**Протокол технологической операции**

***<название технологической операции>***

**Номер протокола технологической операции:** <номер протокола>**Срок выполнения технологической операции:** <дата начала > - <дата завершения> *// могут совпадать, тогда здесь будет одна дата***Цель выполнения технологической операции:** <не заполнено> // *текстовое описание***Место выполнения технологической операции:** <не заполнено> // *текстовое описание*

**Условия окружающей среды при выполнении технологической операции**

**Температура окружающей среды, <не задано>:** <не заполнено> *// K или °C* **Влажность окружающей среды, %:** <не заполнено> **Атмосферное давление, <не задано>:** <не заполнено> // *Па, кПа, мм рт. ст.*

**Техническое задание на выполнение технологической операции**

***Примечание:*** *информация о детали не задается, если создается новая деталь (заполняется, если это ремонт или нанесение функционального покрытия или элемента)*

**Деталь:** <Название детали> **Материал основы:** <не заполнено> **Материал рабочей поверхности:** <не заполнено> *// если он есть*

**Геометрические характеристики** <не заполнено> *// здесь может быть \*.stl файл***Масса, кг:** <не заполнено> *// не обязательно*

**Материал для выполнения технологической операции**

*// может отсутствовать в техническом задании, если предполагается, что технолог должен сам подобрать материал для выполнения операции (в частности, наплавки) – металлический порошок или металлическую проволоку*

**Металлический порошок:** <не заполнено> // *здесь* *название (марка), химический состав, гранулометрический состав*

**Металлическая проволока:** <не заполнено> // *здесь* *название (марка), химический состав, диаметр*

**Требования к результату операции**

**Дефекты наплавленного материала** <не заполнено> *// какие дефекты, в каких пределах допустимы, а какие – недопустимы***Геометрические характеристики** <не заполнено> *// здесь может быть \*.stl файл или те геометрические характеристики (в мм), которые важны потом в результате (по которым нужно будет сравнивать и оценивать результат)***Микроструктура** <не заполнено> *// здесь пока просто текстовое описание*

***Примечание:*** *здесь речь идет о* *требованиях к характеристикам (свойствам) детали до (без) её постобработки (если таковые отсутствуют, то здесь ничего не заполняется)*

**Механические свойства**

<название свойства>: <значение свойства> <единица измерения>

…

**Эксплуатационные свойства**

<название свойства>: <значение свойства> <единица измерения>

…

**Технологические свойства**

<название свойства>: <значение свойства> <единица измерения>

…

**Физические свойства**

<название свойства>: <значение свойства> <единица измерения>

…

**Оборудование для выполнения технологической операции**

**Технологический лазер:** <не заполнено>**Устройство для перемещения оптической головы относительно обрабатываемой поверхности:** <не заполнено>**Лазерная оптическая голова:** <не заполнено>

**Порошковый питатель:** <не заполнено>

**Модуль подачи газопорошковой смеси:**  <определяющие характеристики модуля>

**Материал для выполнения технологической операции**

*// этот раздел может отсутствовать, если материал уже был определен в техническом задании*

**Металлический порошок:** <не заполнено> // *здесь* *название (марка), химический состав, гранулометрический состав*

**Металлическая проволока:** <не заполнено> // *здесь* *название (марка), химический состав, диаметр*

**Ключевые параметры выполнения ТО (процесса)**

**Параметры лазерного излучения Режим генерации лазерного излучения:** <не заполнено> **Мощность, <не задано>:** <не заполнено> // *Вт, кВт* **Диаметр пучка на обрабатываемой поверхности, <не задано>:** <не заполнено> // *м, мм* **Плотность мощности, Вт/см2:** <не заполнено> // *рассчитываемая по формуле величина (плотность мощности = мощность лазерного излучения / площадь пятна)*

**Параметры подачи материала Массовый расход порошка, <не задано>:** <не заполнено> *// если наплавляемый материал – металлический порошок, г/с, г/мин* **Скорость подачи проволоки, <не задано>:** <не заполнено> *// если наплавляемый материал – металлическая проволока, мм/с*

***Параметры подачи технологических газов***

**Параметры защитного газа Газ:** <не заполнено> // *He, Ar, CO2, N* … **Объемный расход, <не задано>:** <не заполнено> // *л/мин, н.л./мин* **Давление, <не задано>:** <не заполнено> // *Па, кПа, МПа, ГПа, бар* **Температура, <не задано>:** <не заполнено> // *К***Параметры транспортного газа** *// если есть (он ведь только при наплавке)* **Газ:** <не заполнено> **Объемный расход, <не задано>:** <не заполнено> // *л/мин, н.л./мин*  **Давление, <не задано>:** <не заполнено> // *Па, кПа, МПа, ГПа, бар*  **Температура, <не задано>:** <не заполнено> // *К* **Параметры обжимающего газа** *// если есть* **Газ:** <не заполнено> **Объемный расход, <не задано>:** <не заполнено> // *л/мин, н.л./мин*  **Давление, <не задано>:** <не заполнено> // *Па, кПа, МПа, ГПа, бар*  **Температура, <не задано>:** <не заполнено> // *К*

