



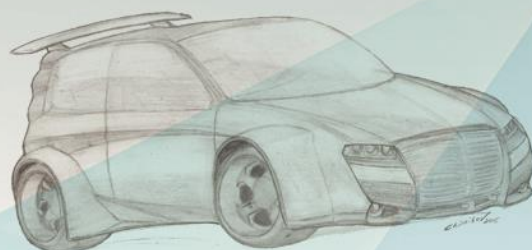
**Институт авиамашиностроения и
транспорта
(механический факультет ИПИ)**

Авиамашиностроение и транспорт Сибири

**Сборник статей VII Всероссийской научно-практической
конференции**



**Иркутск
13-16 апреля
2016**



2. <http://rosselhoscenter.com/regions/sibirian/irkutskaya-oblast/5975-programma-proizvodstvo-i-pererabotka-rapsa-v-irkutskoj-oblasti-na-2016-2021-gody>

3. http://www.survey-invest.com/dinamika_rosta_cen_na_toplivo

4. <http://bhom.ru/currencies/usd/?startdate=alltime>

УДК 629.7.018

Современные методы и средства контроля герметичности в самолетостроении

А.И. Кудряшов, С.В. Гуцин

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты анализа современных методов и аппаратуры, используемой в самолетостроении при контроле герметичности топливных баков, трубопроводов, герметичных отсеков и кабин. Сделаны выводы о применимости отдельных методов контроля в условиях современного производства.

Ключевые слова: герметичность; контроль; течеискатель; контрольное вещество; утечка.

Контролю на герметичность подвергают изделия, у которых на протяжении заданного времени должно сохраняться заданное давление рабочего или контрольного вещества либо утечка рабочего вещества не должна превышать допустимого значения. Эти величины задают в технических условиях (ТУ) на изготовление изделий. В самолетостроении к объектам, испытываемым на герметичность, относятся герметичные отсеки и кабины летательных аппаратов, агрегаты и соединяющие их элементы гидравлических и газовых систем, трубопроводы, баки и агрегаты топливных систем и др.

Герметичность является необходимым условием работоспособности изделий, поэтому надежность их контроля должна быть высокой.

Диапазон и проявления утечек весьма разнообразны, что можно видеть из данных таблицы 1.

Масс-спектрометрический метод контроля герметичности является наиболее совершенным и широко применяемым в самых разных отраслях промышленности.

Метод основан на разделении по массам сложной смеси газов и паров в электрическом и магнитном полях.

Большинство масс-спектрометрических течеискателей настроено на регистрацию одного пробного газа – гелия.

Гелий в весьма малых количествах содержится в атмосфере (3,8 мкм рт.ст.) и отсутствует в продуктах газовой выделения вакуумных систем. Поэтому фоновые эффекты при работе с ним сказываются значительно меньше, чем в случае применения других веществ.

Однако масс-спектрометрические течеискатели являются весьма сложными и дорогими приборами и требуют высококвалифицированного персонала для работы с ними (см. рис.1).

Специалисты Санкт-Петербургской компании «Вактрон» приняли участие в разработке проекта системы для проведения испытаний трубопроводных систем в консоли крыла самолета МС-21.

Таблица 1

Размеры и проявления утечек различной мощности

Величина потока м ³ Па/с	Размер (диаметр) течи	Фактическое проявление течи при Δр=1 бар
10 ¹	1 мм	Истечение воды струей
10 ⁻¹	0,1 мм	Вытекание воды по капле
10 ⁻³	0,03 мм	Водонепроницаемая/ газопроницаемая течь
10 ⁻⁵	≈3 мкм	1 воздушный пузырек(≈1мм ³) за10 сек
10 ⁻⁷	≈0,1 мкм	Утечка газа объемом ≈1см ³ за 12 дней
10 ⁻⁹		Утечка газа объемом ≈3см ³ за 1 год
10 ⁻¹¹		Утечка газа объемом ≈1см ³ за 300 лет

МС-21 – это российский ближне-среднемагистральный пассажирский самолёт. Сертификация самолёта и ввод в эксплуатацию первых экземпляров планируются на 2017-2018 год.

Проверке на герметичность в данном самолете подлежат следующие системы: топливная, нейтрального газа, пожарной защиты, отбора воздуха и противообледенительная. Испытания разделены на два этапа. Сначала проводится проверка манометрическим методом, предполагающим контроль изменения давления во времени.

