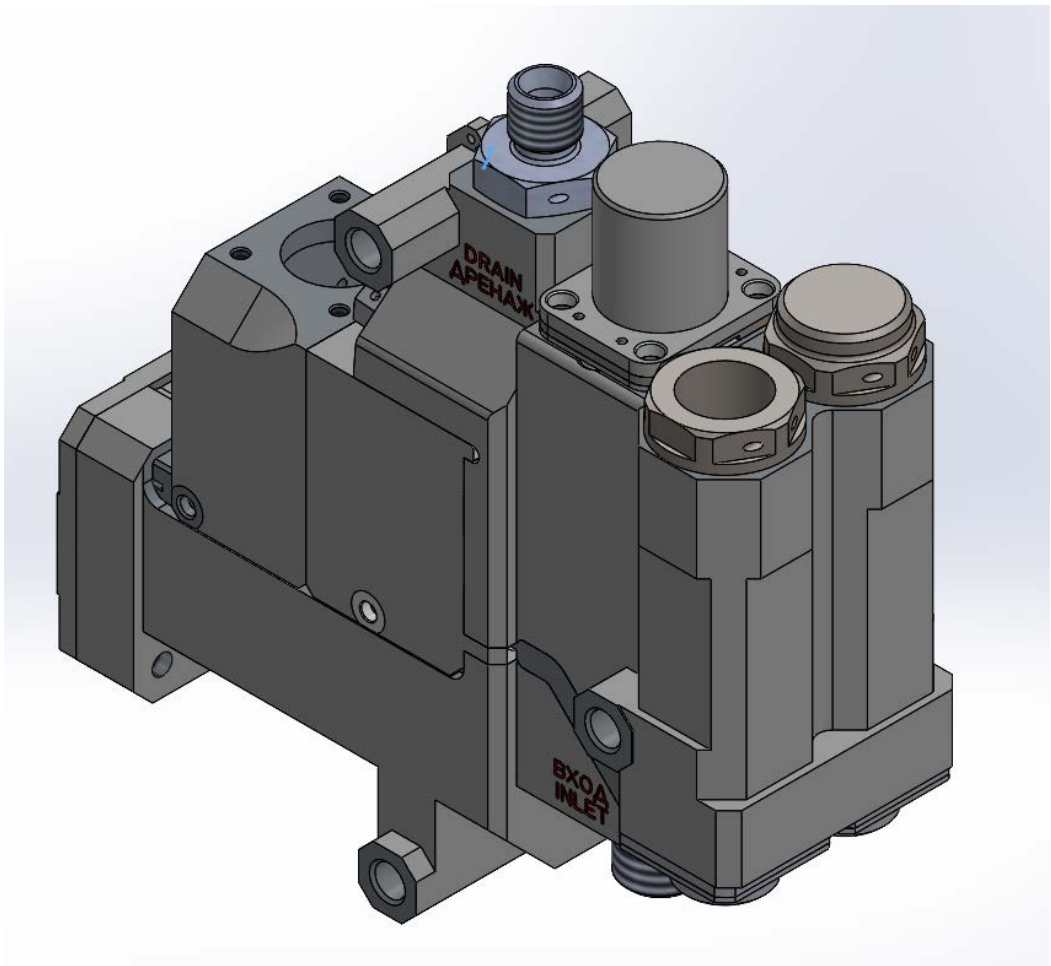
Рисунок 6.3.3 Трехмерная модель Гидравлического бака НТ1230

6.4. Клапан автоматического удаления воздуха ARV10

Клапан автоматического удаления воздуха ARV10 предназначен для эффективного удаления воздуха и эмульсии из гидравлической системы. Он обеспечивает стабильную работу гидросистемы, предотвращая образование воздушных пробок и обеспечивая оптимальные условия для функционирования оборудования.

Клапан работает только когда воздушное судно находится на земле. Перед взлётом он запирает определённый объём воздуха или эмульсии, полученной из гидравлического бака. Это позволяет подготовить систему к безопасному полету. После посадки клапан автоматически выбрасывает отстоявшуюся эмульсию обратно в гидравлическую систему, а оставшийся воздух стравливает, обеспечивая тем самым нормальные условия для дальнейшей эксплуатации.

