

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

Ахмедов Кирилл Абдул-Гафарович

Интенсификация процесса промывки гидросистем воздушных
судов

Специальность 06.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук



Киев 1993



00373749 (X)

Робота виконана на кафедрі конструкторських
 летательних апаратів Київського інституту інженерів
 гражданської авіації.

Научний керівник – доктор технічних наук, доцент
 С.В. Чирков.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
 М.С. Черненко,
 кандидат технічних наук, доцент
 А.Є. Клямса.

Ведуща організація – Авіаційна технічна база Борис-
 польського об'єднаного авіаційного отряду.

Захист дисертації состоится "29" ОКТОБРА 1993 г.
 в часов на засіданні спеціалізованого ради
 Д 072.04.01 при Київському інституті інженерів гражданської
 авіації, 252058, Київ 58, проспект Комарова, 1.

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці
 інституту.

Автореферат розослан "29" СЕНТЯБРА 1993 г.

Учений секретарь
 спеціалізованого ради
 к.т.н.

А.Я. Шепель

ВВЕДЕНИЕ

Гидросистемы современных самолетов выполняют ответственные функции, связанные с управлением механизацией крыла, рулевыми поверхностями, уборкой-выпуском шасси. Разнообразие выполняемых операций привело к насыщению гидросистемы распределительными, предохранительными и регулирующими агрегатами, имеющими золотниковые пары с радиальными зазорами от 2° до 10 мкм. Рабочее давление достигло 21... 22 МПа, а стремление уменьшить габариты агрегатов намечает тенденцию к дальнейшему увеличению этого параметра. Следует отметить, что приведенные особенности гидросистем летательных аппаратов делают их агрегаты чувствительными к загрязнениям рабочей жидкости /РЖ/. Вытекающая из этого необходимость промывки гидросистем и очистки РЖ требует значительных затрат времени, материальных и энергетических ресурсов на соответствующие технологические операции. Все это делает необходимым изучение гидродинамических процессов, происходящих в гидросистеме при промывке, а также влияние на этот процесс различных факторов и способов повышения его эффективности.

Актуальность темы. Проблеме чистоты гидравлических систем /ГС/ посвящены многочисленные исследования. По некоторым данным до 90% отказов гидроагрегатов вызвано наличием загрязнений, ресурс распределительной и регулирующей аппаратуры при работе на загрязненной жидкости сокращается в 3...8 раз.

Анализ статистических данных по отказам агрегатов ГС, вызвавших предпосылки к авиационным происшествиям /ПАП/, согласуются с приведенным выше соотношением. До 80% отказов ГС из-за наличия загрязнений, вызвавших ПАП, происходит на самолетах 1...3 классов и 100% на вертолетах 1 класса. На протяжении ряда лет наблюдается устойчивая тенденция роста, /в среднем на 20...25% в год/, числа отказов, вызванных этой причиной. Следствием таких ПАП является угроза безопасности пассажиров и экипажей, возможность повреждения ЛА, длительный простой при выявлении и устранении дефекта.

По некоторым данным загрязненность ГС ЛА в условиях эксплуатации составляет 10...14 класс по ГОСТ17216-71. Промывка ГС является длительным многоэтапным процессом, связанным со значительными затратами электроэнергии, фильтров тонкой очистки, ресурса гидроагрегатов.

Известные исследования, посвященные проблеме чистоты ГС, ограничиваются вопросами промывки трубопроводов и агрегатов гидросистем. Между тем, промывка собранных ГС имеет существенные отличия и выявление неизвестных закономерностей этого процесса позволит значительно повысить его эффективность.

Промывка ГС непосредственно связана с очисткой промывочной жидкости. Применяемые в настоящее время для этой операции механические фильтры тонкой очистки достаточно дороги, имеют невысокий ресурс и в большинстве случаев не поддаются регенерации. Одним из путей устранения этих недостатков является использование очистителей жидкости с применением энергии силовых полей, в частности, электроочистителей /ЭО/. Однако, применение ЭО в операциях промывки ГС ВС требует изучения режимов его работы и согласования с параметрами процесса промывки.

Таким образом, разработка эффективных методов промывки ГС позволит существенно повысить надежность ее функционирования и ресурс работы гидроагрегатов, сократить затраты на эксплуатацию и ремонт ЛА. Внедрение передовых методов очистки промывочной жидкости уменьшит связанные с этим энергетические и другие материальные затраты.

