

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса России на 2014 –
2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного
контракта:** 14.578.21.0129

Название проекта: Разработка импортозамещающих твердых сплавов с повышенными износными и технологическими характеристиками для упрочнения быстроизнашиваемых деталей сельхозмашин, эксплуатирующихся в абразивной среде.

Основное приоритетное направление: Индустрия наносистем

Исполнитель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Руководитель проекта: Кудря Александр Викторович

Должность: профессор

E-mail: AVKudrya@misis.ru

Ключевые слова: *твердые сплавы, структура, прочность, разрушение, рабочие органы, ресурс, износ, износостойкость технологии, детали сельхозмашин.*

Цель проекта

1. Повышение ресурса, долговечности, надежности, агротехнических характеристик отечественных сельскохозяйственных машин, снижение импортозависимости.
2. Разработка новых твердых (импортозамещающих) сплавов на железной либо никелевой основе, имеющих в условиях абразивного воздействия на нагруженные детали повышенную (не менее чем в 1,5 раза в сравнении с отечественными серийными сплавами или не менее чем в 3,5 раза в сравнении со сталью 45, термообработанной до 40 ед.HRC) износостойкость, высокие технологические характеристики (толщину, адгезионную прочность) которые, в целом, должны обеспечивать повышенные эксплуатационные и ресурсные характеристики быстроизнашиваемых деталей сельхозмашин в 1,8...2,7 раз (по сравнению с имеющимися аналогами) за счет создания оптимальных микроструктур в новых твердых сплавах, учета фактора геометрии покрытий, способа их нанесения и термической обработки.

Основные планируемые результаты проекта

1. Предполагается на основе полученных закономерностей строения структур и изломов (в масштабах наблюдения: от нано- до макроуровня) твердых сплавов, разрушения и износостойкости разнородных структур различной геометрии, обосновать конфигурации структур новых твердых сплавов и геометрии отдельных её элементов, обеспечивающие оптимальное сочетание твердости, сопротивляемости разрушению и износостойкости при их использовании (в рабочих органах сельскохозяйственных машин).
2. Новые составы твердых сплавов, имеющие в условиях абразивного воздействия на нагруженные детали, повышенные эксплуатационные и ресурсные характеристики быстроизнашиваемых деталей сельскохозяйственных машин (в 1,8...2,7 раз, по сравнению с имеющимися аналогами)

3. Маршрутная карта на изготовление экспериментальных образцов рабочих органов сельскохозяйственных машин, упрочненных новыми разработанными составами твердых сплавов.
4. Эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы рабочих органов сельхозмашин, упрочненных новыми разработанными составами твердых сплавов.
5. Экспериментальные образцы рабочих органов сельхозмашин, упрочненных новыми разработанными составами твердых сплавов.
6. Компьютеризированные процедуры (алгоритмы) для измерения неоднородности строения структур и изломов твердых сплавов (отдельных элементов изображений элементов и конфигурации в целом).

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

1. Составы новых твердых сплавов, покрытия из них на рабочих органах сельскохозяйственных машин, обеспечивающие замещение импортных аналогов в отечественном сельскохозяйственном машиностроении, создание новых рабочих мест.
2. Переход от традиционного метода поиска оптимального состава сплавов (не только твердых), основанного на основе вариации различных их композиций (с целью поэтапного приближения к лучшему варианту) к конструированию оптимальных структур твердых сплавов на основе прогноза свойств неоднородной структуры из описания ее микроскопических составляющих и строения изломов на прочность, износостойкость, сопротивляемость преждевременному разрушению материала.
3. Результаты работы должны соответствовать лучшим мировым образцам (рабочим органам, упрочненным твердыми сплавами).
4. Предлагаемые подходы основаны на использовании компьютеризированных процедур измерения структур и изломов, учитывающих научно-технические достижения в области физики прочности, износостойкости, разрушения материала, как среды со структурой, включая опыт работы в данной области авторского коллектива настоящего проекта. В работе предполагается отойти от стереотипа решения прямой задачи - измерения определенных характеристик излома или структуры, заведомо связанных с некоторым свойством, поскольку законы связи известны лишь для немногих частных случаев. Принципиально важны обратные задачи: сопоставляя изломы, структуры и некоторые свойства для данной группы твердых сплавов, выявить те элементы (или их группы и сочетания) структур, величина которых определяет перечень оптимизируемых свойств, и найти зависимость, предсказывающую это свойство для других структур такого типа. Практическая цель состоит в понимании того, какими путями влияют параметры структуры на свойства твердых сплавов для управления ими. Применение данного подхода не связано с какими-либо ограничениями в средствах наблюдения и измерения структур, изломов, разрушения в целом, возможностями технологий получения твердых сплавов в принципе.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

1. Предлагаемые подходы к решению поставленной задачи представляют интерес при производстве широкого спектра конструкционных материалов различного назначения.
2. Главным результатом проекта является создание новых эффективных твердосплавных материалов и технологий их нанесения (на основе полученных в работе над проектом закономерностей кооперативного воздействия разномасштабных структур: от нано- до макромасштабов на комплекс свойств сплавов) при изготовлении рабочих органов и других ответственных деталей сельхозмашин. При этом должен быть достигнут уровень конкурентоспособности и решена проблема импортозамещения. Новые разработанные твердые сплавы могут найти эффективное применение, наряду с сельским хозяйством, также в смежных отраслях, в которых используются нагруженные изделия, эксплуатирующиеся в абразивной среде: в лесном хозяйстве, в строительной отрасли, в дорожном строительстве, в коммунальном хозяйстве, в оборонной промышленности и др.
3. Повышение эффективности функционирования аграрных предприятий, снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции, увеличение объема её производства с целью обеспечения потребностей внутри страны и выхода продукции на мировые рынки.
4. Полученные знания в области физики деформации, разрушения, износостойкости разнородных структур твердых сплавов могут представлять интерес при разработке новых сталей и сплавов, компьютеризированные процедуры обработки изображений в материаловедении - для повышения объективности аттестации качества металлопродукции, при разработке новой линейки стандартов для оценки качества материалов по виду структуры и излома.

Текущие результаты проекта

На основе аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы, патентных исследований, затрагивающих научно-техническую проблему упрочнения быстроизнашиваемых деталей сельхозмашин, эксплуатирующихся в абразивной среде, проведено обоснование и выбор направления исследований (с учетом анализа условий эксплуатационного изнашивания тяжело нагруженных изделий, эксплуатирующихся в абразивной среде: почвенной, пылевидной, растительной и др.), оценены перспективы рынка. Проведены теоретические исследования твердосплавных материалов, применяемых для упрочнения быстроизнашиваемых деталей сельхозмашин и технологий их нанесения и модифицирования, эффективности новых твердых сплавов и покрытий из них для практического решения задач по повышению ресурсных и эксплуатационных характеристик рабочих органов сельхозмашин.