**CОДЕРЖАНИЕ**

Перечень чертежей

Введение

1.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Краткое описание Гидросистемы самолёта Ту-154

1.2 Анализ работы гидросистемы самолёта Ту-154

1.3 Анализ надежности элементов гидросистемы самолета Ту-154

1.4 Конструктивное усовершенствование гидросистемы

1.5 Описание и принцип работы термоанемометрического датчика

1.6 Система управления гидроцилиндром уборки и выпуска шасси

1.7 Гидроаккумулятор

1.7.1 Расчет гидроаккумулятора

1.7.2 Расчет гидроаккумулятора на прочность

1.8 Дроссель постоянного расхода

1.8.1 Расчет дросселя постоянного расхода

1.9 Гаситель пульсаций

* 1. Дозатор
     1. Определение параметров работы дозатора

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Основные требования, предъявляемые к машинам и механизмам и механизмам, используемым при техническом обслуживании летательных аппаратов

2.2 Краткая характеристика средств механизации, применяемых при техническом обслуживании самолета Ту-154

2.3 Аэродромная установка для технического обслуживания гидравлической системы ЛА

2.4 Проверочный расчет элементов установки. Подбор гидравлического бака

2.5 Расходомер-вискозиметр

2.6 Расчет нагнетающего насоса

2.7 Кинематический расчет редуктора

2.8 Расчет муфты

2.9 Расчет пружины на прочность

* 1. Гидравлический расчет установки

3 ОХРАНА ТРУДА

3.1 Экспертиза безопасности рабочей зоны при техническом обслуживании гидрооборудования самолета Ту-154 (в соответствии с ОСТ 54 71001-82)

3.2 Технические и гигиенические меры по уменьшению уровня воздействия наиболее опасных и вредных факторов

3.3 Пожарная и взрывная безопасность при техническом обслуживании передвижной наземной гидроустановки для очистки жидкости АМГ-10

(по ГОСТ 12.1.004.90)

* 1. Инструкция по технике безопасности при работе с наземной передвижной установкой для очистки гидрожидкости

1. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1 Анализ воздействия проектируемого стенда на окружающую среду

4.2 Мероприятия по охране окружающей среды

4.3 Расчет эколого-экономической эффективности предлагаемых разработок

Заключение

Список использованных источников

**ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование чертежей | Формат |
| 1. Анализ надёжности гидросистемы самолета Ту-154 2. Схема гидравлической системы самолета Ту-154 принципиальная 3. Дроссель постоянного расхода 4. Гаситель пульсации 5. Установка для ТО гидросистемы 6. Схема гидравлической системы установки для ТО гидросистемы | А1  А1×2  А2  А2  А1×2  А1 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Гражданская авиация является одной из важнейших отраслей народного хозяйства. Основной задачей воздушного транспорта является полное и своевременное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в воздушных перевозках.

В процессе деятельности гражданской авиации (ГА) существенным фактором является эффективность использования самолетно-вертолетного парка (СВП), а также себестоимость авиационных работ и перевозок.

Опыт эксплуатации авиационной техники в Украине и за рубежом, анализ данных по дефектации агрегатов и узлов авиационной техники, прошедших входной контроль перед ремонтом после межремонтного ресурса, показывают, что планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта, применяемая в гражданской авиации в настоящее время, имеет ряд недостатков. Обеспечение потребного уровня конструктивно-эксплуатационных свойств летательных аппаратов (ДА), наличие программ технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и соответствующей эксплуатационно-технической документации, позволяет реализовать на практике принципиально новую стратегию ТОиР, основанную на обслуживании по состоянию с контролем параметров или уровня надежности. Последнее применимо для агрегатов, не влияющих на безопасность полетов (БП).

Техническое обслуживание по состоянию с контролем параметров позволяет выяснять техническое состояние объектов в настоящий момент, а также дает возможность прогнозирования его изменения на оперативные промежутки времени (ближайшие несколько полетов) и на более длительные периоды.

Внедрение прогрессивных методов технического обслуживания авиационной техники (AT) по состоянию требует решения ряда технических и организационных вопросов, одним из которых является существенное улучшение системы контроля технического состояния ЛА и их комплектующих изделий. При этом большое внимание должно уделяться разработке мероприятий, направленных на дальнейшее совершенствование AT, внедрение новых средств и методов диагностики, механизации и автоматизации процессов ее технического обслуживания.

Указанные мероприятия позволят снизить затраты на техническое обслуживание СВП, продлить срок службы отдельных изделий AT, что, в конечном счете, без ущерба для БП и их регулярности, дает существенное (до 30 %) сокращение расходов, связанных с деятельностью по обеспечению безопасности полетов.

Самолет Ту-154 - основной среднемагистралъный самолет, оснащен рядом сложных функциональных систем, нуждающихся в постоянном поддержании их исправного состояния. Для снижения времени и затрат, необходимых на ТО указанных систем, в настоящем дипломном проекте предлагается:

* конструктивное усовершенствование отдельных агрегатов и гидравлической системы самолета Ту-154 в целом;
* передвижная установка для технического обслуживания гидравлической системы.

Разработки, предлагаемые в данном дипломном проекте, позволят повысить эффективность ТО гидросистемы самолетов Ту-154, снизить затраты и сократить простои самолетов на техническом обслуживании.

При выполнении дипломного проекта были использованы разработки авиакомпаний США, Франции и Великобритании.

**1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В основной части проекта приведены результаты расчета вероятности безотказной работы элементов гидросистемы самолета Ту-154, на основе которых разработан ряд конструктивных усовершенствований, позволяющих повысить уровень надежности, как отдельных агрегатов, так и гидросистемы самолета в целом. Также разработаны мероприятия, направленные на повышение уровня контролепригодности элементов гидросистемы.

**1.1 Краткое описание гидросистемы самолета Ту-154**

Гидравлическое оборудование Ту-154 включает в себя три независимые друг от друга гидросистемы.

Первая гидросистема обеспечивает работу следующих потребителей:

* основное торможение колес;
* аварийное торможение колес;
* основную уборку и выпуск шасси;
* выпуск и уборку внутренних интерцепторов;
* выпуск и уборку средних интерцепторов;
* выпуск и уборку закрылков по 1-му каналу;
* рулевые агрегаты по 1-му каналу;
* рулевые приводы по 1-му каналу.

Вторая гидросистема обеспечивает:

* управление поворотом передних колес;
* аварийный выпуск шасси;
* питание рулевых агрегатов по 2-му каналу;
* питание рулевых приводов по 2-му каналу;
* уборку и выпуск закрылков по 2-му каналу.

Кроме того, имеется возможность подключения насосной станции 2-й гидросистемы на потребители первой для наземной проверки. Третья гидросистема обеспечивает:

* питание рулевых агрегатов по 3-му каналу;
* питание рулевых приводов по 3-му каналу;
* дублирующий аварийный выпуск шасси.

Подача жидкости для 1-й и 2-й гидросистем осуществляется из одного гидробака, разделенного перегородкой на уровне 24 л. Повышение давления в 1-й гидросистеме (ГС) обеспечивается двумя плунжерными насосами НП-89Д, установленными на коробках самолетных агрегатов (КСА) 1-го и 2-го двигателей. Питание 2-й гидросистемы осуществляется насосом НП-89Д, установленным на КСА 2-го двигателя и насосной станцией НС-46, имеющей электрический привод .

Третья гидросистема имеет отдельный бак, повышение давления осуществляется насосом НП-89Д, установленном на КСА 3-го двигателя, а также насосной станцией НС-46.

Все гидробаки закрытого типа имеют систему наддува, повышающую высотность гидросистемы.

Часть гидравлического оборудования для удобства обслуживания размещена в гидроотсеке в хвостовой части фюзеляжа.

Штуцера заправки гидрожидкостью и воздухом, нагнетания и слива находятся на бортовых панелях, расположенных в хвостовой части фюзеляжа, там же находятся приборы контроля давления наддува, давления в воздушных баллонах и давления в линии нагнетания.

Пульт управления гидросистемой находится на панели бортинженера. На нем расположены линии сигнализатора падения давления МСТ-100, лампа сигнализатора падения давления в системе аварийного торможения ЭС-200, четыре дистанционных манометра ИД2-240, уровнемеры ДУ1-2ВТ и ДУ1-2ЕТ для контроля количества жидкости в гидробаках. Кроме того, на ней расположены средства управления агрегатами гидросистем.

Манометры ИД2-240 расположены также на приборной доске пилотов. На средней панели приборной доски пилотов имеются 2 дистанционных манометра ИД-150 для контроля давления в тормозах.

Рабочей жидкостью гидросистемы является авиационное масло гидравлическое АМГ-10, вязкостью 10 ест (при t = + 50°C).

Основные технические характеристики гидросистемы самолета Ту-154 приведены ниже.

**Основные технические характеристики гидросистемы самолета Ту-154**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Гидросистема | | |
| Ι | ΙΙ | ΙΙΙ |
| 1. Рабочее давление кг/см2 |  |  |  |
| 2. количество масла, л | 10 | 103 | 45 |
| 3. Рабоий уровень масла в гидробаках, л | 36 | 36 | 20 |
| 4. Производительность нагнетающих насосов, л/мин | 110 | 55 | 55 |

**1.2 Анализ работы гидросистемы самолета Ту-154**

Гидравлическая система самолета Ту-154 является функциональной системой, надежность которой существенно влияет на безопасность полетов, поскольку за счет работы гидрооборудования осуществляются такие жизненно важные процессы, как управление по всем трем каналам (тангаж, крен, рыскание), уборка и выпуск шасси, управление колесами передней опоры, управление механизацией крыла.

Таким образом, появляется необходимость особого внимания за контролем исправности основных агрегатов гидравлического оборудования.

Повышение давления в линиях нагнетания гидросистем осуществляется насосами НП-89Д аксиально-поршневого типа с управлением производительностью по давлению. Такого же типа насос входит в состав насосной станции НС-46. Как показали результаты исследований, основным недостатком насосов такого типа является перетекание жидкости из линии нагнетания в линию всасывания по узлу торцевого распределения. Вследствие этого снижается давление в гидросистеме или работающих потребителях, падает КПД насоса.

