

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

---

Кафедра «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и авиадвигателей»

Ю.М. Чинючин, В.А. Коротков

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛА И АД**

**ПОСОБИЕ**

**по выполнению лабораторной работы**

на тему

**«Оценка технического состояния элементов конструкции  
системы управления самолетом»**

*для студентов V курса*

*специальности 160901*

*дневной и заочной форм обучения*

Москва - 2010

ББК 0.-53-082.05 463

Рецензент д-р техн. наук, проф. Б.В. Зубков

Чинючин Ю.М., Коротков В.А.

**Оценка технического состояния элементов конструкции системы управления самолетом:** Пособие по проведению лабораторной работы по дисциплине "Технологические процессы технического обслуживания ЛА и АД". - М.:МГТУ ГА, 2010. - 18 с.

Данное пособие издано в соответствии с учебным планом для студентов V курса специальности 160901 дневной и заочной форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры ТЭЛА и АД 19.11.2009 г. и методического совета по специальности 160901 19.11.2009 г.

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Закрепление теоретических знаний по теме «Технологические основы технического обслуживания систем управления ЛА» дисциплины «Технологические процессы технического обслуживания ЛА и АД»;

1.2. Приобретение практических навыков по контролю технического состояния и выполнению регулировочных работ по элементам системы управления самолетом.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Практическая часть данной лабораторной работы проводится непосредственно на борту самолета в УАТЦ МГТУ ГА и подразумевает строгое соблюдение общих правил техники безопасности для УАТЦ МГТУ ГА в плане пожарной и электробезопасности.

2.2. Учитывая то, что для доступа к элементам системы управления самолетом производится вскрытие панелей пола в пассажирском салоне, запрещается самовольное перемещение студентов по салону самолета.

2.3. Для допуска к практической части лабораторной работы студент обязан изучить соответствующий раздел теоретического курса учебной дисциплины «Технологические процессы технического обслуживания ЛА и АД» по контролю технического состояния элементов системы управления самолетом, а также ознакомиться с приспособлениями, описаниями их устройств и инструкциями по применению средств инструментального контроля технического состояния оцениваемой системы.

2.4. Все работы на борту самолета производятся студентами только по указанию и под контролем технического персонала УАТЦ МГТУ ГА. Студентам запрещается проведение каких-либо работ на борту самолета без соответствующих указаний лиц технического персонала УАТЦ МГТУ ГА.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНТРОЛЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ

Для обеспечения высокой надежности и безопасности полетов к системам управления самолета предъявляют ряд специфических требований: отсутствие автоколебаний и резонансных явлений при возникновении внешних возмущающих воздействий, отсутствие заеданий и заклинивания управления при появлении упругих и термических деформаций в элементах конструкции планера, минимальные зазоры в подвижных сочленениях, высокая живучесть при длительной эксплуатации и частичных повреждениях систем и др.

Проводку управления разделяют на гибкую (тросовую), жесткую (стержневую) и смешанную.

#### 3.1. ТРОСОВАЯ ПРОВОДКА УПРАВЛЕНИЯ

Основными элементами тросовой проводки управления являются: тросы, тандеры, ролики, секторные качалки и гермовыводы.

Уход за тросами сводится к содержанию их в чистоте и к периодической проверке их технического состояния.

Основными дефектами и признаками износа тросов являются:

- перетирание нитей и нагартовка. Внешним признаком дефекта являются потертость и блеск троса. Трос с перетертыми и нагартованными нитями заменяется;
- обрыв троса или отдельных нитей и заёршенность обнаруживаются осмотром. Наиболее вероятен обрыв нитей на изгибах тросов. Во избежание травмирования рук заёршенность определяется путем обматывания троса ветошью и ее перемещения по контролируемому участку троса. При наличии обрыва троса или его нитей, заёршенности, вы-

пучивания отдельных нитей или прядей трос заменяют. После замены троса проверяют правильность прокладки тросов по роликам, состояние роликов, подшипников и кронштейнов крепления. Проверяют также зазоры между тросами и элементами конструкции ЛА. Обязательной является проверка правильности и величины отклонения рулевой поверхности, а также натяжение троса;

