

Библиографические ссылки

1. Динамическое проектирование ракет. Задачи динамики ракет и их космических ступеней [Текст] / И. М. Игдалов, Л. Д. Кучма, Н. В. Поляков, Ю. Д. Шептун, под ред. акад. С. Н. Конюхова. – Д.: Изд-во ДНУ, 2010. – 264 с.
2. Пат. Україна. Спосіб регулювання вектора тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун для його здійснення [Текст] / Коваленко М.Д. [та ін.]. – №103528; зареєстр. 25.10.2013. – 10 с.
3. Пат. Україна. Спосіб регулювання вектора тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун для його здійснення [Текст] / Коваленко М.Д. [та ін.]. – №105214; зареєстр. 05.04.2014. – 6 с.
4. Пат. Україна. Спосіб керування вектором тяги рідинного ракетного двигуна з турбонасосним агрегатом подачі компонентів палива в камеру згоряння та рідинний ракетний двигун із його застосуванням [Текст] / Коваленко М.Д. [та ін.]. Н.П. №107270; зареєстр. 25.04.2014. – 12 с.

Надійшла до редколегії 21.06.2015

УДК 629.7.002.72

Е. В. Шилина¹, С. А. Шилин¹, А. М. Потапов¹, А. Ф. Санін²

*¹Государственное предприятие «Конструкторское бюро “Южное”
им. М.К. Янгеля»*

²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ ТИПА «КОКОН»

Рассмотрен вопрос создания разборных металлических оправок со вспомогательной технологической оснасткой для серийного изготовления корпусов типа «кокон». Предложен опыт проектирования и изготовления такой оснастки.

Ключевые слова: маршевая двигательная установка, оправка, формообразующая поверхность, корпус типа «кокон», ложное днище, ступель.

Розглянуто питання створення розбірних металевих оправок з допоміжною технологічною оснасткою для серійного виготовлення корпусів типу «кокон». Запропоновано досвід проектування та виготовлення такої оснастки.

Ключові слова: маршова рухова установка, оправка, формотворча поверхня, корпус типу «кокон», хибне днище, ступель.

Fabrication of metal demountable mandrels with auxiliary technological tooling for mass production of “cocoan” type cases was considered. The experience in the design and manufacture of such equipment.

Key words: main propulsion system, mandrel, form lining, case “cocoan” type, false floor, stock.

Введение. Развитие ракетно-космической техники (РКТ) тесно связано с использованием полимерных композиционных материалов и применением современных технологий. Известно [1; 2; 3], что именно применение полимерных композиционных материалов обеспечивает снижение веса конструкций на 25-40% в сравнении с металлами и сплавами. В то же время создание таких конструкций требует разработки специального оборудования и технологической оснастки.

Постановка задачи. Изготовление конструкций типа «кокон» из полимерных композиционных материалов обычно производится при помощи намоточных

станков с числовым программным управлением (Рис. 1) путем укладки пропитанного связующим армирующего материала на формообразующую поверхность оправки. Оправки для формования таких корпусов изготавливаются в основном из гипсовых или песчано-полимерных элементов. При этом изготовление таких оправок и их удаление из корпуса после его термообработки является достаточно сложными и трудоемкими процессами. Кроме того, из-за низких упругопрочностных характеристик материала таких оправок очень трудно обеспечить необходимые выходные геометрические характеристики корпуса. Для серийного изготовления корпусов немаловажным является и тот факт, что для изготовления каждого корпуса предварительно необходимо изготовить новую оправку.

Поэтому чрезвычайно актуальными задачами являются создание многоразовой оправки, обеспечивающей:

- возможность ее извлечения из готового корпуса через большее полюсное отверстие;
- стабильные геометрические размеры корпуса при многократном использовании оправки;
- снижение стоимости изготовления корпусов.

В данной статье рассматриваются технологические аспекты создания специальной оснастки для серийного изготовления корпусов ракетных двигателей на основе высокопрочного высокомодульного углеродного волокна.



Рис. 1. Намоточный станок с ЧПУ

Результаты и их обсуждение. Работы по созданию металлической разборной оправки для серийного производства проведены в ГП «КБ «Южное» в 2014 – 2015 гг. Разработка и изготовление оправки проведены совместно с ООО «Империя металлов» для корпуса маршевой двигательной установки (МДУ), принципиальная схема которого представлена на Рис. 2, а габаритные размеры составляют – диаметр 900 мм, длина 3000 мм.