Каждая из трех гидросистем в линии нагнетания оборудована линейными фильтрами типа 11ГФ9СИ и 11ГФ12СИ, которые оснащены клапанами перепуска жидкости мимо фильтроэлемента при засорении последнего. Клапан срабатывает при перепаде давления на филътроэлементе, равном кг/см2. Поступление неочищенной жидкости в гидросистему чревато ухудшением работы или заклиниванием золотниковых пар узлов распределения, возникновением внутренних утечек в агрегатах за счет абразивного воздействия на трущиеся пары и т.д.



В процессе эксплуатации наблюдаются случаи появления внутренней негерметичности отдельных агрегатов гидросистемы. Данная неисправность может привести к следующим последствиям:

* + потеря мощности и замедленная работа приводов исполнительных агрегатов;
  + излишне высокая производительность нагнетающего насоса, что при всех включенных потребителях гидроэнергии может служить причиной их "вялой" работы;
  + ложное срабатывание исполнительных устройств.

Опасность зарождающейся внутренней негерметичности заключается в том, что она не имеет никаких внешних признаков (следов подтекания и т.п.).

В настоящее время достоверность появления внутренних утечек определяется по времени падения давления в гидросистеме при неработающих потребителях. При установлении наличия внутренней негерметичности ведется поиск ее дислокации, что является чрезвычайно трудоемким процессом.

**1.3 Анализ надежности элементов гидросистемы самолета Ту-154**

Количественная оценка надежности элементов гидросистемы производилась в следующем порядке:

* + определялась интенсивность отказов элементов гидросистемы, характеризующая количество отказов в единицу времени;
  + определялась вероятность безотказной работы элементов гидросистемы;
  + интенсивность отказов определялась по формуле:

(1.1)



Где: r(t) - количество отказов изделия за период времени t;

r(t+Δt) - количество отказавших изделий за период времени (t+Δt);

N(t) - общее количество изделий, находящихся под наблюдением.

Среднее значение интенсивности отказов определялось по формуле:

(1.2)



Вероятность безотказной работы определялась как для невосстанавливаемых систем через каждые 0,5 часа типового полета, равного t=2,5 ч. При этом считалось, что за время типового полета отказавшее изделие не восстанавливает свою работоспособность.

Тогда вероятность безотказной работы за рассматриваемый промежуток времени ti можно определить по формуле:

(1.3)



Статистические данные по отказам и неисправностям элементов гидросистемы, имевшим место в рассматриваемый период эксплуатации самолетов Ту-154, представлены в табл. 1.1.

На основании статистических данных (табл. 1.1) строим гистограмму распределения отказов по элементам гидросистемы (рис. 1.1).

Для расчета интенсивности отказов () элементов гидросистемы определяем количество интервалов (К) и наработку в интервале (Δt) по формуле:



(1.4)



Где: n- количество отказов элементов системы;

N - количество исправных агрегатов, находящихся под контролем.

(1.5)



Где: tmax - максимальная наработка изделия до отказа, ч;

tmin - минимальная наработка изделия до отказа.

Результаты расчетов сводим в табл. 1.2. После определения интенсивности отказов X(t)cp. Определяем вероятность безотказной работы элементов гидросистемы P(t) как для невосстанавливаемой системы за время типового полета, равное 2,5 часам. Результаты сводим в табл. 1.3.

Таблица 1.1

**Статистические данные по отказам и неисправностям элементов гидросистемы самолетов Ту-154**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование элементов | Наработка элементов до отказа, ч | Кол-во отказов | От-ная Кол-во отказов | Причина отказов |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Гидронасос НП-89 | 4186, 4887, 4993, 5407, 6075, 6023, 6146, 6377, 6813 | 9 | 0,114 | Разрушение манжеты, башмачка |
| 2. Разъемыйклапан | 1370, 1885, 2492, 3614, 3592 | 5 | 0,063 | Негерметичность |
| 3. Электромагнитный кран КЭ-47 | 427, 2417, 2439, 3673, 4736, 4977, 5520, 6922, 6926, 7212, 7498, 8072 | 12 | 0,152 | Негерметичность Неуборка шасси после взлета. |
| 4. Гидроаккумулятор | 721, 925 179, 1596, 2066, 2136, 2407, 2513, 3056, 3302, 3342, 3929, 4031, 4068, 4124, 4187 | 16 | 0,203 | Разрушение диафрагмы. Падение давления азота |
| 5. Трубопроводы | 2622, 2730, 3385, 3884, 4562 | 5 | 0,063 | Нарушение герметичности, Течь АМГ-10 |
| 6. Дроссель постоянного расхода | 1721, 1733, 2722, 3687, 4682, 4757, 4981, 5486, 5962, 5987 | 10 | 0,127 | Засорение дроссельной решетки |
| 7. Гаситель пульсации | 3346, 4643, 4824, 5074, 5171, 5216, 5281, 5311 | 8 | 0,101 | Разрушение мембраны |
| 8. Фильтр тонкой очистки | 1116, 1512, 1646, 1864 195, 2286, 2330, 2730 | 8 | 0,101 | Внешняя негерметичность срабатывания перепускного клапана |
| 9. Кран переключения | 674, 1418, 2141, 2768, 3287, 4695 | 6 | 0,076 | Внутренняя негерметичность |

Таблица.1.2

**Значения интенсивности отказов элементов передней опоры шасси**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Гидронасос НП-89: K = 3 Δt = 876 ч | | | | | | |
| t+Δt | 4186÷ 5062 | 5062 ÷ 6538 | | 6538 ÷ 6813 | | |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 3  42  0,815 | 5  39  1,464 | | 1  34  0,338 | | |
| λcp(t).10-4 = 0,872 | | | | | | |
| 2. Кран разъемный: K = 3 Δt = 741 ч | | | | | | |
| t+Δt | 1270 ÷ 2211 | 2211 ÷ 2852 | | 2852 ÷ 3592 | | |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 2  154  0,175 | 1  152  0,089 | | 2  151  0,179 | | |
| λcp(t).10-4 = 0,148 | | | | | | |
| 3. Кран Эл. Магн. КЭ-47: K = 4 Δt = 1911 ч | | | | | | |
| t+Δt | 427 ÷ 2338 | | 2338 ÷ 4249 | | 4249 ÷ 6160 | 6160 ÷ 8072 |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 1  14  0,374 | | 3  13  1,208 | | 3  10  1,570 | 5  7  3,738 |
| λcp(t).10-4 = 1,722 | | | | | | |
| 4. Гидроаккумулятор: K = 4 Δt = 867 ч | | | | | | |
| t+Δt | 721 ÷ 1588 | | 1588 ÷ 2455 | | 2455 ÷ 3321 | 3321 ÷ 4187 |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 3  42  0,824 | | 4  39  1,183 | | 3  35  0,989 | 6  32  2,163 |
| λcp(t).10-4 = 1,290 | | | | | | |
| 5. Трубопроводы выс. давления: K = 3 Δt = 647 ч | | | | | | |
| t+Δt | 2692 ÷ 3269 | 3269 ÷ 396 | | 3916 ÷ 4562 | | |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 2  56  0,552 | 2  54  0,572 | | 1  52  0,297 | | |
| λcp(t).10-4 = 0,474 | | | | | | |

Окончание таблица.1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. Дроссель пост. расхода: K = 4 Δt = 1067 ч | | | | | | | |
| t+Δt | 1721 ÷ 2788 | 2788÷ 3855 | | | 3855 ÷ 4921 | 4921 ÷ 5987 | |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 3  84  0335 | 1  81  0,116 | | | 2  80  0,234 | 4  78  0,481 | |
| λcp(t).10-4 = 0,292 | | | | | | | |
| 7. Гаситель пульсации: K = 3 Δt = 655 ч | | | | | | | |
| t+Δt | 3346 ÷ 4001 | | 4001 ÷ 4656 | | | 4656÷ 5311 | |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 1  56  0,273 | | 1  55  0,278 | | | 6  54  1,70 | |
| λcp(t).10-4 = 0,750 | | | | | | | |
| 8. Фильтр линейный: K = 3 Δt = 538 ч | | | | | | | |
| t+Δt | 116 ÷ 1654 | | | 1654 ÷ 2192 | | | 2192 ÷ 2730 |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 3  42  1,33 | | | 2  39  0,953 | | | 3  37  1,51 |
| λcp(t).10-4 = 1,264 | | | | | | | |
| 9. Кран переключения: K = 3 Δt =1340 ч | | | | | | | |
| t+Δt | 674 ÷ 2014 | | | 2014 ÷ 3354 | | | 3354 ÷ 4695 |
| n(t)  N(t)  λ(t).10-4 | 2  14  1,07 | | | 3  12  1,87 | | | 1  9  0,829 |
| λcp(t).10-4 = 1,256 | | | | | | | |

Таблица 1.3

**Значения вероятности безотказной работы элементов гидросистемы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование элемента | Время полёта, ч | | | | |
| 0,5 | 1,0 | 2,0 | 2,5 |  |
| 1. Гидронасос НП-89 | 0,999956 | 0,999913 | 0,999826 | 0,999782 |
| 2. Клапан разъемн. | 0,999993 | 0,999985 | 0,99970 | 0,999963 |
| 3. Кран КЭ-47 | 0,999914 | 0,999828 | 0,999656 | 0,999570 |
| 4. Гидроаккумулятор | 0,999936 | 0,999871 | 0,999742 | 0,999678 |
| 5. Трубопроводы | 0,999976 | 0,999953 | 0,999905 | 0,999882 |
| 6. Дроссель постоянного расхода | 0,999985 | 0,999971 | 0,999942 | 0,999927 |
| 7. Гаситель пльсации | 0,999963 | 0,999925 | 0,999850 | 0,999813 |
| 8. Фильтр линейный | 0,999937 | 0,999874 | 0,999747 | 0,999684 |
| 9. Кран переключения | 0,999937 | 0,999874 | 0,999749 | 0,999686 |

По результатам расчетов P(t) строим графики изменения вероятности безотказной работы элементов гидросистем за время типового полета t=2,5 ч (рис. 1.2).