- заломы, вмятины (засечки) тросов могут быть вызваны случайными повреждениями при выполнении каких-либо ремонтных работ в зоне тросовой проводки;
- большая вытяжка - уменьшение диаметра троса без обрыва нитей. Этот дефект наиболее опасен, так как сопровождается сильным снижением прочности троса; его трудно определять визуально или на ощупь. Данный дефект может быть обнаружен только путем замера. При обнаружении такого дефекта трос заменяется;
- коррозия троса. При ее обнаружении трос протирается ветошью, смоченной в обезвоженном керосине, до удаления следов коррозии с последующим нанесением смазки типа ЦИАТИМ-201. Если коррозия не удаляется, трос заменяется;
- увеличение зазоров между роликами и ограничительными валиками. В общем случае при определении или подборе зазора можно пользоваться правилами, что зазор не должен превышать половины диаметра троса. Касание троса об ограничительный валик не допускается. Нельзя смазывать трос, работавший по текстолитовому ролику, так как смазка разрушающе действует на текстолит. Ролики с трещинами, задирами и изломами реборды заменяются;
- перекос троса на ролике. Ось троса должна совпадать с плоскостью наименьшего диаметра ручья ролика. Допустимые зазоры и люфты в роликовых подвесках показаны на рис. 1;
- выход троса из наконечника. Надежность заделки тросов в наконечниках проверяют через контрольные отверстия. Конец троса должен

перекрывать контрольное отверстие наконечника. Уменьшение диаметра троса (образование "шейки") указывает на начало выхода троса из наконечника, что не допускается;

- уменьшение зазора между тросами и элементами конструкции ЛА. Зазор между тросами и подвижными деталями должен быть не менее 20 мм, между тросами и неподвижными деталями - не менее 10 мм;
- ослабление предварительного натяжения тросовой проводки.

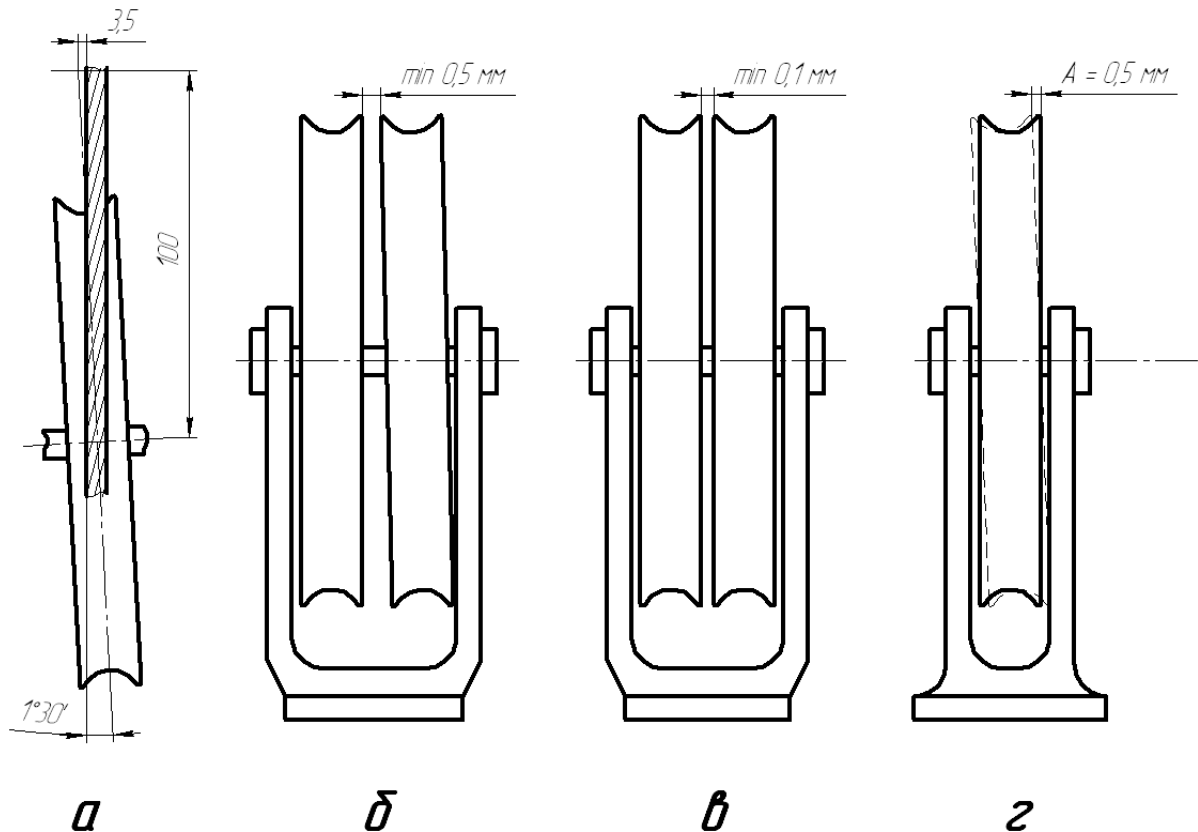


Рис. 1. Допустимые зазоры и люфты в роликовых подвесках:

