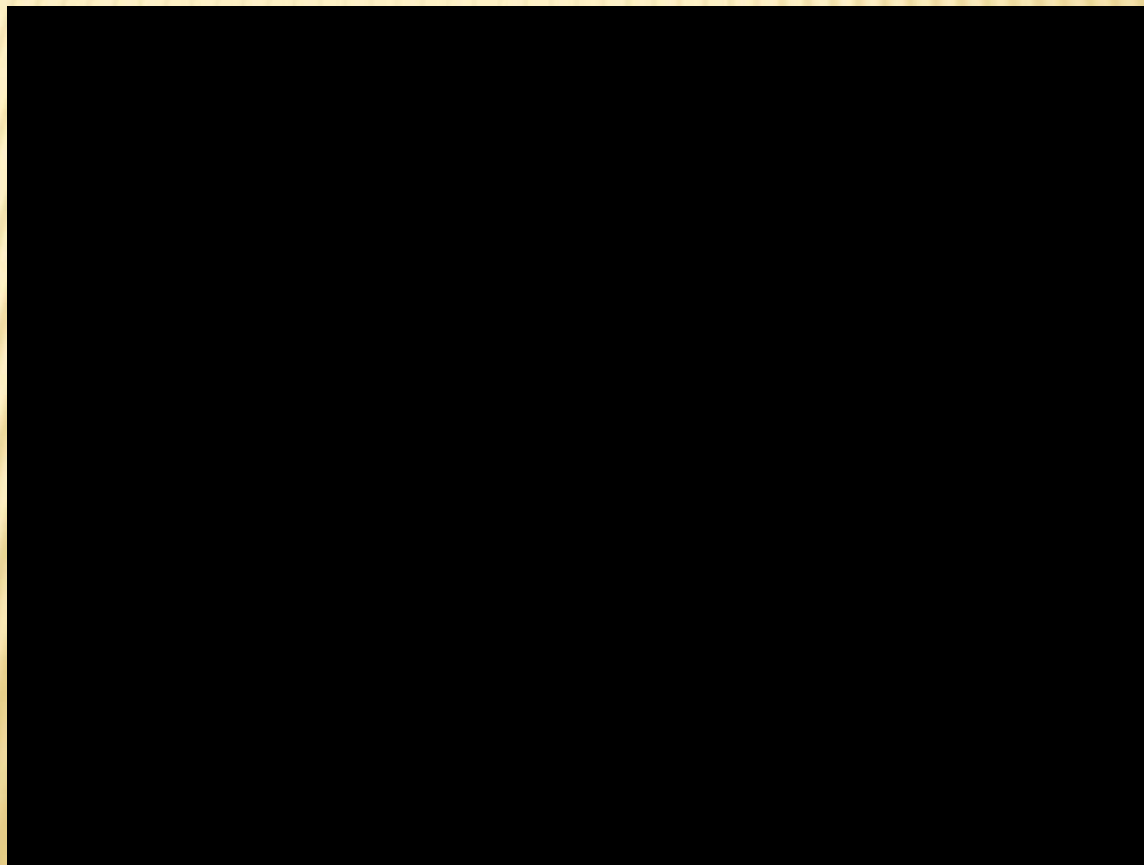
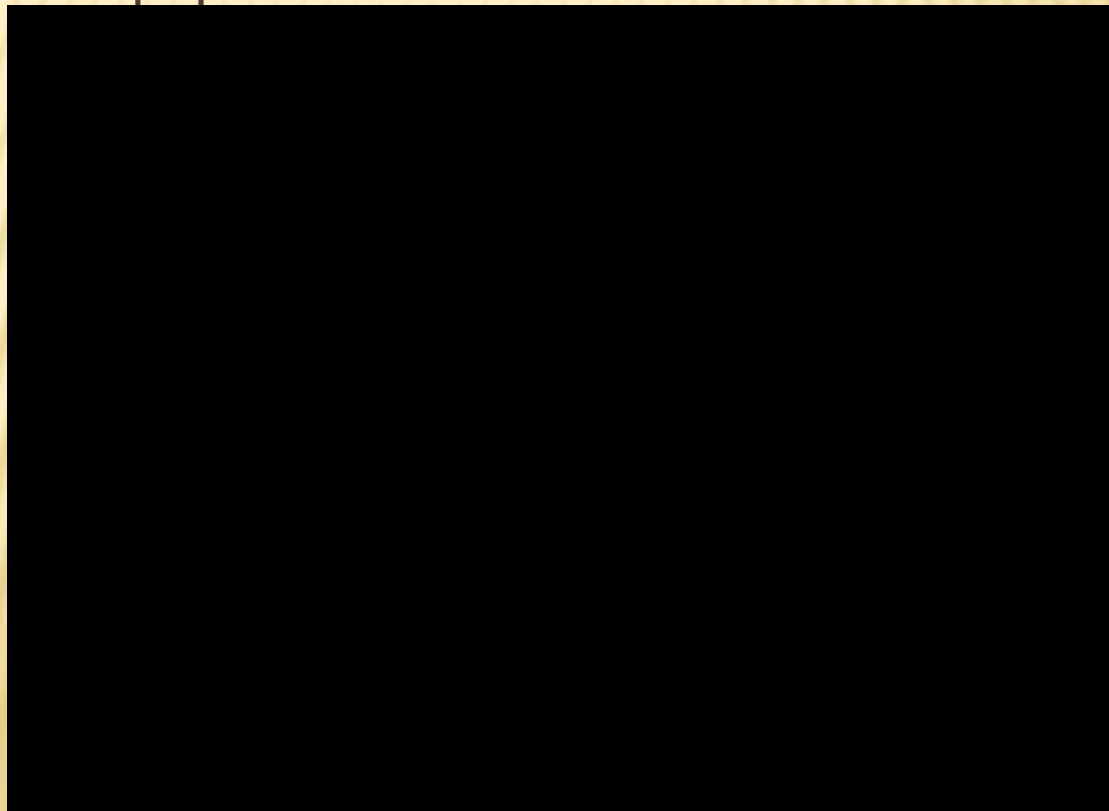


ДЛЯ СОВЕЩАНИЯ ПО ВОПРОСУ
РАЗРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ДЛЯ НАПЛАВКИ К ЛАЗЕРНЫМ
КОМПЛЕКСАМ ЛК-5

- Технология лазерной сварки и наплавки металла на поверхность деталей из различных материалов не новая. С 1978 года в СССР начались работы по освоению этого класса технологических процессов в лабораториях при ведущих институтах и крупных машиностроительных предприятиях.
- В 1980 году была сформирована крупная лаборатория ЦЛЭЛЛО ЗИЛ, оснащенная лазерами и лазерными обрабатывающими установками советского и зарубежного производства.
- За рубежом в этот период времени уже серийно выпускались и применялись лазерные установки для закалки, наплавки, сварки и резки.
- Ниже приведен обучающий фильм, который был сделан в этот период времени.



