УДК 62-03

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА БОЛЬШИХ ПЛОЩАДНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

FEATURES OF REPAIRING LARGE-AREA DAMAGE TO PRODUCTS MADE OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Резниченко Вячеслав Иванович
кандидат технических наук,
доцент,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
kmit38@mail.ru

Лукашенко Игорь Евгеньевич
преподаватель,
Военный учебный центр при МАИ
lukashenko1962-84@yandex.ru

Горбоконь Никита Вадимович
старший преподаватель,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации

Аннотация. Статья относится к области технических и технологических разработок методов и средств ремонта агрегатов летательных аппаратов (ЛА) из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Техническим результатом является разработка технологии ремонта указанных изделий из полимерных материалов без их демонтажа.

Ключевые слова: ремонт, компоизиционный материал, углепластик, термокомпрессионная технология, сотовый блок.

Reznichenko Vyacheslav Ivanovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Moscow Aviation Institute
(National Research University)
kmit38@mail.ru

Lukashenko Igor Evgenievich
Teacher,
Military Training Center
at the Moscow Aviation Institute
lukashenko1962-84@yandex.ru

Gorbokon Nikita Vadimovich
Senior Lecturer,
Moscow State Technical University
of Civil Aviation

Annotation. The article relates to the field of technical and technological developments methods and means of repairing aircraft assemblies made of polymer composite materials (PCM). The technical result is the development of a technology for repairing these products made of polymer materials without dismantling them.

Keywords: repair, composite materiales, carbon-plastic, honey comb panels, thermocompression technology, cell block.

Введение

В настоящее время большинство повреждений изделий из ПКМ ремонтируют с диаметром не более 150 мм с помощью ремонтных заплаток из материала аналогичного поврежденному изделию с применением самосклеивающихся клеев или заклепочных соединений.

Поврежденный участок изделия типа: обшивки киля, крыла, стабилизатора ремонтируют без их демонтажа. Технический результат достигается способом ремонта монолитных изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ), при котором определяют границы зоны повреждения, вырезают поврежденную зону с образованием сквозного отверстия.

Перечисленные выше поврежденные участки летательного аппарата ремонтируют с помощью фрезерных головок типа «шарошки» и дисковыми фрезами. На место вырезанного участка устанавливается ремонтная заплатка, которая может крепиться с помощью клеев или заклепок.

Давление для обеспечения склеивания выполняется вакуумным или автоклавным способом.

Для выклеивания больших площадных повреждений этот метод не позволяет восстанавливать необходимую прочность изделия, кроме того, он не применим для ремонта в полевых условиях.

Предлагаемый нами способ ремонта больших площадных повреждений, заключается в следующем: ремонтная заплата изготавливается отдельно из ПКМ, на мощностях наличных в передвижной авиаремотной мастерской в печи методом термокомпрессионного отверждения или в комплекте переносного чемоданчика находится комплект заплаток и П-образных композитных колец, которые соединяются с обшивкой и заплаткой. Соединение ремонтной заплаты с основной обшивкой осуществляется двухрядным болтовым или клее-заклепочным швом через кольцевую раму П-образного сечения, которая крепится ко внутренней поверхности обшивки (рис. 1–3). Соединение заплаты и обшивки производится встык, что дает гладкость аэродинамических обводов отремонтированной конструкции. К тому же, соединение механическим крепежом, нежели клеем, представляется более простым технологически и снижает риск неправильного выполнения работниками наземных технических служб. Стык крепежными элементами также легче проконтролировать после образования и легче исправить в случае допущения ошибки при выполнении.