- а* - допустимый перекося троса в ролике;
  - б* - допустимые зазоры между роликами (ролики вращаются в разные стороны) под спаренные тросы;
  - в* - допустимые зазоры между роликами (ролики вращаются в одну сторону) под спаренные тросы;
  - г* - допустимые величины люфта роликов;
- (*A* – люфт ролика. Для роликов с диаметром более 50 мм  $A = 1$  мм)

Из-за разницы коэффициентов линейного расширения стальных тросов ( $\alpha_{ст} = 12 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ) и дюралюминиевой конструкции планера ( $\alpha_{д} = 23 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ), величина предварительного натяжения тросовой проводки управления существенно зависит от температуры наружного воздуха. Проверку

натяжения тросов производят с помощью тензометра (рис. 2) с учетом диаметра троса (используются соответствующие сменные упоры) и температуры наружного воздуха.

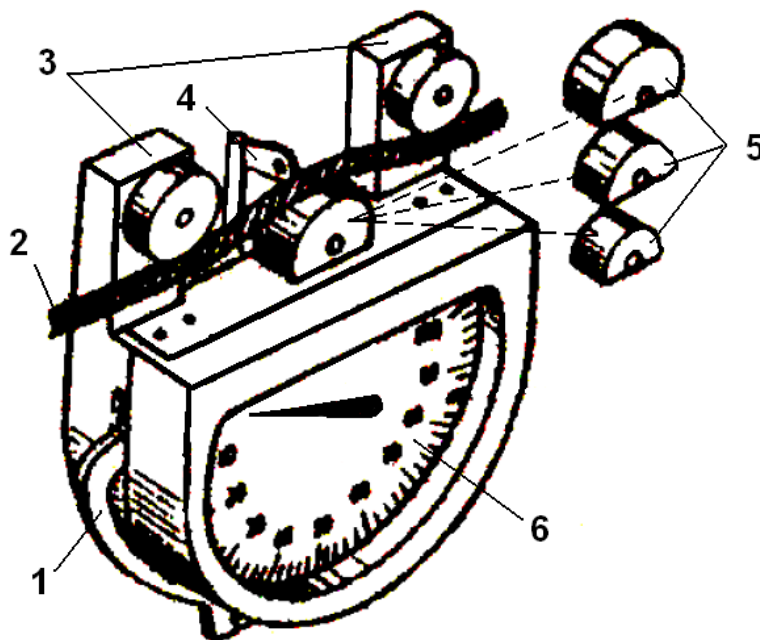


Рис. 2. Тензометр:  
1 – рычаг; 2 – трос; 3 – несъемный упор; 4 – рычаг фиксации стрелки;  
5 – сменные упоры; 6 – шкала прибор

Проверка натяжения тросов управления самолета производится в следующем порядке. Вначале устанавливают на тензометр наконечник, соответствующий диаметру троса и замеряют его натяжение (как показано на рис. 2). Оно должно быть в пределах величин, указанных в инструкции данного типа самолета.

Предварительное натяжение тросовой проводки обеспечивает ее безударную работу. Поясним это на примере. Будем считать, что на рулевую поверхность действует аэродинамическая сила, а органы управления жестко закреплены. При этом если тросовая проводка не имела предварительного натяжения, то одна из ее ветвей будет натягиваться, а другая – провисать.

Провисание тросовой проводки недопустимо, так как при прекращении действия силы растяжения в её ветвях, внутренние силы растянутого троса будут стремиться сократить его до первоначальной длины, что приведет к

ударным нагрузкам на провисшей ветви за счет инерционности системы управления.

При установке новых тросов на самолет их предварительно вытягивают. Вытяжка тросов производится перед их заделкой под нагрузкой в 50% от разрушающей нагрузки для данного троса и выдержкой в течение 4 - 5 мин.