Цель работы - получить необходимый уровень чистоты собранной ГС самолета при условии минимизации времени ее промывки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: оценить влияние различных факторов на процесс промывки собранной ГС; исследовать гидродинамическую картину смыва загрязнений в магистралях ГС при ее промывке; определить закономерности процесса очистки жидкости ЭО при его работе совместно с промывочным стендом ГС; установить закономерности процесса промывки натурной ГС самолета; определить параметры процесса промывки, обеспечивающие минимальное время промывки при условии достижения заданного класса чистоты ГС.

Научная новизна работы состоит в следующем: исследовано влияние срабатывания гидроагрегатов подсистем ГС на отрыв частиц загрязнений, осевших во внутренних полостях агрегатов и трубопроводов; установлена зависимость влияния различных факторов на время промывки натурной ГС ЛА и на конечный уровень ее чистоты; определены наиболее эффективные режимы промывки ГС ЛА в зависимости от исходного состояния и даны рекомендации по определению времени промывки; разработана методика применения ЭО, как средства очистки жидкости при промывке натурных ГС ЛА, и даны рекомендации по определению режимов его работы.

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Закономерность влияния срабатывания гидроагрегатов подсистем ГС на отрыв частиц загрязнений, осевших во внутренних полостях агрегатов и трубопроводов.

2. Оценка влияния различных факторов на время промывки натурной ГС ЛА и конечный уровень ее чистоты.

3. Результаты исследований по определению режимов промывки ГС ЛА в зависимости от исходного состояния и методика определения времени промывки.

4. Методика применения ЗО, как средства очистки жидкости при промывке натуральных ГС ЛА, и рекомендации по определению режимов его работы.

Практическая ценность работы. Проведенные исследования являются дальнейшим развитием изысканий, посвященных вопросам обеспечения чистоты ГС ВС. Существенной особенностью данной работы является то, что в ней исследуется промывка ГС ВС без ее предварительной разборки. Такой подход делает предлагаемую методику применимой как в условиях эксплуатации, так и в условиях ремонта или производства ЛА.

Предлагаемая методика позволяет достигнуть чистоту ГС, соответствующую 4...5 классу по ГОСТ17216-71, сократить время промывки по сравнению с существующими технологиями в 3...10 раз. Результаты работы внедрены на заводах 243 ГА и 410 ГА.

Апробация работы осуществлялась на научных конференциях: профессорско-преподавательского состава КИИГА /Киев 1987г./, "Проектирование и эксплуатация промышленных гидроприводов и систем гидропневмоавтоматики" /Пенза 1988г./, "Проектирование и эксплуатация гидропневмоавтоматических систем и гидропривода машин, автоматов-промышленных роботов в машиностроении" /Севастополь 1988г./, "Эксплуатационные свойства авиационных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей /вопросы авиационной химматологии/" /Киев 1989г./, "Проблемы динамики пневмогидравлических и топливных систем летательных аппаратов" /Куйбышев 1990г./.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка основной использованной литературы из 118 наименований, приложений. Общий объем 200 стр., из них 124 стр. машинописного текста, 46 стр. иллюстративного материала, 30 стр. приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проводится анализ влияния загрязнений на функционирование гидравлических систем ЛА. Оценивается допустимый уровень загрязненности ГС. Рассматриваются источники загрязнения ГС, фракционный и химический состав загрязнений. Анализируются способы промывки гидроагрегатов и очистки РЖ.

Наличие загрязнений в РЖ ГС снижает объемный КПД аксиально-поршневого насоса на величину до 37% в зависимости от концентрации и твердости частиц. Работа на загрязненной РЖ золотниковых распределителей ведет к нестабильности силы трения, а в неблагоприятных случаях происходит заклинивание плунжера через каждые 5...10 переключений. Металлические частицы повышают коррозионную активность жидкости.

По данным МАСУ "Безопасность" за пять лет начиная с 1983г. на самолетах с ГТД произошло 245 отказов ГС, повлекших за собой ПАП.

Анализ современных методик оценки допустимого уровня загрязненности ГС, показал целесообразность обеспечения чистоты ГС ЛА на уровне 5...6 класса чистоты по ГОСТ 17216-71.

Источники загрязнения ГС делятся на технологические, операционные, эксплуатационные и производственные. По данным исследований в эксплуатации ГС загрязняется при замене агрегатов, при движении штоков гидроцилиндров и в процессе износа трущихся поверхностей. Значительное количество загрязнений сохраняется в ГС после изготовления и ремонта. Количество и химический состав загрязнений изменяется в зависимости от времени года. Загрязненность различных участков ГС не одинакова и меняется от 4...5 до 9...11 класса чистоты.