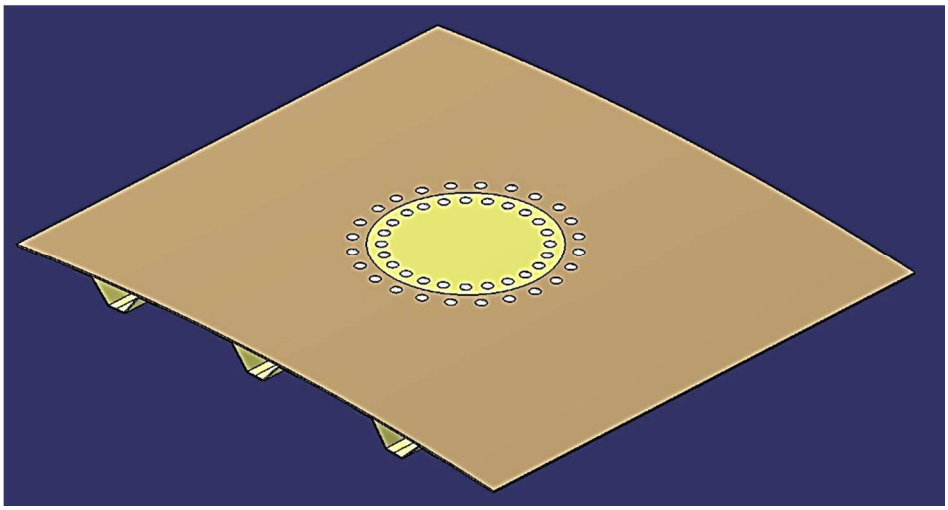

Рисунок 1 – Общий вид отремонтированной зоны. Вид снаружи

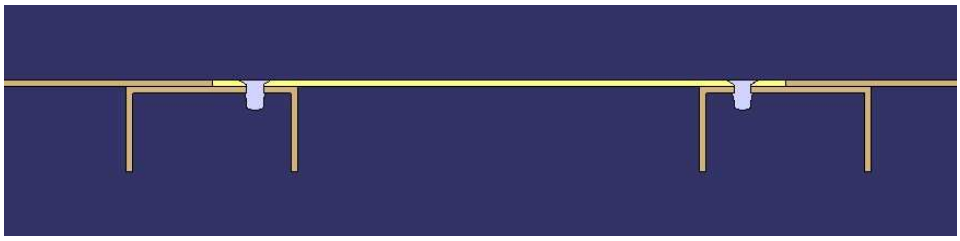

Рисунок 2 – Сечение отремонтированной зоны

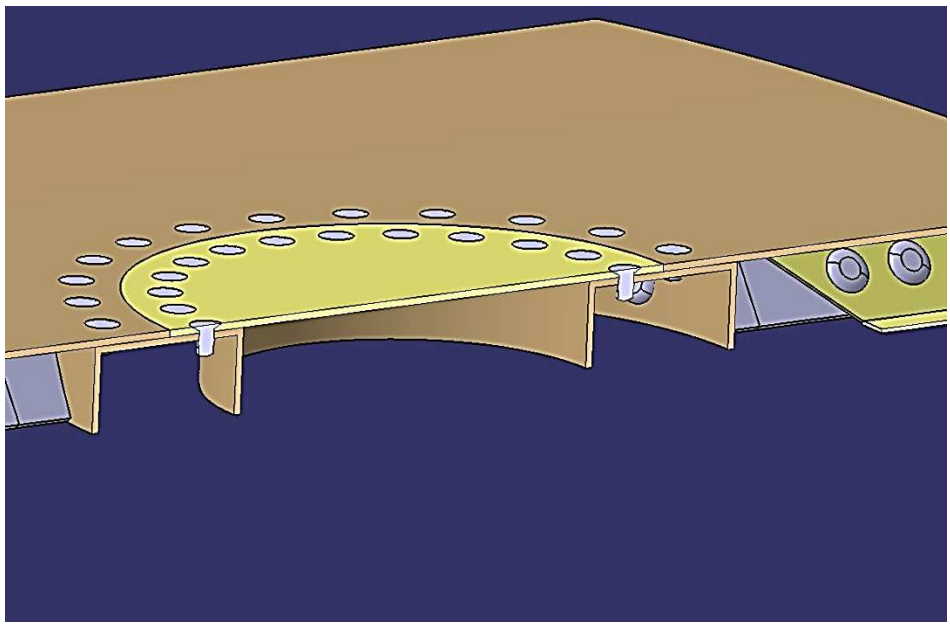

Рисунок 3 – Разрез отремонтированной зоны

Для обеспечения достаточной прочности на срез и одностороннего доступа, стык между обшивкой и окантовкой и между окантовкой и ремонтной заплатой выполняется заклепками диаметра высокого сопротивления срезу с потайной головкой с углом 120о из титанового сплава для односторонней клепки по ОСТ 1 11451-74. Применение титанового крепежа практически обязательно в высокоресурсных конструкциях из углепластика ввиду его электронейтральности. Кроме того, у этих заклепок не образуется бочкообразный участок при расклепывании, который наблюдается у обычных заклепок. Такое явление недопустимо, потому что вызывает дополнительные напряжения смятия в отверстии

из-за малой податливости композита – в отличие от металлов, тут неприменим принцип совместной деформации заклепки и отверстия в процессе клепки.

Технический результат настоящего изобретения позволяет избежать недостатков упомянутых выше (а это ремонт повреждений диаметром не более 150 мм). Кроме этого, результат заключается в создании такой технологии, которая при относительной простоте реализации, обеспечивала бы эффективный ремонт дефектов практически любых (больших) размеров на изделиях из ПКМ с использованием предлагаемых нами технологических приемов и оснастки.

Предлагаемый нами способ ремонта больших площадных повреждений заключается в выполнении следующих операций:

1) определяем зону повреждения и расслоения простым способом простукивания текстолитовым молоточком (возможно определение расслоения прибором типа ИАД-2, но обычно в полевых частях он отсутствует) и очерчиваем поврежденую зону с учетом расслоения обшивки;

2) удаляем очерченную поврежденную часть конструкции-наружной обшивки с помощью пневматической или электрической «шарошки» в форме кольца или овалоида, при сотовой конструкции – удаляем часть сот и нижнюю (внутреннюю) обшивку сотовой конструкции при сквозном повреждении;

3) изготавливаем коробчатый подкрепляющий элемент из КМ в форме кольца или овалоида, в зависимости от формы выреза в зоне повреждения, при этом изготовление подкрепления производится на специальной силиконовой оправке с внутренним жгутом из углеволокна, типа УКН-5000П, используемого в качестве нагревателя (обычно изготовление подкрепляющего кольца выполняется на стационарных заводских авиаремонтных предприятиях, а в полевых условиях предпочтительно иметь набор подкрепляющих колец);