### 3.2. ЖЕСТКАЯ ПРОВОДКА УПРАВЛЕНИЯ

При обслуживании элементов жесткой проводки управления наиболее часто приходится выявлять:

1. отсутствие смазки в трущихся частях;
2. износ в шарнирных сочленениях, направляющих роликах и тягах;
3. разрушение шарикоподшипников в шарнирных сочленениях;
4. деформации и трещины в качалках;
5. тугая затяжка осей подшипников и шарнирных соединений;
6. нарушение крепления тросов металлизации и защитных манжет.

В жесткой проводке весьма важно предотвратить возникновение автоколебаний, которые возникают из-за большого износа тяг, роликов и направляющих или нарушения их регулировки, что приводит к изменению частоты и амплитуды колебания тяг и как следствие к их разрушению.

Необходимо следить в процессе эксплуатации за величиной зазора между тягами и роликами.

Прогиб тяг допускается до 2% от их длины. Продольные риски, потертости и забоины на тягах допускаются, если их глубина составляет не более 10% толщины стенки трубы и если они не расположены на участках у направляющих опор.

При обслуживании следует контролировать отсутствие контакта тяг с близкорасположенными агрегатами, целостность и надежность крепления тросов металлизации, а также состояние лакокрасочного покрытия и отсутствие следов коррозии.



#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы причины возникновения люфтов в системе управления самолетом (на примере жесткой и гибкой проводки управления)?
2. Каково назначение предварительного натяжения тросовой проводки?
3. Перечислите типовые повреждения тросовой проводки.
4. Назовите типовые повреждения элементов жесткой проводки.
5. Основные правила ухода за системой управления.
6. Назовите органы управления в кабине экипажа для рассмотренных рулей и интерцепторов (спойлеров).
7. Что вызывает изменение величины предварительного натяжения тросовой проводки?
8. Почему изменение размеров фюзеляжа при изменении температуры внешней среды не сказывается на работе жесткой проводки управления?
9. Каким инструментом замеряется величина выработки тяги?
10. Укажите инструмент и опишите технологию замера величины натяжения троса.
11. Каков допустимый максимальный зазор между роликами и тягой управления?
12. Как измерить величину прогиба тяги и определить её пригодность к дальнейшей эксплуатации?
13. Как возможно устранить следы коррозии с троса?
14. Что означает маркировка троса КСАН 3,5?
15. Каким образом производится маркировка тяг жесткой системы управления?
16. Основные правила техники безопасности при обслуживании системы управления самолетом.

## 5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения практической части лабораторной работы группа студентов делится на две или четыре подгруппы в зависимости от численности учебной группы и объема работы. Бригады, назначенные из числа студентов, получают групповые задания на проведение работ по оценке технического состояния и регулировочным операциям по системе управления самолетом в соответствии с данными табл. 1.

Таблица 1

### Задания для бригад на практическую часть лабораторной работы

Номер бригады	Тип самолета	Анализ технического состояния проводки управления	
		жесткой	гибкой
1	Ту-154	рулем направления	средними интерцепторами
2	Ту-154	рулем высоты	средними интерцепторами
3	Ил-86	рулем направления	спойлерами
4	Ил-86	рулем высоты	спойлерами

### 5.1. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕСТКОЙ ПРОВОДКИ УПРАВЛЕНИЯ

Перед началом проведения осмотра необходимо обеспечить доступ к элементам жесткой проводки управления (вскрыть соответствующие панели в грузовых и багажных отсеках, а также пола в пассажирском салоне) и достаточную освещенность рабочей зоны.

Рекомендуется проводить проверку технического состояния жесткой проводки управления в соответствии с технологической картой, приведенной в Приложении 1.

По окончании работ необходимо установить на прежние места вскрытые панели.

## 5.2. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕГУЛИРОВКА НАТЯЖЕНИЯ ТРОСОВОЙ ПРОВОДКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. Убедиться в отсутствии типовых повреждений тросовой проводки.
2. Перед началом проверки натяжения тросовой проводки управления средними интерцепторами самолета Ту-154 (спойлерами самолета Ил-86) необходимо проверить их исходное (убранное) положение. При этом контур их поверхности средних интерцепторов (спойлеров) должен быть вписан в контур крыла.
3. Обеспечить доступ к тросовой проводке.
4. Убедиться в исправности и полной комплектности тензометра.
5. Установить сменный упор 5 (рис. 2) в соответствии с диаметром троса.
6. Отвести рычаг 1 от корпуса тензометра и рычагом 4 снять блокировку стрелки тензометра.
7. Поместить трос между упорами 3 и 5 тензометра.
8. Прижать рычаг 1 к корпусу тензометра.
9. Повернуть рычаг 4 для фиксации стрелки.
10. Отвести рычаг 1 от корпуса тензометра.
11. Снять тензометр с троса и записать его показания.