Рассмотрены существующие в настоящее время способы промывки ГС и ее элементов. Наиболее приемлемым для промывки собранной ГС является метод прокачки промывочной жидкости с генерацией пульсаций давления функционирующими агрегатами. Этот способ не требует внедрения в ГС каких-либо дополнительных устройств. В качестве промывочной жидкости используется очищенная РЖ.

Одной из слабых сторон современной технологии промывки ГС является применение для очистки жидкости механических фильтров тонкой очистки. Перспективным средством очистки жидкости является ЭО. К достоинствам ЭО относится способность обеспечить высокий класс чистоты /до 3...4 по ГОСТ 17216-71/, малая энергоемкость, значительная грязеемкость и способность к саморегенерации. Таким образом, применение ЭО в качестве средства очистки жидкости при промывке ГС открывает новые возможности и позволяет существенно повысить эффективность этого процесса.

Во второй главе дан анализ гидравлических систем современных ЛА и обоснование выбора объекта исследования. Описано экспериментальное и приборное оборудование. Приведена методика проведения эксперимента.

ГС современных ЛА структурно сложны и содержат конструктивно разнообразные агрегаты. Рабочее давление ГС достигает 21 МПа, расход РЖ до 110 л/мин, объем до 200 л., длина трубопроводов до 100 м.

ГС Ту-154 имеет три независимые системы питания и функциональные подсистемы потребителей. Характеристики подсистем потребителей весьма разнообразны и лежат в пределах: по объему от 783 см³ до 19000 см³; по расходу РЖ от 2 до 56 л/мин; по длине трубопровода от 7 до 92 м. Таким образом, выбор объекта исследований обусловлен тем, что результаты, полученные по функциональным подсистемам ГС Ту-154, охватывающим широкое факторное пространство, могут быть обобщены на ГС других ЛА.

Был создан промывочный стенд, который функционально подразделяется на узел нагнетания очищенной жидкости в промываемую ГС, узел очистки сливаемой из ГС жидкости и узел нагнетания загрязненной жидкости для загрязнения ГС с целью повторения опыта. Для анализа жидкости использовали анализатор ФС-151, а для выборочного контроля-микроскоп МИМ-7. Пульсации давления жидкости при промывке регистрировали осциллографом С8-12.

При проведении эксперимента жидкость в баке стенда очищали до заданного класса чистоты, затем под рабочим давлением подавали ее в промываемую ГС, производя срабатывания промываемой подсистемой. Из жидкости, сливаемой из ГС, отбирали пробы для определения чистоты. После достижения заданного уровня чистоты жидкости в промываемой ГС промывку прекращали и очищали слитую жидкость. В процессе проведения эксперимента регистрировали объем слитой жидкости и количество выполненных срабатываний ГС. Исследовали пульсации давления РЖ при срабатывании исполнительных агрегатов подсистем ГС и оценивали их влияние на смыв загрязнений. Разработанная методика позволила получить повторяющиеся результаты экспериментов.

В третьей главе оцениваются условия промывки трубопроводов и агрегатов ГС, приводятся результаты исследований нестационарности потока жидкости в ГС, вызванного срабатыванием гидроагрегатов, оценивается влияние срабатывания гидроагрегатов на процесс промывки ГС.

Смыв загрязнений в трубопроводах определяется профилем скорости потока жидкости, который зависит от режима течения. При промывке происходит возрастание числа Re /из-за нагрева жидкости и уменьшения вязкости/. В подсистеме управления интерцепторами происходит переход от ламинарного режима течения к турбулентному при максимально допустимой температуре жидкости $T=70^{\circ}C$. В подсистеме управления уборкой-выпуском шасси режим течения турбулентный, а в остальных подсистемах ламинарный во всем диапазоне температур жидкости от $20^{\circ}C$ до $70^{\circ}C$. С учетом режима потока рассчитаны скорости жидкости в пристенном слое для расстояний 5;10;25;50;100 мм. от стенки трубопровода для каждой из подсистем ГС. Для расстояния 100 мм. наименьшая скорость потока в подсистеме управления рулем направления 0,03 м/с, а наибольшая в подсистеме управления шасси 3,184 м/с.