Клапан ARV10 разработан с учётом современных требований к надёжности и безопасности, что гарантирует его долговечность и эффективность работе.



*Рисунок 6.4.1 Трехмерная модель Клапана автоматического удаления воздуха
ARV10*

6.5. Гидроаккумулятор HA165

Аккумулятор HA165 состоит из прочного корпуса, разделённого на две полости: газовую и жидкостную. Эти полости разделяются мембраной или поршнем, что позволяет эффективно накапливать и высвобождать энергию. Рабочей жидкостью является специализированная гидравлическая жидкость, а газовая полость обычно заполнена инертным газом, таким как азот, для поддержания необходимого давления.

Ключевые функции:

- **Сглаживание пульсаций давления:** Аккумулятор уменьшает колебания давления в системе, что способствует стабильной работе гидравлических механизмов.
- **Компенсация объёма жидкости:** HA165 компенсирует изменения объёма жидкости, возникающие из-за теплового расширения или утечек, предотвращая кавитацию и другие негативные явления.
- **Запас энергии:** Аккумулятор может служить источником дополнительной энергии для кратковременных нагрузок, повышая общую производительность системы.

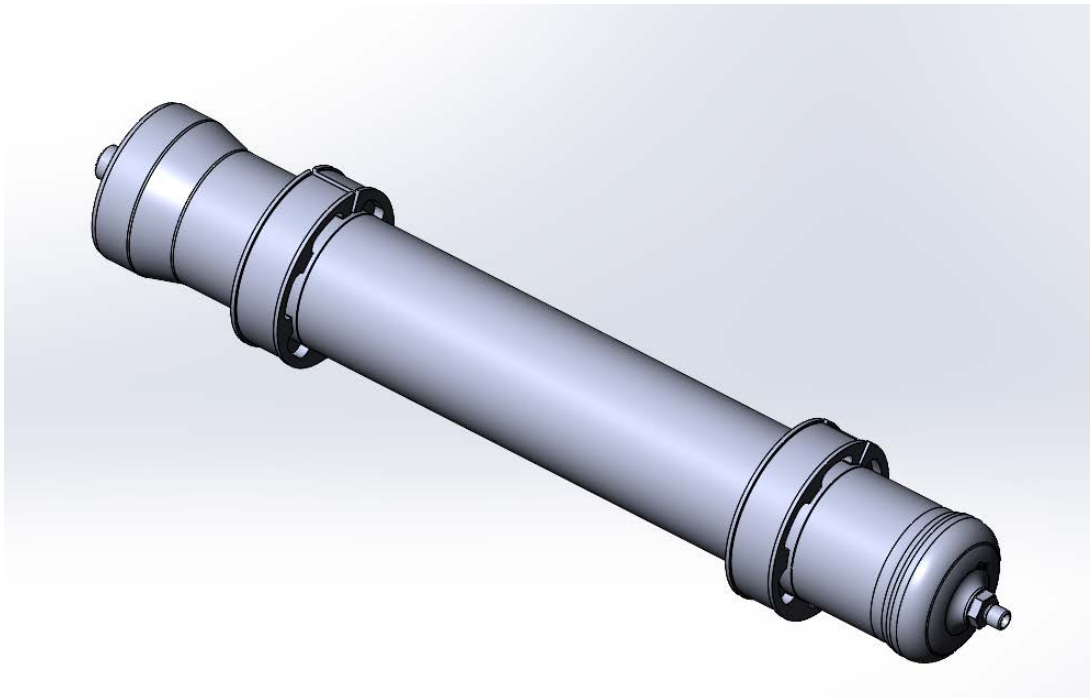
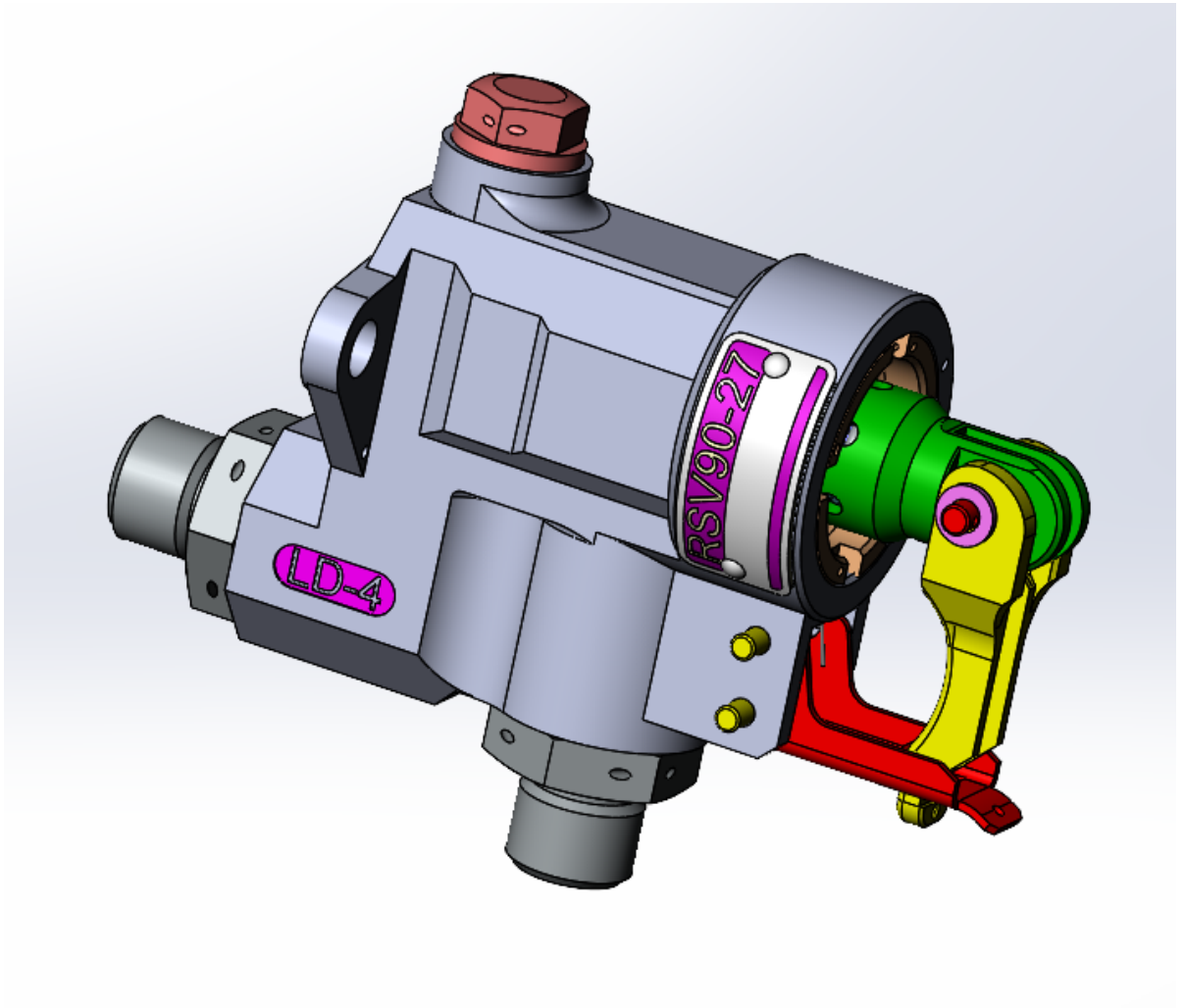


Рисунок 6.4.1 Трехмерная модель Гидроаккумулятора HA165

6.6. Предохранительный и стравливающий клапан RSV90-27

Этот клапан обеспечивает сброс давления и стравливание жидкости из гидробака, что является важным для предотвращения аварийных ситуаций. Он может работать как в автоматическом, так и в ручном режимах, что обеспечивает гибкость в управлении гидросистемой. Клапан также оснащен системой сигнализации, которая уведомляет операторов о необходимости обслуживания.

Использование отечественного клапана RSV90-27 способствует снижению зависимости от импортных компонентов.