В соответствии с заданием каждой бригады, используя приведенные ниже графики зависимости предварительного натяжения тросовой проводки управления средними интерцепторами для самолета Ту-154 (рис. 3) или проводки управления спойлерами для самолета Ил-86 (рис. 4) от температуры, необходимо определить величину требуемого натяжения троса.

Сравнив значения требуемого и фактического натяжения троса следует сделать вывод о необходимости проведения регулировочных работ.

Для регулировки расконтривают тандеры и, вращая муфты тандеров, изменяют натяжение тросов. Одновременно следят, чтобы выступающая резьба муфты не превышала восьми ниток, а выход резьбы наконечников - трех ниток. Проверяют величину натяжения и проводят контровку тандера.

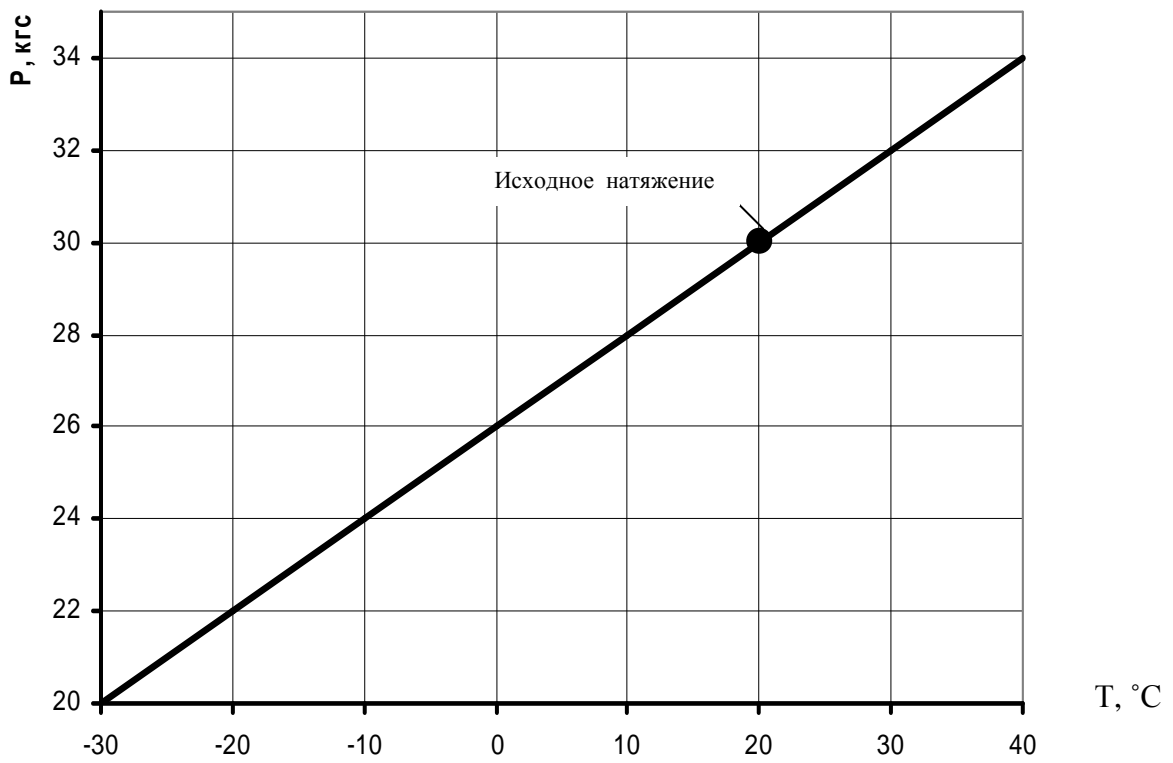


Рис. 3. Зависимость натяжения тросовой проводки управления средними интерцепторами самолета Ту-154 от температуры

