

Рисунок 4 – Общий вид плазмотрона мощностью 110 кВт

Разработанный плазмотрон рекомендуется для различных технологических процессов и проведения лабораторных занятий

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, М.Ф. Прикладная динамика термической плазмы / М.Ф. Жуков [и др.]. – Новосибирск: Наука СО АН, 1975.
2. Курочкин, Ю.В. Исследования плазмотронов с подачей рабочего тела через пористую межэлектродную вставку / Ю.В. Курочкин, А.В. Пустогаров // Экспериментальные исследования плазмотронов / под ред. М.Ф. Жукова. – Новосибирск, 1977.
3. Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: сб. науч. трудов / М.И. Сазонов [и др.]. – Новополоцк, 2001. – С. 696–699.
4. Даутов, Г.Ю. Напряженность электрического поля в стабилизированной вихрем дуге / Г.Ю. Даутов // ПМТФ. – 1967. – № 4. – С. 127–131.

УДК 621.79

Вигерина Т.В.

АНАЛИЗ УСТАЛОСТНЫХ ИЗЛОМОВ ВАЛОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ

*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк,
Республика Беларусь.*

Введение. При восстановлении коленчатых валов, работающих в условиях циклического нагружения, широко используются различные способы наплавки, что приводит к снижению усталостной прочности на 40–45 %. В результате, доля отказов в послеремонтный период составляет около 35 %, по причине изломов и разрушения деталей [1].

В процессе наплавки, как в наплавленном металле, так и в околошовной зоне могут возникать дефекты, которые снижают эксплуатационные характеристики восстановленной детали. Наиболее распространены при наплавке трещины [2]. Циклическое нагружение в период эксплуатации вызывает

дальнейший рост трещин и приводит к полному разрушению детали. Значительное влияние на возникновение и развитие трещин, возникающих в процессе наплавки, оказывает микроструктура наплавленного покрытия и переходная зона, которые в свою очередь зависят от химического состава наносимого материала и режимов его наплавления.

Цель работы заключалась в исследовании влияния химического состава материала, наплавленного в среде диоксида углерода, на усталостную прочность восстановленных валов.

Материалы и методика исследований. Образцы изготавливались в соответствии с ГОСТ 25.502-79. В качестве материала для изготовления образцов использовали сталь 45, как наиболее часто используемую для изготовления валов.

Для нанесения покрытий использовали проволоки марок ПП-Нп-80Х20РЗТ, У7 и 08Х13, данные по химическому составу приведены в таблице.

Таблица - Химический состав наплавленной проволоки

Марка проволоки	Химический состав, %							
	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	B	Fe
ПП-Нп-80Х20РЗТ	0,7-0,9	≤0,8	≤0,8	19-21	-	≤0,6	3-5	основа
У7	0,65-0,74	0,17-0,33	0,17-0,33	≤0,2	≤0,25	≤0,25		основа
08Х13	≤0,08	≤0,8	≤0,8	12-14	-	≤0,6		основа

Покрытия на образцы наносили с помощью электродуговой наплавки в среде диоксида углерода. После наплавки проводили шлифование вала на круглошлифовальном станке мод. 3А151 до шероховатости Ra 0,16...0,32 мкм. Усталостные испытания проводились на машине УКИ-10М. Разрушение образца приводило к остановке машины и счётчика, что позволяло определить количество циклов, предшествующих разрушению. Фрактографические исследования проводились на разрушившихся образцах с покрытиями визуально и на микроскопе МБС-7. Металлографические исследования покрытий проводили на шлифах, изготовленных в соответствии с ГОСТ 9.302-88. Использовали микроскопы Neophot-21, МВТ-71, а также оптические системы микротвердомера ПМТ-3. Микродюрметрический анализ структурных составляющих сплавов осуществляли по методике ГОСТ 9450-76 с помощью прибора ПМТ-3 при нагрузке 0,98 Н.

Обсуждение результатов исследования. Покрытия, полученные в результате наплавки, отличаются высокой твердостью и износостойкостью, но при этом они характеризуются повышенной хрупкостью и вследствие чего снижают усталостную прочность, так как сопротивление росту трещин у материала этих покрытий минимально. Основной металл в зоне термического влияния охрустчет, в связи с тем, что покрытие получали дуговым методом со значительными тепловложениями [3].

Полученные результаты исследований изломов образцов с покрытиями (рис. 1) показывают, что они имеют сходство с классическими усталостными изломами образцов без покрытия.

