

- высокой хрупкостью керамического покрытия;
- наличием в покрытии большого числа пор, которые уменьшают прочность материала и служат концентраторами напряжений при разрушении;
- невысокой прочностью сцепления между частицами покрытия, так как взаимодействие между частицами покрытия вследствие скоротечности его формирования ограничивается только химическими связями.

Наибольшей износостойкостью в обоих рассматриваемых случаях (воздействие гидроабразивного потока под углами 20° и 80°) обладает покрытие состава 86 % Al₂O₃ и 14% TiO₂. Следовательно, при таком соотношении компонентов формируемое покрытие обладает оптимальным соотношением наиболее важных для износостойкости свойств (твердость, пористость, когезионная прочность).

Список цитированных источников

1. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник / Ю. С. Борисов [и др.] – К. : Наукова думка, 1987. – 544 с.
2. Мышкин, Н. К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии / Н. К. Мышкин, М. И. Петроковец. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 368 с.

УДК 621.785 : 620.178

Хеук М. В., Аббасов К. Т.

Научные руководители: к. т. н., доцент Онысько С. Р.,

к. т. н., доцент Нерода М. В.

ВЛИЯНИЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА

Выбор марки стали при проектировании и изготовлении деталей механизмов и машин, конструкций и сооружений имеет исключительно важное экономическое значение для любой отрасли промышленности и заключается в выборе, который соответствует комплексу заданных физико-химических свойств, статическому анализу материала с точки зрения наименьших экономических затрат [1]. Для проведения такого анализа необходима объективная характеристика используемых материалов, вид и методы применяемого упрочнения. На практике существуют различные методы повышения эффективности работы механизмов за счет термической обработки металлов: отжиг, закалка, отпуск, нормализация, старение, криогенная обработка и другие.

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) является одним из наиболее перспективных и эффективных способов поверхностного упрочнения, позволяющий значительно повысить сопротивление изнашиванию, твердость, контактную выносливость, сопротивление к схватыванию, теплостойкость и коррозионную стойкость разнообразных деталей машин, штампового и режущего инструмента [2].

Целью настоящей работы является изучение механических и пластических характеристик сталей, подвергнутых ИПА и сталей-эталонов без химико-термической обработки. Сравнение полученных значений позволит сделать вывод об изменении эксплуатационных свойств в упрочненном диффузионном слое исследуемых образцов [3].

Метод ионно-плазменного азотирования заключается в том, что в азотсодержащей газовой среде возникает тлеющий разряд между стенками вакуумной

камеры (анод) и поверхностью детали (катод), который образует активную среду рабочей смеси (заряженные ионы, атомы и молекулы) и обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя с улучшенными поверхностными характеристиками, такими как прочность, износостойкость, адгезионные свойства [3, 4].

В качестве исследуемого материала была выбрана конструкционная сталь 45 и легированные стали 40X и 18ХГТ, из которых были изготовлены цилиндрические образцы по ГОСТ 1497-84 [5] диаметром $d = 12$ мм и расчетной длиной $l_0 = 120$ мм (рисунок 1а). Нанесение покрытий осуществлялось в среде рабочих газов (азот, аргон, водород), расход которых составлял 12,1 л/час, 15,0 л/час и 3,5 л/час для каждого газа соответственно. Давление рабочего газа в вакуумной камере составляло (5–200) Па при температуре (500–550) °С. Возникающий тлеющий разряд между стенками камеры и поверхностью детали обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя (рисунок 1б) с улучшенными поверхностными характеристиками.

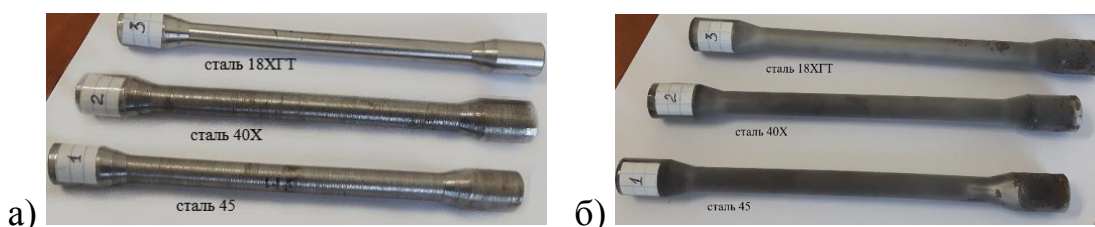


Рисунок 1 – Образцы для испытаний

Для испытания на разрыв применялась универсальная электромеханическая разрывная машина ИР 5145-500-11.