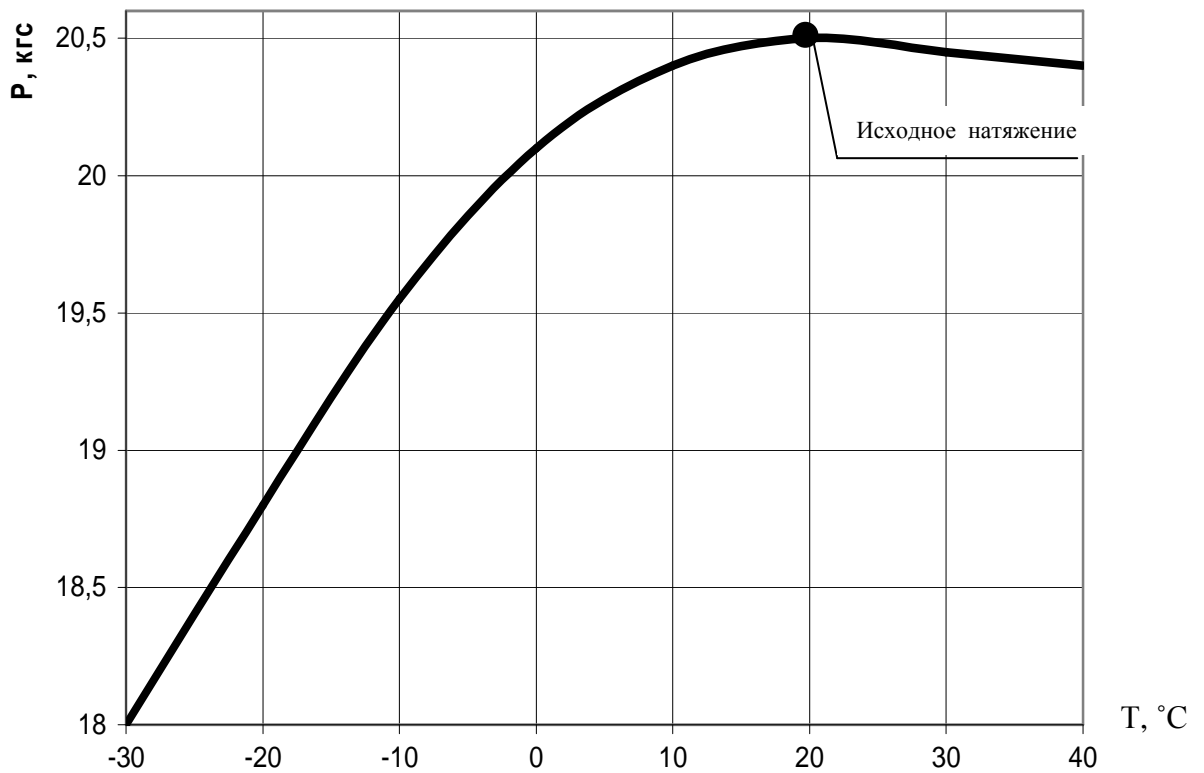


Рис 4. Зависимость натяжения тросовой проводки управления спойлерами самолета Ил-86 от температуры

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа завершается оформлением Отчета, форма которого приведена в Приложении 2.

Отчет должен содержать следующие разделы и материалы:

6.1. Краткое описание, назначение и особенности конструкции заданной для бригады подсистемы управления самолетом.

6.2. Анализ элементов подсистемы управления по типовым видам повреждений, выявленным при их дефектации.

6.3. Номограммы для определения силы предварительного натяжения тросов типа КСАН с необходимыми пояснениями.

6.4. Результаты проверки тензOMETром предварительного натяжения и регулирования тросовой проводки заданной подсистемы управления, полученные при выполнении замеров до и после регулировки.

Выводы.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чинючин Ю.М. Технологические процессы технического обслуживания летательных аппаратов. Учебник. М.: Университетская книга, 2008.
2. Руководство по технической эксплуатации самолета Ил-86 - Раздел 27 Управление самолетом, Издание 2, 1981.
3. Руководство по технической эксплуатации самолета Ту-154 - Раздел 27 Система управления самолетом, 1984.