**1.4 Конструктивное усовершенствование гидросистемы**

Анализ вероятности безотказной работы, причин отказов и неисправностей элементов гидросистемы, имевших место за рассматриваемый период эксплуатации самолетов Ту-154, позволил выявить конструктивные недостатки некоторых элементов гидросистемы, наметить объекты конструктивных усовершенствований, а также разработать мероприятия, направленные на повышение уровня контролепригодности гидросистемы.

Так, для контроля технического состояния узла торцевого распределения жидкости в насосах НП-89Д предлагается оборудовать насосы термоанемометрическими датчиками, позволяющими регистрировать изменение величины утечек.

Кроме того, в настоящем проекте предлагается установить термоанемометрические датчики в сливных линиях агрегатов управления и распределения жидкости, что позволит осуществлять:

* контроль герметичности управляющих агрегатов, нарушение которой вызовет наиболее серьезные последствия;
* возможность разбивки всей системы на участки для сокращения времени и обеспечения поиска места нахождения внутренней негерметичности.

Термоанемометрические датчики предлагается установить в сливных следующих агрегатов:

* УГ-149 - редукционный клапан управления основным торможением колес;
* кран включения золотникового пульта РГ-16А управления разворотом колес ПОШ;
* кран основного управления шасси КЭ-47;
* кран управления внутренними интерцепторами ГА-142;
* кран включения привода средних интерцепторов ГА-158;
* краны ГА-165 включения бустеров по первому, второму и третьему каналам.

Также, предлагается установить Термоанемометрические датчики на каждый из двух гидромоторов привода уборки-выпуска закрылков РП-60. Установка таких датчиков в распределительных узлах гидромоторов позволит судить о техническом состоянии последних.

Установка термоанемометрического датчика на кран переключения разворота колес ПОШ позволит контролировать герметичность сопряжения "золотник-гильза" (лист 5 графической части проекта). Негерметичность данной пары (т.е. повышение утечки) может привести к "вялому" развороту колес ПОШ, что недопустимо, а также к снижению эффективности демпфирования колебаний колес передней опоры в режиме самоориентирования.

Во избежание попадания загрязненной жидкости в гидросистему через перепускной клапан на корпусах фильтров 11ГФ9СИ и 11ГФ12СИ предлагается установить датчики перепада давления индукционного типа, которые позволят не только сигнализировать о достижении определенного критического перепада давления, при увеличении которого откроется перепускной клапан, но и осуществлять наземный контроль за состоянием фильтроэлементов в процессе технического обслуживания гидросистемы.

**1.5 Описание и принцип работы термоанемометрического датчика**

Термоанемометрический датчик или прибор контроля внутренней негерметичности (ПКВН) служит для контроля расхода жидкости, вытекающей через образовавшиеся зазоры агрегатов в сливные линии функциональных участков гидросистемы. Схема датчика представлена на рис. 1.3. В качестве чувствительных элементов выбраны полупроводниковые микротермосопротивления (термисторы) (2 и 4). Каждый термистор включается в электрическую схему поддержания постоянной температуры, состоящую из моста Уитстона и усилителя с обратной связью.

Термистор подогревается проходящим через него током. При появлении в магистрали потока жидкости термистор охлаждается, что приводит к изменению его сопротивления, равновесие моста нарушается и напряжение разбаланса управляет электронным усилителем так, что ток, проходящий через термистор, увеличивается, поддерживая температуру термистора постоянной. Этот ток является одновременно и диагностическим сигналом, который зависит не только от скорости течения жидкости, но и от изменения других параметров потока, обусловленных, в основном, изменением температуры (вязкость, давление, температура, расход).

В процессе дросселирования жидкости за счет введения в поток рабочего термистора (2) повышается ее температура и величина сигнала уменьшается из-за снижения теплоотдачи между термистором и потоком жидкости, т.е. возникает температурная погрешность, искажающая величину сигнала.

Для компенсации этой погрешности в измерительную схему введен дополнительный компенсационный термистор (4), сигнал которого зависит от параметров жидкости за исключением скорости (расхода). Исключение влияния скорости достигается установкой термистора (4) в замкнутую камеру (3), выполненную в корпусе датчика (5) и соединенную каналом с основным потоком.

Путем вычитания сигналов от обоих термисторов можно получить значение их расхождения, зависящее только от скорости (расхода) жидкости. Указанные операции осуществляются в специальном электронном блоке, выполненном отдельно от датчика. Электронный блок прост в эксплуатации, обладает малой массой и может переноситься оператором в любую рабочую зону на самолете. На электронном блоке смонтированы указывающие приборы для оценки расхода жидкости и ее температуры.

**1.6 Система управления гидроцилиндром уборки и выпуска шасси**

В дипломном проекте предлагается система управления гидроцилиндром уборки и выпуска шасси, которая отличается от применяющейся в настоящее время на самолете тем, что на гидроцилиндре уборки и выпуска шасси установлен шариковый клапан переключения, в корпусе, которого имеются два противолежащих седла для шарика с двумя отверстиями в торцах клапана (рис. 1.6).

Во время рабочего хода поршня цилиндра жидкость от насоса поступает по трубопроводу (3) в полость корпуса (5), а из него по трубопроводу (6) - в поршневую полость цилиндра (7). Из штоковой полости по трубопроводу (5) рабочая жидкость идет на слив.

При холостом ходе поршня жидкость от насоса по трубопроводу (8) поступает в штоковую полость цилиндра (7) и по трубопроводу (9) - во внутреннюю полость корпуса (5), перемещая шариковый клапан влево и преодолевая усилие пружины (1). Дойдя до упора, шарик садится на седло (2), закрывая канал (3). Часть рабочей жидкости по калиброванному отверстию (4) перетекает в трубопровод (3) и идет на слив.

При перемещении поршня жидкость из поршневой полости направляется в штоковую полость, суммируясь с жидкостью, поступающей от насоса. Поршень со штоком перемещается быстрее, чем при рабочем ходе.

Внедрение данного усовершенствования в системе уборки и выпуска шасси самолета Ту-154 позволяет уменьшить время уборки шасси, что в свою очередь, приводит к более быстрому набору высоты и экономии топлива.

**1.7 Гидроаккумулятор**

Основным назначением гидропневматических аккумулятором является аккумулирование гидравлической энергии в периоды пауз в потреблении ее гидравлическими агрегатами системы.

Применение гидропневматических аккумуляторов дает возможность ограничить мощность насосов средней мощностью потребителей гидравлической энергии или же обеспечить в системах с эпизодическим действием потребителей перерывы в работе насосов.

С целью повышения эффективности работы гидросистемы в дипломном проекте предлагается гидроаккумулятор, который отличается от существующего тем, что в нем седло установлено по оси штуцера и выполнено с выпуклой опорной поверхностью, плавно соприкасающейся совместно с внешней торцовой поверхностью подпружиненного запорного элемента при закрытом клапане с внутренней поверхностью корпуса. На боковой поверхности подпружиненного запорного элемента выполнены дросселирующие радиальные каналы.

Внутренняя поверхность подпружиненного запорного элемента выполнена конической.

Стабильность характеристик гидроаккумулятора и повышение эффективности его работы обеспечивается за счет полного слива жидкости, формированием направленной симметричной центральной деформации диафрагмы.

Предлагаемый аккумулятор (рис. 1.7) содержит корпус (1), упругую диафрагму (3), гидравлическую (4) и газовую (2) полости, штуцер (13) для подвода жидкости и клапан, выполненный в виде седла (8) и запорного элемента (5) со сквозным осевым каналом (11) и дросселирующими радиальными каналами (12). Запорный элемент (5) связан пружиной (14) перегородкой (6), закрепленной на штуцере (13) гайкой (7). В перегородке (6) выполнен канал (15) для прохода жидкости. Седло (8) установлено соосно штуцеру (13), закреплено на перегородке (6) и имеет выпуклую опорную поверхность (10). Внутренняя поверхность (9) запорного элемента (5) выполнена конической для создания гидродинамической составляющей силы, дополняющей упругую силу пружины (14) и направленной на удержание клапана в открытом положении.

Работает гидроаккумулятор следующим образом\*, при зарядке газовой полости азотом диафрагма (3) нажимает на запорный элемент (5), который, преодолевая усилие пружины (14), спускается на седло (8), которое перекрывает канал (11) клапана. При полностью закрытом клапане опорная поверхность (10) седла (8) и поверхность запорного элемента (5) клапана плавно сопрягаются с поверхностью корпуса (1), что предохраняет диафрагму (3) от повреждения. При создании гидравлического давления большего, чем давления азота, рабочая идкость перетекает через канал (15) в перегородке (6) и открывает клапан. Жидкость через каналы (11) и (12) устремляется в полость (4), деформирует диафрагму (3). Поскольку проходное сечение канала (11) значительно больше проходного сечения всех каналов (12), основной поток жидкости проходит через осевой канал (11), вызывая направленную центральную симметричную деформацию диафрагмы (3). При расходе жидкости диафрагма (3) под давлением азота вытесняет жидкость, основной поток которой выходит через канал (11). При этом диафрагма (3) распрямляется также симметрично в обратном направлении. Когда диафрагма (3) входит в контакт с клапаном и перекрывает канал (11), незначительное количество оставшейся жидкости выходит через боковые каналы (12) и зазоры в соединения клапана с корпусом (1).

**1.7.1 Расчет гидроаккумулятора**

Рабочие параметры гидроаккумулятора выбираются таким образом, чтобы при минимальном конструктивном его объеме и заданном перепаде (диапазоне) рабочего давления (Рмах - Pmin) была достигнута максимальная полезная емкость аккумулятора.

При расчете объемных параметров гидроаккумулятора задаются значения минимального и максимального рабочих давлений, а также полезная емкость аккумулятора. Общий (конструктивный) объем определяется из соотношения:

(1.6)



Где: vk - общий объем;

Vn - полезный объем жидкости, вытесненный из аккумулятора от Рмах до Pmin;

И =1 - (изотермическийзакон);

Рмах , Pmin - максимальное и минимальное давления,

Pmax = (l,25 - l,65) \* Pmin = 1,5\*16,5 = 25 (МПа);

Рн =0,9\* Рmin = 0,9\*16,5 = 15 (МПа);

По статистическим данным: Vn = 0,00035 - 0,0004 м3.