После испытания образцов (рисунок 2) можно наблюдать глубину азотированного слоя, относительное удлинение и сужение. После испытания были получены машинные диаграммы, анализ которых позволил определить характеристики пластичности и механические характеристики исследуемых сталей. Кроме этого на образцах после ИПА было проведено измерение твердости.

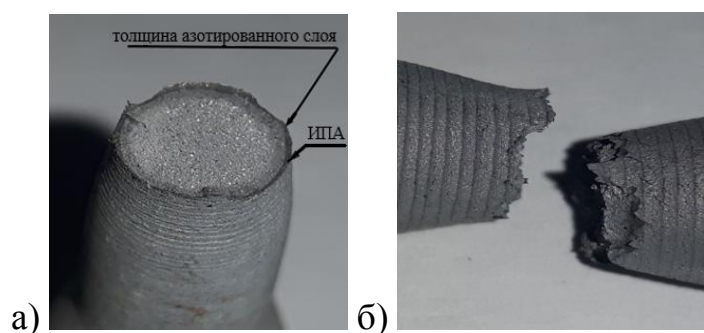


Рисунок 2 – Толщина приповерхностного слоя после ИПА и характер разрушения образца

Анализ полученных результатов показывает, что после химико-термической обработки сталь 45 и сталь 18ХГТ может воспринимать нагрузку на 11,5 % и 11,8 % больше, чем до упрочнения. Следовательно, они имеют повышенную прочность. У материала сталь 40Х предел прочности уменьшился на 15,5 %, но при этом характеристики пластичности увеличились на 12 % по сравнению с

неупрочненным материалом.

После проведения ионно-плазменного азотирования было получено, что для стали 45 при диаметре «шейки» равной 7,7 мм толщина азотированного слоя составила 0,34 мм, при диаметре 7,8 мм – 0,4 мм. Для стали 40X при диаметре «шейки» 6,4 мм толщина азотированного слоя составила 0,32 мм, при диаметре 6,8 мм – 0,39 мм, при диаметре 6,9 мм – 0,41 мм. Наблюдается увеличение толщины азотированного слоя при увеличении диаметра «шейки». Для стали 18ХГТ при диаметре «шейки» 6,2 мм толщина азотированного слоя составила 0,27 мм,

Анализ характера разрушения образцов (рисунок 2а) показал, что у образцов после ИПА в области излома четко видно насыщение материала азотом. Разрушение образцов из стали 45 и стали 40X происходит равномерно под углом (45–50) ° (рисунок 2б), а у образца из стали 40X – участок отрыва имеет менее протяженную площадь в сердцевине, а на поверхности проявляются горизонтальные трещины.

До проведения испытаний значения показателя твердости для образцов были следующие: сталь 45 – 155 НВ, сталь 40X – 183 НВ, сталь 18ХГТ – 322 НВ.

После измерения твердости образцов после ИПА были получены следующие результаты: сталь 45 имеет твердость около 466 НВ, что соответствует увеличению твердости в 3 раза, сталь 40X – около 517 НВ – в 2,8 раз, сталь 18ХГТ – около 586 НВ – в 1,8 раз. Это свидетельствует о значительном увеличении твердости после проведения химико-термической обработки.

Список цитированных источников

1. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск : Выш. шк., 2007. – 797 с.
2. Белый, А. В. Ионно-лучевое азотирование металлов, сплавов и керамических материалов / А. В. Белый. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 411 с.
3. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман. – М. : Техносфера, 2012. – 464 с.
4. Семенов, А. П. Методы и средства упрочнения поверхностей деталей машин концентрированными потоками энергии / А. П. Семенов [и др.]. – М. : Наука, 1992. – 404 с.
5. Металлы. Методы испытаний на растяжение : ГОСТ 1497-84. – Взамен ГОСТ 1497-73; введ. 01.01.86. – М. : Стандартинформ, 2005. – 22 с.

УДК 656.13.05

Холодный В. В.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Вабищевич Л. И.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ПНЕВМОПРИВОДА

В современных промышленных предприятиях существует большая разнообразность устройств и типов конвейеров [1–3]. В зависимости от требуемых задач, конвейера отличаются производительностью, мощностью исполнительных механизмов. Анализируя конструктивные особенности устройств, можно выделить два основных типа привода конвейеров:

- вращательный тип привода;
- тяговый тип привода.

Вращательный тип привода используется в конвейерах, с высокой производительностью поставки материала. Данные конвейеры содержат ролики с лентой, или приводные звёздочки с цепями, которые посредством мотор-редуктора