Большинство исполнительных агрегатов подсистем ГС это гидроцилиндры /П/ с поршнем, имеющим шток с одной или двух сторон. Частицы загрязнений вымываются при вытеснении жидкости поршнем под действием рабочего давления в противоположной полости. Профиль скорости жидкости вытесняемой из ПЦ по мере удаления от поверхности поршня приближается к параболическому распределению /или к профилю течения Куэтта

при наличии в полости штока/. Полностью этот профиль формируется на расстоянии длины начального участка от поверхности поршня. Расчет длины начального участка для ЦЦ исследуемых подсистем ГС показал, что ход штоков несколько меньше длины соответствующего начального участка. Таким образом максимальная скорость потока жидкости воздействующего на частицы загрязнений в полостях ЦЦ соответствует скорости движения поршня. При сравнении скоростей жидкости в пристенной области для трубопроводов подсистем ГС с соответствующими скоростями для ЦЦ можно прийти к выводу, что частицы, отрываются потоком в трубопроводе нагнетания соответствующей подсистемы, испытывают меньшее воздействие в ЦЦ. Таким образом, ЦЦ могут являться накопителями загрязнений.

Пульсации давления и расхода жидкости в прсмываемой ГС связаны с периодическим срабатыванием исполнительных агрегатов. Осциллограммы пульсаций давления фиксировали в линиях нагнетания и слива жидкости при двух уровнях давления 14,0 и 17,0 МПа. Амплитуда пульсаций давления в линии нагнетания составляет от 0,56 до 2,1 МПа при частоте от 2,17 до 12,0 Гц. Амплитуда пульсаций давления в линии слива составляет от 0,98 до 4,3 МПа при частоте от 1,57 до 7,0 Гц. Увеличение давления нагнетания в ГС с 14,0 до 17,0 МПа ведет к возрастанию амплитуды пульсаций в линии нагнетания для различных подсистем в 1,5...2 раза. В линии слива амплитуда возрастает при этом в 1,8...4 раза.

Наличие пульсаций давления значительно увеличивает скорость потока жидкости в пристенной зоне трубопровода. При в допущение о том, что пульсации давления в ГС при промывке имеют установившийся и гармонический характер рассчитаны профили скорости в трубопроводах подсистем.

Расчеты позволили построить профиль максимальной скорости жидкости в пристенной зоне трубопровода /подсистема управления интерцепторами, линия нагнетания-рис.1, линия слива-рис.2/ при различных давлениях промывки /зависимость 1- $P_H=14,0$ МПа, 2- $P_H=17,0$ МПа/.

Интересно сравнение скорости в пристенном потоке жидкости со скоростями необходимыми для смыва частиц загрязнений различной природы. Расчетные значения потребных скоростей жидкости для смыва частиц меди, оксида железа и электрокорунда различных размерных фракций приведены на рис. 1 2 /графические зависимости 3;4;5/ полученные из литературных источников. Из приведенных зависимостей /рис. 1;2/ следует, что для смыва частиц размером 5...10 мкм требуется скорость жидкости в 2...3 раза выше, чем необходимо для смыва частиц размером 25...100 мкм. Изменение концентрации загрязнений в процессе промывки оценивали по относительному параметру - степени промывки ГС:

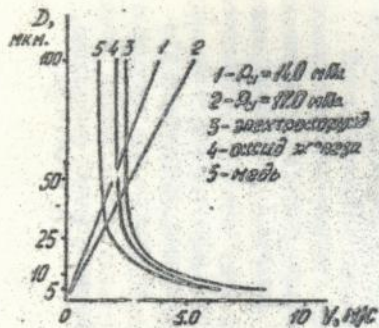


Рис. 1

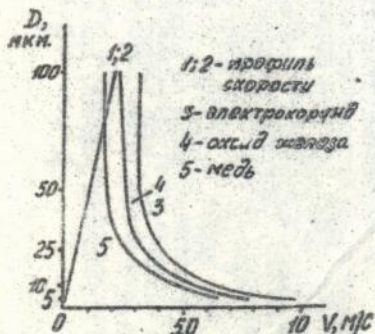


Рис. 2

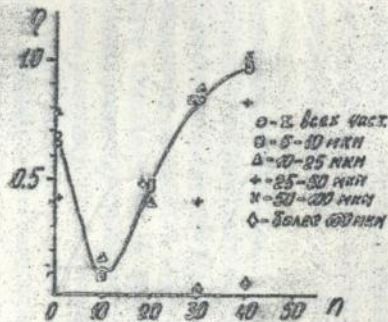


Рис. 3

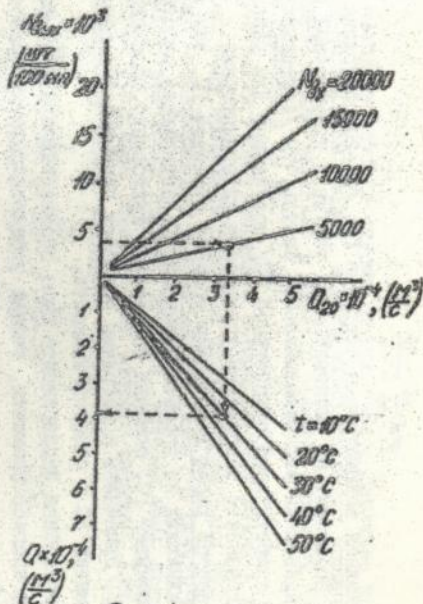


Рис. 4

$$\eta = \frac{N_0 - N_6}{N_0 - N_n} \quad /1/$$

где N_0 — исходная концентрация частиц в ГС; N_6 — концентрация частиц в процессе промывки; N_n — концентрация частиц в промывочной жидкости. На рис. 3 приведены экспериментальные результаты /зависимость η от количества срабатываний подсистемы ГС/, полученные для различных фракций загрязнений подсистемы управления интерцепторами.

В четвертой главе исследован процесс промывки ГС, дан анализ факторов, влияющих на процесс промывки ГС, определена работа ЭО в процессе промывки ГС, описана постановка факторного эксперимента по промывке ГС, приведены номограммы процесса промывки ГС, согласованы режимы промывки ГС и очистки жидкости.

При постановке эксперимента было проанализировано 12 факторов, влияющих на процесс промывки, из них удовлетворяющими требованиям независимости, совместимости, управляемости, точности замера признано три фактора: давление промывочной жидкости, исходная чистота ГС, чистота промывочной жидкости. Сетальные факторы либо не учитывали как малозначимые, либо фиксировали на определенном уровне.

В связи с принятой схемой промывки и применением в качестве средства очистки жидкости ЭО встал вопрос об определении степени очистки в зависимости от температуры жидкости, исходной загрязненности и расхода очищаемой жидкости. Построена номограмма, позволяющая подбирать режим работы ЭО /расход жидкости/, обеспечивающий заданную чистоту жидкости на выходе из ЭО /рис. 4/, что позволяет эффективно использовать его в комплексе с промывочным стендом.

При постановке факторного эксперимента применяли методику ПЭЗ 2^3 /полный факторный эксперимент, три фактора, два уровня варьирования/. В качестве функции отклика выбрано время промывки ГС. Обработка результатов позволила получить уравнения регрессии, одно из которых, например, для подсистемы управления интерцепторами, имеет вид:

$$y = 661,125 - 181,375X_2 + 234,625X_3 - 96,87X_2X_3, \quad /2/$$

где X_2 — кодированное значение второго фактора /чистота промывочной жидкости — N_n /, X_3 — кодированное значение третьего фактора /исходная чистота ГС — N_0 /, X_1 /давление промывочной жидкости/ обусловлено тем, что коэффициент при нем оказался не значащим /фактор мало влияет на функцию откли а/. Таким образом, давление жидкости существенно влияя на количество вымываемых загрязнений /на конечную чистоту ГС/, мало влияет на время, за которое эта чистота достигается.

Для определения условий, при которых время промывки минимально,

применяли методику крутого спуска по градиенту. Давление жидкости фиксировали на верхнем уровне, а оптимальную чистоту промывочной жидкости определяли для верхнего и нижнего уровней исходной чистоты ГС. Результаты приведены на рис. 5 и 6.

Для получения геометрического образа функции отклика в координатах факторов были проведены опыты по достройке матрицы ПФЭ до ЦКРП /центральный композиционный рототабельный план/. В результате получены уравнения регрессии второго порядка, которые были преобразованы в канонические уравнения поверхностей второго порядка. Для подсистемы управления интерцепторами уравнение имеет вид:

$$-\frac{X_1^2}{6,56} + \frac{X_2^2}{2,33} + \frac{X_3^2}{3,86} = 1 \quad /3/$$

которое описывает однополостный гиперболоид, ориентированный вдоль оси X_1 , что говорит о малом влиянии этого фактора на время промывки ГС.