- В данном случае речь идет именно о непосредственной наплавке, не послойной. При непосредственной наплавке присадочный материал подается в виде порошка или проволоки непосредственно в пятно, на поверхность детали. Способы подачи материала различные, но чаще всего порошок подается совместно с транспортирующим его газом чаще всего инертным. Реже присадочный материал подают вручную, в виде проволоки. Ниже приведен фильм, иллюстрирующий процесс прецизионной наплавки металла на деталь пресс-формы.



- В конструкции современных оптических систем для непосредственной наплавки реализованы два способа подачи порошка совместно с транспортирующим газом. Оба способа имеют схожие недостатки, ограничивающие применение данной технологии.

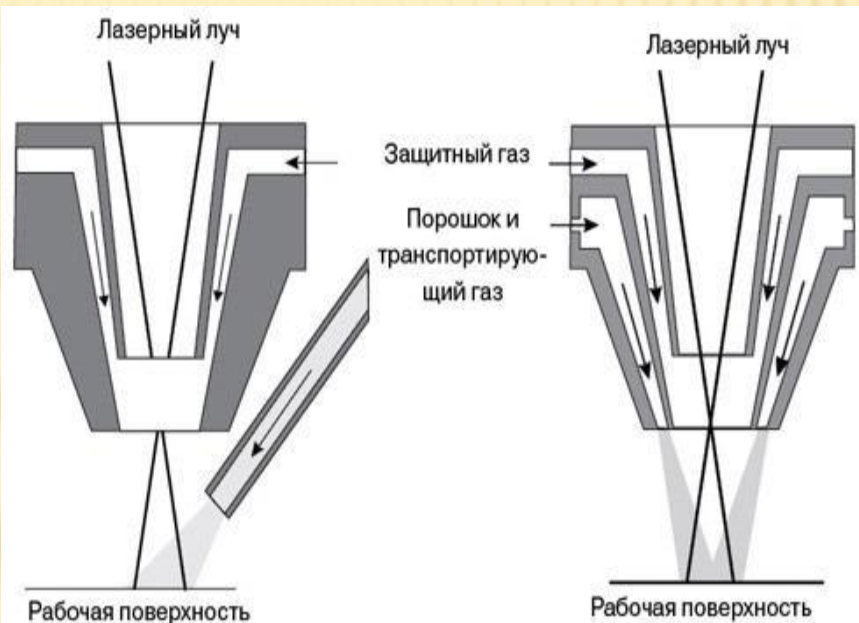
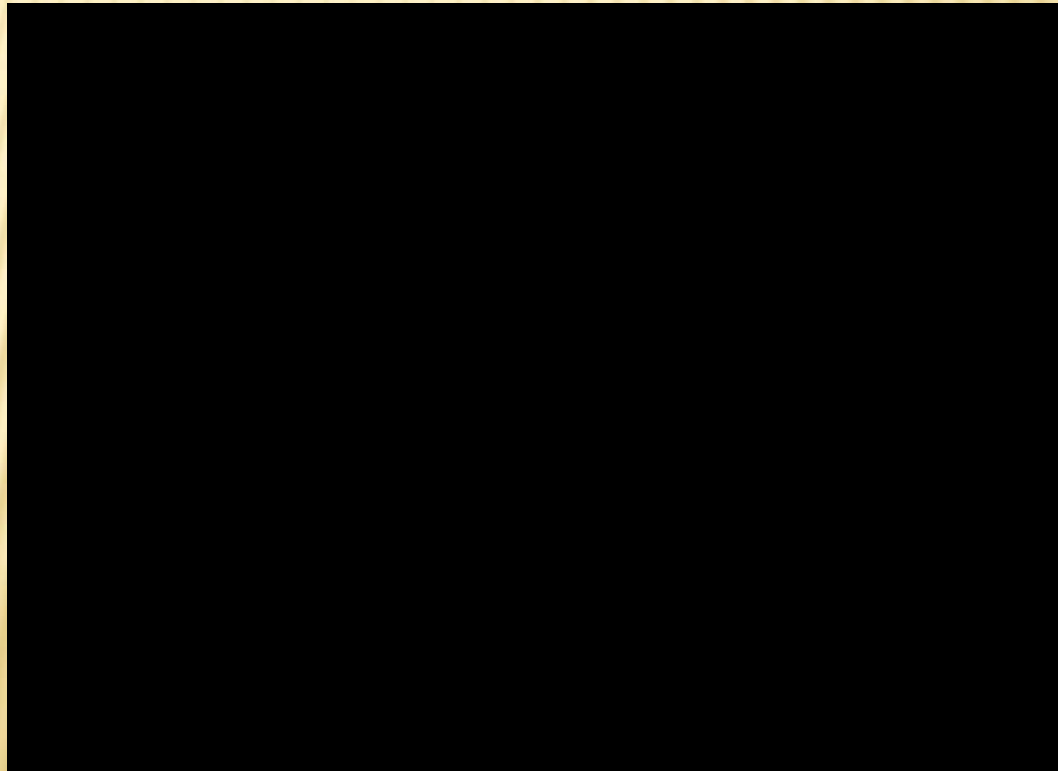


