

Конкурсная работа

Разработка технологии лазерной порошковой наплавки контактных поверхностей бандажных полок рабочих лопаток

Важным критерием работы двигателей является длительность его эксплуатации.

Для продления ресурса эксплуатации рабочих лопаток применяются технологии упрочнения контактных поверхностей бандажных полок. Для серийного изделия применяются процессы высокотемпературной вакуумной пайки контактных твердосплавных пластин и ручной аргонодуговой наплавки.

Операция пайки является очень трудоемкой и включает в себя изготовление контактной пластины, сборку контактной пластины с рабочей поверхностью бандажной полки конденсаторной сваркой, нанесение припоя и стоп-пасты (для ограничения растекания припоя) специальным дозатором, размещение в оснастке для пайки и собственно операция пайки в вакуумной печи в течение нескольких часов. При этом в случае сбоя в работе печи вся партия лопаток или секторов СА может отойти в брак.

Операция ручной аргонодуговой наплавки также является трудоёмкой и требует большого количества сварщиков с очень высокой квалификацией. Учитывая, что материал наплавляемых лопаток и секторов СА является ограниченно свариваемым при аргонодуговом процессе, качество наплавки полностью зависит от опыта и квалификации сварщика.

В мировой практике в последнее время для упрочнения контактных поверхностей бандажных полок рабочих лопаток и контактных поверхностей зацепов сектора СА турбины широко применяется процесс автоматизированной прецизионной лазерной порошковой наплавки.

Лазерная порошковая наплавка является принципиально новым этапом в развитии сварочных процессов и позволяет заменить трудоемкие операции напайки и аргонодуговой наплавки, исключив влияние человеческого фактора на качество наплавки.

Лазерная наплавка выполняется по литейной корке, т.е. без обработки поверхностей лопаток под наплавку контактных поверхностей бандажных полок, что позволяет сократить цикл изготовления ДСЕ, снизить процент брака при выполнении операции, сократить себестоимость выполнения данной операции.

Применение в установках лазерной наплавки современных систем программного управления и системы трехмерного машинного зрения высокого разрешения позволяет с высоким уровнем точности и воспроизводимости выполнять наплавку и получать качественные результаты с минимальным временем обработки.

При освоении изделия принято решение о применении лазерной порошковой наплавки контактных поверхностей бандажных полок рабочих лопаток. Оработка технологии и подбор режимов ЛПН осуществлен на рабочие лопатки из различных материалов: ЖС32, ВЖЛ20, ВЖЛ12У-ВИ.

Для отработки процесса лазерной наплавки разработано ТЗ на изготовление порошка – аналога Stellite 694. АО «Полема» (г. Тула) разработан и изготовлен наплавляемый порошок ПР-КХ28В20Н5Ф по ТТ 08-289-2016 с заданной оптимальной фракцией 56 – 180 мкм.

Подбор режимов и отработка технологии наплавки выполнялись на имеющемся оборудовании – установке НС-205 фирмы HUFFMAN.

Качество лазерной порошковой наплавки на исследуемых лопатках проверялось внешним осмотром и металлографическим анализом.

При осмотре мест наплавки со стороны «корыта» и «спинки» вблизи зоны наплавки наблюдаются цвета побежалости синего цвета. Поверхностных дефектов в зоне наплавки в виде трещин, пор, несплавлений и т.п. не наблюдается.

При просмотре макроструктуры установлено, что качество наплавки удовлетворительное, видна четкая граница зоны наплавки. Несплавлений между основным и наплавленным материалом, а также между слоями наплавленного материала не имеется.