(1.7)



Объем газовой камеры определяется по формуле:

(1.8)



Радиус шара равен:



Радиус шарового гидроаккумулятора принимаем 0,23 м.

**1.7.2 Расчет гидроаккумулятора на прочность**

При выборе толщины стенки гидроаккумулятора учитываем требования прочности, жесткости и технологичности. За расчетное разрушающее внутреннее давление принимаем

РР = f \* Pmax (1.9)

Где: f - коэффициент безопасности, f=4;

РР = 4 \* 25 = 100 (МПа).

Толщину стенки из условия прочности найдем по формуле:

(1.10)



Где σ - предел прочности, для стали ЗОХГСА σ =1200 МПа;

Толщину стенки гидроаккумулятора принимаем 0,005 м.

**1.8 Гаситель пульсаций**

Гаситель пульсаций предназначен для уменьшения величины пульсаций давления жидкости, возникающих от неравномерной работы гидронасоса НП-89. Как показал анализ данных отказов и неисправностей элементов гидросистемы, гасители пульсаций, устанавливаемые в настоящее время в гидросистеме самолета Ту-154, не в полной мере справляются с возложенными на них обязанностями, т.е. не в состоянии гасить самые опасные частоты пульсаций давления.

Поэтому в данном дипломном проекте предлагается гаситель пульсаций новой конструкции, главным достоинством которого является расширение функциональных возможностей его путем регулирования управляющего органа (лист 3 графической части).

Предлагаемый гаситель пульсаций состоит из корпуса (1) со штуцерами для подвода и отвода жидкости АМГ-10. В корпусе установлен перфорированный трубопровод (6) и охватывающая его эластичная мембрана (7) с поперечным сечением, уменьшающимся по направлению потока. Конусная вставка (5) охватывает эластичную мембрану и установлена в корпусе с возможностью осевого перемещения. Эластичная мембрана снабжена наружными ребрами, а ее торцы: герметично закреплены в перфорированном трубопроводе. Конусная вставка выполнена с отверстиями для прохода жидкости, которая подается внутрь корпуса через штуцер (11). Между фланцем перфорированного трубопровода и конусной вставкой размещены пружины. Фланец закреплен в корпусе с помощью резьбовой крышки через шарики (4). В конусной вставке и фланце выполнены уплотнительные элементы (12).

Гаситель пульсаций работает следующим образом. Жидкость АМГ-10 от плунжерного насоса поступает по штуцеру в перфорированный трубопровод и через его отверстия воздействует на эластичную мембрану (7), на наружную поверхность которой давит жидкость, подводимая через штуцер (11) и поступающая к поверхности мембраны через отверстия в конусной вставке. Жидкость проходит также по каналам, образованным ребрами (10) на наружной поверхности мембраны и внутренней поверхности конусной вставки (5). При гашении пульсаций давления, амплитуда которых не превышает возможностей мембраны по жесткости, конусная вставка отжата пружинами (9) в крайнее нижнее положение и не влияет на жесткость мембраны.

При необходимости увеличения жесткости мембраны, например, при переходе на режим работы гидросистемы с большим давлением резьбовую крышку (3) смещают по резьбе влево. Это смещение через шарики передается конусной вставке, которая, смещаясь влево, воздействует через ребра на пружинную поверхность эластичной мембраны, сжимая ее. При этом жесткость демпфирующей системы "мембрана - конусная вставка" увеличивается в желаемых пределах, необходимых для гашения пульсаций данной амплитуды.

**1.9 Дозатор**

Дозатор расположен в гидросистеме аварийного торможения колес шасси, которая используется при отказе основной системы торможения или неэффективной ее работе. Он предназначен для отключения разрушенного участка магистрали, расположенного за ним, чем предотвращается потеря жидкости АМГ-10 и обеспечивается торможение колес с исправной магистралью. Предлагаемое конструктивное усовершенствование дозатора направлено на повышение уровня безопасности полетов за счет повышения надежности работы дозатора путем исключения ложных срабатываний при кратковременных изменениях параметров рабочей среды.

Усовершенствованный дозатор (лист 4) состоит из корпуса (5), в котором выполнена полость, сообщающаяся с входным и выходным патрубками, между которыми установлено седло (1). В полости корпуса со стороны входного патрубка размещен перекрывающий седло плунжер (3), нагруженный пружиной (6) в сторону, противоположную от седла. С плунжером жестко соединен поршень (9), расположенный в цилиндре (10), установленном в выходном патрубке. В полости корпуса со стороны входного патрубка установлены взаимодействующие своим днищем с торцом плунжера (3) стакан (7) с проходными отверстиями в стенках и втулка (4), охватывающая стакан (7) и плунжер (3). Стакан (7) нагружен пружиной (6) в сторону плунжера и обращен к нему своим торцом, а втулка (4) закреплена в корпусе (5) и на ней выполнен упор (8), ограничивающий перемещение стакана в сторону седла (1). В торце плунжера (3), взаимодействующего со стаканом (7), выполнены расточки и осевой канал (2), а в поршне (9) выполнены сообщенные дроссельные радиальные отверстия, сообщающие осевой канал (2) с выходным патрубком. Причем, выполнены эти отверстия таким образом, что расстояние от одного отверстия до цилиндра (10) меньше хода плунжера (3), а от другого отверстия - больше. Во втулке (4) также выполнены радиальные каналы» причем, часть из них расположена напротив стакана.

Дозатор работает следующим образом. Когда расход АМГ-10 больше расчетного через него расхода срабатывания, усилие от пружины превышает силу, образующуюся от действия перепада давления на плунжере (3), и он находится в открытом положении. При медленном увеличении расхода сверх допустимого увеличивается перепад давления на плунжере (3) и возникающее от него усилие, превышая усилие пружины (12), закрывает плунжер. Гидравлическое сопротивление отверстий и зазора между плунжером (3) и втулкой (4) должны быть рассчитаны так, чтобы давление в канале (2) было незначительно меньше, чем давление во входном патрубке. Это позволит применить пружину с меньшим усилием, чем усилие, образующееся от действия полного перепада давления, а, следовательно, уменьшить массовые характеристики изделия. При закрытом положении плунжера (3) отверстия перекрываются цилиндром (10), а наличие отверстия обеспечивает выравнивание давления во входном и выходном патрубках и, таким образом, автоматический возврат плунжера (3) в исходное положение после устранения причин появления расхода срабатывания дозатора.

При быстром изменении параметров, например, мгновенно повышении давления во входном патрубке, давление в канале (2) изменяется с некоторым запаздыванием, определяемым гидравлическим сопротивлением зазора между плунжером (3) и втулкой (4), в то время, как повышение давления во входном патрубке действует на кольцевую поверхность плунжера, ограниченную седлом (1) и втулкой (4), и создает результирующую силу, направленную в сторону открытия отключающегося устройства. Причем, это перепад давления действует временно, до момента уравновешивания давления в канале (2) и входном патрубке» после чего плунжер (3) дозатора извращается в положение, которое он занимал до действия мгновенного повышения расхода АМГ-10. Подвижной стакан (7), нагруженный пружиной (11), служит для компенсации изменений температуры рабочей среды. При обратном ходе жидкости АМГ-10 плунжер (3), перемещаясь, увлекает за собой стакан (7), освобождая тем самым отверстия во втулке (4), и жидкость АМГ-10, проходя через эти отверстия, промывает отверстия плунжера.

**1.9.1 Определение параметров работы дозатора**

Дозатор будет обеспечивать проход жидкости АМГ-10 беспрепятственно, если будет выполнено условие равновесия

F \* ΔP = Pпр

Где: F - площадь плунжера;

ΔР - перепад давления;

Рпр - усилие пружины.



Определяем расход жидкости



Где: μ = 0,3 - коэффициент расхода дозатора;

х = 0,01м - ход плунжера;

ΔР = 5 кг/см2 - перепад давления;

d = 3\*10-2 - диаметр плунжера;

с = 4 - константа упругости пружины;

γ = 0,85 кг/см3;



Определяем диаметр трубопровода подвода жидкости



Где: Vж = 3 м/с - скорость движения жидкости.



**2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Основные требования, предъявляемые к машинам и механизмам, используемым при техническом обслуживании летательных аппаратов**

В соответствии с Нормами летной годности самолетов гражданской авиации (НЛГС ГА) к машинам и механизмам, используемым при ТО JIA, предъявляются следующие требования:

* + обеспечение минимально возможного времени ТО летательного аппарата;
  + возможно большая простота конструкции и удобство в эксплуатации;
  + большой срок службы и экономичность;
  + надежность работы и возможность эффективного использования в широких диапазонах климатических и метеорологических условий;
  + минимальное количество обслуживающего персонала;
  + безопасные и безвредные условия труда.

Кроме общих требований каждый вид средств механизации должен удовлетворять также ряду специальных требований, вытекающих из его функционального назначения.

Средства механизации также должны быть комбинированными и универсальными, т.е. такими, чтобы их можно было использовать при выполнении ТО ЛА различных типов.

**2.2 Краткая характеристика средств механизации, применяемых при техническом обслуживании самолета Ту-154**

При техническом обслуживании (ТО) самолета Ту-154 применяются различные средства механизации и автоматизации, которые по характеру выполняемых работ можно разделить на следующие группы:

* + подогрев силовых установок;
  + заправка ЛА горюче-смазочными материалами (ГСМ) и специальными жидкостями;
  + электропневмогидропитание систем ЛА;
  + зарядка ЛА сжатыми и сжиженными газами;
  + вывешивание ЛА и подъем отдельных элементов;
  + подъем и опускание груза;
  + ТО высокорасположенных частей ЛА;
  + ТО бытового оборудования;
  + транспортирование тяжеловесных грузов;
  + мойка, удаление обледенения и обработка туалетных отсеков ЛА;
  + техническое диагностирование.

