

водородных сред. Диссерт. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – Мн., 1988, – 235 с.

9. Присевко А. Ф., Овчинников Л. С., Могиллин В. И. Автоматизированная оценка пористости напыленных защитных покрытий // Механизация и автоматизация производства. – 1988 – № 9. – С. 13–14.

10. Присевко А. Ф., Кураш В. В., Спиридонов Н. В. Биохимический путь выделения водорода при получении продуктов микробиологического производства // Долговечность трущихся деталей машин. Вып. 4. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 269–274.

11. Присевко А. Ф., Кураш В. В., Спиридонов Н. В. Исследование механизма водородного изнашивания деталей узлов трения технологического оборудования производства микробиологического синтеза // Долговечность трущихся деталей машин. Вып. 5. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 216–224.

12. Шаповалов В. И. Влияние водорода на структуру и свойства железоуглеродистых сталей и сплавов. – М.: Металлургия. 1982. – 230 с.

13. Кураш В. В. Технологическое обеспечение формирования эксплуатационных свойств машин производств микробиологического синтеза // Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Мн., 1991. – 235с.

14. Prisevok A. F., Beliaev G. Ya. Kipnis I. Yu. Timofeev A. V. Mechanism of Metal and Alloy Wearing in Hydrogen – Containing Media. Int. J. Hydrogen Energy. Printed in Great Britain. 1996. – Vol. 21, № 11/12, P. 1005–1008.

15. Присевко А. Ф. Технология формирования газотермических водородостойких покрытий. Научное издание. – Мн.: ВУЗ – ЮНИТИ БГПА, 1998. – 214 с.

УДК 621.791.92

Т. К. Романова, А. Б. Митрофанова, Д. Л. Кожуро

УСТАЛОСТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

*Белорусский государственный аграрный технический университет
Минск, Беларусь*

Основная причина разрушения деталей, работающих в условиях циклического нагружения – усталость металла. Усталостное разрушение начинается с поверхностного слоя, от физико-механических свойств которого зависит в значительной степени предел выносливости. Образовавшиеся в покрытиях при электромагнитной наплавке (ЭМН), электромагнитной наплавке с поверхностно-пластическим деформированием (ЭМН с ППД) и ЭМН с ППД и трехкратным отпускком металлургические дефекты в виде пор, трещин, остаточных напряжений растяжения и другие, а также при последующей механической обработке покрытий царапины, риски, мелкие трещины, шлифовальные прижоги резко снижают усталостную прочность. Эти дефекты, являясь в процессе работы детали концентраторами напряжений, образуют очаги

зарождения усталостной трещины, которая, разрастаясь, приводит к износу детали [1].

Исследования структуры и фазового состава гетерогенных покрытий из порошков быстрорежущих сталей, полученных ЭМН, ЭМН с ППД и ЭМН с ППД и трехкратным отпуском показывают, что они имеют высокую прочность, плотность, однородность, износостойкость, наличие фаз с особыми свойствами. Отсюда следует предположить, что основные эксплуатационные характеристики покрытий могут удовлетворять условиям работы на ответственных деталях, работающих при циклических нагрузках в условиях трения и изнашивания. Поэтому в работе проводились исследования усталостной прочности наплавленных ЭМН, ЭМН с ППД и ЭМН с ППД и трехкратным отпуском поверхностей. При этом исследовалось влияние на усталостную прочность наплавленных поверхностей только метода наплавки и химического состава порошка.

Исследования проводились стандартным методом с построением известной зависимости Велера в координатах $\sigma - \lg N$, при нагружении в условиях изгиба с вращением консольно закрепленного образца на машине типа У-20М. Критерием выхода из строя являлось разрушение образца под действием знакопеременной нагрузки с постоянной амплитудой.

Образцами служили цилиндрические заготовки из нормализованной стали 45, имеющие соотношение $l/d=15$, где $l = 150$ мм – длина и $d = 10$ мм – диаметр. Образцы с покрытиями порошками Р6М5, Р6М5Ф3 и Р6М5К5, сформированными после ЭМН, ЭМН с ППД и ЭМН с ППД и трехкратным отпуском обрабатывались абразивным шлифованием и магнитно-абразивной обработкой, обеспечивая шероховатость поверхности $Ra = 0,6...0,8$ мкм. Как наплавка исследуемых порошков, так и механическая обработка полученных покрытий производились на оптимальных режимах.

Анализ полученных результатов испытаний показывает, что при циклическом нагружении образцов покрытия имеют различную способность к сопротивлению усталостному разрушению. Это может быть объяснено неодинаковой чувствительностью материалов покрытий к дислокационному скольжению, т.е. к процессам, влияющим на усталостное разрушение.

Установлено, что усталостная прочность наплавленных поверхностей порошками Р6М5К5, Р6М5Ф3, Р6М5 выше эталона (сталь 45, 54...56 HRC) соответственно в 1,40; 1,35; 1,20 раза. Обусловлено это тем, что ЭМН с ППД и трехкратным отпуском формирует в системе покрытие-основа остаточные напряжения сжатия, увеличивает зону термического влияния, приводит к распаду остаточный аустенит и превращает его в мартенсит. Кроме того, происходит выделение дисперсных карбидов и интерметаллидов, блокирующих сдвиги по плоскости скольжения. Это в конечном итоге обеспечивает повышение поверхностной прочности, особенно проявляющейся в покрытиях со структурой: мартенсит, легированные дисперсные карбиды и интерметаллиды.

Кроме того, ЭМН с ППД и трехкратным отпуском уменьшает пористость покрытия, что также повышает усталостную прочность наплавленных поверхностей.

Изучение характера излома наплавленных образцов показывает, что трещины усталости зарождаются как на поверхности образцов, так и в их глубине, т.е. в покрытии и зоне его сплавления с основой. Очаг зарождения трещины зависит от качества покрытия. В покрытиях, полученных ЭМН с ППД, трещины усталости зарождаются, как правило, в зоне сплавления и распространяются в сторону основы. Для изломов характерно непостоянство в их месторасположении по длине образцов, что подтверждает определяющее влияние концентраторов напряжений на усталостную прочность, как показано и в работе [2].

Таким образом, проведенные исследования показывают, что для повышения усталостной прочности наплавленных поверхностей деталей машин необходимо производить ЭМН с ППД и трехкратным отпуском порошком Р6М5К5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витязь П.А., Ивашко В.С., Ильющенко А.Ф. и др. Теория и практика нанесения защитных покрытий. – М.: Беларуская навука, 1998. – 586 с. 2. Кожуро Л.М., Хейфиц М.Л. Управление устойчивостью технологической системы в процессах комбинированной термомеханической обработки//Инженерно-физический журнал. 1995. Т.68, № 4. – С. 654–659.

УДК 621.833.01

А.Т Скойбеда, А.М. Даньков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ПЕРЕДАЧ С ОСТАВНЫМИ ЗУБЧАТЫМИ КОЛЕСАМИ, ЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ КОЛЕСАМИ ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

*Белорусская государственная политехническая академия
Могилевский государственный технический университет
Минск, Беларусь*

Передачи с составными зубчатыми колесами предназначены для изменения передаточного отношения в процессе функционирования передаточного механизма и образуются парой составных колес, взаимодействующих с промежуточными колесами, в данном случае, внутреннего зацепления. Конструкция составных зубчатых колес и основы теории их взаимодействия с цельными колесами описаны в [1]. Размеры передач с составными зубчатыми колесами определяются прежде всего размерами самих составных колес, а уже затем конструкцией передачи, от выбора которой во многом