

**Наименование проекта:** Повышение качества восстановления деталей сельскохозяйственной техники путем разработки составов ремонтных композитных смесей на основе полимеров, минеральных веществ и нанодобавок.

**Актуальность:**

Государственной программой развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы предусматривалось увеличение обеспечения сельхозтехникой в разы, а также техническая модернизация АПК с применением инновационных ресурсосберегающих технологий. В условиях экономического кризиса сельские товаропроизводители не могут обеспечить постоянные закупки техники на уровне потребности. Проблемы высокого уровня износа сельскохозяйственной техники, неразвитости системы сервисного обслуживания, низкой эффективности работ по восстановлению деталей сельхозтехники являются наиболее важными в период сезонных работ. Повышение эффективности ремонта, восстановление деталей сельхозтехники возможно известными методами с применением эффективных композиционных материалов: полимеров, керамики и нанодисперсий.

Ремонтные композиционные материалы на основе полимеров, минеральных веществ, содержащих наночастицы, в настоящее время наиболее востребованы. Научные исследования и практические работы в данной области являются весьма актуальными. Применение предлагаемых составов ремонтных смесей на основе исследования физико-химических свойств позволит снизить трудоемкость и стоимость работ при восстановлении различных деталей машин и оборудования. В соответствии с инновационной политикой Казахстана, Государственной программой развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы применение новых материалов позволит улучшить услуги ремонта и восстановления изношенных деталей техники.

**Цель:** Разработка новых составов ремонтных композитных смесей на основе полимеров, минеральных веществ с нанодобавками с улучшенными характеристиками для восстановления деталей машин.

**Ожидаемые результаты:**

В результате применения новых материалов и технологии возможно повышение срока службы деталей сельскохозяйственных машин, снижение срока ремонтных работ. Результаты проекта имеют перспективы для открытия новых предприятий с использованием востребованных наукоемких технологий. Предлагаемые композиционные материалы могут обеспечить эффективность ремонта и восстановления деталей сельхозтехники, снизить затраты товаропроизводителей малого и среднего бизнеса, в условиях экономического кризиса на закуп новой техники. Применение новых материалов позволит улучшить услуги ремонта и восстановления изношенных деталей техники. В экологическом аспекте, применение полученных результатов, снизит антропогенное воздействие отходов промышленного производства на окружающую среду за счёт их утилизации.

По результатам исследований будут опубликованы не менее 2 (двух) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях по научному направлению проекта, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих проценты по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти), 2 (две) статьи или обзора в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСОН, 2 статьи на международных конференциях стран дальнего зарубежья с публикацией тезисов, а также будет получен патент в казахстанском патентном бюро.

По завершении проекта будут:

- разработаны новые композиционные материалы на основе силикатов и техногенных отходов для восстановления деталей сельхозтехники;
- разработаны научно-технические основы получения новых композиционных материалов на основе силикатов и техногенных отходов для восстановления деталей сельхозтехники

#### **Члены исследовательской группы:**

*Кокаева Г.А.* – руководитель проекта, кандидат технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов, ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудования» КАТИУ им. С.Сейфуллина. Область научных исследований: композиционные и порошковые материалы, покрытия, материаловедение, порошковая металлургия, металлургия цветных металлов. Индекс Хирша – 4. Ссылка на профиль наукометрической базе Scopus:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203342166>

*Нурланқызы Ж.* – главный научный сотрудник, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» КАТИУ им. С.Сейфуллина, специалист в области управления качеством продукции и процессов стройиндустрии, аккредитации сертификационных лабораторий, испытания строительных материалов. Область научных исследований: минимизация рисков в строительстве, последствия рисков в строительстве, контроль качества и безопасность строительных материалов. Ссылка на профиль наукометрической базе Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195913629>

*Серекпаева М.А.* – старший научный сотрудник, магистр технических наук в области стандартизации, докторант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» КАТИУ им. С.Сейфуллина. Область научных исследований: переработка и использование отходов промышленности, защитные покрытия, стандартизация новых материалов. Индекс Хирша – 1. Ссылка на профиль наукометрической базе Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57779484600>

*Ибжанова А.А.* – старший научный сотрудник, магистр технических наук в области стандартизации, старший преподаватель кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» КАТИУ им. С.Сейфуллина. Область научных исследований: качество и безопасность продукции, стандартизация, переработка и использование отходов промышленности.