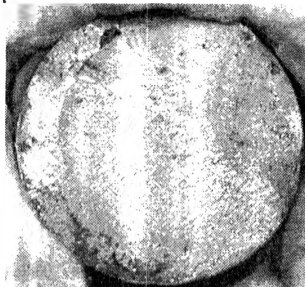


Рисунок 1 - Поверхность усталостного излома образца из Стали 45 с покрытием из порошковой проволоки ПП-Нп-80Х20Р3Т

Можно сделать предположение о сходстве и между механизмами их усталостного разрушения. Очаговая усталостная трещина возникает в пограничной зоне между покрытием и подложкой. Здесь напряжения от приложенной нагрузки достаточно велики, остаточные сжимающие напряжения, созданные при нанесении покрытия, равны нулю или меняют знак. Прочностные свойства переходной зоны ниже, чем у покрытия из-за дефектов подложки. Вероятно, строение, которое приобретает пограничная зона между покрытием и подложкой оказывает решающее влияние на процесс зарождения магистральной усталостной трещины.

Максимальные значения усталостной прочности получены при наплавке проволокой У7. В нашем случае, твердость наплавленного металла определяется содержанием углерода, чем выше содержание углерода, тем выше твердость. Проволока не содержит карбидообразующих легирующих элементов, поэтому при наплавке происходит более интенсивное выгорание углерода, а так же при перемешивании с основой (Сталь 45), что приводит к снижению твердости материала покрытия HRA 50...55, но при этом усталостная прочность образцов повышается.

На рисунке приведены микроструктуры покрытий полученных наплавкой различными марками проволоки, (рис. 2в) микроструктура покрытия проволокой У7 однородна с микроструктурой основы и переход от основного металла к наплавленному визуально определяется лишь по размеру зерен. Проволока не содержит легирующих элементов и коэффициент термического расширения материала покрытия и основы практически одинаков, что снижает вероятность появления трещин и благоприятно сказывается на усталостной прочности.

Минимальные значения предела усталостной прочности возникают при наплавке порошковой проволокой ПП-Нп-80Х20Р3Т и проволокой 08Х13. На

микроструктурах (рис. 2 а, б) наблюдается переходная зона порядка 50. 70 мкм, на границе раздела материала покрытия и основы происходит резкое изменение структуры, что отрицательно сказывается на усталостной прочности

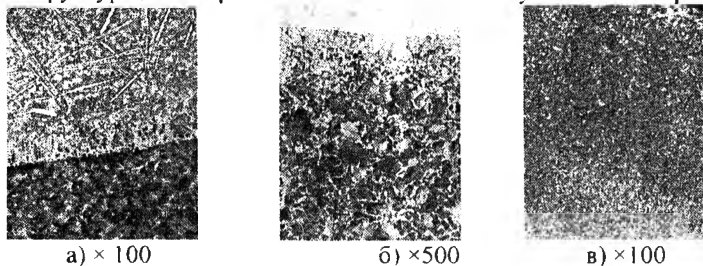


Рисунок 2 - Микроструктура материала вала, наплавленного проволокой
а) ПП-Нп-80Х20Р3Т; б) сталь 08Х13; в) сталь У7

Покрытие из порошковой проволоки ПП-Нп-80Х20Р3Т обладает максимальной твердостью HRA 106...110, за счет высокого содержания углерода, и дополнительного легирования бором. Низкая усталостная прочность является следствием образования в зоне сплавления с основой хрупких слоев. Партии распределительных валов, восстановленных наплавкой в среде углекислого газа в условиях Полоцкого завода «Проммашремонт» и находятся в эксплуатации. Случаев их отказа не было.

Вывод. Выявлена и обоснована важная роль в обеспечении усталостной прочности плавности перехода структуры покрытия и основы. Следовательно, для повышения усталостной прочности валов в технологический процесс их восстановления рекомендуется вводить элементы, способствующие снятию градиента резкого структурного перехода между основным материалом и материалом наплавляемого покрытия (корректировка режимов нанесения покрытия, термообработка; наклеп).

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация / Учебник.– 2-е изд. Перераб. и доп. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 448 с.
2. Завистовский, В.Э. Механика разрушения и прочность материалов с покрытиями / В.Э. Завистовский. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 1999. – 144 с.
3. Лившиц, Л.С. Металловедение для сварщиков (сварка сталей) / Л.С. Лившиц. – М.: Машиностроение, 1979. – 179 с.