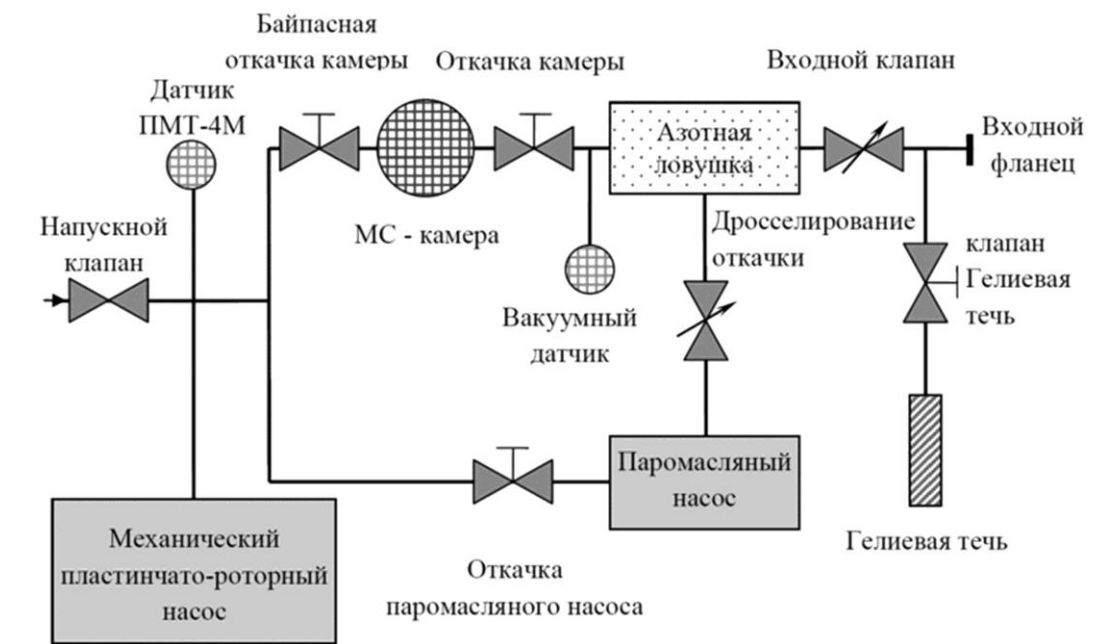


Рис.1. Схема масс-спектрометрического течеискателя ПТИ-10

Внутренняя часть контролируемого объекта соединяется с пневматической системой разработанного стенда с течеискателем [1]. Внутри изделия подается избыточное давление воздуха. Изделие автоматически изолируется от системы подачи воздуха для последующего контроля за падением давления, которое вызвано наличием течей.

В течеискателе установлен эталонный герметичный объем, отделенный от измеряемого объекта чувствительной к перепаду давления мембраной.



Рис.2. Контроль герметичности узла самолета при помощи портативного гелиевого течеискателя

При наличии течи в испытуемом объекте, баланс давлений нарушается и мембрана, разделяющая объемы, деформируется. По изменению емкости конденсатора, одной обкладкой которого служит указанная мембрана, производится оценка численного значения потока течи в испытуемом объекте.

Если на данном этапе обнаружена утечка, то предлагаемый стенд заполняет объект гелиево-воздушной смесью. Оператор локализует место утечки с внешней стороны тестируемой системы с помощью портативного гелиевого течеискателя [2]. Минимальный достоверно регистрируемый прибором поток гелия составляет $1 \cdot 10^{-6}$ Па·м³/с, что для условий испытаний соответствует течи с эквивалентным диаметром 0,1 мкм.

Течеискатель имеет массу 320 грамм, способен работать от встроенной батареи до 10 часов. Благодаря минимальным размерам канала движения газа, прибор обеспечивает время реакции на поток гелия менее 0,5 секунды и время восстановления после измерения потока – менее 1 с. Прибору не требуется время для подготовки к измерениям, он готов к проведению течеискания сразу после включения.

Портативный течеискатель имеет два уровня чувствительности, что позволяет оператору осуществлять поиск течей определенных потоков. Работа в режиме низкой чувствительности позволяет обнаруживать течи гелия до 10^{-5} Па·м³/с, в режиме высокой чувствительности – до $1 \cdot 10^{-6}$ Па·м³/с).

Как и крупногабаритные стационарные течеискатели, переносной течеискатель имеет функцию обнуления фона, которая служит для привязки концентрации гелия в помещении к нулю, и позволяет проводить контроль герметичности независимо от постоянного уровня гелия вблизи объекта.

Портативный течеискатель снабжен экраном, где индицируется график измеряемого потока гелия через течь. Порог браковки изделия по течи устанавлива-

ется в цифровом виде в память прибора. При превышении данного порога, течеискатель сигнализирует о течи в изделии звуковым, световым и вибрационным сигналом.

