

## **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

И. А. Ковалевский, доц., канд. техн. наук, ГВУЗ «ПГТУ»

Аддитивные технологии или Additive Manufacturing (AM) – принципиально новый способ производства. Суть этого способа заключается в послойном наращивании и синтезе объекта с помощью компьютерных 3d технологий. Ранее для изготовления одной детали применяли целый ряд станков: токарных, фрезерных, сверлильных, но сейчас все можно сделать на одном трехмерном принтере за счет последовательного добавления слоев материала. Вот откуда и появился термин «аддитивный», который произошел от английского слова «add» (добавлять).

Детали, которые можно получить при использовании этой технологии:

- изделия штучного либо мелкосерийного производства;
- детали для автомобилей;
- инструменты из металла и металлических сплавов;
- комплектующие для приборов и станков;
- детали авиалайнеров, беспилотников и подводных лодок;
- детали и элементы ракет и спутников;
- эндопротезы и импланты.
- Вот лишь некоторые преимущества применения аддитивных технологий:

- практически неограниченная свобода геометрии
- быстрое и экономически эффективное производство
- увеличение эффективности использования материалов и энергии

- сокращение стоимости и сроков производства конечных изделий и прототипов

- высокая точность, детализация и повторяемость
- быстрое создание единичных и малых партий изделий
- получение изделий, которые раньше было невозможно произвести (биомедицина).

Представлены образцы изделий, выполненные с использованием аддитивных технологий в Israel Institute of Metals, Technion City, Haifa на 3D принтере ARCAM EBM® A2X

## **О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ГОЛОВОК ЗАТРАВОК МНЛЗ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПОДАТЛИВОСТЬЮ ЭЛЕМЕНТОВ**

В. В. Шишкин, доц., канд. техн. наук,

А. В. Лоза, доц., канд. техн. наук, ГВУЗ «ПГТУ»

Одной из основных причин выхода из строя головок затравок слябовых МНЛЗ считают разрушение замкового выступа (так

называемого «зуба») вследствие образования термических трещин. Причиной трещинообразования в зубе являются растягивающие напряжения, возникающие в период охлаждения головки, т. е. после отсоединения затравки от слитка. В этот период наиболее массивные части головки (в силу тепловой инерции) охлаждаются медленнее, а менее массивные (широкая стенка замковой полости и замковый выступ на ней) – быстрее. Различная скорость охлаждения элементов головки приводит к их неодинаковым тепловым деформациям, что в условиях цельнолитой конструкции влечет появление термических напряжений. Так, затрудненная усадка замкового выступа в направлении ширины головки вызывает появление в нем растягивающих напряжений. Результатом действия этих напряжений становятся поперечные трещины, расположенные с некоторым шагом по длине замкового выступа. По мере эксплуатации затравки, в силу ослабления материала зуба от термической усталости, интенсивность трещинообразования в нем возрастает. По этой причине ремонтные операции заваривания трещин выполняют практически перед каждым пуском МНЛЗ.

Анализ деформированного состояния головок различных конструкций показывает, что причиной разрушающих напряжений в теле замкового выступа является конфликт деформаций двух основных элементов: 1) U-образной рамы тела головки и 2) жесткого замкового выступа, связывающего боковые стенки рамы. Для устранения этого конфликта один из элементов пары следует сделать податливым. Новое свойство должно обеспечить равенство деформаций «жесткого» и «податливого» элементов на всех стадиях нагрева-охлаждения головки, что приведет к полному устранению термических напряжений. Повышенная податливость может быть сообщена любому из элементов, разумеется, при условии обеспечения прочности конструкции в целом. Добиться повышенной податливости можно за счет выбора материала элементов либо изменением конструкции головки.

Применение конструкций головок затравок с дифференцированной податливостью элементов позволит увеличить долговечность замкового выступа, а вместе с ним – и общую долговечность всей головки затравки.

\*\*\*