

**Метрологическое обеспечение инновационных технологий»  
«Metrological Support of Innovative Technologies»  
ICMSIT-II 2021**

**«Оценка возможности применения метода акустической  
эмиссии для контроля мембран ответственного назначения»**

**А.И. Олехвер, Е.Ю.Ремшев, И.В.Ворначева, А .П. Щербаков, С.А.Войнаш и И.А.Тетерина**

**ICMSIT**

Метрологическое обеспечение  
инновационных технологий



**ICMSIT**

Metrological Support  
of Innovative Technologies

# Актуальность

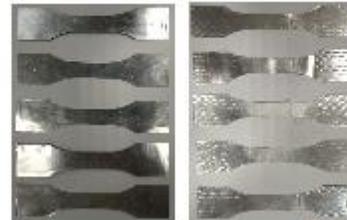
- В настоящее время широкое применение в авиационной технике, в стартовых ракетных комплексах, в жидкостных ракетных двигателях, в различных специзделиях и боеприпасах находят мембран, которые могут применяться в качестве чувствительных, предохранительных и функциональных элементов. При резком повышении давления мембрана за счет своего разрушения обеспечивают остановку работы системы и, тем самым, предотвратит последствия аварии. В качестве примера можно рассмотреть систему защиты литий-ионных батарей, установленных на самолете Боинг 787. Предохранительные мембраны также массово применяются в химической и нефтегазовой промышленности. Производитель сталкивается со следующими проблемами:
- Основными характеристиками мембран - давление срабатывания. На текущий момент существует ряд полуэмпирических зависимостей, позволяющих оценить давление срабатывания плоской круглой мембраны, зафиксированной по контуру. Но, не существует зависимостей для оценки давления срабатывания элементов с концентраторами напряжений (насечками). Приблизительная оценка производится по зависимостям для плоских мембран по наименьшей толщине с введением дополнительных коэффициентов. Дополнительно можно отметить, что оценка прочности мембран с насечками производится в предположении о схеме двухосного растяжения вдоль образующей мембраны, что справедливо только для плоской мембраны.
- Контроль предохранительных мембран заключается в разрушающих методах. На этапе производства изготовитель вынужден проводить многочисленные испытания. При малом объеме партии количество образцов свидетелей может достигать более 100 %.
- Таким образом, целью работы является обеспечение 100% контроля предохранительных мембран. В статье рассматривается возможность применения метода акустической эмиссии для контроля параметра давления срабатывания мембран.

# Методы решения

- Метод акустической эмиссии (АЭ) позволяет контролировать качество труднодоступных объектов, в процессе эксплуатации при повышенных температурах; давать оценку наличия и развития дефекта; обладает высокой чувствительностью, пассивностью, дистанционностью.
- На первом этапе исследования проведены испытания на растяжения плоских образцов из алюминия А5МГОСТ 13726-97 с регистрацией сигналов АЭ (рисунок 1). Химический состав материала представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав в % материала А5М

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Ga	Примеси
до 0,3	до 0,25	до 0,05	до 0,02	min 99,5	до 0,02	до 0,03	до 0,06	до 0,03	прочие, каждая 0,03



а)

б)

Рисунок 1. а) образцы до испытаний; б) образцы после испытаний

ICMSIT

Метрологическое обеспечение  
инновационных технологий



ICMSIT

Metrological Support  
of Innovative Technologies



# Выводы

## Результаты, внедрение

В исследовании предложен метод акустической эмиссии для контроля давления срабатывания предохранительных мембран. Представлены результаты натурных испытаний на растяжение и на нагружение внутренним давлением алюминиевых образцов с регистрацией сигналов акустической эмиссии. Наблюдается выраженная зависимость между сигналами акустической эмиссии и срабатыванием мембран. Метод несомненно представляется перспективным для этого направления и требует дальнейшего развития и проработки. Сравнивая графики сигналов АЭ для мембран с насечками и без насечек, для первых отмечается большее количество пиков по амплитуде и на порядок (200 против 10 тыс. сигналов) большее число зарегистрированных сигналов. Благодаря этому можно выделить зоны соответствующие деформации в зоне заделки и в зоне насечек.



# Контакты

Войнаш Сергей Александрович

ООО «ПРО ФЕРРУМ», 198005, Российская Федерация,

г.Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская,1

E-mail: [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru)

II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
КРАСНОЯРСК - САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
3-6 марта 2021

Метрологическое обеспечение инновационных  
технологий» - «Metrological Support of Innovative  
Technologies» - ICMSIT-II 2021