Рис. 2 Схема наплавки с боковой подачей порошка

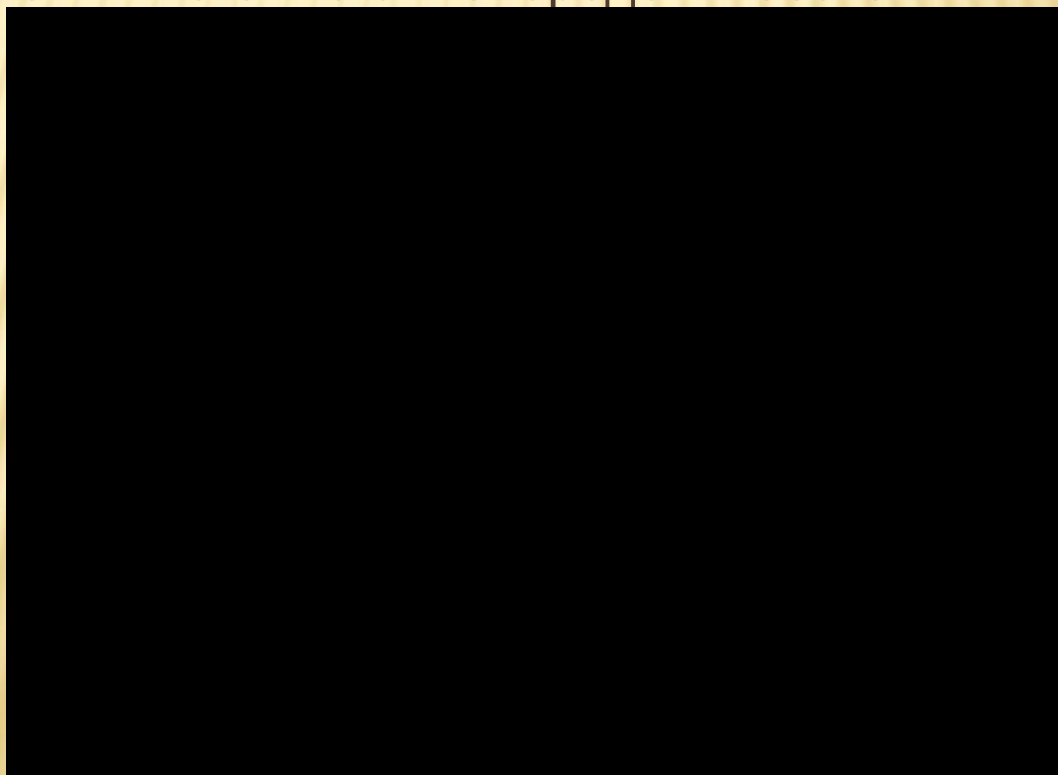
Рис. 3 Схема наплавки с коаксиальной подачей порошка



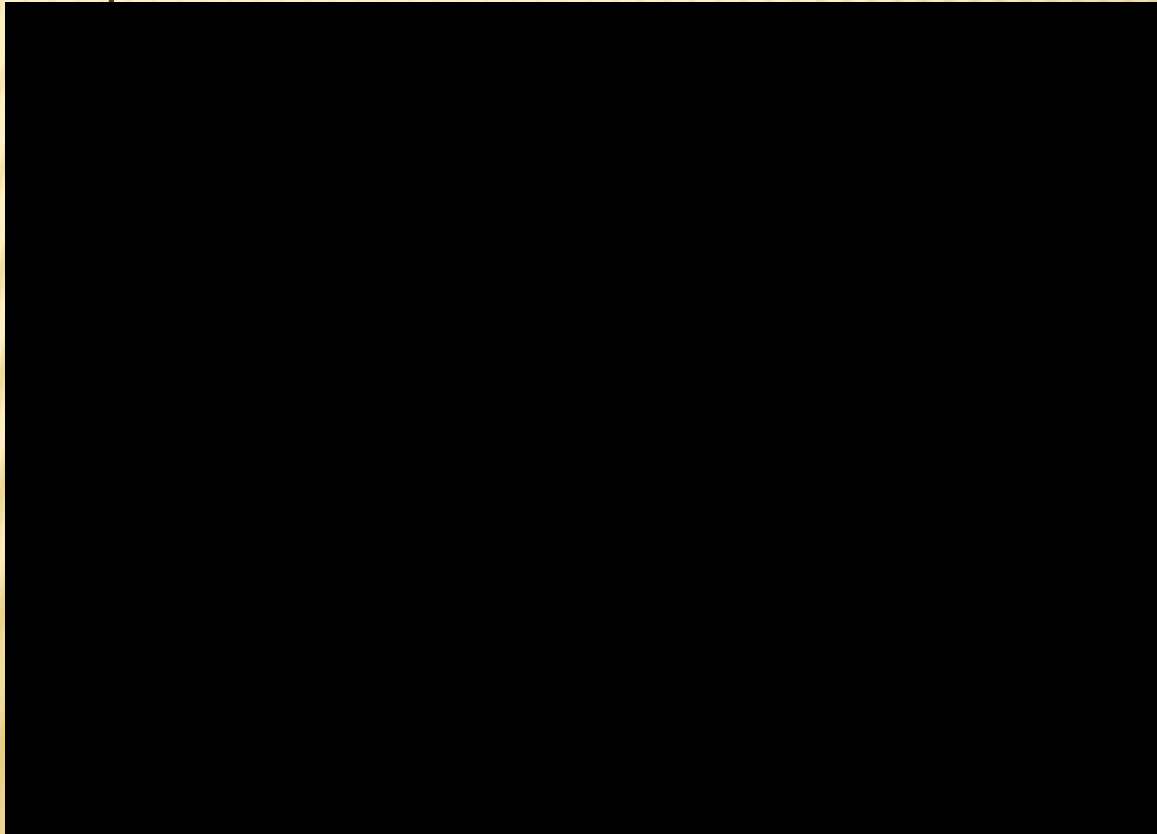
- 1 - порошок и газ подаются в зону концентрированного излучения сбоку, попадая в зону излучения массы газа быстро разогреваются, частицы порошка оплавляются и частично испаряются, происходит быстрое увеличение давления газов в этой зоне, в следствии чего остальной газ и порошок, не попавший в зону излучения отбрасывается наружу. При этом частицы порошка, частично оплавленные падают на участки поверхности детали не подлежащие обработке, повреждая их. Это обстоятельство исключает использование данного способа при локальной наплавке и сварке деталей с «готовой» поверхностью. Ниже приведен фильм, где видно значительное количество разогретых частиц порошка, выбрасываемых из зоны наплавки.