При промывке ГС протекают процессы: смыва частиц загрязнений с внутренних поверхностей трубопроводов и агрегатов, выноса смывных частиц потоком жидкости из ГС, замены жидкости, заполняющей систему, промывочной жидкостью /очищенной/. Совокупность этих процессов формирует характерную зависимость концентрации загрязнений в жидкости, сливаемой из ГС, от количества срабатываний исполнительных агрегатов. Для описания этой зависимости рассмотрены формулы на основе дробно-рациональных и экспоненциальных функций. Наибольшее сходжение с реальным процессом дает дробно-рациональная функция вида:

$$N = \frac{N_0 \cdot N_{\text{max}}^{k-1} \cdot n}{(k-1) \cdot N_{\text{max}}^k + n^k} + \frac{N_0 \cdot n}{N_{\text{max}} + n} \quad /4/$$

где N_{max} —число срабатываний ГС, при котором достигается максимальная концентрация частиц загрязнений в жидкости, сливаемой из ГС, n —число срабатываний функциональной подсистемой ГС при промывке, k —показатель степени, характеризующий интенсивность промывки.

Для определения потребного числа срабатываний подсистемой ГС при промывке для достижения заданной чистоты ГС в зависимости от исходной чистоты ГС, чистоты промывочной жидкости и параметров промываемой подсистемы / q —расход жидкости при одном срабатывании подсистемой ГС, w —объем подсистемы/ были построены номограммы. На рис. 7 приведена одна из номограмм /конечная чистота ГС — 6 класс по ГОСТ 17216-71/.

Для пользования номограммой, определяющей режим работы ЭО /рис.4/, необходимо знать средненную концентрацию частиц загрязнений в жидкости, слитой из ГС. Аналитически этот параметр выражается зависимостью:

$$N_{\text{ср}} = \left[N_0 \left(1 - \frac{k}{n} e^{-\frac{N_0 - N_0}{N_0} \cdot \frac{q}{w} \cdot n} \right) + N_0 (1 + n) \right] \cdot \frac{1}{n} \quad /5/$$

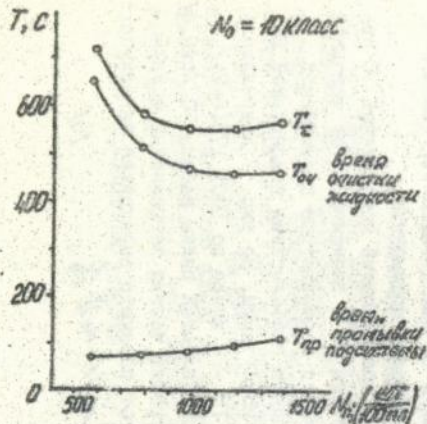


Рис. 5

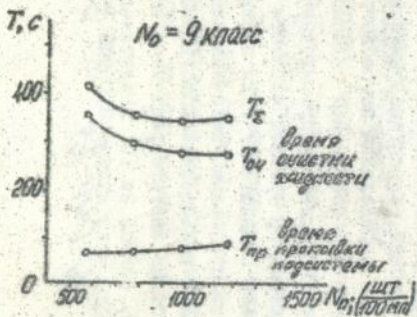


Рис. 6

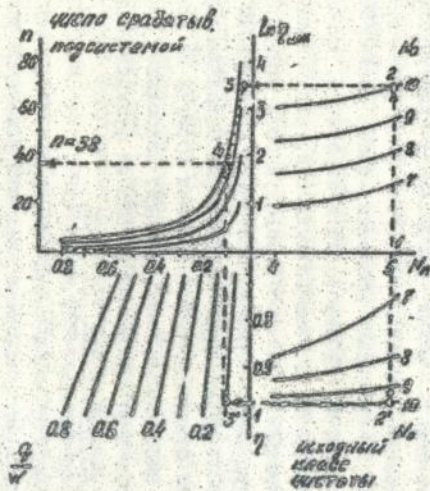


Рис. 7 N_n -класс чистоты промыв. жидкости.

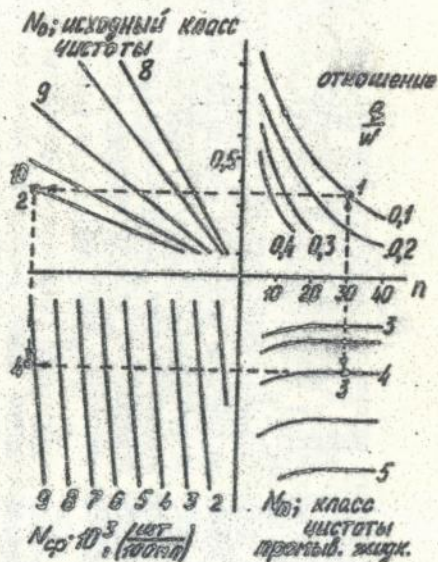


Рис. 8

где N_k - суммарное количество выполненных срабатываний гидравлической подсистемой.