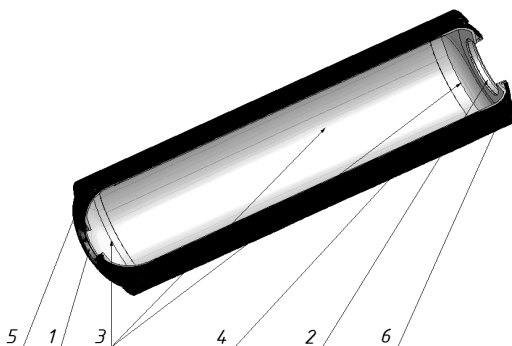


Рис. 2. Общий вид корпуса МДУ:

- 1 – фланец передний; 2 – фланец задний; 3 – внутреннее теплозащитное покрытие;
4 – силовая оболочка; 5 – передний узел стыка; 6 – задний узел стыка

- При проектуванні оправки учитувались наступні основні вимоги:
- оправка повинна складатися з «карт», які вилучаються з отверженого корпусу двигача через повне отвір в більшому фланці;
 - конструкція оправки повинна забезпечувати не менше 100 циклів «розборка-зборка» без зміни її геометрії;
 - конструкція оправки повинна мати максимальні удільні характеристики міцності і жорсткості;
 - висока точність формуючої поверхні (до 0,05 мм).

На Рис. 3 представлена принципіальна схема розробленої розборної оправки.

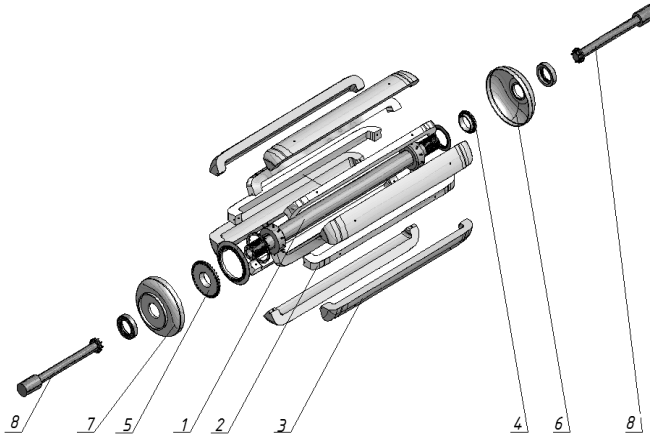


Рис. 3. Конструктивні елементи оправки

Оправка складається з наступних основних елементів:

- вала (поз. 1);
- випадаючих і замикаючих карт (поз. 2,3);
- фланцедержателів переднього і заднього (поз. 4,5);
- ложних днищ переднього і заднього (поз. 6,7);
- цапф для намотки корпусу (поз. 8).

Конструктивно оправка представляє собою полый вал-основу, на який кріпляться замикаючі і випадаючі карти. Карты щільно підгоняються друг до друга і після зборки на валу забезпечують формуючу поверхню. Кількість і форма карт вибираються виходячи з діаметра отвору в більшому фланці.

Карты базуються по зовнішній поверхні вала і кріпляться к валу при допомозі фіксувальних болтів. Така конструкція забезпечує багаторазову формуючу поверхню для установки на ній внутрішнього теплозахисного покриття (ВТЗП) і наступної намотки, механічної обробки корпусу двигача і наступного вилучення оправки з готового корпусу двигача.

Для забезпечення всього циклу виготовлення корпусу МДУ додатково був розроблений спеціальний комплект технологічного оснащення, включаючий в себе:

- сталець зборки оправки;
- сталець розборки оправки;
- платформу з пристосуванням для вращення оправки в печі;
- сталець слесарний;
- кондуктори для сверлення отворів і вклейки закладних елементів.



Рис. 4. Общий вид оправки в сборе

Стапель сборки (Рис. 5) представляет собой раму с подвижными ложементами-люнетами и неподвижными ложементами – домкратами. Один из ложементов-люнетов оснащен червячным редуктором с приводным маховиком для вращения вала во время сборки оправки. В процессе сборки оправы вал-основа проворачивается в стапеле и при помощи крана производится монтаж карт на вал с учетом маркировки на валу и картах. Предусмотрена также возможность установки на оправку в сборочном стапеле штатных фланцев с днищами ВТЗП, «ложных днищ» и цапф.