**Параметры установки аддитивного производства** *// возможно, тут что-то избыточно или, наоборот, чего-то не хватает (нужно иметь ввиду, что не все эти параметры обязательны к заполнению в рамках конкретной технологической операции)* **Скорость перемещения сфокусированного лазерного пучка по обрабатываемой поверхности, <не задано>:** <не заполнено> // *м/с, мм/с* **Угловая скорость вращения устройства позиционирования, <не задано>:** <не заполнено> // *рад/с, мрад/с*

**Фокусное расстояние фокусирующей линзы, мм:** <не заполнено>

**Расстояние от нижней поверхности сопла оптической головы до обрабатываемой поверхности, <не задано>:** <не заполнено> // *м, мм* **Величина вертикального (z) смещения оптической головы относительно поверхности предварительно наплавленного слоя, <не задано>:** <не заполнено> // *м, мм*  **Шаг смещения центра сфокусированного лазерного пучка относительно центра предварительно созданного валика (трека), <не задано>:** <не заполнено> // *м, мм* **Скорость холостого перемещения оптической головы относительно обрабатываемой поверхности, <не задано>:** <не заполнено> // *м/с, мм/с*  **Угол наклона оптической головы, <не задано>:** <не заполнено> // *°, рад* **Положение фокуса излучения относительно обрабатываемой поверхности:** <не заполнено> *// на поверхности, выше поверхности на ... мм, ниже поверхности на ...* *мм*

**Стратегия лазерной обработки?**

Как перемещать инструмент (ОГ) относительно поверхности обработки, стратегия перемещения:

- задается набором некоторых характеристик (примеры - параллельная, эквидистантная, обычная - в одном направлении слой на слой) или написать, что «определена в CAM-системе»

ГОСТ Р 70242— 2022***????????***

**Характеристики подложки или детали, на которую наносят материал**

**Материал подложки:** <не заполнено> *// только если нет обрабатываемой детали (т.е. создается новая деталь на подложке)* **Начальная температура обрабатываемой поверхности, <не задано>:** <не заполнено> *// детали или подложки, К* **Предварительная обработка поверхности:** <не заполнено> *// здесь пока просто текстовое описание*

*// очистка поверхности от органических и неорганических загрязнений (жировых и окисных пленок, ржавчины, окалины и других загрязнений). Очистку выполнить механизированными способами с применением специального инструмента, армированных абразивных кругов, стальных проволочных щеток, устройств ударного типа и других инструментов (тип используемого оборудования и инструментов указывается Заказчиком)*

*// При необходимости выполнить предварительную механическую обработку поверхностей типового образца с целью придания изношенным участкам правильной геометрической формы, устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, и обеспечения требуемой толщины наплавленного слоя. При выполнении предварительной механической обработки необходимо обеспечить плавные переходы от одного размера к другому за счет выполнения радиусов и притупления острых кромок. Раковины, трещины и другие поверхностные дефекты предварительно разделать таким образом, чтобы наносимый материал заполнил углубления без образования пустот.*

**Рабочая газовая среда**

**Защитный газ в рабочей камере:** <не заполнено> *// если такая среда специально создавалась* **Объемный расход, <не задано>:** <не заполнено> // *л/мин, н.л./мин*  **Давление, <не задано>:** <не заполнено> // *П, кПа, МПа, ГПа, бар*  **Температура, <не задано>:** <не заполнено> // *К*

Комментарий операторавозможно, комментарий оператора, касающийся принятия им решения о выборе режима (рабочих параметров) проведения технологической операции

**Результат выполнения технологической операции**

**Не соответствует требованиям к результату операции** *// если же результат соответствует, то этот подраздел заполнять не нужно – просто выбрать «Соответствует требованиям к результату операции»*

**Дефекты наплавленного материала** <не заполнено> *// какие выявлены дефекты и их* *характеристики* *(если они не в пределах, заявленных в требованиях к результату)***Геометрические характеристики** <не заполнено> *// соответствуют, не соответствуют, деформации – присутствуют или отсутствуют***Элементный состав** <не заполнено> *// если элементный (химический) состав получившейся заготовки не соответствует (процентное содержание элементов – не в пределах допуска) химическому составу используемого металлического порошка или, возможно, химическому составу обрабатываемой детали*

**Микроструктура** <не заполнено> *// если не соответствует микроструктуре, указанной в требованиях к результату (здесь пока просто текстовое описание)*

Комментарий операторавозможно, комментарий оператора по поводу того, почему результат (полученная заготовка) не соответствует требованиям, его соображения на этот счет

**Файлы управляющих программ**

<не заполнено> *// в этот раздел могут быть перечислены файлы, представляющие собой управляющие программы для лазерного робототехнического оборудования (программа для лазера, промышленного робота, порошкового питателя и т.п.)*

**Изображения результата операции** <не заполнено> *// в этот раздел могут быть помещены изображения из файлов*

Комментарий операторавозможно, комментарий оператора – общий – по результату выполнения технологической операции

**Постобработка:** <не заполнено> *// здесь пока просто текстовое описание*

*// рекомендаций по постобработке – название класса методов (механические, термические, химические) постобработки и названия конкретных методов этого класса (без дальнейших деталей).*