*Рисунок 6.6.1 Трехмерная модель Клапана предохранительного и стравливания
RSV90-27*

6.7. Насосная станция переменного тока НМР16А

Насосная станция НМР16А обеспечивает питание потребителей гидросистемы на всех этапах эксплуатации. Сочетание аксиально-поршневого насоса и асинхронного электродвигателя позволяет достигать высокой производительности и надежности. Станция также оснащена системой мониторинга, которая позволяет отслеживать состояние всех компонентов в реальном времени. Применяется совместно с амортизатором насосных станций D8.

Разработка и производство станции НМР16А реализованы с учетом импортозамещения.

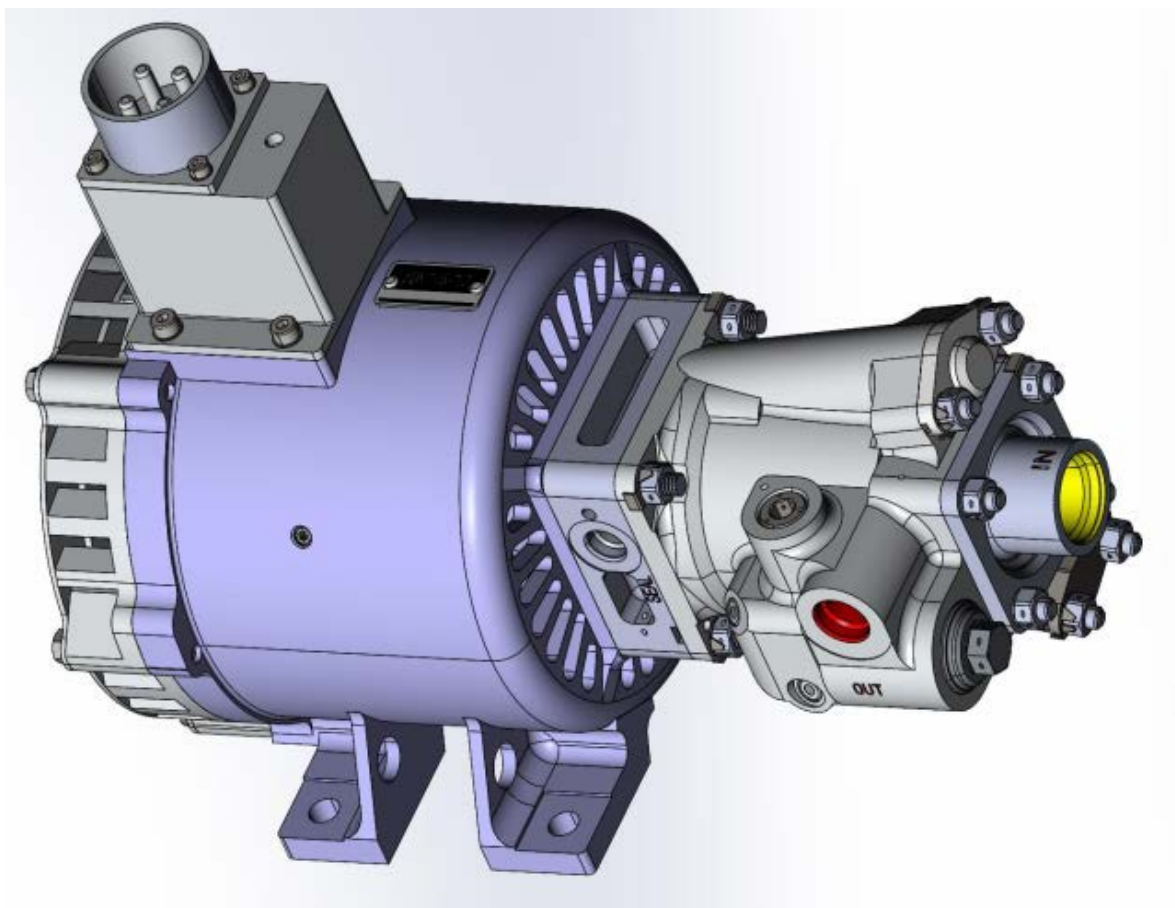


Рисунок 6.7.1 Трехмерная модель Насосной станции переменного тока НМР16А

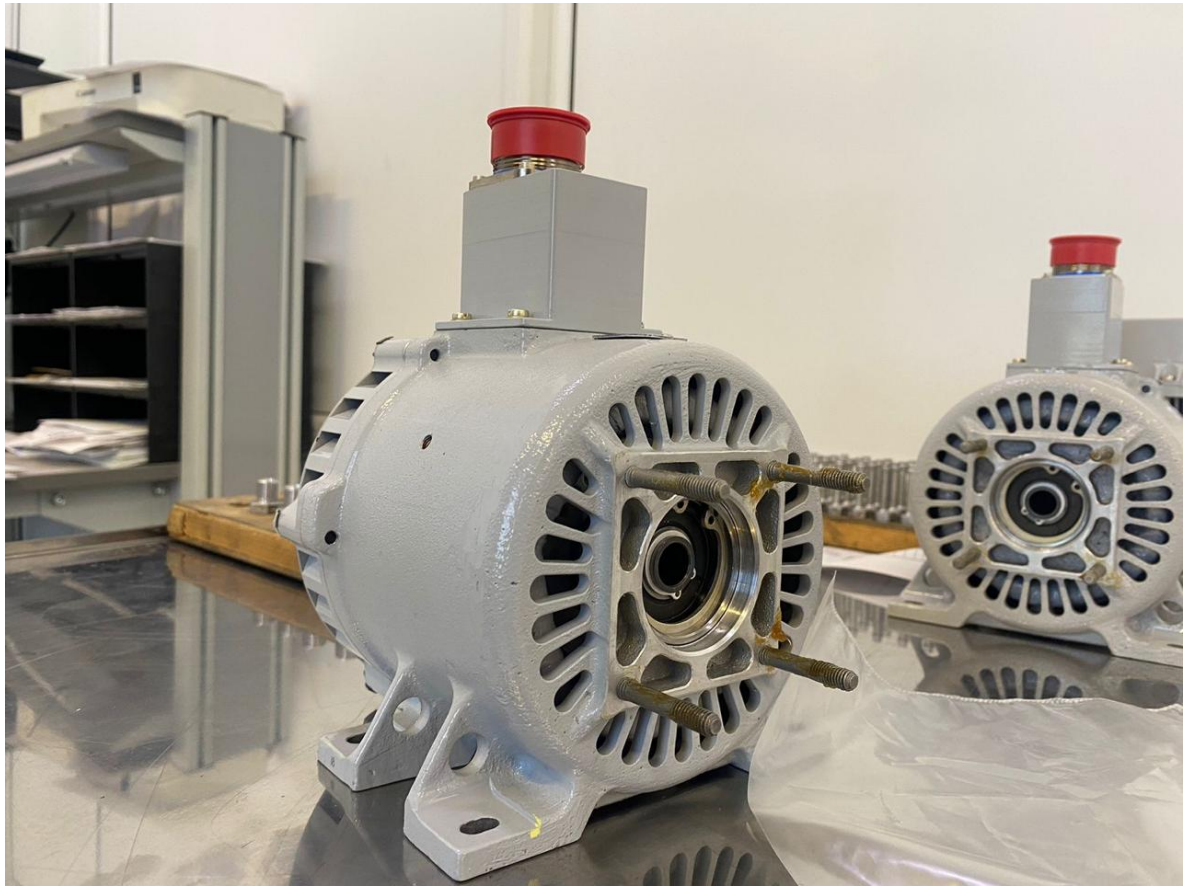


Рисунок 6.7.3 Электродвигатель насосной станции переменного тока.