К РО	Технологическая карта №1	Лист 1 из 3	
Пункт РО 27.00.00.02	Наименование работы: <b>Осмотр элементов системы управления РВ, РН и элеронами</b>	Трудоемкость 14,3 чел. ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>1. <u>Общие указания:</u></p> <p>1.1. Для осмотра элементов системы управления откройте откидные и снимите съемные потолочные и стенные панели в грузовых и багажных отсеках; откиньте ковры и снимите панели пола в пассажирском салоне.</p> <p>1.2. Осмотрите проводку и агрегаты жесткой проводки системы управления рулем направления, рулем высоты и элеронами.</p> <p>1.3. Осмотр производите при включенном освещении пассажирского салона, грузовых и багажных отсеков.</p> <p>2. <u>Осмотр:</u></p> <p>2.1. При осмотре тяг системы управления убедитесь в том, что:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поверхность тяг чистая и сухая;</li> <li>- покрытие тяг не повреждено, нет коррозии;</li> <li>- контровка соединений не нарушена;</li> <li>- заклепки, крепящие наконечники тяг к трубам, не ослаблены;</li> <li>- выработка на поверхности труб под роликами направляющих не превышает 0,3 мм. При выработке от 0,2 до 0,3 мм поверните тягу на 180° относительно оси;</li> <li>- максимальный зазор между тягой, прижатой к нерегулируемому ролику, и регулируемым роликом не более 0,5 мм, а минимальный зазор не менее 0,1 мм. Резьбовые регулируемые наконечники тяг не должны выходить за пределы контрольных отверстий на обжатых концах тяг; проволока Ø 1,5 мм, вставленная в отверстие, должна упираться в наконечник;</li> <li>- тяги не касаются деталей конструкции каркаса и оборудования.</li> </ul>		<p>Замените тягу.</p> <p>Замените тягу.</p> <p>При возможности удлините соседнюю тягу или замените тягу.</p>	

К РО	Технологическая карта №1	Лист 2 из 3	
Пункт РО 27.00.00.02	Наименование работы: <b>Осмотр элементов системы управления РВ, РН и элеронами</b>	Трудоемкость 14,3 чел. ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>2.2. При осмотрах качалок убедитесь в том, что:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качалки не имеют повреждений, трещин, коррозии, покрытие не нарушено;</li> <li>- все соединения надежно законтрены;</li> <li>- перемычки металлизации, установленные на качалках и тягах, не касаются элементов конструкции и не ограничивают перемещение проводки по всему рабочему ходу;</li> <li>- качалки не касаются деталей конструкции каркаса и оборудования.</li> </ul> <p>2.3. При осмотрах кронштейнов направляющих тяг убедитесь в том, что:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- они плотно (без перекосов) прилегают к сочлененным поверхностям каркаса и надежно закреплены;</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="159 1321 925 1904"> </div> <div data-bbox="925 1344 1452 1702"> </div> </div> <p>Порядок регулировки зазора: расконтрите и отверните на несколько оборотов гайку болта (оси) регулируемого ролика, выдвиньте и переставьте болт в новое положение, проверьте величину зазора, затяните и законтрите гайку.</p> <p>Регулировка зазора между роликом и направляющей тягой</p>		Качалку замените, покрытие восстановите. Законтрите.	

Приложение 1 (продолжение)

К РО	Технологическая карта №1	Лист 3 из 3	
Пункт РО 27.00.00.02	Наименование работы: <b>Осмотр элементов системы управления РВ, РН и элеронами</b>	Трудоемкость 14,3 чел. ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль
<p>- кронштейны и направляющие тяг не имеют трещин, коррозии, покрытие не повреждено;</p> <p>- все соединения надежно законтрены;</p> <p>- ролики в направляющих вращаются легко.</p>		<p>Деталь замените, покрытие восстановите.</p> <p>Законтрите.</p>	
Контрольно-проверочная аппаратура	Инструмент и приспособления	Расходные материалы	
Не требуется	<p>Отвертка универсальная 999.7810-0017</p> <p>Плоскогубцы комбинированные МН512-60; 7814-0091</p> <p>Набор щупов №4 ГОСТ 882-75</p> <p>Зеркало</p> <p>Лампа переносная ПЛ-64-Р-2-12</p>	Контрольная проволока Ø 1,5 мм	



### Лабораторная работа №1

«Оценка технического состояния и регулировочные работы по элементам системы управления самолетом»

**Цель работы:** 1. Закрепление знаний по теме «Технологические основы технического обслуживания систем управления ЛА»;  
2. Приобретение практических навыков по контролю технического состояния и выполнению регулировочных работ по элементам системы управления самолетом.