Для электропитания самолета применяются как стационарные источники электроэнергии, так и аэродромные передвижные агрегаты типа АПА-50, АЛА-100, которые обеспечивают питание систем самолета постоянным током 28,5 в переменным трехфазным током V=36 в, f=400 Гц, V=208 в, f=400 Гц.

Для заправки самолета ГСМ и спецжидкостями применяются топливозаправщики типа ТЗ-22, ТЗ-16, ТЗ-500, маслозаправщики типа М3-51М; МЗ-150, водоспиртозаправщики ЗСЖ-66.

Для обслуживания высокорасположенных частей самолета применяются телескопические стремянки ТС-8, самоходные площадки обслуживания СПО-1.5М и др.

Уборка кабин и салонов самолетов производится специальной машиной для комплексного обслуживания пассажирского и бытового оборудования самолетов МУС-1.

Для обслуживания гидравлической системы самолета, а также зарядки пневматических элементов сжатым азотом и питания электрических потребителей постоянным током применяются универсальный передвижной гидроагрегат УПГ-300. Сжатый воздух используется для зарядки пневматиков колес, проверки герметичности кабины, продувки и очистки деталей агрегатов при техническом обслуживании. Для обеспечения самолета сжатым воздухом используются аэродромные компрессорные станции высокого давления (АКС-8, УКС-400В) и низкого давления (КНД-4), воздухозаправщик (ВЗ-20-50), транспортные баллоны, приборы для контроля кондиционности воздуха, редукторы и манометры.

Для подогрева двигателей перед запуском при отрицательных температурах наружного воздуха используются подогреватели воздуха типа ПП-120-169, МП-85М.

Для вывешивания самолета при проверке работы системы уборки и выпуска шасси, замене стоек и тележек шасси используются гидравлические подъемники. При замене колес только на одной из стоек шасси нет необходимости вывешивать на подъемниках весь самолет. В этом случае применяется гидродомкрат с ручным насосом НР-1-01.

Для монтажа и демонтажа пневматиков колес применяются установки типа УМК-2, УМК-3, имеющие насосную станцию с электроприводом, исполнительный механизм и пульт управления.

Для диагностирования технического состояния функциональных систем самолета применяются различные методы диагностики приборы, бортовые самописцы.

Как показывает краткий анализ средств механизации применяемых при ТО самолетов, техническое обслуживание гидравлической системы самолета Ту-154 имеет наименьшее обеспечение средствами механизации.

**2.3 Аэродромная установка для технического обслуживания гидравлической системы ЛА**

В специальной части дипломного проекта разработана установка для технического обслуживания гидросистемы самолетов Ту-154, а также других типов летательных аппаратов. Предлагаемая установка удовлетворяет требованиям НЛГС-ГА и позволяет выполнять следующие функции:

* создавать в гидравлической системе самолета рабочее давление 210 кгс/см2 (21 МПа);
* проверять работоспособность подсистем и агрегатов;
* заправлять самолетные гидросистемы;
* производить очистку жидкости АМГ-10 в гидросистемах самолета;
* проверять работоспособность шасси;
* заряжать амортизационные стойки и гидроаккумуляторы азотом;

В процессе эксплуатации гидрооборудования самолета Ту-154 возникает необходимость в очистке или замене гидравлической жидкости АМГ-10, которая засоряется всевозможными механическими включениями, не поддающимися фильтрации на штатных фильтрах самолетного гидрооборудования. Наличие в рабочей гидрожидкости АМГ-10 загрязнений снижает надежность и срок службы гидравлических агрегатов, повышая износ деталей высокоточных золотниковых и уплотнительных пар.

Фильтрацию считают удовлетворительной, если размер капиллярных каналов фильтрующего элемента не превышает половины величины зазора в скользящих парах агрегата, для которого предназначен фильтр. Однако, эти требования трудновыполнимы.

Одной из функциональных задач спроектированной установки является очистка рабочей жидкости АМГ-10, что позволит увеличить срок службы жидкости АМГ-10 и снизить затраты на техническое обслуживание гидравлической системы.

Общее конструктивное исполнение установки представлено на листе 6 графической части проекта. Установка передвижная, выполнена на четырехколесном шасси. Передняя ось установки поворотная и соединена с водилом, что повышает маневренность установки.

Перемещение установки может осуществляться за водило любым транспортным средством (электрокаром, автомобилем и т.п.). Для предотвращения самооткатывания установки в ее комплект входят противокатные колодки.

Основным силовым элементом установки является рама, выполненная из профилей "швеллер", сваренных друг с другом. В нижней части рамы стяжными хомутами крепится стандартный баллон с азотом. Азот используется для зарядки газовых полостей гидроаккумуляторов, а также может быть использован для зарядки газовых полостей амортстоек или техническом обслуживании шасси.

Кроме того, к раме болтами крепятся электродвигатель, редуктор, гидронасос с гибкими рукавами. На валу промежуточной ступени редуктора установлен вентилятор, прокачивающий воздух, забираемый из атмосферы, через теплообменник.

Каркас установки выполнен из стали уголкового профиля. Снаружи каркас облицован тонкими металлическими листами, которые крепятся к каркасу винтами.

Для удобства обслуживания установки все агрегаты вынесены на отдельные панели и имеют свободный доступ за счет быстрооткрываюпщхся панелей и створок. В средней части каркаса расположен отсек для хранения расходных материалов, специального инструмента и приспособлений, используемых при техническом обслуживании гидросистемы.

В верхней части установки расположен гидравлический бак емкостью 100 л, который крепится к каркасу стяжными хомутами. Бак снабжен заливной горловиной, сливным краном, указателем уровня масла.

В гидроотсеке установлены 2 гидроаккумулятора емкостью 1,5 л каждый. Гидроаккумуляторы предназначены для создания запаса энергии в гидросистеме, а также для гашения пульсации давления при возникновении пиковых значений.

Кроме того, в гидроотсеке смонтированы фильтры тонкой очистки, оборудованные датчиками перепада давления и предназначенные для очистки гидрожидкости АМГ-10. Датчики перепада давления индуктивного типа срабатывают при перепаде давления от 0,5 до 0,58 МПа. При этом загорается красная лампочка "фильтр засорен", установленная на пульте управления, а также обесточивается электродвигатель, приводящий в работу нагнетающий насос. Фильтры тонкой очистки устанавливаются параллельно (в сливной и нагнетающей магистралях), что позволяет улучшить качество фильтрации за счет снижения скорости потока, а также повысить напорные характеристики установки.

Для создания давления подпора на входе в нагнетающий насос в гидросистеме установки установлен лопастной подкачивающий насос, приводимый во вращение от электродвигателя. Это позволяет обеспечить нормальный режим работы установки.

Для контроля расхода жидкости АМГ-10, поступающей из установки в гидросистему самолета при ее дозаправке, в гидроотсеке установлен расходомер.

Для оценки вязкости жидкости АМГ-10, сливаемой из гидросистемы самолета, во всасывающей магистрали установки установлен расходомер-вискозиметр. Управление и контроль за работой установки осуществляется с пульта управления, расположенного на боковой панели установки.

**2.4 Проверочный расчет элементов установки.**

**Подбор гидравлического бака**

Гидравлический бак предназначен для хранения запаса рабочей жидкости АМГ-10, которая должна обеспечивать работу гидросистемы установки, зарядку гидроаккумуляторов, заправку гидросистемы самолета, а также наполнение гидросистемы самолета при проверке ее работоспособности. Объем жидкости АМГ-10 в гидросистеме подбирается с учетом коэффициента запаса жидкости. Принимаем объем жидкости равным 80 \* 10-3 м3.

Vопрт. = Vж \* Кз

Где: Кз - коэффициент запаса жидкости, равный 1,25.

Тогда:

Vпорт. = 80 \* 10-3 \* 1,25 = 100 \* 10-3 (м3).

Выбираем бак цилиндрической формы с длиной 1=0,6 м Определяем диаметр гидробака



**2.5 Расходомер-вискозиметр**

Вязкость рабочей жидкости гидросистемы определяет ее смазывающую способность и тем самым влияет на условия работы сопряженных пар гидроагрегатов, а также на работу реле времени, синхронизаторов и прочих устройств, в которых применяется дросселирование потока.

В процессе эксплуатации жидкость АМГ-10 подвергается температурным воздействиям, действию звуковых колебаний различной частоты, продавливанию через зазоры в гидроагрегатах. Все это приводит к ее деструкции и снижению вязкости. Снижение вязкости ниже предельно допустимой величины является основанием для замены рабочей жидкости в системе.

Снижение вязкости АМГ-10 с наработкой может привести также к возрастанию систематических погрешностей определения расхода термоанемометричееким методом.

Для оперативного определения вязкости жидкости в сливной магистрали разрабатываемой установки установлен расходомер-вискозиметр, позволяющий определять качество масла, а также вносить поправки в показания термоанемометрических приборов для исключения погрешности.

**2.6 Расчет нагнетающего насоса**

Нагнетающий насос - шестеренного типа, обеспечивает повышение давления до величины штатного давления в гидросистеме Ту-154 кг/см2 при подаче 110 л/мин, что соответствует суммарной подаче двух насосов НП-89Д при их одновременной работе.



Производительность шестеренного насоса определяется по формуле:



Где: Dнач. - диаметр начальной окружности ведущей шестерни, см

m - модуль зацепления, см

b - ширина шестерни, см

n - частота вращения ведущей шестерни, об/ мин

ηоб = 0,9 - объемный КПД насоса.

Частоту вращения ведущей шестерни примем n=1000 об/мин. Диаметр начальной окружности ведущей шестерни примем Dнач = 6 см (0,06 м). Модуль зацепления выбираем из стандартного ряда, m =1,6 см (0,016 м).

Зная требуемую величину расхода (Q=110 л/мин), решая уравнение относительно ширины шестерни, получим:



Мощность на валу насоса определяется из выражения



Где: Р=210 кг/см - давление за насосом (20,58 МПа);

b = 1,85 см - толщина шестерни. Значение ее увеличено по сравнению с расчетным для обеспечения некоторого запаса по подаче (0,0185 м);

ω - угловая скорость, рад/с;

rгол - радиус головок шестерни, см;

rнач - радиус начальной окружности, см;

u =1,4 см половина длины линии зацепления, см.