Графическое решение этого уравнения представлено в виде номограммы на рис. 8. Таким образом, наличие трех номограмм / рис. 4; 7; 8/ позволяет определять время промывки подсистемы ГС /количество срабатываний подсистемой при промывке/ и устанавливать необходимый в данных условиях режим работы ЭО.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Эффективность процесса промывки собранной ГС определяют конструктивные особенности и внутренний объем агрегатов, начальный и нормируемый класс чистоты системы, скорость потока и амплитуда пульсаций давлений жидкости, число срабатываний агрегатов и физико-химические свойства загрязнений.

2. При промывке ГС поток жидкости имеет пульсационный характер, который определяется типом агрегатов, протяженностью и режимом работы системы. Увеличение амплитуды пульсаций в 2,2 раза приводит примерно во столько же раз к росту скорости жидкости в пристенной зоне, а повышение давления в 1,2 раза ведет к увеличению скорости потока в различных подсистемах в 1,1...2 раза.

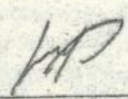
3. Разработана номограмма, позволяющая согласовать режим работы ЭО с параметрами процесса промывки /чистотой промывочной жидкости, чистотой жидкости слитой из ГС, температурой жидкости/. Это позволяет, подбирая расход через ЭО, очищать жидкость, слитую из ГС до необходимого уровня за один цикл.

4. Получена эмпирическая формула, описывающая процесс промывки натурной ГС. Построена номограмма, позволяющая определять количество срабатываний промываемой подсистемы в зависимости от ее исходной чистоты, требуемой конечной чистоты, чистоты промывочной жидкости и параметров промываемой подсистемы /объема подсистемы и расхода жидкости при одном срабатывании/. Построена также монограмма, позволяющая определить среднюю концентрацию загрязнений в жидкости, слитой из ГС при промывке.

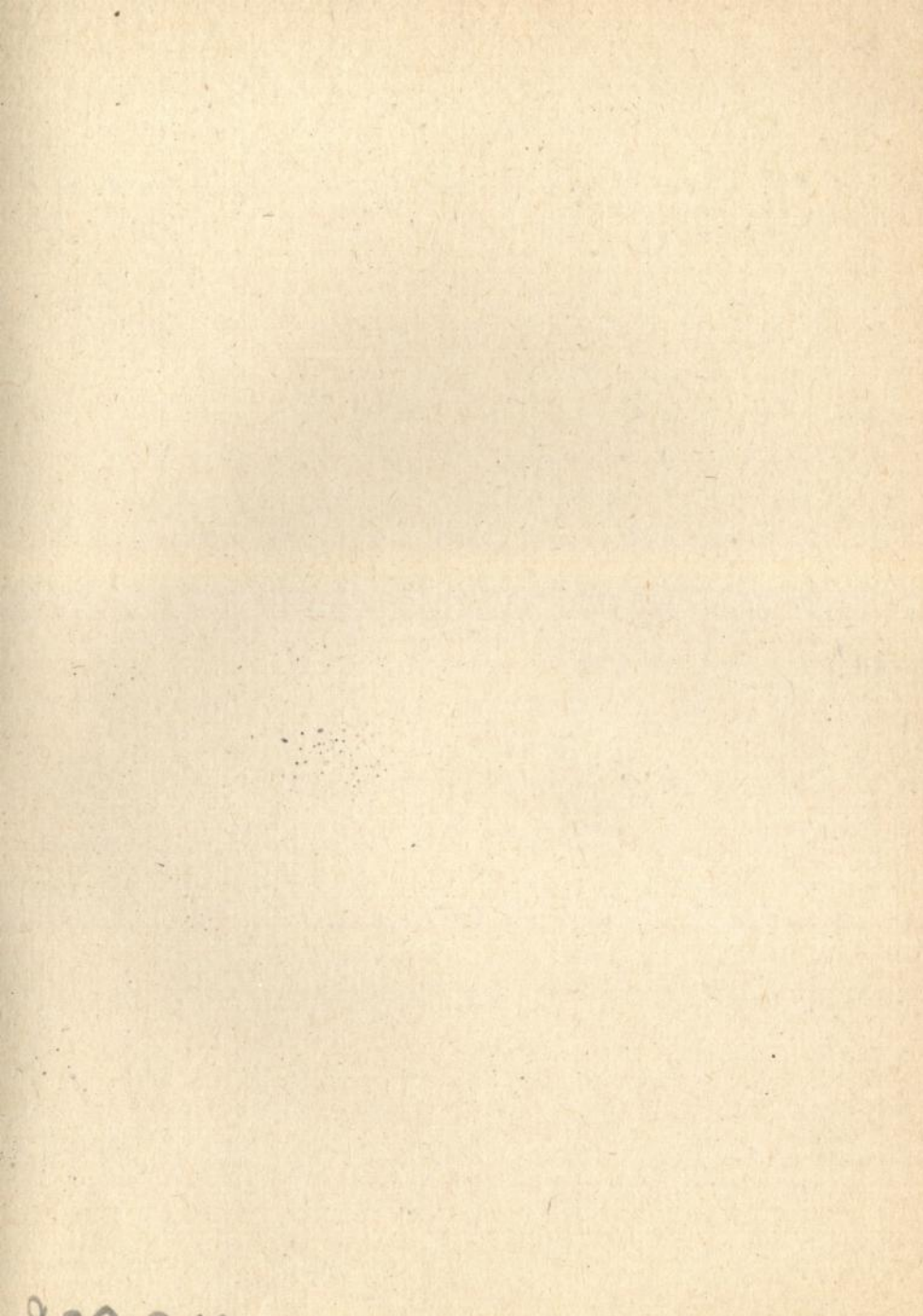
5. Минимальное время промывки каждой подсистемы зависит от соответствующей чистоты промывочной жидкости и нормируемого уровня ее чистоты. С увеличением загрязненности подсистемы требуемый класс чистоты достигается уменьшением количества частиц в промывочной жидкости в 16...40 раз.

