Группа компаний «Куранты»
Российская Федерация, 105066, г. Москва, ул. Новорязанская, 31/7, корп. 22
тел/факс +7 (495) 645-98-21, E-mail:info@kuranty.pro,commerce@kuranty.pro

Новые материалы и технологии производства алюминиевого сотового заполнителя для перспективных изделий ракетно-космической отрасли

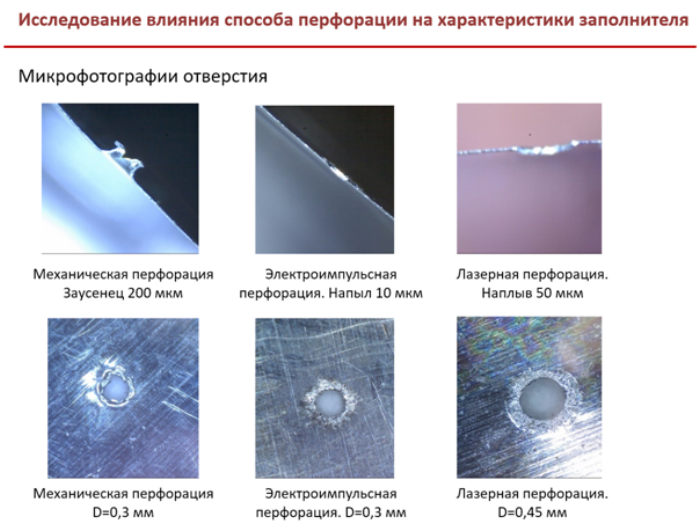
Компания «Куранты» (г. Москва) производит и поставляет сотовый заполнитель для предприятий авиакосмической отрасли. Сотовый заполнитель используют для изготовления 3-слойных конструкций, которые применяются, например, в конструкциях несущих панелей солнечных батарей спутников, обтекателей средств выведения, элементов рулей высоты самолетов, лопастей вертолетов, люков летательных аппаратов и т.д. Эти конструкции обладают высокой удельной прочностью, а сам сотовый заполнитель – низкой объёмной массой.

Заполнитель выпускают в форме пакетов. После резки сотового пакета на дольки заданного размера и последующей растяжки получают заполнитель в форме блоков. Основные материалы, применяемые для производства сотового заполнителя □ □□ клей типа ВК-25, разработанный ВИАМ и фольга марки АМг2-Н. Основные характеристики заполнителя □ □□размер грани ячейки, объёмная масса и прочностные характеристики (предел прочности на сжатие и сдвиг).

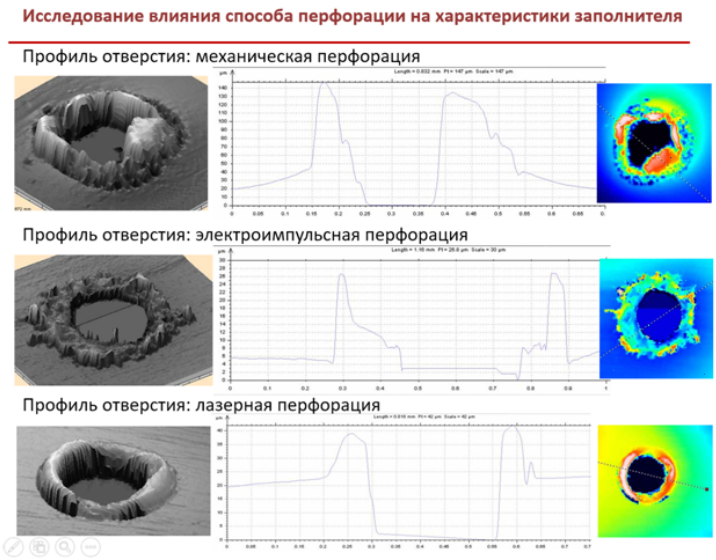
Технология производства заполнителя состоит из нескольких этапов, в том числе: приготовление многокомпонентного клея, нанесение клея на фольгу, формование пакета, полимеризация и резка торцов. Операция нанесения клея оставляет определенную свободу для выбора технологии. На этой операции фольгу перфорируют, чтобы обеспечить свободный выход воздуха. Технология производства заполнителей, реализованная на авиационных предприятиях, была разработана и внедрена в середине 80-х годов. И с тех пор существенно не менялась. Для нанесения клея применяют способ налива, который реализуют на специальных машинах, а перфорацию выполняют механической прошивкой.