Макроструктура зон наплавки удовлетворительная и приведена на рис. 1

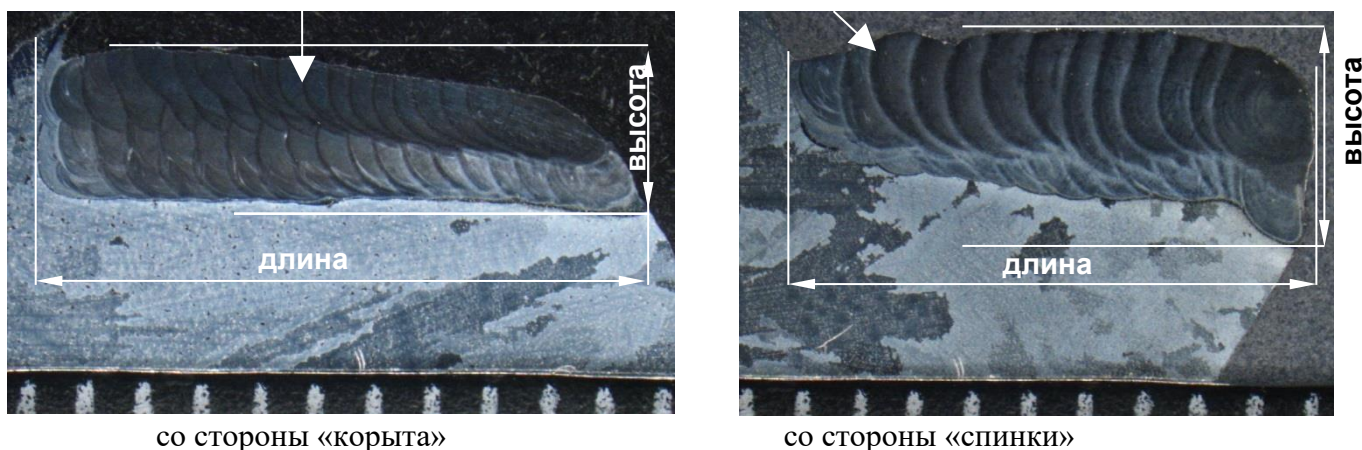
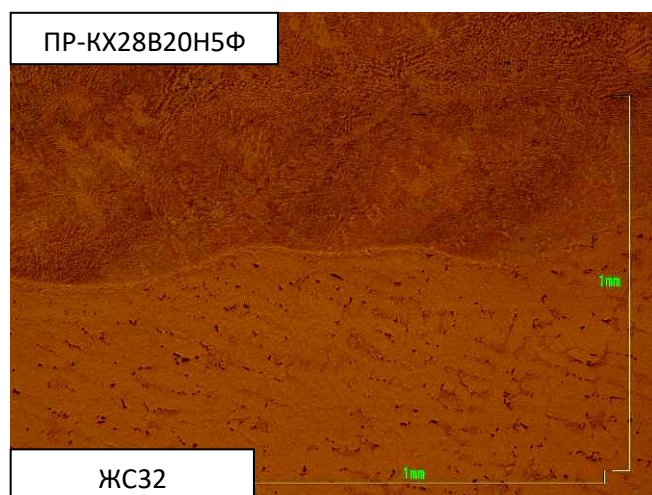
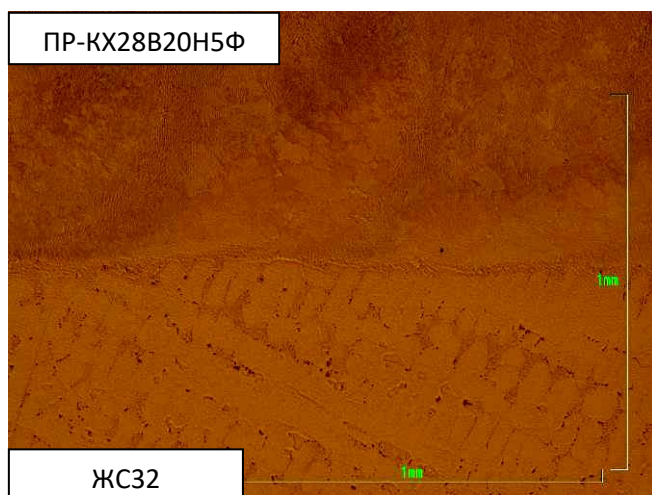


Рис. 1 - Макроструктура по местам наплавки (места наплавки указаны стрелками)

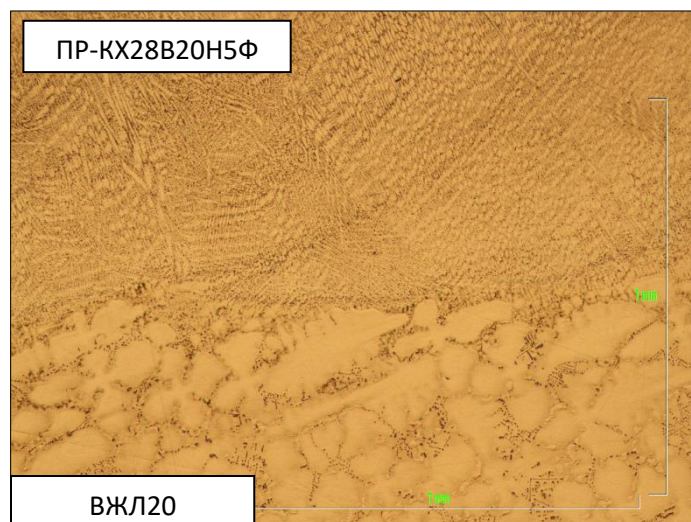
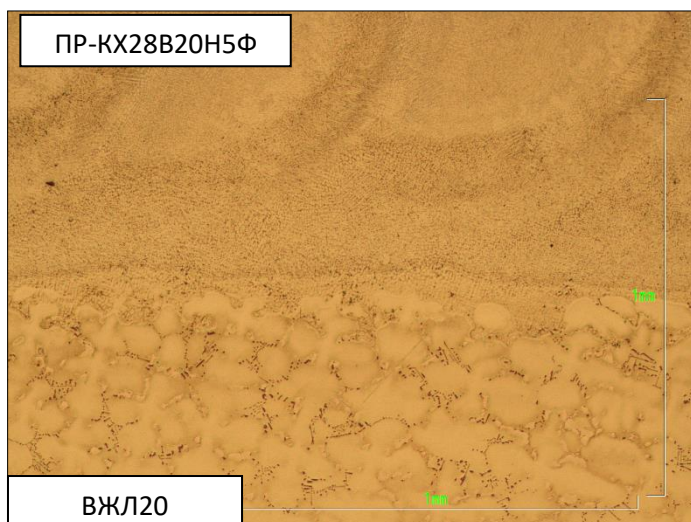
При просмотре микроструктуры в зоне наплавки лопаток в исследуемых сечениях внутренних дефектов в виде трещин, несплавлений, раковин и др. не выявлено (см. рис. 2, 3, 4).