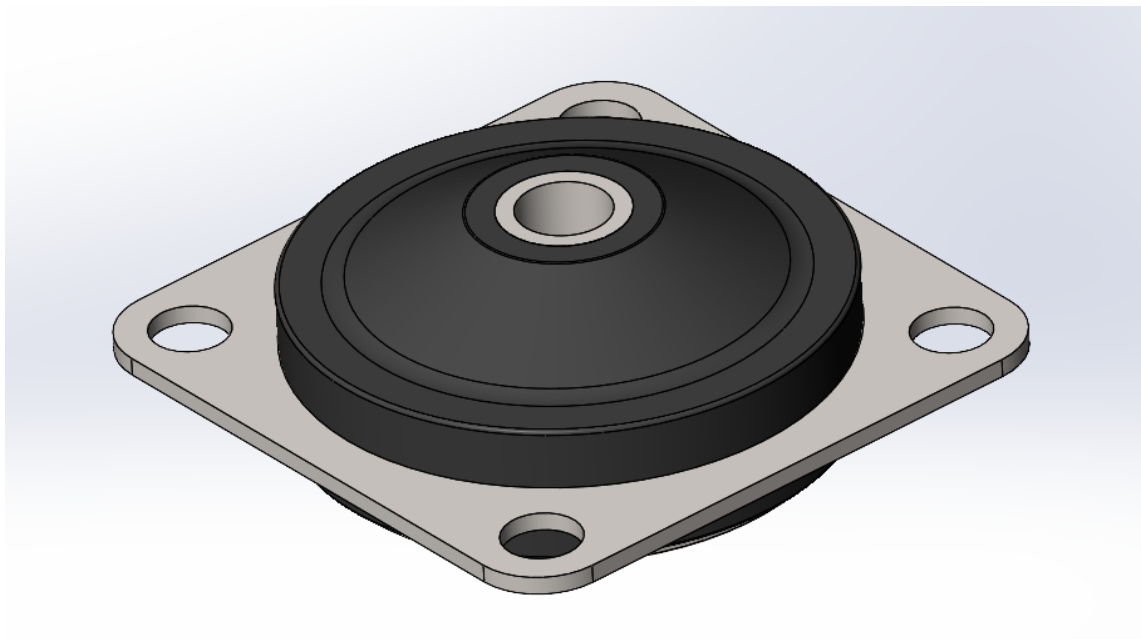


Рисунок 6.7.3 Трехмерная модель Амортизатора насосной станции переменного тока D8

6.8. Селекторный кран дозаправки STR1-3

Селекторный кран STR1-3 позволяет выбрать необходимый гидробак для дозаправки, что упрощает процесс обслуживания и увеличивает эффективность работы системы. Он также имеет интуитивно понятный интерфейс, что облегчает его использование даже для менее опытных операторов.

Этот компонент также производится в рамках программы импортозамещения.