Описание системы управления самолетом. Бригада № \_\_\_\_.

1. Жесткая проводка управления рулем \_\_\_\_\_ самолета \_\_\_\_\_.

Приводится в движение от \_\_\_\_\_ в кабине экипажа.

Конструктивно состоит из \_\_\_\_\_

---

---

---

2. Тросовая проводка управления \_\_\_\_\_ самолета \_\_\_\_\_.

Приводится в движение от \_\_\_\_\_ в кабине экипажа.

Конструктивно состоит из \_\_\_\_\_

---

---

---

По результатам проведенной работы бригады №\_\_ установлено техническое состояние:

1. Жесткой проводки управления рулем \_\_\_\_\_ самолета \_\_\_\_\_.

Установлено, что \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

( описать выявленные дефекты )

2. Тросовой проводки управления \_\_\_\_\_ самолета \_\_\_\_\_.

Установлено, что \_\_\_\_\_

---

---

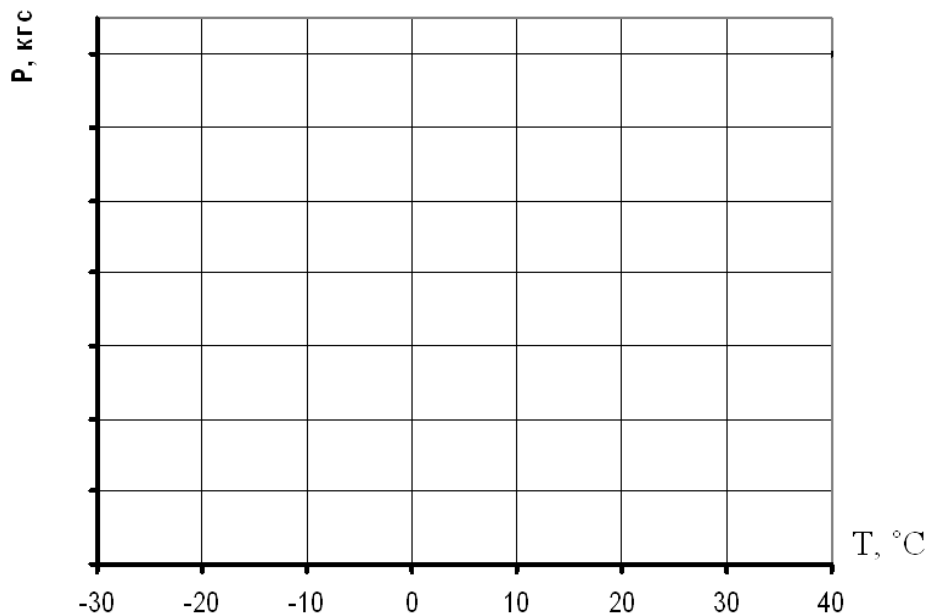
---

---

---

---

( описать выявленные дефекты )



Величина предварительного натяжения тросовой проводки управления \_\_\_\_\_ самолета \_\_\_\_\_ при температуре наружного воздуха  $T_{нв} = \text{___} \text{ } ^\circ\text{C}$  составляет  $P = \text{___}$  кгс.

В соответствии с графиком нормального натяжения тросовой проводки управления должно быть  $P = \text{___}$  кгс, следовательно \_\_\_\_\_ требуется регулировка.

Величина предварительного натяжения тросовой проводки после регулировки  $P = \text{___}$  кгс.

Вывод: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

Работу выполнил:  
студент группы М 5-\_\_

Проверил:

\_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность, Фамилия И.О.)

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ:

1. Цель работы .....	3
2. Требования по технике безопасности .....	3
3. Методические рекомендации по контролю технического состояния элементов системы управления самолетом .....	4
3.1. Тросовая проводка управления .....	4
3.2. Жесткая проводка управления .....	8
4. Перечень вопросов для самоконтроля .....	9
5. Порядок проведения работы .....	10
5.1. Проверка технического состояния жесткой проводки управления	10
5.2. Проверка технического состояния и регулировка натяжения тросовой проводки управления .....	11
6. Оформление отчета по лабораторной работе .....	13
7. Перечень рекомендуемой литературы .....	13
Приложение 1. Технологическая карта №1. Осмотр элементов системы управления .....	14
Приложение 2. Форма Отчета по лабораторной работе .....	17