со стороны «корыта»

со стороны «спинки»

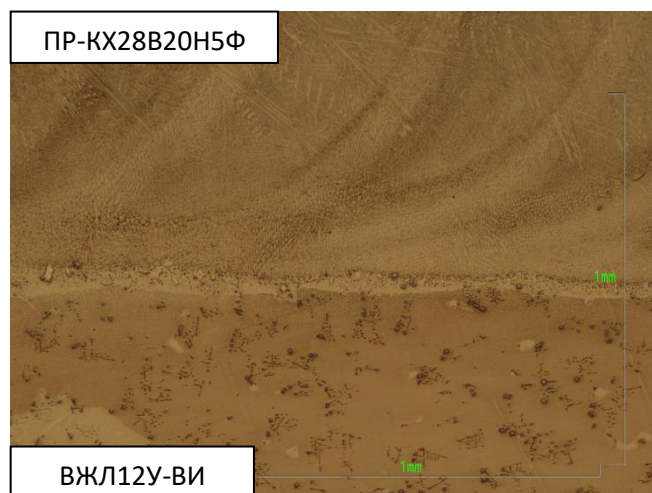
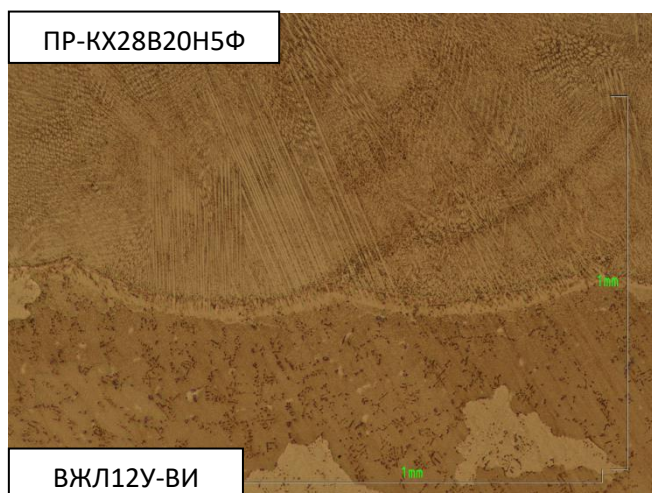
Рис. 2 - Микроструктура по местам наплавки на ЖС32



со стороны «корыта»

со стороны «спинки»

Рис. 3 - Микроструктура по местам наплавки на ВЖЛ20



со стороны «корыта»

со стороны «спинки»

Рис. 4 - Микроструктура по местам наплавки на ВЖЛ12У-ВИ

Рабочие лопатки из материалов ЖС32, ВЖЛ20, ВЖЛ12У-ВИ при наплавке на бандажные полки порошка ПР-КХ28В20Н5Ф имеют удовлетворительное качество.

В Российской Федерации оборудование для прецизионной лазерной порошковой наплавки не изготавливается.

Специалистами ОГСв ПАО «ОДК-Сатурн» разработано ТЗ на изготовление установки для качественной лазерной порошковой наплавки бандажных полок рабочих лопаток и секторов СА с обеспечением трудоёмкости наплавки одной лопатки не более 8 минут. В установке предусмотрено оснащение системой трехмерного машинного зрения высокого разрешения для аддитивной корректировки траектории наплавки и параметров рабочего процесса относительно фактической геометрии детали (система выполняет сканирование детали, конструирует трехмерную модель плотного множества точек, а затем генерирует траекторию наплавки на основании данных по плотному множеству точек с высоким уровнем точности и воспроизводимости).

В настоящее время ведутся работы по проектированию и изготовлению оборудования для ЛПН с окончанием работ в 2020 году.

Внедрение данного оборудования и технологии в производство позволит решить вопрос импортозамещения оборудования и технологии, значительно сократит трудоёмкость изготовления и повысит качество изделия.

Главный сварщик

А.Н. Поляков