Компания «Куранты», совместно с ООО «Передовые порошковые технологии» (г. Томск), провела исследования, направленные на совершенствование процессов получения сотового заполнителя с улучшенными показателями объёмной массы. Во-первых, реализован метод глубокой печати для нанесения клея, что само по себе не ново, но в России это до сих пор не применялось. Во-вторых, исследовано влияние способа перфорации на прочностные характеристики фольги. Техническими условиями на перфорированный заполнитель регламентированы пониженные на 20% показатели прочности. Наблюдения о том, что механическая перфорация приводит к образованию отверстий с рваными краями, которые могут являться зародышами трещин, а лазерная перфорация приводит к термическому разупрочнению, что ухудшает прочностные свойства, сообщалось ранее [1]. Однако, конкретные данные в этой работе приведены не были. В третьих, проведены исследования повышения удельной прочности клея путем его модификации наночастицами. Основанием для исследования в данном направлении являются многочисленные публикации [2-3] о повышении прочностных характеристик клеевых соединений за счет добавления различного типа наноразмерных частиц.

В настоящей работе исследовано влияние параметров режима электроимпульсной перфорации (энергия импульса и количество импульсов в пачке) на форму и диаметр отверстия, изготовлены образцы с отверстиями, полученными разными способами. С помощью импульсных воздействий (лазерная и электроразрядная перфорация) удаётся получить отверстия с достаточно правильной формой (приближенной к окружности, без рваных краёв), однако, с обеих сторон фольги наблюдается появление наплыва или напыла материала фольги. Механическая перфорация приводит к появлению больших заусенцев, которые прикатывают при печати заполнителя, но, после прикатки, материал заусенца не исчезает. В результате, при склеивании 30-микронных листов в пакет эти заусенцы приводят к отклонению от плоскостности и разнотолщинности клеевого слоя.



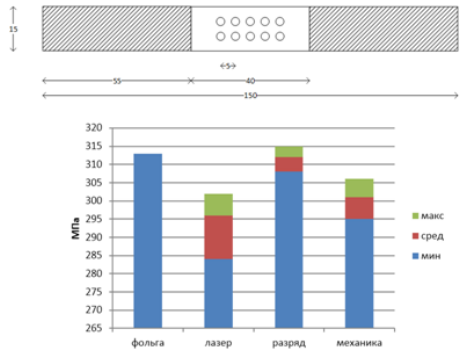
Количественные измерения геометрии профиля отверстия выполнены с помощью оптического профилографа. В среднем показано, что механическая перфорация приводит к образованию заусенцев высотой до 120 мкм, электроимпульсная – 15-20 мкм, лазерная – 20-30 мкм.



Полоски фольги с отверстиями (в рабочей части образца 2 ряда по 5 отверстий с расстоянием между соседними отверстиями 5 мм) испытаны на статическое растяжение. Результаты испытаний показали, что при статическом растяжении различие между механической прочностью образцов фольги с отверстиями, выполненными разными способами, невелико и составляет от 3 до 5 % предела прочности, однако, это различие носит систематический характер. Выигрыш в пределе прочности при растяжении фольги, перфорированной электрическим наносекундным импульсом, по сравнению с механической перфорацией составляет около 3,5%, а по сравнению с лазерной – около 5%.