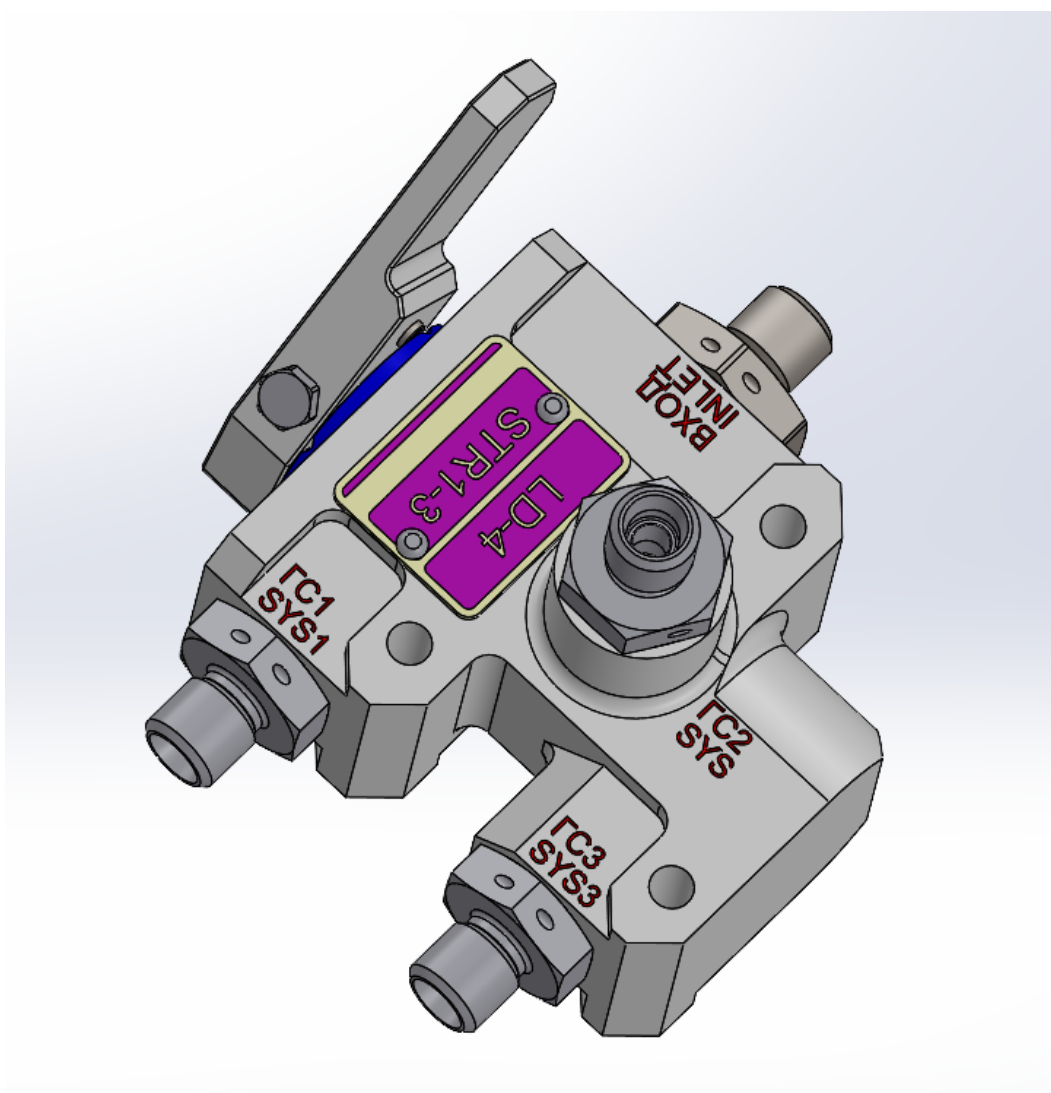


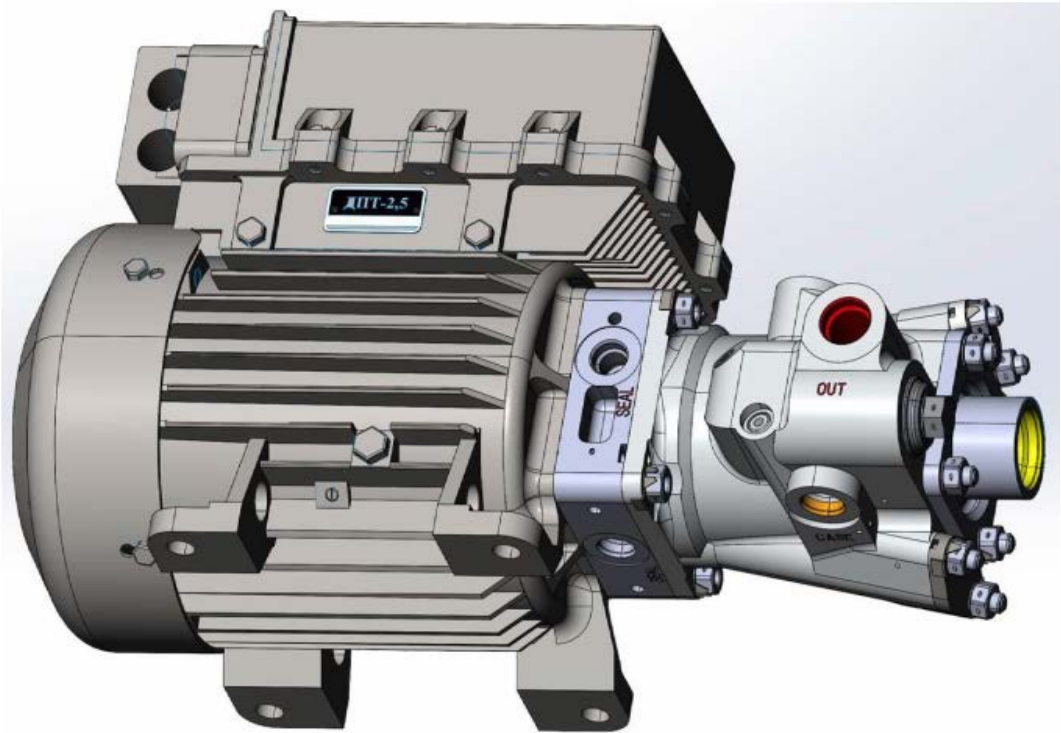
Рисунок 6.8.1 Трехмерная модель Селекторного крана дозаправки STR1-3