4) при полимеризации подкрепления за счет расширения силиконовой оправки создается давление, а за счет углеволокнистого жгута производится нагрев для полимеризации КМ подкрепляющего кольца, причем, силиконовая оправка и набранный пакет препрега для изготовления композитного кольца, обжимается набором композитных или металлических цулаг, которые приматываются к оправке, затем производится полимеризация набранного пакета за счет собственного нагревателя в силиконовой оправке или за счет нагрева в термошкафу или муфельной печи, затем после охлаждения, пакет распрессовывается, разрезается поперек в одном месте, силиконовая оправка при охлаждении сжимается и легко вынимается из кольца;

5) если, производится ремонт трехслойной панели сотовой конструкции, то для установки сотовой вставки в зоне вырезанного участка поврежденной конструкции, вначале нужно обезжирить торцы сот кистью, смоченной изопропанолом или отжатым тампоном, смоченным в ацетоне . Время выдержки после обезжиривания – 15 минут;

6) заполняем торцы сот клеевой смесью ЕА 9394 – типа эпоксидной смолы с микросферами МС-ВП-А9 ГОСТ-6-48-91-92;

7) устанавливаем сотовую вставку в полость агрегата с учетом направления выкладки сот;

8) формуем по контуру вырезанной обшивки ремонтную заплатку (вкладыш), ремонтная заплатка изготавливается из материала аналогичного обшивке. При формовании вкладыша применяются металлические цулаги и термоодеяло для создания давления и температуры при полимеризации связующих горячего отверждения;

9) при необходимости образовываем скосы на обшивке и ремонтной заплатке путем послойного съема слоев с помощью «шарошки» или фасонной фрезы;

10) устанавливаем ремонтную заплатку к обшивке, соединяя обшивку и заплатку с нижней окантовкой-подкреплением вытяжными заклепками впотай или болтами (возможно применение клееклепки или клееболтового соединения);

11) наносим ЛКП;

12) проверяем качество ремонта.

На данный способ подан патент на изобретение.

Вывод.

Таким образом, предлагаемый способ ремонта изделий из полимерных композиционных материалов позволяет восстанавливать дефектную поверхность агрегата ЛА без нагрева ремонтируемого участка, используя более простое оборудование для его осуществления.

Список литературы:

1. Крысин В.Н. Технологические процессы формования, намотки и склеивания конструкции / В.Н. Крысин, М.В. Крысин. – М. : Машиностроение, 1989. – 240 с.

2. Методы ремонта агрегатов планера самолетов из КМ с трубчатым заполнителем / Д.С. Кива [и др.] // Технологические системы. – 2013. – № 2(63). – С. 57–64.

3. Карпусенко Б.Ф. Ремонт конструкций из КМ // В сборнике Техника, экономика, информация. Сер. «Техника и технология». – 1985. – Вып. 2. – С. 28–33.

4. Астанин В.В. Эксплуатационные повреждения элементов конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов и методы их ремонта / В.В. Астанин, О.В. Глова, О.А. Шевчук // Технологические системы. – 2011. – № 4. – С. 46–52.

5. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев [и др.]; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.

6. Резниченко В.И. Применение композиционных материалов в энергетике, электротехнике, электронике / В.И. Резниченко, В.И. Хомич. – М. : Российский Дом Знаний,1992. – 238 с.

7. Технологические рекомендации ТР 1.4.1831-88. Ремонт сотовых клееных конструкций из полимерных композиционных материалов. – М. : НИАТ, 1984. – 183 с.

List of references:

1. Krysin V.N. Technological processes of forming, winding and gluing structures / V.N. Krysin, M.V. Krysin. – M. : Mashinostroenie, 1989. – 240 p.

2. Methods of repairing airframe assemblies from CM with tubular filler / D.S. Kiva [et al.] // Technological systems. – 2013. – № 2(63). – P. 57–64.

3. Karpusenko B.F. Repair of structures from KM // In the collection. Engineering, economics, information. Ser. «Engineering and Technology». – 1985. – Iss. 2. – P. 28–33.

4. Astanin V.V. Operational damage to structural elements of aircraft made of composite materials and methods of their repair / V.V. Astanin, O.V. Glova, O.A. Shevchuk // Technological systems. – 2011. – № 4. – P. 46–52.

5. Composite materials: A reference book / V.V. Vasiliev [et al.]; Under the general editorship of V.V. Vasiliev, Yu.M. Tarnopolsky. – M. : Mashinostroenie, 1990. – 512 p.

6. Reznichenko V.I. Application of composite materials in power engineering, electrical engineering, electronics / V.I. Reznichenko, V.I. Khomich. – M. : Russian House of Knowledge, 1992.-238 p., ill.

7. Technological recommendations TR 1.4.1831-88. Repair of cellular glued structures made of polymer composite materials. – M. : NIAT, 1984. – 183 p.