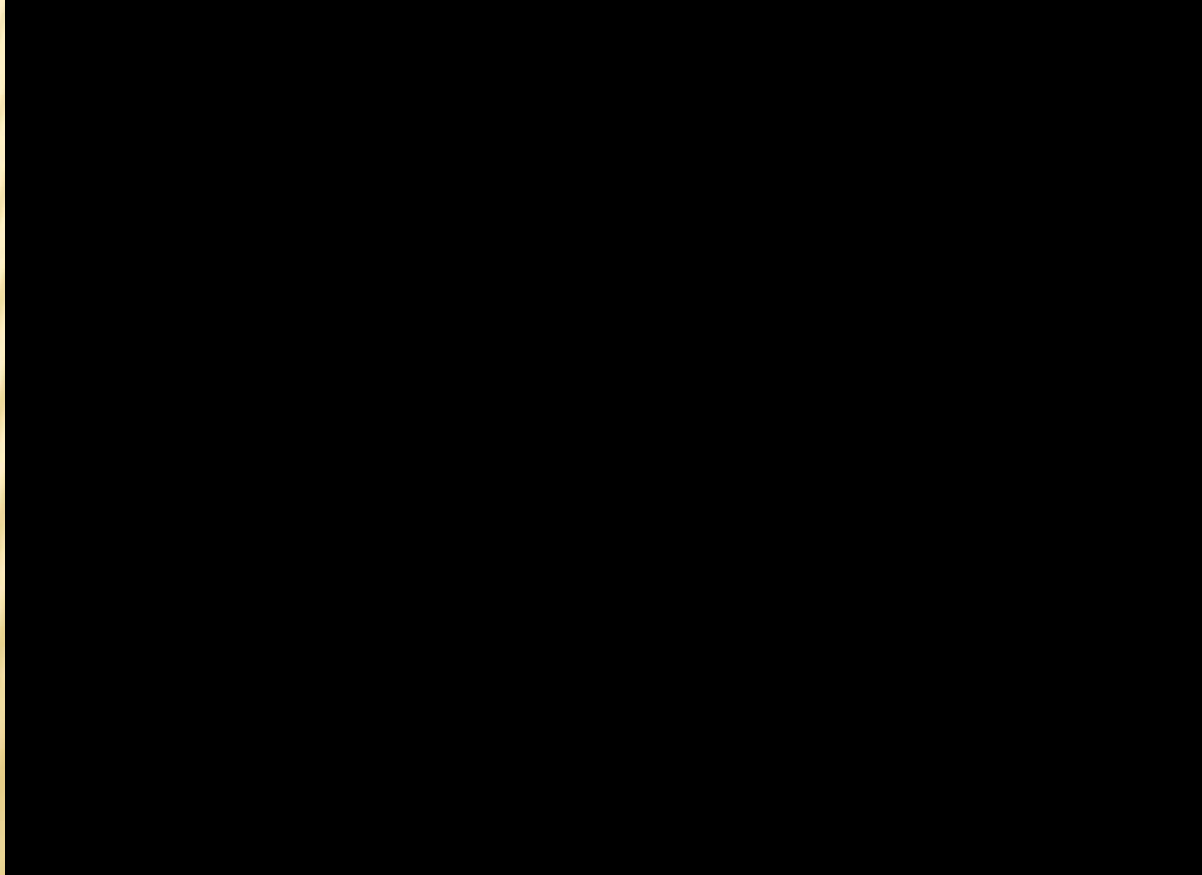
- 2 - по пути от сопла головки к зоне наплавки порошок и транспортирующий инертный газ, который выполняет дополнительно функцию защитной атмосферы для наплавленного материала, смешивается с окружающим воздухом. При этом за счет химических реакций с активными компонентами атмосферного воздуха изменяется состав присадочного материала, что приводит к ухудшению свойств наплавленного материала, а в случае использования активных металлов, например алюминиевых сплавов и вовсе делает наплавку невозможной. Ниже приведен фильм, иллюстрирующий наличие на наплавленном металле цветов побежалости, свидетельствующих о наличии тонких диэлектрических пленок соединений металла с кислородом и азотом.



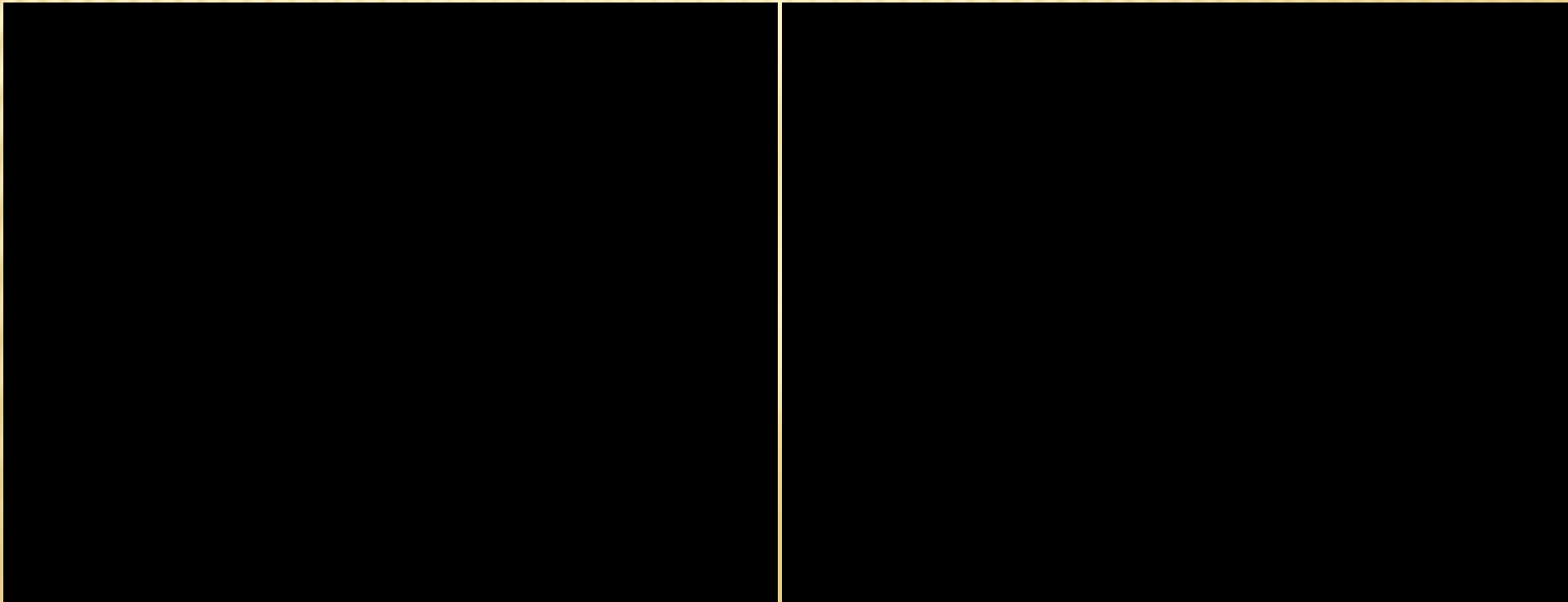
- Частично упомянутые недостатки устранены при подаче присадочного материала в виде проволоки с одновременной подачей в зону наплавки инертного газа для создания защитной атмосферы. Ниже приведен фильм иллюстрирующий прецизионную наплавку на поверхность детали пресс-формы слоя нержавеющей стали.