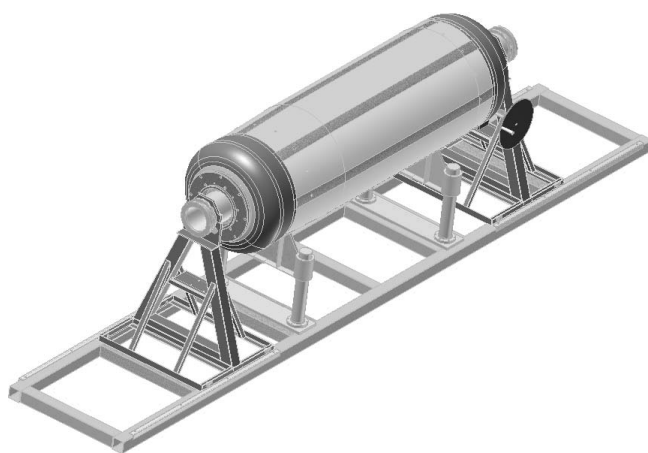


Рис. 5. Стапель сборки оправки

Для обеспечения равномерного распределения связующего в композиционном материале в процессе термообработки заготовки корпуса в печи аэродинамического нагрева разработаны специальные тележки с приспособлением для вращения оправки в печи, конструктивная схема которых изображена на Рис. 6.

Для извлечения разборной оправки из корпуса предназначен стапель разборки (Рис. 7). Он представляет собой рамную конструкцию, в которую вертикально помещается оправка с заготовкой корпуса двигателя. Кантование оправки с заготовкой корпуса в вертикальное положение производится краном при помощи специальной поворотной стойки, расположенной на стапеле сборки оправки. При разборке оправки с помощью домкрата и крана извлекается вал. Далее поэтапно извлекаются карты – сначала выпадающие, затем замыкающие.

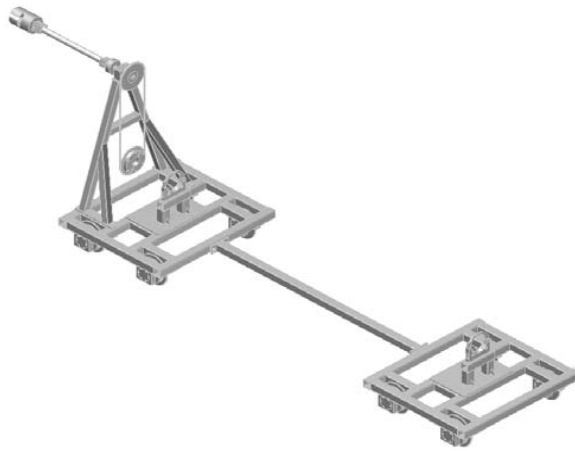


Рис. 6. Тележки с приспособлением для вращения оправки в печи

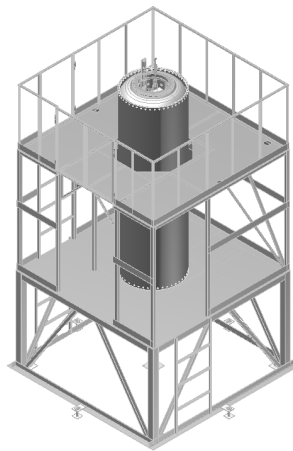


Рис. 7. Станок разборки оправки

Для выполнения слесарных операций с заготовкой корпуса разработан слесарный станок. Он представляет собой раму с ложементом и приводом вращения оправки (ручной редуктор).

Сверление отверстий и вклейка закладных элементов в узлах стыка осуществляется при помощи специальных кондукторов, которые базируются по заранее обработанным торцам корпуса МДУ.



Рис. 8. Станок слесарный с кондукторами для сверления отверстий

Представленная в настоящей работе технологическая оснастка позволяет обеспечить полный технологический цикл изготовления корпуса МДУ методом «мокрой» намотки на станке с ЧПУ.

Выводы. Разработанная и изготовленная металлическая разборная оправка является новой разработкой и не имеет аналогов в Украине. Оправка является многоразовой и не требует повторного изготовления по сравнению с ранее используемыми одноразовыми песчано-полимерными оправками, что существенно упрощает технологию изготовления, уменьшает трудоемкость и энергозатраты, повышает эффективность изготовления корпусов МДУ.

Библиографические ссылки

1. **Карпов, Я. С.** Проектирование оболочек вращения из композиционных материалов: учеб. пособие [Текст] / Я. С. Карпов, П. М. Гагауз. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 64 с.
2. **Коваленко, В. А.** Применение полимерных композиционных материалов в изделиях ракетно-космической техники как резерв повышения ее массовой и функциональной эффективности [Текст] / В.А. Коваленко, А.В. Кондратьев // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №5(82). – С. 14-20.
3. **Кондратьев, А. В.** Обзор и анализ мировых тенденций и проблем расширения применения в агрегатах ракетно-космической техники полимерных композиционных материалов [Текст] / А. В. Кондратьев, В. А. Коваленко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Х.: ХАИ, 2011. – №3(67). – С. 7 – 18.

Надійшла до редколегії 31.05.2015