Основное содержание диссертации изложено и опубликовано в следующих работах:

1. К.А.-Г. Ахмедов, С.В. Чирков. Исследование процесса промывки тормозной гидравлической системы самолета на полунатурном стенде. Сборник научных трудов КИИГА. Динамика технического состояния конструкции воздушных судов гражданской авиации в процессе эксплуатации и ремонта. Киев 1987г. 5с.
2. С.В. Чирков, К.А.-Г. Ахмедов. Промывка гидросистемы с применением электросоочистителя. Тезисы доклада к зональной конференции 17-18 марта 1988г. г. Пенза. Проектирование и эксплуатация промышленных гидроприводов и систем гидропневмоавтоматики. 1с.
3. К.А.-Г. Ахмедов, А.М. Бабак. Оценка чувствительности цилиндрических золотниковых пар к загрязненности рабочей жидкости. ЦНТИ ГА, 01.02.89г. № 709-га 89. 8с.
4. К.А.-Г. Ахмедов, Н.В. Капралов, Г.В. Савельев. Исследование процесса промывки гидросистем воздушных судов. ЦНТИ ГА, 01.02.89г. № 710-га 89. 14с.
5. С.В. Чирков, К.А.-Г. Ахмедов, Н.В. Капралов. Очистка жидкости в стенде для промывки гидросистемы. Тезисы докладов 24-26 мая 1989г. г. Киев. 7^я Всесоюзная научно-техническая конференция. Эксплуатационные свойства авиационных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей /вопросы авиационной химмотологии/. 1с.
6. К.А.-Г. Ахмедов. Исследование условий промывки гидравлических систем летательных аппаратов. Тезисы докладов научно-технической конференции 17-22 июня 1990г. г. Куйбышев. "Проблемы динамики пневмогидравлических и топливных систем летательных аппаратов". 1с.
7. К.А.-Г. Ахмедов, С.В. Пилипенко. Оценка влияния срабатывания гидроагрегатов на отрыв частиц загрязнений при промывке гидросистем. Сборник научных трудов ДИЦ РАН. Современные технологические методы повышения качества машин. г. Махачкала 1992г. 7с.



Подписано в печать 27.05.93. Формат 60x89/16. Бумага типогр. Офсетная печать. Усл.кр.-отт. 5. Усл.печ.л. 0,70. Уч.-изд.л. 0,75
Тираж 100 экз. Заказ № 27/Цена , Изд.: № 364/Ш.
Издательство КИИГА.
252058, Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.



AB 28.192

AB 28.192