УДК 621.7

Р.Г. БАРАБАШ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
В.Л. ДОБРОСКОК, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Особливості використання методу селективного лазерного спікання у виробництві ракетно-космічної техніки

Ракетно-космічна галузь здебільшого є одиничним виробництвом. Отже скорочення циклу створення виробництва деталей від моменту укладення контракту до здачі об’єкта на орбіті є головним завданням технолога. Актуально використовувати селективне лазерне спікання (SLS) для виробництва прототипів та деталей в одиничному типі виробництва. У поєднанні з можливостями багатокоординатної обробки генеративні технології знімають всі обмеження по складності конструкції і створюють найширші передумови для кардинального вдосконалення виробництва, різкого скорочення часу виготовлення і витрат [1].

В загальному циклі створення виробу значну частину займає конструкторсько-технологічна підготовка виробництва. Жорсткі терміни на підготовку виробництва та виготовлення космічного корабля нового покоління, а також сучасних супутників різного призначення вимагають використання ефективних організаційно-технічних рішень із застосуванням високотехнологічних методів тривимірного комп’ютерного моделювання та створення твердих копій вузлів і деталей ракетно-космічної техніки [2].

До важливих вузлів відносяться, зокрема, складні системи трубопроводів. Ці вузли служать для передачі рідин і газів під тиском від одних пристроїв космічних апаратів до інших і виготовляються з алюмінієвої або нержавіючої трубки з привареними на краях фланцями та мають складну форму.

Для підвищення жорсткості виробу в CAD-моделі трубок повністю заповнюються та з’єднуються перемичками. Модель експортується в STL-формат і перевіряється на наявність помилок в підсистемі топологічного аналізу яка є складовою частиною системи морфологічного аналізу розробленого на кафедрі «Інтегровані технології в машинобудуванні» ім. М.Ф. Семка. В процесі матеріалізації виробу відбувається зміна агрегатного стану матеріалу і виникає об’ємна усадка. Усадка викликає внутрішні напруги, що призводять до залишкових деформацій. Залишкові деформації та усадка призводять до відхилень від правильної геометричної форми виробів, що може негативно впливати на функціональність і збирання.

На наступному етапі матеріалізований трубопровід встановлюється на універсально-складальних пристроях, далі за допомогою універсальних поворотних елементів налаштовується для установки і зборки-пайки трубопроводу. Після встановлення всіх поворотних елементів відповідно до положення фланців вони фіксуються, і матеріалізована система трубок знімається з складального пристрою. На останньому етапі окремі трубопроводи встановлюються на універсально-складальний пристрій відповідно до заданого положенням, і після фіксації здійснюється їх збірка-пайка. Точність

формоутворення трубопроводів має велике значення так як може вплинути на конструкцію складального пристрою.

Виготовлення виробів методом селективного лазерного спікання можливе у навчально-науково-виробничому об‘єднанні «Високі технології в машинобудуванні» при НТУ «ХПІ». Приклади виробів що були побудовані на установці SLS показані на рис. 1.

Рис. 1 – Вироби побудовані на установці SLS Vanguard HS Si2

В результаті впровадження селективного лазерного спікання отримані наступні результати: цикл технологічної підготовки знижено на 60 %; цикл виготовлення трубопроводів склав близько 110 н / ч, це на 65 % менше ніж традиційна технологія [3]. Таким чином, впроваджена технологія виготовлення трубопроводів із застосуванням методу селективного лазерного спікання дозволила суттєво знизити трудомісткість технологічної підготовки виготовлення трубопроводів. Оскільки виготовлення виробів на установці SLS не потребують оснастки та інструменту, ця технологія дає значне скорочення витрат на спеціальне устаткування.

Так як ракетно-космічна галузь потребує достатньо високих вимог до точності виготовлення, з’являється необхідність дослідження впливу об’ємної усадки та можливих деформацій, характерних для формоутворення методом селективного лазерного спікання.

На підставі значного скорочення трудомісткості і витрат, використання методу селективного лазерного спікання являється актуальним та досить перспективним при виробництві елементів ракетно-космічної техніки.

Список літератури:

1. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие [для студ. выс. учеб. заведений] / *А. И. Грабченко, Ю. Н. Внуков, В. Л. Доброскок* [и др.]; под ред. *А. И. Грабченко*. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.

2. *Багров, В. В.* Программно-аппаратный комплекс по селективному лазерному спеканию / *В. В. Багров, Н. А. Климов и др*. // Лазерная техника и технология. – Т. 5. – 2003. – №1. – С. 55-57.

3. *Шачнев, С. Ю*. Селективное спекание в производстве изделий ракетно-космической техники / *С. Ю. Шачнев, А. М. Зайцев* // РИТМ: специализированный журнал по оборудованию, оснастке, комплектующим, инструменту. – М.: МедиаПром, 2012 – №6 (74). – С 36-38.