Угловая скорость определяется по формуле:

ω = πn/3

ω = 3,14\*1000/30=104,7 рад/с

Радиус начальной окружности:

r =D /2



r =6/2=3 см (0,03 м)



Радиус головок шестерни:

r = r + h



Где: h = 1,5 см - высота головки зуба.

r = 3+1,5 = 4,5 см (0,045 м)



Подставляя полученные значения, получим

N=210\*1,85\*104,7(4,52-32-1,42)/1,35\*100\*75=37,32 (кВт)

Мощность на ведущем валу привода насоса определяется по формуле:

Nв=N/η



Где: ηпр. - КПД привода

η=η 1η 2η



Где: η1 = 0, 98 - КПД первой ступени редуктора;

η 2 = 0,98 - КПД второй ступени редуктора;

ηк - КПД подшипников валов, с учетом потерь на вентиляторе;

η=0,99



Где: n = 3 - количество валов в редукторе.

ηк = 0,993 = 0,97

ηпр = 0,98\*0,98\*0,97=0,93

NB= 37,32/0,93 = 40,0 кВт

Согласно рассчитанной мощности выбираем электродвигатель А2-72-2 мощностью 40 кВт и частотой вращения якоря 2900 об/мин.

**2.7 Кинематический расчет редуктора**

Общее передаточное число редуктора определяется по формуле:

i = ωм / ωн

Где: ωм - угловая скорость вращения якоря электродвигателя;

ωн - угловая скорость вращения ротора насоса.

Заменяя угловую скорость частотой вращения, получим:

i = 2900/1000 = 2,9

Редуктор двухступенчатый с цилиндрическими косозубыми колесами.

Передаточное число первой ступени редуктора:

i = z/z



Где: Z2 = 20 - число зубьев ведомого колеса;

Z1 =12 - число зубьев ведущего колеса.

i1-2 =20/12=1,67

Передаточное число второй ступени редуктора:

i = i/ i



i = 2,9/,67=1,74



Выбирая количество зубьев ведущего колеса второй ступени редуктора =12, определяем количество зубьев ведомого колеса передачи:



Z3 = \*i2-3



Z3 =12\*l,74=21

Для снижения возможных ударных нагрузок передача крутящего момента от электродвигателя к редуктору и от редуктора к насосу осуществляется через муфту.

**2.8 Расчет муфты**

Основные данные:

* номинальная передаваемая мощность N=40 кВт;
* коэффициент режима работы, учитывающий условия эксплуатации, Кр=2,5;
* диаметр посадочного участка вала d = 0,04 м.

Определяем диаметр, на котором находятся центры тяжести пружин:

Do = 4,5\*d = 4,5\*0,04 = 0,18 (м)

Пружины располагаются в два ряда, количество пружин т=16.

Сила, приходящаяся на каждую пружину, определяется по формуле:

F = T/0,5\*Do\*m

Где: Т - крутящий момент

Т = Рном / ω

Где: Рном = 40 кВт - номинальная мощность;

ω - угловая скорость;

ω = π.n / 30 = 3,14\*2900/30 = 684,4 (с-1)

Тогда:

Тном = 40\*103/415 = 96,4 (Н\*м)

Тmах = Кр\*Тном = 2,5\*96,4 = 241 (Н\*м) Fном = 96,4/0,5\*0,18\*16 = 66,94 (Н)

Fmax = 241/0,5\*0,18\*16 = 167,36 (Н) Материал для пружины - сталь 75 2 класса

[τ] = 0,4σ = 0,4\*1400 = 560 (МПа)

**2.9 Расчет пружины на прочность**

Расчет пружины на прочность производится по формуле:

τ = K.8.F.Do/ 7.π.d3 [τ]



Где: τ - расчетное напряжение в поперечном сечении витков;

Do - средний диаметр пружины, Do = 0,012 м;

d - диаметр проволоки, d = 0,0025 м;

К - коэффициент, учитывающий влияние кривизны витков и поперечной силы;

К = (4С+2)/(4С-3)

Где: C = Do/d - индекс пружины

С = 0,012/0,0025 = 4,8

Тогда:

К = (4\*4,8+2)/(4\*4,8-3) = 1,2

Таким образом

τ = 1,2\*8\*167,36\*0,012/3,14\*0,00253 = 392,97 (МПа)

Условие τ < [τ] выполняется, поэтому пружина выбрана правильно.

При расчете пружины на жесткость определяется величина усадки λ, от воздействия силы F.

Для пружины круглого сечения

λ = 8.F.Do3Z/σ.d4

Где: Z - число витков пружины, Z = 6;

σ - модуль сдвига, σ = 8\*104 МПа; F = 66,94.

Тогда:

λ = 8\*66,94\*0,01.23\*6/8\*104\*0,00254 = 1,77\*10 -4 (м)

Под действием силы

λ = 8\*167,36\*0,0123\*6/8\*104\*0,00254 = 4,44\*10 -4 (м)

График зависимости λ от F представляет собой прямую линию (рис. 2.1).

**2.10 Гидравлический расчет установки**

Явление кавитации заключается в образовании в жидкости местных областей, в которых происходит выделение (вскипание) парогазовых пузырьков с последующим их разрушением в результате конденсации паров и смыкания пузырьков, сопровождающимися высокочастотными гидравлическими микроударами и высокими забросами давления.

Кавитация может возникнуть в трубопроводах, в насосах, а также во всех устройствах, где поток жидкости подвергается поворотам, сужениям с последующим расширением (в кранах, клапанах, вентилях, диафрагмах) и прочим деформациям.

Кавитация нарушает нормальный режим работы гидросистемы, а в отдельных случаях оказывает разрушающее действие на ее агрегаты.

Особенно отрицательное действие оказывает кавитация на насосы. Она наступает, если давление на входе во всасывающую камеру насоса окажется недостаточным для того, чтобы обеспечить неразрывность потока жидкости в процессе изменения скорости ее движения, задаваемой изменением скорости движения всасывающего элемента насоса.

С появлением кавитации производительность насоса понижается, возникает характерный шум, происходит эмульсирование жидкости, а также наблюдаются резкие частотные колебания давления в нагнетаемой линии и ударные нагрузки на детали насоса, которые могут вызвать выход его из строя. Основным в борьбе с кавитацией применительно к насосам является создание на всасывании (на входе в насос) такого давления, которое было бы способно преодолеть без разрыва потока жидкости как гидравлические потери в линии всасывания, так и инерцию массы столба гидрожидкости.

В общем случае бескавитационную работу насоса можно описать следующим уравнением:

Рб + Рн = hγ - ΣPn - (И2Bxγ/2g) Рк (\*)



Где: Рб=2,3 кг/см —225400 Па - давление в гидробаке самолета Ту-154;

Рн - повышение давления подкачивающим насосом;

h =2,5 м - разность между уровнем жидкости в баке и входным штуцером насоса;

γ = 834 кг/м3 = 8173,2 Н/м3 - удельный вес жидкости АМГ-10 при t=20°C;

ΣPn - сумма потерь давления во всасывающей магистрали;

Ивх = 3 м/с - скорость течения гидрожидкости во всасывающей магистрали. Выбрана согласно рекомендациям, приведенным в литературе;

g =9,8 м/с2 - ускорение свободного падения;

Рк - критическое давление, при котором поступает активное выделение воздуха из жидкости. Практически значение Рк может быть принято равным 400 мм рт.ст или Рк=53000 Па.

Потери давления во всасывающей магистрали складываются из потерь давления в:

* + шланге и трубопроводах;
  + закруглениях трубопроводов;
  + холодильнике;
  + самозапирающейся муфте;
  + расходомере-вискозиметре;
  + тройниках;
  + фильтрующем устройстве;
  + присоединительной арматуре.

Для расчета потерь в трубопроводах установки необходимо помимо длины знать их диаметр и характер течения жидкости. Расход жидкости через сечение трубопровода:

Q=(π d /4)\* Ивх



Где: d - диаметр трубопровода

(\*\*)



За расчетную величину расхода жидкости Q примем его максимальное значение Q=110 л/мин, или в системе СИ: Q=0,0018 м3/с



Для определения характера течения жидкости в трубопроводе воспользуемся критерием Рейнольдса. Число Рейнольдса

Re=И d/ν



Где: v = 3,04°Е при температуре t=20°C - кипнематическая вязкость жидкости АМГ-10;

3,04 градуса Энглера соответствуют 21,2 сст или 0,212 см2/с.

Выражая входные величины формулы в сантиметрах и секундах, получим:

Re = 300\*31,2/0,212 = 44151

Поскольку полученное число Re больше критического значения 2300, то можно заключить, что поток в трубопроводах и шлангах установки будет носить турбулентный характер.

Значение числа Re попадает в интервал от 2300 до 80000, следовательно потери на трение в трубопроводах зависят от числа Re.

По формуле Блазиуса коэффициент сопротивления при турбулентном течении:

λ = 0,3164\*



λ = 0,3164\*44151-0,25 = 0,0218

Потери давления на трение в шланге и трубопроводах определяются из выражения

ΔРтр= λ γ(L/d)\*(И/2g)



Где: L - суммарная длина коммуникаций во всасывающей линии. Примем L=8,8 м (складывается из 5 м длины шланга, соединяющего самолет с установкой и 3,3 м трубопроводов внутри установки и самолета).

ΔР=0,0218\*8173,2(8,8/0,0312)\*(9\*2\*9,8) = 23076 (Па)



Потери на преодоление местных сопротивлений:

ΔР = ξ\*(И γ /2g)



Где: ξ - коэффициент местного сопротивления, зависящий от вида последнего. Значение ξ определяется из справочной литературы.

Потери на закруглениях трубопровода на 90° при относительном радиусе изгиба r/d=2, ξ =0,15, количество закруглений во всасывающей магистрали - 5 шт.