Результаты измерений могут быть выведены на компьютер и сохранены. Прибор является индикаторным, не требует поверки в органах метрологического контроля. Периодическую поверку необходимо проводить для калибровочной гелиевой течи, используемой оператором течеискателя в качестве эталонного потока.

Разработанная система соответствует требованиям ОКБ Яковлева и корпорации «Иркут» и планируется к внедрению в линию сборки крыла самолета МС-21.

Для крупногабаритных агрегатов, таких как герметичные отсеки и пилотские кабины на наш взгляд целесообразно более внимательно отнестись к ультразвуковым или акустическим течеискателям.

Принцип акустического течеискания основывается на эффекте формирования звуковых и ультразвуковых колебаний при выходе струи жидкости или газа из отверстия (трещины, щели), которые могут быть зафиксированы с помощью ультразвуковых или виброакустических микрофонов, преобразующих акустические колебания в электрический сигнал.

Одним из представителей таких приборов является течеискатель Hellophone. Предназначен для регистрации колебаний в ультразвуковом диапазоне. Преобразованный сигнал прослушивается с помощью наушников и выводится на дисплей прибора.



Рис.3. Общий вид и комплект поставки течеискателя Hellophone

Этот течеискатель предназначен для обнаружения утечек сжатого газа и жидкостей, в том числе вязких. При использовании ультразвукового генератора возможно осуществлять также контроль герметичности объектов без создания избыточного давления в системе, что позволяет обнаружить места и размерность утечек в крупногабаритных агрегатах без использования их наддува при помощи компрессора и сократит длительность контроля.

Список использованной литературы:

1. Vinogradov M. Helium leak detection: Education, equipment, application //Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations), 2015 IV Forum. – IEEE, 2015. – С. 1-4.

2. Виноградов М. Л. Разработка портативного прибора контроля герметичности вакуумных систем //Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2013. – С. 2013-3.

УДК 621:534.833

Системный подход в задачах синтеза алгоритмов управления упругими колебаниями мехатронных систем

Н.К. Кузнецов, Л. Б. Хань

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Приведены результаты исследований по синтезу алгоритмов управления колебаниями мехатронных систем с учетом упругости исполнительных механизмов на основе системного подхода с помощью задания не зависящих от структуры регулятора аналитических зависимостей, обеспечивающих желаемый вид колебательного движения, путем решения обратных задач динамики по определению потребных управляющих воздействий

Ключевые слова: *системный подход, мехатронные системы, обратные задачи динамики, компенсация упругих колебаний, алгоритмы управления.*

Автоматизация производственных процессов и развитие компьютерного управления движением привели к появлению нового класса машин и технологического оборудования автоматического действия – мехатронных систем, основанных на интеграции механических, электронных и информационных элементов. К ним можно отнести станки с числовым программным управлением, автоматические транспортные, складские и измерительные комплексы, обрабатывающие центры, гибкие производственные модули, автооператоры, промышленные и транспортные роботы и др. Актуальной проблемой создания мехатронных систем технологического и транспортного назначения, является проблема ограничения упругих колебаний исполнительных механизмов в переходных режимах работы.

К настоящему времени предложено большое число различных способов синтеза управления колебаниями мехатронных систем, вызванными упругой податливостью исполнительных механизмов. Для характеристики эффективности и качества системы управления в указанных выше методах используются либо прямые показатели, такие, как время регулирования, величина перерегулирования, статическая ошибка, либо косвенные (интегральные, корневые) критерии качества. Применение косвенных критериев не всегда оказывается оправданным и пригодным для технических приложений. Это связано с тем обстоятельством, что до настоящего времени, в общем случае, не решена проблема выбора весовых коэффициентов (матриц) в интегральных критериях и желаемого расположения полюсов замкнутой системы управления в корневых методах, гарантирующих заданные пер-

УДК 629+656 (082)

ББК 39Я45

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей VII Всерос. науч.-практ. конф. (Иркутск, 13-16 апреля, 2016 г.) – Иркутск: Изд-во ИрНТУ, 2016. – 440 с.

Представлены статьи, посвященные актуальным вопросам развития авиамашиностроительных технологий и транспортного комплекса городов и регионов РФ. Приводятся обобщения результатов научных исследований, обмена практическим опытом в интересах развития перспективных конструкций и технологий авиа- и машиностроения, повышения качества транспортного обслуживания регионов РФ.

Редакционная коллегия:

Ответственный редактор – Говорков А.С. – канд. техн. наук, доцент;

Чимитов П.Е. – канд. техн. наук, доцент

© Коллектив авторов, 2016

© Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2016