Индекс Хирша – 1. Ссылка на профиль наукометрической базе Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57780174100>

*Кардыбай С.* – старший научный сотрудник, магистр технических наук, ассистент кафедры «Технологические машины и оборудования» КАТИУ им. С.Сейфуллина, специалист в области конструкционных материалов и сельскохозяйственной техники. Область научных исследований: сельскохозяйственная техника и технологическое оборудование.

*Алдабергенова С.С.* – научный сотрудник, доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» КАТИУ им. С.Сейфуллина. Область научных исследований: качество и безопасность продукции, стандартизация новых материалов. Индекс Хирша – 1. Ссылка на профиль наукометрической базе Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190729374>

*Абуова А.Б.* – младший научный сотрудник, магистрант КАТИУ им. С.Сейфуллина. Область научных исследований: качество и безопасность продукции, стандартизация новых материалов.

#### **Полученные результаты:**

В процессе выполнения проекта «Повышение качества восстановления деталей сельскохозяйственной техники путем разработки составов ремонтных композитных смесей на основе полимеров, минеральных веществ и нанодобавок» за период 2021-2023 годы были получены следующие результаты:

В ходе реализации проекта в 2021 году:

Проведен аналитический обзор, определены организационные и технические принципы системы по восстановлению деталей, проведен анализ применяемых и инновационных способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин. Проведена оценка рисков деталей сельскохозяйственных машин из хозяйств различных регионов Казахстана. Оценены наиболее проблемные детали. Выявлены риски от различных видов коррозии. В результате определены основные дефекты-риски, которые могут возникнуть при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники, а так же выявлены риски, определяющих причины дефектов. Исследованы свойства материалов и выявлена зависимость свойств материалов. Определены теоретические и практические предпосылки для разработки составов ремонтных композиционных материалов, проведен теоретический обзор. Изучены свойства конструкционных эпоксидных смол наиболее востребованных на рынке: количество хлора, степень истирания абразивами, стойкость к температурным воздействиям, химическая устойчивость, получены данные по исследованию эпоксидных смол. Выявлены наиболее востребованные эпоксидные смолы для дальнейшей разработки полимерных композиционных материалов. Исследованы свойства анаэробных герметиков: стойкость к температурным перепадам, химическая устойчивость, получены данные по испытаниям применяемых материалов.

В ходе реализации проекта в 2022 году:

Проведена работа по изучению основных свойств наполнителей микрокремнезема, микросфер и определены основные характеристики: гранулометрический, фазовый составы, показатели безопасности. Изучение структуры и свойств отходов, позволили выявить закономерности в формировании структуры материалов и проектировать составы для разработки полимерных композиционных материалов. Разработаны композиционные материалы на основе эпоксидной смолы с различным массовым содержанием микросфер и микрокремнезема. В результате исследований выявлено положительное влияние наполнителей микросфер и микрокремнезема на теплофизические и механические свойства эпоксидных композитов. Прочности при растяжении и сжатии композиционного материала возрастают на 27% и 14% соответственно, а модуль упругости при растяжении увеличивается на 5% образцов с добавками 2 масс.% микрокремнезема; с добавками 5 масс.% микросфер – прочности при растяжении и сжатии возрастают на 9% и 17% соответственно, а модуль упругости при растяжении увеличивается на 21%. Ударная вязкость композиционного материала с добавкой 2 масс.% микрокремнезема имеет максимальное значение и составляет 1,187 Дж/см<sup>2</sup>, что в 1,4-1,9 раза больше ударной вязкости штатного (контрольного) и композиционных материалов с добавками 5, 10, 15 масс.% микрокремнезема. А с добавкой 10 масс.% микросфер имеет максимальное значение 1,411 Дж/см<sup>2</sup>, что в 1,2-2,2 раза больше ударной вязкости штатного (контрольного) и композиционных материалов с добавками 2, 5, 15 масс.% микросфер соответственно. Результаты исследования показали, что максимальное значение микротвердости наблюдается у композиционных материалов на основе ЭД-20 с добавками 2 масс.% микрокремнезема и 2 масс.% микросфер, и показывают увеличение микротвердости поверхности композиционных материалов на 1% и 1,8% соответственно по сравнению со штатным (контрольным) материалом.