ΔР = 5-0,15\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 2814,8 (Па)



Потери давления в холодильнике, ξ = 3,5:

ΔР = 3,5\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 13135,5 (Па)



Потери давления в самозапирающейся муфте, ξ =1,2:

ΔР = 1,2\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 4503,6 (Па)



Потери давления в расходомере-вискозиметре, ξ =0,4:

ΔР = 0,4\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 1501,2 (Па)



Потери давления в тройниках (2 штуки), ξ =0,25:

ΔР = 0,5\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 1876,5 (Па)



Максимальные потери давления в фильтрующем устройстве составляют 4 кг/см2 или 392000 Па - при указанном перепаде открывается клапан перепуска. Таким образом ΔРф = 392000 Па.

Потери давления в присоединительной арматуре, ξ = 0,1:

ΔР= 10\*0,1\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 3753 (Па)



Таким образом, суммарные потери давления во всасывающей магистрали составляются из:

∑Р =



И равны:

∑Рп = 2814,8+13135,5+23076+4503,6+1501,2+

+1876,5+392000+3753 = 44660,4 (Па)

Введем обозначение:

А = Р + hγ - ∑P - (И2вхγ /2g)



А = 225400+2,5\*8173,2-442660,4-(32\*8173,2)/(2\*9,8) = 200584,4 (Па)

Из условия (\*) определяем, требую степень повышения давления насосом подкачки:

Рн ≥ Рк-А

Откуда

Рн ≥ 2535844 Па

Произведенный выше расчет всасывающей линии насоса учитывал работу установки в основном режиме и в режиме проверки, т.е. когда гидрожидкость поступала к качающему узлу из гидробака самолета Ту-154, имеющего наддув сжатым воздухом. При работе установки в режиме заправки, забор жидкости осуществляется из бака стенда. Давление в нем равно атмосферному. Вследствие этого возникает необходимость расчета всасывающей линии при работе установки в режиме заправки. Условие бескавитационной работы нагнетающего насоса остается тем же, но величины, входящие в него изменяются.

Поскольку базовый аэродром может находиться на различной высоте над уровнем моря, то примем давление внутри бака Рб =70121 Па, что соответствует высоте 3000 м по таблице международной стандартной атмосферы.

Изменится также разность между уровнем жидкости в баке и входным штуцером насоса h. Она станет h' = 0,6 м.

Суммарная длина трубопроводов сократится и станет L'=l,9 м. Вследствие этого изменится и величина потерь на трение в коммуникациях, определяемая по формуле:

ΔР'=0,0218\*8173,2\*(1,9/0,0312)\*(3/2\*9,8)=4982 Па



Количество изгибов трубопровода сократится до 3-х, и величина потерь давления на них составит:

ΔР = 3\*0,15\*(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = 1688,9 Па



К суммарным добавятся потери давления на гидравлическом кране

ξ=0,5

ΔР = 0,5\*(32\*8173,2)/(2\*9,8) = 1876,5 Па



Потери давления на присоединительной арматуре ΔРпа останутся такими же.

Суммарные потери давления в линии всасывания при работе установки в режиме заправки:

∑Р' = ΔР'тр +Δ Р'изг+Δ Рх +Δ Ррв +Δ Рт +Δ Рф+Δ Рпа+Δ Ркр

И равны:

∑Р' = 4982+1688,9+13135,5+1501,2+1876,5+392000+3753+1876,5 = 420813,8 Па

Введем обозначение:

А'= Р'б + h'γ - ∑P' - (И вхγ /2g)



А' = 70121+0,6\*8173,2-420813,8-(3 \*8173,2)/(2\*9,8) = -349541,9 (Па)



Pн≥ 402541,9 (Па

Таким образом, потребное повышение давления подкачивающим насосом при работе установки в режиме заправки значительно превышает этот же показатель при работе в режиме очистки или проверки.

В качестве подкачивающего насоса можно использовать лопастной, приводимый от индивидуального электродвигателя. Режим работы электродвигателя предлагается, изменять вместе с режимом работы установки. Таким образом достигается экономия электроэнергии и отпадает необходимость в системе наддува гидробака установки, что существенно снижает ее стоимость и упрощает обслуживание.

Диаметр трубопровода линии нагнетания определяется из выражения (\*\*). Изменяется значение скорости потока жидкости. Оно становится И =8 м/с.



Расчет производится по методике, изложенной в источнике [5].

**3 ОХРАНА ТРУДА.**

**3.1 Экспертиза безопасности рабочей зоны при техническом обслуживании гидрооборудования самолета Ту-154 (в соответствии с ОСТ 54 71001-82)**

При выполнении технического обслуживания гидрооборудования самолета Ту-154 согласно „правил безопасности труда при техническом обслуживании и ремонте авиационной техники" на технический персонал АТБ возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов:

* + движущиеся самолеты, спецавтотранспорт, самоходные механизмы;
  + незащищенные подвижные элементы самолетов (элероны, интерцепторы, закрылки, рули, стойки шасси и т.д.), спецавтотранспорта, а также механизмов и производственного оборудования;
  + разлетающиеся осколки, элементы, детали производственного оборудования;
  + падающие изделия авиационной техники, инструмент и материалы при работе на значительной высоте над землей при обслуживании агрегатов, установленных на стабилизаторе, в киле, двигателях);
  + ударная волна (взрыв сосудов, работающих под давлением, паров горючей жидкости);
  + струи отработавших газов авиадвигателей и предметы, попавшие в них;
  + истекающие струи газов и жидкостей из сосудов и трубопроводов, работающих под давлением;
  + обрушивающийся самолет (с подъемников или при ошибочной уборке шасси);
  + разрушающиеся конструкции (бортовые лестницы, стремянки и другое производственное оборудование);
  + высоко расположенные части самолета;
  + повышенное скольжение (вследствие обледенения, увлажнения и замасливания поверхностей самолетов, трапов, стремянок, покрытий мест стоянок и т.д.);
  + повышенная запыленность и загазованность воздуха в зоне технического обслуживания;
  + пониженная температура поверхностей AT, оборудования и материалов;
  + повышенный уровень шума, вибрации;
  + повышенный уровень статического электричества;
  + расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли;
  + острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях самолетов, оборудования и инструментов;
  + отсутствие или недостаток естественного света;
  + химические вещества, входящие в состав применяемых материалов, горюче-смазочные материалы, проникающие в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Жидкость АМГ-10 на 92 % состоит из нефтяной фракции. Концентрация паров углеводородов до 9 мг/м3 в воздухе при длительном воздействии на организм человека может вызвать ряд отклонений, таких как изменение светочувствительности сетчатки глаз, изменение электромагнитной активности головного мозга.

**3.2 Технические и организационные меры по уменьшению уровня воздействия опасных и вредных факторов**

К наиболее опасным и вредным производственным факторам 154 согласно „правил безопасности труда при техническом обслуживании и ремонте авиационной техники" воздействующим на персонал АТБ в процессе ТО гидросистемы самолета Ту-154 молено отнести следующие:

* + воздействие паров жидкости АМГ-10;
  + разлетающиеся осколки и элементы производственного оборудования;
  + истекающие струи жидкостей и газов из трубопроводов и сосудов, работающих под высоким давлением;
  + незащищенные подвижные элементы производственных механизмов;
  + повышенный уровень шума;
  + повышенное значение напряжения в электрической сети применяемых стендов, замыкание которой может произойти через тело человека;
  + движущиеся механизмы.

Снижение уровня воздействия вышеперечисленных факторов на работающих может быть достигнуто путем внедрения предлагаемых настоящем дипломном проекте разработок.

Повышение уровня контролепригодности гидравлического оборудования самолета Ту-154 за счет постановки датчиков перепада давления на гидравлических фильтрах, а также установки приборов контроля внутренней негерметичности в сливных линиях отдельных распределительных агрегатов, на гидронасосах НП-89Д и насосных станциях НС-46 (лист 2 графической части проекта) позволит осуществлять контроль технического состояния указанных агрегатов без их демонтажа с борта самолета, что исключит контакт работающих с жидкостью АМГ-10, а также сократит время пребывания работника в рабочей зоне.

Использование стенда для очистки гидрожидкости (лист 6 графический части проекта) увеличивает периодичность ее замены, что уменьшает вероятность ее пролива и снижает воздействие паров АМГ-10 на исполнителей.

Использование на предлагаемом стенде (лист графической части проекта) подкачивающего насоса в линии всасывания снимает наддува, в оборудовании гидробака установки системой наддува, что упрощает процесс ее обслуживания и исключает возможность поражения работающих разлетающимися осколками сосудов, работающих под высоким давлением.

Все вращающиеся и подвижные части гидравлической установки закрыты металлическим кожухом.

С целью обеспечения электробезопасности предусматривается заземление стенда, что снижает вероятность поражения оператора электрическим током.

Для предотвращения самооткатывания установки, она укомплектована противооткатными колодками (рис.3.1).

Для уменьшения воздействия шума от работающего электродвигателя, редуктора и насоса установки, рабочее место оператора окружено звукоизоляцией (рис.3.1).

Применение в системах подачи гидрожидкости ("стенд-самолет" и самолет-стенд") устройства для изолирования поврежденного участка трубопровода (рис. 6.2) исключает воздействие на работающих истекающей струи жидкости под высоким (до 210 кг/см2) давлением.

Основным элементом устройства является клапан, перекрывающий выходную магистраль в случае резкого падения давления в ней. При плавном падении давления магистраль останется открытой. В закрытом положении тарелка клапана удерживается давлением во входной магистрали.

**3.3 Пожарная и нарывная безопасность при техническом обслуживании передвижной наземной гидроустановки для очистки жидкости АМГ-10**

Согласно „правил безопасности труда при техническом обслуживании и ремонте авиационной техники" вся работа по пожарной и взрывной безопасности авиапредприятий гражданской авиации строится в соответствии с Наставлением по пожарной охране предприятий, организаций и учреждений гражданской авиации (НПО ГА). Оно определяет основные положения организации и проведения пожарно-профилактической работы, службы и боевой подготовки пожарных частей на предприятиях ГА, а также обязанности должностных лиц по обеспечению пожарной безопасности на объектах предприятий ГА.