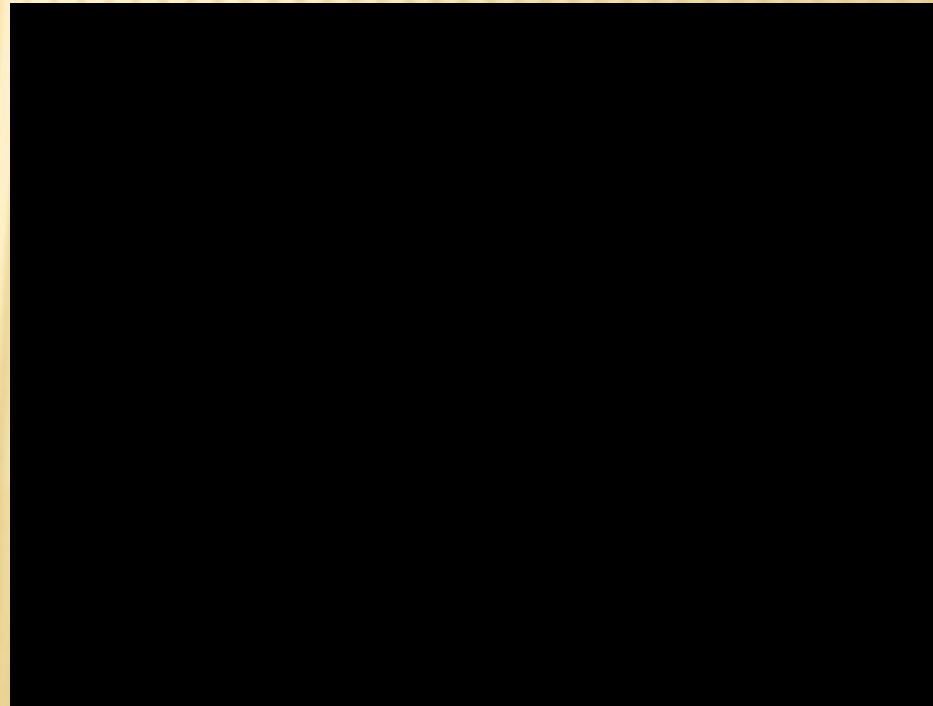
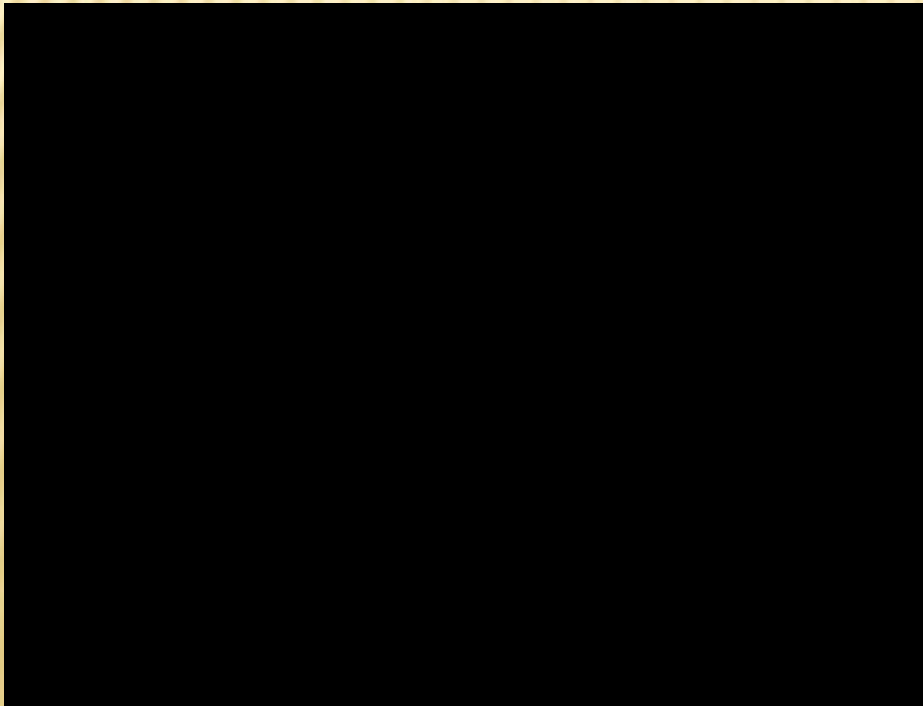
- Данный способ наплавки реализован в автоматических лазерных сварочных комплексах и принтерах. Ниже приведен фильм, где иллюстрирована конструкция и работа принтера компании Inss tek.



- Ниже приведены фильмы, иллюстрирующие процесс непосредственной наплавки на автоматических лазерных комплексах с использованием порошковых присадочных материалов, в том числе и ремонтную наплавку участков поверхностей крупногабаритных деталей на месте.



