

УДК 621.791.927.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВАЛ» ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ**

Максим Валерьевич Маренов

Студент 2 курса магистратуры,  
кафедра «Технологии обработки материалов»  
Московский государственный технический университет

Научный руководитель: В.В. Чернов,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки материалов»

Одним из перспективных способов восстановления и упрочнения поверхностей деталей типа «вал» является технология электродуговой наплавки. Для получения качественного наплавленного слоя, а также отсутствия пор и трещин, процесс нанесения материала целесообразно производить с наименьшими тепловложениями.

Различают несколько технологических способов электродуговой наплавки (рисунок 1): по винтовой линии; кольцевыми валиками; по образующей (широкослойную). При этом существуют разные мнения по эффективности применения перечисленных способов.

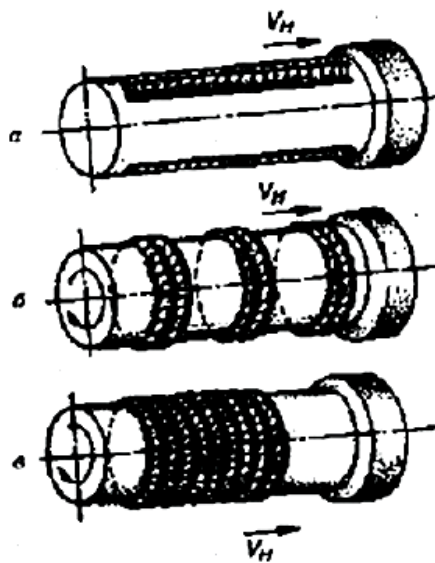


Рис. 1. Способы наплавки тел вращения: *a* – по образующей; *b* – по окружности; *c* – по винтовой линии

Для оценки эффективности применения данных способов необходимым этапом научной работы является проведение экспериментальных исследований, которые сопровождаются большими затратами на расходные материалы, необходимостью решения сложных технологических задач, а также требует существенных временных ресурсов. Также в процессе наплавки происходят сложные фазовые преобразования и структурные изменения металла шва и околошовной зоны, что оказывает влияние на физико-механические свойства материала [1]. В связи с этим, для более точной оценки и экономии ресурсов при проведении предварительных экспериментов целесообразно использовать методы компьютерного моделирования.

Для моделирования процесса наплавки материалов широко применяется метод конечных элементов (МКЭ). Высокая эффективность этого метода обусловлена его

универсальностью, относительно невысокой стоимостью вычислительных экспериментов по сравнению с натурными и практически неограниченными возможностями диагностики моделируемых явлений [2].

На использовании МКЭ основано программное обеспечение ESI SYSWELD [3,4], которое применялось в данной работе. В процессе проведения тепловых и термомеханических расчетов были получены следующие данные (рисунки 2, 3): контуры распределения температур, деформаций, перемещений и твердости по объему моделей вала. Анализ результатов исследований показал, что при наплавке по окружности наблюдаются меньшие значения температур (на 15%) и максимальных деформаций (на 25%), чем при наплавке по образующей, то есть метод наплавки по окружности обеспечивает меньшие тепловложения и, следовательно, снижает вероятность деформаций и трещин и повышает усталостную прочность восстановленных деталей.

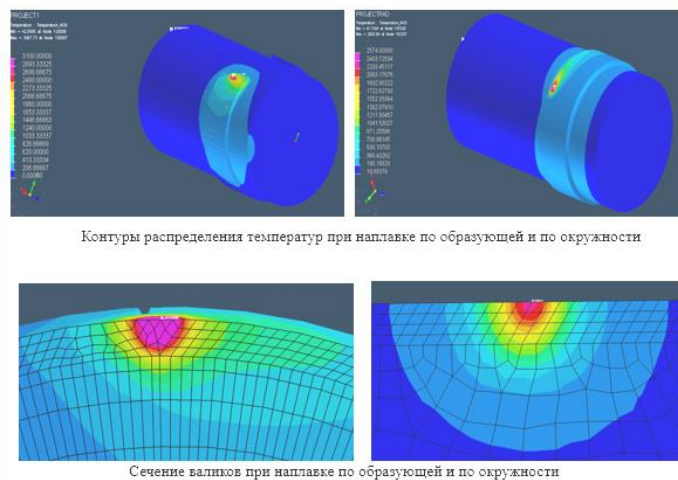


Рис.2. Распределение температур

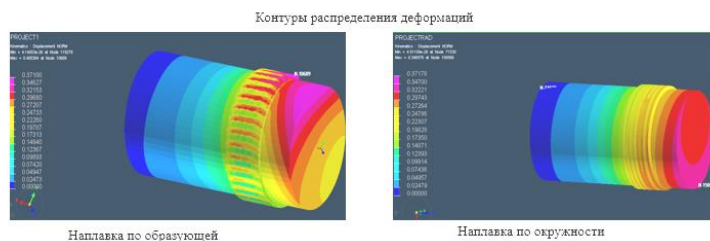


Рис.3. Распределение деформаций

## Литература

1. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением – М., Машиностроение, 1974 – 708 с.
2. Фокин В.Г. Метод конечных элементов в механике деформируемого твёрдого тела: Учеб. пособие / В.Г. Фокин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 131 с.: ил.
3. Девятков С.В., Моделирование сварочных процессов с помощью программного обеспечения фирмы ESI Group [Электронный ресурс] // CADmaster – журнал для профессионалов в области САПР. – 2011. – № 2(57), март-апрель.
4. Биленко Г.А., Применение SYSWELD для исследования сварочных деформаций [Электронный ресурс] // Журнал САПР и графика. № 1. 2011.