Основной задачей пожарной безопасности является устранение причин, могущих вызвать возникновение пожара: осуществление мероприятий, ограничивающих распространение пожара в случае его возникновения; создание условий для успешной эвакуации людей и имущества; проведение мероприятий, обеспечивающих успешную ликвидацию пожара подразделениями пожарной охраны или добровольными пожарными дружинами.

Причины, которые могут вызвать пожар на предлагаемой установке:

* + короткое замыкание или неисправность электросети установки;
  + наличие открытого огня в зоне обслуживания;
  + сильный нагрев частей установки, контактирующих с жидкостью АМГ-10;
  + наличие различных ГСМ в зоне обслуживания.

Для устранения вышеуказанных причин возникновения пожара предполагается оборудовать установку автоматами защиты сети (АЭС), отключающими питание стенда при превышении силы тока выше допустимого значения.

Открытый огонь в зоне обслуживания и сварные работы при раличии в установке АМГ-Ш не допускаются.

При проливе жидкости АМГ-10 и других ГСМ работы по обслуживанию приостанавливаются до устранения источника опасности.

Во избежание проявления статического электричества, установка оборудуется заземлением.

Установка и место обслуживания оборудуются средствами пожаротушения, расположенными в легкодоступных местах.

Техническое обслуживание установки предполагается производить, а безопасном удалении от авиационной техники, стоянки машин спецтранспорта, склада ГСМ, прочих зданий и сооружений авиапредприятия. Данное мероприятие позволит предотвратить распространение огня при возникновении пожара, а также обеспечит быструю эвакуацию людей из опасной зоны.

В случае возгорания установки необходимо отключить электропитание и, в зависимости от места возгорания, применить средства пожаротушения, имеющиеся на стоянке (углекислотные баллоны, песок и т.д.) для ликвидации пожара.

**3.4 Инструкция по технике безопасности при работе с наземной передвижной установкой для очистки гидрожидкости**

Перед началом работы необходимо:

3.4.1. исключить возможность самооткатывания установки путем постановки противооткатных колодок;

* + 1. надежно заземлить установку;

3.4.3. раскатку рукавов и электрического кабеля с барабанов производить в рукавицах;

3.4.4. проверить надежность крепления электрического кабеля в разъемах;

3.4.5. раскатку рукавов производить при условии отсутствия дефектов покрытия, которые могут нанести механические повреждения шлангам;

3.4.6. в первую очередь подсоединять рукава к штуцерам установки, затем только к бортовым клапанам гидросистемы Ту-154;

3.4.7. проверить надежность крепления и отсутствие течи на рукавах,

К работе на установке можно приступать при отсутствии запаха и пролитых на месте стоянки ГСМ; при отсутствии грозовой деятельности и неблагоприятных метеоусловий.

Во время работы установки:

3.4.8. не допускается открывать щиток распределительной коробки электросистемы;

3.4.9. не допускается нахождение в рабочей зоне лиц, не ознакомленных с инструкцией по эксплуатации установки;

* + 1. не допускается проведение на самолете других работ по техническому обслуживанию;
    2. при проливе ГСМ или АМГ-10 работы приостановить до полного удаления жидкости из рабочей зоны.

По окончании работ:

* + 1. отсоединение электрокабеля производить только при обесточенной установке;
    2. противооткатные колодки убрать только по прибытии буксировщика.

**4 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Настоящий раздел содержит анализ воздействия проектируемого стенда на состояние окружающей среды, мероприятия по снижению вредных выбросов и расчет эколого-экономической эффективности предлагаемых разработок.

**4.1 Экологическая опасность эксплуатации воздушного судов и их двигателей**

В процессе эксплуатации и ТО гидравлического оборудования самолета Ту-154 происходит загрязнение окружающей среды в результате испарения углеводородов, составляющих более 90 % жидкости АМГ-10. Опасность загрязнения воздуха усиливается тем, что в результате окисления углеводородов могут образовываться высокотоксичные продукты органические перекиси и т.д.

При загрязнении нефтепродуктами окружающей среды природе наносится значительный ущерб. Наибольшую опасность представляет собой загрязнение сточных и грунтовых вод, объясняющееся следующими причинами:

* + случайный пролив жидкости АМГ-10 в результате неосторожности или нарушения правил технического обслуживания;
  + проливание жидкости в результате внешней негерметичности агрегатов гидравлического оборудования самолета или средств механизации процесса ТО (в частности» проектируемого стенда).

Пары углеводородов, в частности нефтепродуктов и продуктов их сгорания, могут вызвать серьезные заболевания органов дыхания, зрения, сердечно-сосудистой системы человека.

В связи с большой загрязненностью сточных и грунтовых вод, почвы, атмосферы необходимы решительные меры на резкое сокращение выбросов вредных веществ.

Для предотвращения появления в атмосфере и грунтовых водах тяжелых углеводородных фракций, сернистого водорода, двуокиси азота предлагается строго соблюдать правила хранения, транспортировки и использования авиатоплив, смазочных материалов, спецжидкостей.

Отработанные ГСМ собирать в специальные емкости с крышками для последующей переработки, что позволит рационально использовать ГСМ.

Улучшение оснащенности процессов ТО техническими средствами механизации и автоматизации позволит снизить количество ГСМ и спецжидкостей, попадающих в почву и атмосферу.

Комплекс мероприятий по совершенствованию процессов ТО гидрооборудования самолета Ту-154, предлагаемый в настоящем проекте, а именно: повышение уровня контролепригодности гидросистемы; разработка стенда для ТО гидросистемы и очистки гидрожидкости без ее замены, позволит снизить количество проливаемой при ТО жидкости АМГ-10.

Оснащение фильтров 11ГФ12СИ, 11ГФ9СИ, а также сливных фильтров датчиками перепада давления, постановка приборов контроля внутренней негерметичности на отдельные агрегаты гидросистемы Ту-154 ( лист 2

графической части проекта) позволит производить контроль технического состояния вышеуказанных изделий AT без их демонтажа.

Использование предлагаемой установки позволит увеличить  
периодичность замены АМГ-10, что, в конечном итоге, уменьшает  
вероятность ее пролива.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном дипломном проекте произведен анализ статистических данных об отказах и неисправностях элементов гидросистемы самолета Ту-154» имевших место в процессе его эксплуатации. На основе анализа разработаны мероприятия, направленные на совершенствование процесса технического обслуживания гидросистемы самолета, которые предусматривали:

* конструктивное усовершенствование агрегатов гидросистемы, обеспечивающее их высокую надежность;
* доработку агрегатов гидросистемы путем постановки датчиков контроля, обеспечивающих получение информации об изменении технического состояния изделия;
* разработку средств механизации технического обслуживания гидросистемы, позволяющих снизить трудоемкость ТО и повысить эффективность работы по обслуживанию гидросистемы.

В настоящем дипломном проекте совершенствование процесса ТО гидрооборудования самолета Ту-154 предлагается осуществить за счет доработки отдельных агрегатов для повышения уровня контролепригодности указанной функциональной системы. Предлагаемые изменения предусматривают установку датчиков контроля состояний агрегатов (НП-89, НС-46, ГА-165, 11ГФ9СИ, УГ-149, РГ-16А, КЭ-47, ГА-142, ГА-158) позволяют повысить уровень их контролепригодности, обеспечить процесс диагностирования состояния системы, что дает возможность отказаться от фиксированных периодичности и объема работ на ТО, а регламент формировать по фактическому состоянию изделий.

Разработанная в специальной части установка для технического обслуживания создает условия для повышения надежности самолетного гидрооборудования, т.к. позволяет обеспечить высокую степень чистоты жидкости АМГ-10 при ее очистке. В то же время использование данной установки позволяет повысить культуру производства, снижает время, затрачиваемое на техническое обслуживание гидравлической системы, дает экономию ГСМ.

В целом, представленные в настоящем дипломном проекте доработки и конструктивные усовершенствования обеспечивают снижение трудоемкости ТО, что позволит увеличить общее время коммерческой эксплуатации самолета Ту-154.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Волошин Ф.А. Самолет Ту-154, ч.1,2. - М.: Транспорт, 1975.
2. Регламент ТО самолетов Ту-154, Ту-154А, Ту-154Б, Ту-154В-1, Ту-154Б-2, ч.2 Планер и силовая установка. Периодические формы. -М.: Воздушный транспорт, 1981.
3. Технологические указания по выполнению регламентных работ на самолетах Ту-154, Ту-154А, Ту-154В, Ту-154Б-1, Ту-154Б-2, выпуск 9 Гидросистема, - М.: Воздушный транспорт, 1982.
4. Ямпольский В.И., Белоконь Н.И., Пилипосян Б.Н. Контроль и диагностирование гражданской авиационной техники. - М.: Транспорт, 1990, 182 с.
5. Апполонов Ю.С., Сафронов В.И., Машков С.Г., Черкашин А.С. Авторское свидетельство СССР № 1519135, кл B64F 1/36, 1987. Аэродромная установка для обслуживания летательных аппаратов.
6. Черкашин А.С., Сафронов В.И. Авторское свидетельство СССР № 1667344, кл B64F 1/36, 1938. Аэродромная установка для обслуживания летательных аппаратов.
7. 11. Минин И.И., Петриков В.В. Авторское свидетельство СССР № 1420374, кл G01F 1/68, 1985. Парциальный термоанемометрический преобразователь.
8. Минин И.И., Загребельный В.И., Дячков А.А., Степанов В.В. Авторское свидетельство СССР № 892305, Кл G01Р5/12. 1981 Термоанемометрический преобразователь.
9. Единые нормы летной годности самолетов ГА (ЕНЛГС). СЭВ, 1985.
10. Сопротивление материалов. Под ред. Писаренко Г.С. - К.: Вища школа, 1979, 696 с.
11. Гузенков Д.В. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1982.
12. Алешин А.И., Ермилов Ю.С. Состояние и перспективы развития современных гидравлических систем шасси самолетов гражданской авиации. Воздушный транспорт. Обзорная информация. -М.: 1986, 40 с.