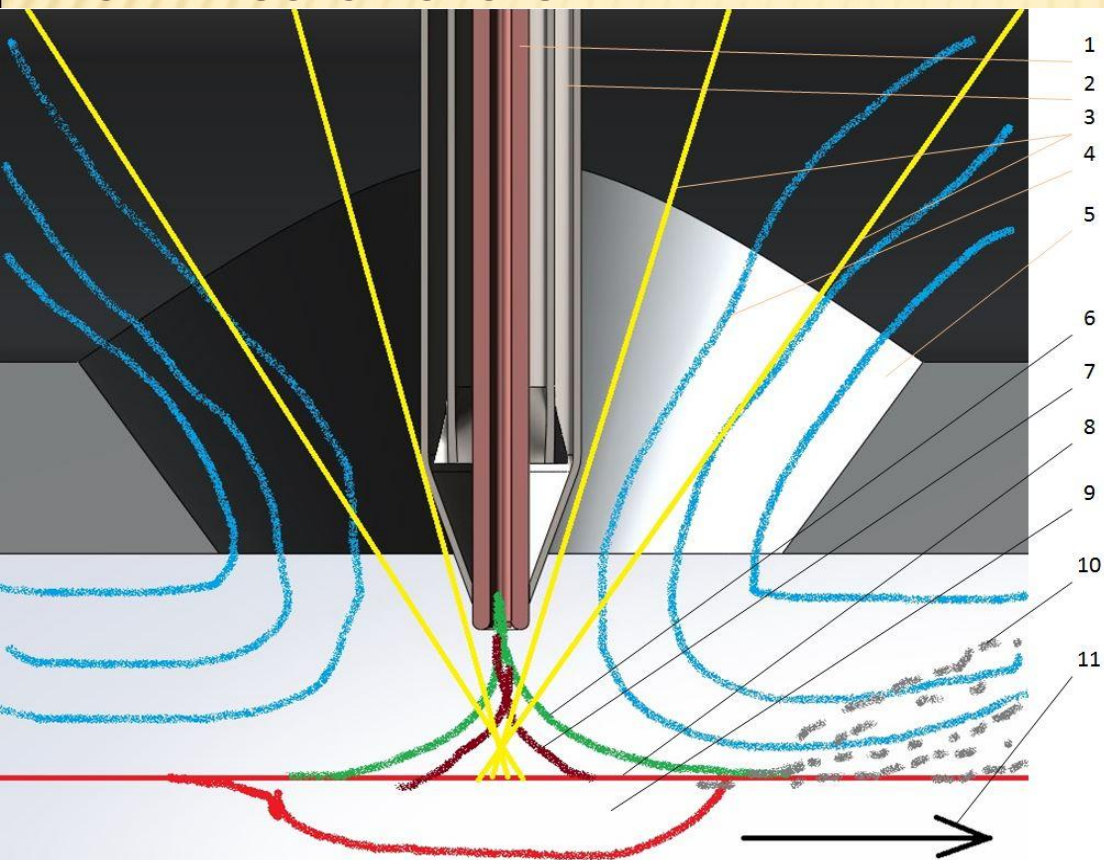
- Реализованный рассмотренным выше способом процесс лазерной наплавки с использованием присадочного материала в виде порошка и оптических систем с подачей «снаружи» является довольно грубым инструментом, обеспечивающим невысокое качество наплавленного материала и не позволяющим проводить локальный ремонт не повреждая остальную поверхность детали.
- Основной конкурент такой лазерной наплавки это дуговая наплавка, реализованная на комплексах состоящих из роботизированной системы перемещения и рабочего органа в виде обычной полуавтоматической сварочной машины по методу MIG и MAG. По сути это обычные сварочные роботы, стоимость которых в несколько раз, а чаще на порядок меньше рассмотренных выше лазерных установок, а качество наплавленного материала выше. Ниже представлены фильмы иллюстрирующие процесс дуговой наплавки и трехмерной печати, в том числе и активных металлов, например алюминиевых сплавов.



- Вопросы:
- 1 Есть ли бесспорно сильные стороны технологии лазерной наплавки по сравнению с конкурентами?
- 2 Можно ли использовать имеющиеся комплексы ЛК-5 как основу для установок лазерной наплавки и сварки, при условии, что большинство рассмотренных аналогов реализовано на коротковолновых лазерах, 1 мкм и меньше.
- 3 Как устранить рассмотренные недостатки конструкции существующих оптических систем, при создании оптических систем для комплексов ЛК-5.
- 4 Можно ли совместить в случае использования одной ОС процессы лазерного термоупрочнения, наплавки (сварки), возможно нанесения тонких покрытий, возможно поверхностного легирования.
- 5 возможные конструктивные решения ОС.

