

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Сатбаевой Зарины Аскарбековны  
«Структурообразование в легированных сталях при электролитно-  
плазменном поверхностном упрочнении»,  
представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по  
специальности 6D060400 – Физика»

Как известно, в настоящее время для поверхностного термического упрочнения деталей машин и оборудования в промышленности широко применяют высокочастотную, газопламенную, плазменную, электроннолучевую и лазерную обработку. При этом из всех существующих способов упрочнения по своим технико-экономическим показателям находит широкое и эффективное применение как в производстве, так и в практике. Одним из разновидностей плазменного поверхностного упрочнения является электролитно-плазменное поверхностное упрочнение (ЭППУ). Основной отличительной особенностью метода электролитно-плазменного поверхностного упрочнения является меньшая стоимость, доступность технологического оборудования и расходных материалов, большие размеры упрочненной зоны и высокая скорость охлаждения по сравнению с традиционными методами плазменного поверхностного упрочнения. Сущность ЭППУ заключается в термических фазовых и структурных превращениях, происходящих при быстром концентрированном нагреве рабочей поверхности детали плазменным воздействием с последующим быстрым охлаждением за счет теплоотвода в материал детали. Образующиеся при этом структуры закалочного типа обладают высокой твердостью, износостойкостью и сопротивлением разрушению.

В связи с этим тема диссертационной работы Сатбаевой З.А. является актуальной. Работа выполнена в соответствии с целевыми республиканскими программами фундаментальных и прикладных исследований.

Диссертация Сатбаевой З.А. содержит новые, научно-обоснованные результаты. Ниже приведены основные научные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы:

– выявлено, что в зависимости от технологических режимов, можно получить на поверхности образца закаленный модифицированный слой, который имеет толщину от 0,5 до 10 мм и твердость до 750 HV;

– установлено, что контролирование структурно-фазового состояния и толщины модифицированного слоя за счет варьирования времени и температуры нагрева позволяет реализовывать оптимальные технологические режимы для получения различных вариантов физико-механических свойств стали;

– установлено, что ЭППУ положительно влияет на трибокоррозионные параметры сталей 40ХН, 34ХН1М и 20Х2Н4А за счет формирования модифицированного слоя состоящих из упрочняющих фаз, таких как  $\alpha'$ -фаза

(мартенсит),  $\gamma'$ -фаза и карбиды  $Fe_3C$ , так коэффициент упрочнения образцов сталей вырос в среднем по всем сталям в  $\sim 2,3$  раза, а параметры при абразивном изнашивании - коэффициент относительной износостойкости увеличился в среднем в  $\sim 2,5$  раза и показатель потери массы снизился в  $\sim 1,6$  раз

– определено, что дислокационная структура как в пакетном, так и в пластинчатом мартенсите поляризована, на что указывает наличие во всех мартенситных кристаллах изгибных экстинкционных контуров, что не являются следствием деформации образца при изготовлении фольги, а является результатом изгиба кристаллической решетки или кристалла  $\alpha$ -матрицы;

По теме диссертации опубликованы 14 работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus, 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования МП РК, 4 работ в материалах республиканских и международных конференций, а также 2 патента на полезную модель Республики Казахстан.

Считаю, что диссертационная работа «Структурообразование в легированных сталях при электролитно-плазменном поверхностном упрочнении», является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на современном научном уровне, обладает новизной и научно-практической значимостью, соответствует специальности 6D060400 – «Физика», а его автор Сатбаева Зарина Аскарбековна заслуживает присуждения ученой степени доктора философии PhD.

**К.ф.-м.н., старший научный сотрудник  
РГП «Институт ядерной физики» МЭ РК**



**Мунасбаева К.К.**

**Подпись Мунасбаевой К.К. заверяю,  
Ученый секретарь РГП ИЯФ МЭ РК**

**Бекбаев А.К.**