6.9. Насосная станция постоянного тока НМР16D

Насосная станция НМР16D предназначена для обеспечения стабильного и надежного питания гидросистемы постоянным током. Она включает в себя высокоэффективный насос с автоматическим регулированием скорости, что позволяет адаптировать производительность под текущие требования системы и оптимизировать энергопотребление. Станция оснащена современными системами защиты от перегрузок, коротких замыканий и перегрева, обеспечивая безопасную и бесперебойную работу.

Конструкция станции выполнена с учетом высокой устойчивости к вибрациям, внешним воздействиям и широкому диапазону рабочих температур, что делает её надежным элементом гидросистемы в условиях эксплуатации авиационной техники.

Производство насосной станции НМР16D осуществляется в рамках программы импортозамещения, что способствует снижению зависимости от зарубежных технологий и укреплению технологической независимости отечественной авиационной промышленности.



*Рисунок 6.9.1 Трехмерная модель Насосной станции постоянного тока
HMP16D*



Рисунок 6.9.1 Электродвигатель Насосной станции постоянного тока

7. Проведение испытаний по ФАП-21 и КТ160G

В рамках выполнения СЧ ОКР были успешно проведены комплексные испытания гидравлических агрегатов по программам ФАП-21 и КТ160G, что подтвердило соответствие разработанных изделий высоким требованиям надежности, безопасности и эксплуатационной пригодности, установленным для самолётов семейства Sukhoi Superjet.

Испытания по ФАП-21 представляли собой комплексную проверку функциональных характеристик гидравлических систем, включая их работоспособность в различных режимах эксплуатации, устойчивость к динамическим нагрузкам, а также оценку отказобезопасности и безопасности эксплуатации. Результаты испытаний подтвердили стабильную работу агрегатов и соответствие нормативным требованиям, обеспечивая высокий уровень надежности.

Испытания по КТ160G были направлены на проверку воздействия внешних факторов, таких как климатические условия, вибрации, механические нагрузки и другие эксплуатационные воздействия, характерные для авиационной техники. Проведённые испытания подтвердили устойчивость и долговечность комплектующих изделий при воздействии данных факторов, что является ключевым для обеспечения безопасности полётов и минимизации затрат на техническое обслуживание.

Данные успешные испытания являются важным этапом в реализации программы импортозамещения, позволяя заменить зарубежные аналоги отечественными изделиями, что способствует технологической независимости и повышению конкурентоспособности российской авиационной промышленности.

8. Заключение

Разработка и испытания гидравлических агрегатов для самолётов SJ-100 являются важным шагом в повышении конкурентоспособности российской авиационной промышленности. Внедрение современных технологий и высококачественных компонентов обеспечивает надежность и безопасность эксплуатации самолётов, что является приоритетом для АО «УАП «Гидравлика» и всей отрасли в целом. Участие в конкурсе «Авиастроитель года» позволит продемонстрировать достижения компании и привлечь внимание к важности гидравлических систем в авиации.

Особое значение имеет то, что все работы и производство компонентов реализуются в рамках программы импортозамещения, что способствует развитию отечественной базы и укреплению технологической независимости России.

В заключение, мы уверены, что результаты нашей работы будут способствовать дальнейшему развитию отечественной авиационной промышленности и укреплению позиций России на международной арене. Мы продолжаем работать над улучшением наших технологий и стремимся к внедрению инновационных решений, которые будут соответствовать самым высоким стандартам качества и безопасности.