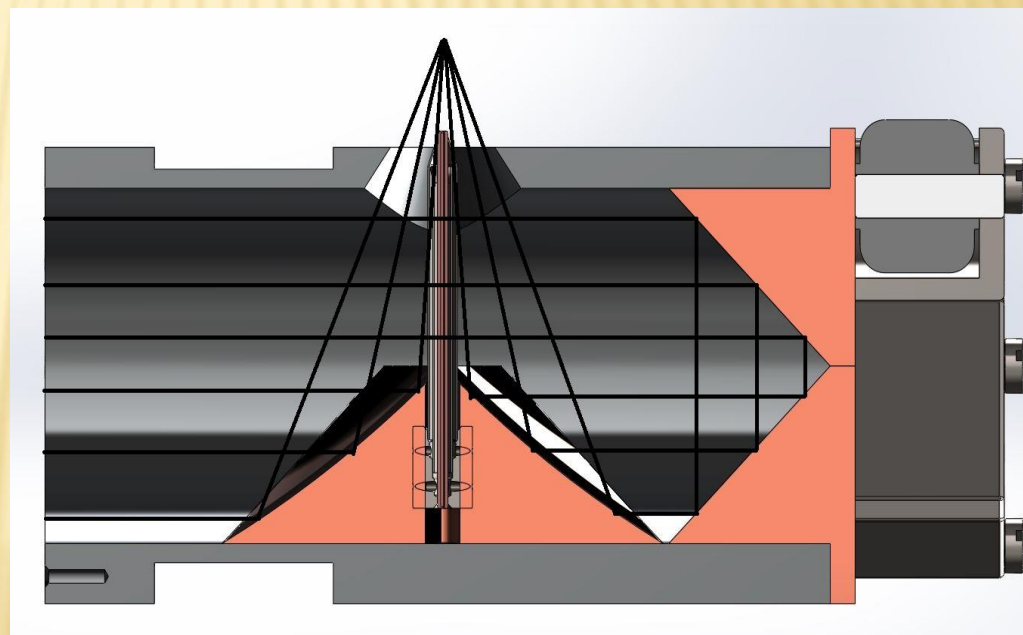
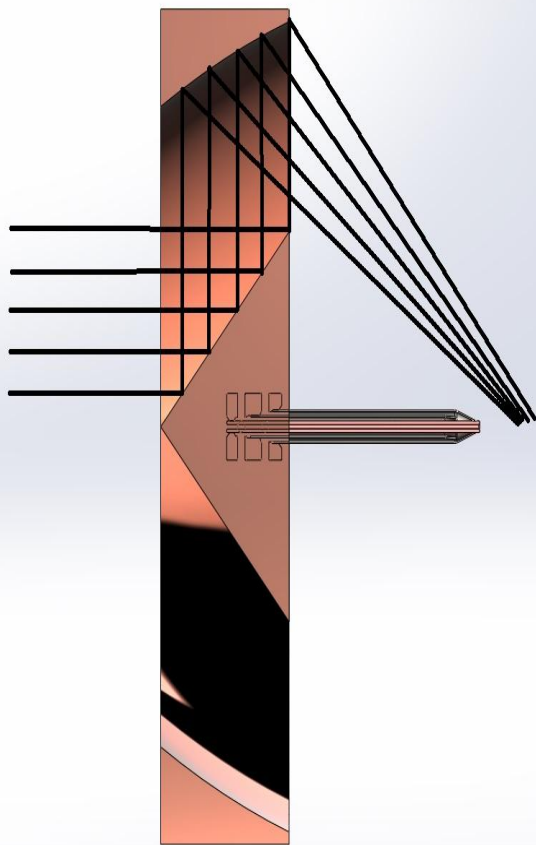
- Оптическое излучение, как источник тепла, менее чувствителен к параметрам окружающей среды в зоне наплавки. Давление газа может изменяться от очень низкого (вакуум, космос) до высокого, специальные условия в барокамерах. Теоретически может работать в жидких средах.
- Оптическое излучение не чувствительно к типу материала подложки, в отличие от дуги, которая требует подложки с высокой электропроводностью.
- Оптическое излучение может работать с любыми присадочными материалами, в том числе диэлектрическими, как в виде порошков, так в виде проволоки.
- При использовании оптического излучения шире спектр газов, которые можно подавать в зону наплавки, что открывает возможность получения пленок из химических соединений металлов или просто легирования поверхности подложки.
- Использование оптического излучения позволяет управлять площадью «горячего» пятна, глубиной прогрева материала, температурой, давлением и скоростью потоков газа над поверхностью, что делает возможным реализацию процессов очистки поверхности подложки и нанесения тонких 1-10 мкм слоев металлов, а возможно в несколько слоев с заданной топологией, чего не может реализовать дуговая наплавка.

Как один из возможных вариантов одновременного устранения недостатков рассмотренных выше оптических систем для наплавки и положительного использования специфики существующих лазерных комплексов ЛК-5, предлагается рассмотреть оптическую систему, где подача присадочного материала и возможно активного газа производится в центр кольцевой зоны, образованной оптическим излучением и потоком инертного газа, формирующего защитную атмосферу в зоне наплавки. Ниже на рисунке представлена схема предлагаемой оптической системы.

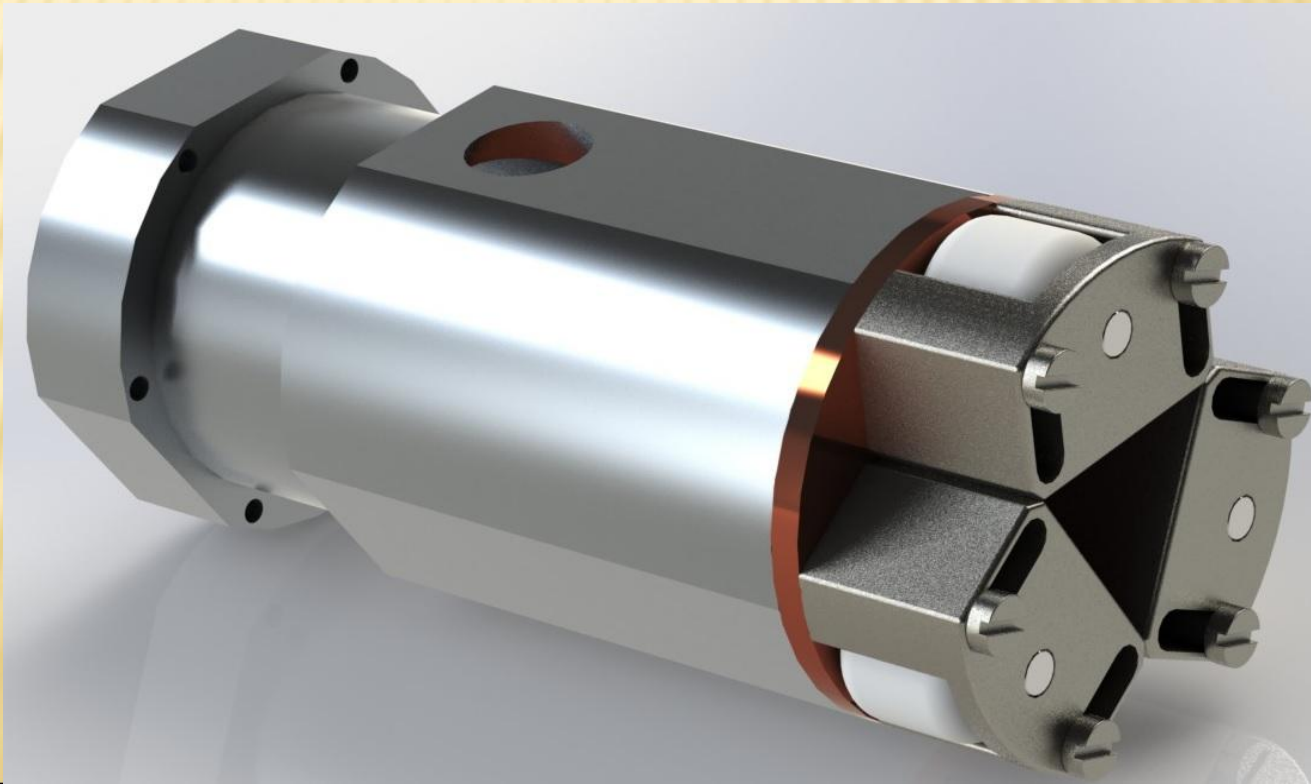


- 1-капилляр для подачи присадочного материала в виде порошка или проволоки совместно с транспортирующим инертным или активным газом.
- 2-рубашка жидкостного охлаждения капилляра.
- 3-границы зоны оптического излучения.
- 4-поток инертного защитного газа.
- 5-корпус ОС.
- 6-поток транспортирующего газа.
- 7-присадочный материал (капли, пар).
- 8-поверхность обрабатываемой детали.
- 9-нагретая область детали.
- 10-десорбированные с поверхности загрязнения.
- 11-направление перемещения ОС относительно детали.