Исследование влияния способа перфорации на характеристики заполнителя

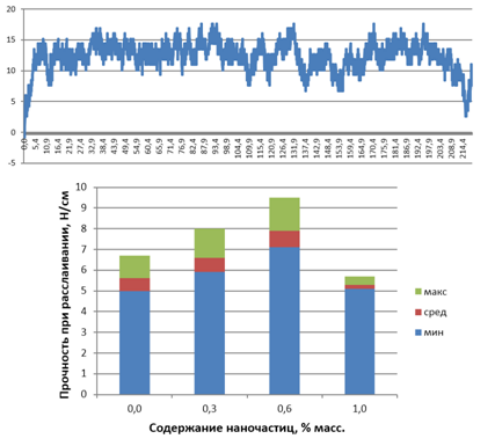
Предел прочности при растяжении



Для исследования возможности упрочнения клеевых соединений фольги за счёт добавления наночастиц оксигидроксида алюминия [4] в клей ВК-25 изготовлены образцы соединений с 0, 0,3, 0,6 и 1,0 масс % наночастиц, которые испытаны на расслаивание по ГОСТ 28966.1-91. Показано, что добавление наночастиц 0,6% масс в клей ВК25 обеспечивает увеличение прочности на расслаивание клеевого соединения в 1,4 раза относительно образца без наночастиц.

Исследование влияния наночастиц на прочность при расслаивании

Диаграмма испытаний на расслаивание образца клеевого соединения с содержанием в клее 0,6% масс. AlOOH.



Результаты проведённых исследований показали возможность получения алюминиевых сотовых заполнителей с повышенной удельной прочностью за счет оптимизации процессов нанесения клея, перфорации фольги и модификации клея наноразмерными частицами.

Выводы:

- Добавление наночастиц 0,6% масс в клей ВК-25 обеспечивает увеличение прочности на расслаивание клеевого соединения в 1,4 раза относительно образца без наночастиц.
- Выигрыш в пределе прочности при растяжении фольги, перфорированной электрическим наносекундным импульсом, по сравнению с механической перфорацией составляет около 3,5%, а по сравнению с лазерной – около 5%.
- Увеличение толщины фольги вокруг отверстия – 100-200 мкм для механических отверстий и 10-50 мкм для отверстий, полученных лазером или электрическим импульсом.

Производственная компания «Куранты» выпускает сотовый заполнитель по ОСТ 100728-75 и собственным ТУ 80792417.01-09 в форме пакетов шириной 250мм, 400мм и 460 мм. Длина сотопакета 680 мм, возможно увеличение. Количество листов в сотопакете 500, 700 и 750 □ □□ по требованию заказчика. При необходимости возможно предварительное оксидирование фольги.

Принимаем заказы на изготовление сотового заполнителя. Присылайте заявки с указанием марки сотового заполнителя в соответствии с ОСТ 1 00728-75, ОСТ 1 00729-75 или укажите сплав фольги, размер стороны ячейки (мм) и толщину фольги (мкм).

1. А.Ф. Саленков, В.А. Дудюк, С.В. Шкель, В.И. Сливинский Перфорирование алюминиевого заполнителя сотовых конструкций физико-техническими методами // Сборник материалов V международной научно-практической конференции «Эффективность сотовых конструкций в

изделиях авиационно-космической техники» 5-6 июня 2013 г., Днепропетровск, 2013 – с.180-182.

2. И.А. Горбиков, А.Н. Иванов, М.И. Лернер, Е.А. Глазкова, Е.Г. Хоробрая. Модификация эпоксидной композиции электровзрывным порошком Fe_3O_4. // Сборник научных трудов VIII Международной научно-технической конференции «Современные методы и технологии создания и обработки материалов», г. Минск : ФТИ НАН Беларуси, 18-20 сентября 2013. – с. 46-50.

3. И.С. Епифановский, А.Н. Пономарев, А.А. Донской, С.В. Каширин. Модификация свойств полимерных материалов малыми концентрациями фуллероидов //Перспективные материалы - №2 – 2006 – с .15-18.

4. О.В. Бакина, А.С. Ложкомоев, И.А. Горбиков, А.Н. Фоменко. Особенности формирования низкоразмерных структур AlOOH в присутствии макроповерхностей различной природы//Фундаментальные исследования - №11, ч.9 - 2014г. - с.1931-1934.