В ходе реализации проекта в 2023 году:

Проведены работы по разработке оптимальных составов композиционных материалов. Исследованы структура и свойства полимерных композитов с добавками оптимальных количеств микросфер и микрокремнезема. Изучены свойства зоны контакта матрицы и наполнителей. Результаты исследований структуры и зоны контакта матрицы и наполнителей полимерных композиционных образцов показало, что в присутствии добавок образуется плотная и однородная структура, соответствующая наилучшим прочностным показателям образцов. Выявлены образцы с оптимальным количеством наполнителей, которые показали хорошую связь зоны контакта матрицы и наполнителя. Были проведены эксперименты по химической устойчивости, стойкости к температурным перепадам, износостойкости композиционных покрытий на основе эпоксидной смолы с добавками отходов промышленности. В ходе экспериментов было обнаружено дополнительно существенное улучшение физико-механических свойств полимерных композитов на основе

эпоксидной смолы. Выявлены оптимальное количество наполнителей, оказывающих положительные влияния на процессы структурообразования полимерных композитов. Проведена оценка эффективности восстановления деталей сельхозтехники композиционными материалами на основе полимеров, минеральных веществ, микро- и нанодисперсий. Таким образом, цель и задачи, поставленные на 2021-2023 годы выполнены в полном объеме.

За период реализации проекта (2021-2023гг.) были опубликованы:

- 2 (две) статьи в рецензируемых научных изданиях по научному направлению проекта, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти):

1. Serekrayeva M. A., Ibzhanova A. A., Niyazbekova R.K., Kokayeva G.A., Aldabergenova S. S. Properties of Epoxy Resins-Based Composite Materials with the Addition of Microspheres // Chem. Eng. Technol. – 2023. - Vol. 46, No. 6. P.1170–1175. Q2, Percentil: 61. <https://doi.org/10.1002/ceat.202200463>

2. Kokayeva G.A, Niyazbekova R. K., Serekrayeva M. A, Ibzhanova A. A., Bekeshev A.Z. Using of microsilica for improvement of physical and mechanical properties of epoxide-based composite material // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Materials Science – 2023. - Vol. 4, No. 12 (124) P.18-25. Q3, Percentil: 47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.280474>

- 2 (две) статьи в рецензируемых отечественных изданиях, рекомендованных КОКСОН:

1. Serekrayeva M.A., Kokayeva G.A., Niyazbekova R.K., Kardymbai S. Investigation of the properties of composite materials based on epoxy resins with microsilica additives. // Комплексное Использование Минерального Сырья. - 2021. - №3 (318). - С.63-70. <https://doi.org/10.31643/2021/6445.29>

2. Serekrayeva M.A., Niyazbekova R.K., Kokayeva G.A., Ibzhanova A.A., Adilkanova M.A., Bekeshev A.Z., Aldabergenova S.S. Thermophysical properties of epoxy composites with microsphere filler // ВЕСТНИК ВКТУ. - 2023. - №3, С.37-44. DOI 10.51885/1561-4212\_2023\_3\_37

- сделаны 3 доклада на научных конференциях и конгрессе, в том числе два на международных конференциях стран дальнего зарубежья с публикацией тезисов:

1. Серекпаева М.А., Ибжанова А.А. Анализ способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин и защита от коррозии // Международ. науч. - практич. конф «Сейфуллинские чтения – 18: «Молодежь и наука – взгляд в будущее» / г. Нур-Султан, (апрель 2022 г.). - Т.1, Ч.II. Нур-Султан, 2022. - С.302-305.

2. Серекпаева М.А., Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Кокаева Г.А. Оценка дефектов сельскохозяйственной техники с помощью статистических методов управления качеством продукции // Materiály XVIII Mezinárodní vědecko - praktická konference «Zprávy vědecké ideje». Publishing House «Education and Science» / г. Прага, (22 – 30 октября 2022г.). - Т 3. Прага, 2022, - С.87-92.

3. Niyazbekova R.K., Serekpayeva M.A., Ibzhanova A.A., Kokayeva G.A., Aldabergenova S.S. Physico-chemical Properties of Polymer Composite Materials // Proceedings of Annual Istanbul International Multidisciplinary Conference on Economics, Business, Technology and Social Sciences -2023. Turkey ,13-14 May, 2023. P.25-30.

- получен 1 патент на полезную модель РК:

1. Патент на полезную модель РК №2023/0466.2, 29.04.2023. Серекпаева М.А., Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Кокаева Г.А. Эпоксидная композиция для защитного покрытия. // Патент на полезную модель РК № 8520. 2023. Бюл. № 41.