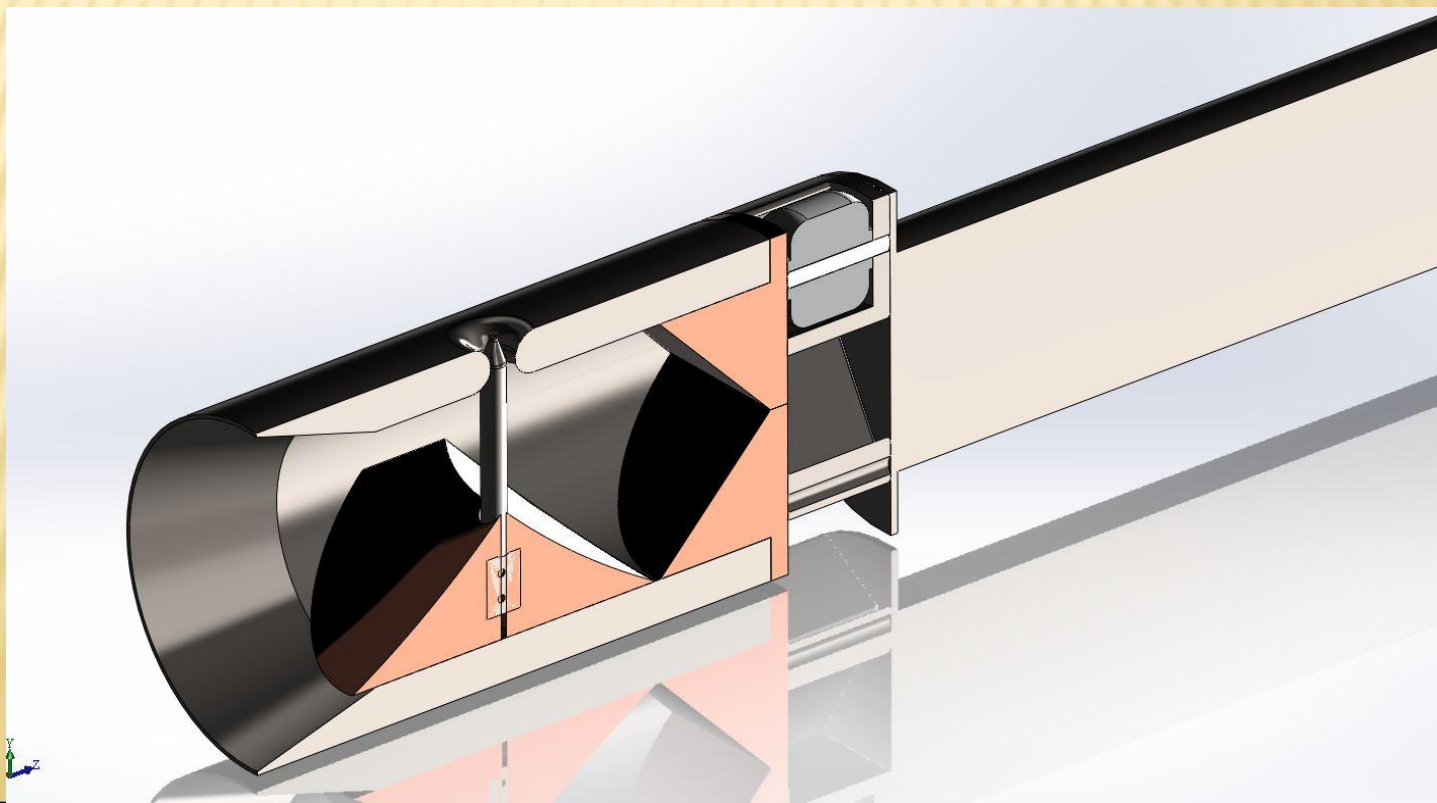
□ Реализовать подобную схему можно используя систему медных зеркал, возможно с золотым покрытием. Слева на рисунке ОС для обработки внешних поверхностей, справа для внутренних. Линиями схематически показано направление оптического излучения. Защита поверхности зеркал обеспечивается потоком инертного газа, который подается в корпус ОС, и выходя из выходного отверстия обеспечивает защиту обрабатываемой поверхности от нежелательных активных газов окружающей атмосферы. Все зеркала охлаждаются жидкостью.



- Для обработки внешних поверхностей габариты и конфигурация ОС не имеет принципиального значения, а для обработки внутренних поверхностей труб, это решающий фактор. Ниже на рисунке показана ОС для монтажа на существующую установку ЛК-5Вт. Данная ОС имеет фиксированное фокусе расстояние и снабжена люнетом.



- Если существует возможность использовать окна в обоих торцах трубчатой детали, ОС с питателем и зеркалами можно установить на штанге вместе с люнетом. В корпусе штанги предусмотреть каналы для подачи охлаждающей жидкости, газов и материала. Излучение можно вводить с противоположного торца. При этом можно существенно уменьшить внутренний диаметр обрабатываемой детали. Ниже рисунок иллюстрирующий ОС на штанге.



- Для работы с порошковыми материалами потребуется питатель, позволяющий использовать герметичные контейнеры, унифицированные с опытной установкой получения порошков. Учитывая специфику «мелких» порошков конструкция питателя существенно отличается от используемой для работы с традиционно используемыми порошками. На рисунке иллюстрация конструкции питателя.

