|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | **BR27198753 Введение культуры утилизации батарей в Казахстане и разработка технологий извлечения ценных компонентов из отработанных Li-ионных аккумуляторов, включая «зеленые» технологии.** |
| Актуальность | Реализация программы позволит решить важные экологические и экономические задачи. Безопасная переработка отработанных ЛИБ снизит экологическую нагрузку, предотвратит загрязнение окружающей среды и риски для здоровья населения. Экономический эффект достигается за счёт извлечения ценных металлов и снижения зависимости от импорта сырья для производства аккумуляторов, что особенно актуально для Казахстана с его стратегией перехода к "зелёной" экономике.  Программа отвечает национальным приоритетам, отражённым в стратегических документах Республики Казахстан, включая Послание Президента «Казахстан в новой реальности: время действий» и Национальный план развития до 2025 года. Она способствует достижению целей устойчивого развития, стимулирует развитие науки и технологий, а также укрепляет позиции Казахстана на международной арене в сфере экологически безопасных технологий переработки и ресурсосбережения. |
| Цель | Прикладные исследования по извлечению ценных компонентов из отработанных литиевых аккумуляторов экологически чистыми механохимическими, сонохимическими, электрохимическими, гидрохимическими и сольвохимическими методами, с созданием экономически эффективной технологии и пилотной установки. |
| Задачи | Для достижения поставленной цели предполагается решение следующих основных задач:  ***1. Создание культуры сбора и переработки батарей/аккумуляторов на территории Республики Казахстан.***  Будут выполнены следующие задачи: создание интернет-страницы, ее ведение с обновляющейся информации по важности переработки батарей и появляющихся пунктов сбора; организация семинаров в школах и университетах; проведение соревновательных мероприятий по сбору батарей, работы по развитию инфраструктуры сбора отходов; будут записаны информационные и просветительные ролики; будет налажена связь с государственными органами.  ***2. Разработка способов демонтажа литиевых аккумуляторов разных видов, обеспечивающих безопасное разделение компонентов аккумуляторов. Сортировка различных типов батарей.***  Будет произведен закуп, установка и оптимизации режимов работы сортировочной линии. Линия будет настроена на сортировку в отдельные контейнеры различных типов батарей, таких как: литий-ионные, никель-кадмиевые, никель-металлгидридные, цинк-марганцевые. Основной приоритет будет сделан на литий-ионные батареи, соответственно будет проведена настройка разделения данных батарей по типу катода (LFP, LMO, LCO, LMNO и др.).  ***3. Разработка процедуры проверки батарей для вторичного использования.***  Батареи/аккумуляторы, которые механически не повреждены будут первично протестированы на номинальное напряжение и те, которые имеют значение напряжения в пределах 2,5-4 В будут подвергается электрохимическим испытаниям с целью выявления рабочих батарей для их повторного использования. Будут оптимизированы первичные испытания и определены граничные показатели, соответствующие 80 % работоспособности батареи (SOC).  ***4. Создание установки по безопасному разряду батарей и оптимизация процесса разряда.***  Будет проведен подбор безопасной среды (жидкость, проводящий порошок) по разряду батарей. Будет подобран агент/соль, способствующий быстрому разряду, с меньшим коррозионным воздействием на корпус батареи. Будут оптимизированы параметры процесса (температура, время выдержки в растворе до разряда <1В). Будет предложена схема конструирования укрупненной установки по безопасному разряду батарей.  ***5. Разработка способов переработки компонентов отработанных литиевых аккумуляторов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в проточном СВС-реакторе.***  Будет использован способ переработки компонентов отработанных литиевых аккумуляторов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в проточном СВС-реакторе. Будет разработан СВС реактор, который будет оснащен линией бесперебойной подачи. Процесс оптимизации будет включать подбор коррозионностойкой стали, объёма загрузочной части зоны нагрева и системы улавливания отходящих газов. Будут отработаны режимы эксплуатации печи.  ***6. Разработка режимов механоактивации компонентов отработанных литиевых аккумуляторов с использованием планетарной мельницы, аттритора, вибрационных дисковых мельниц и последующего выщелачивания в водных и неводных растворах.*** ***Определение оптимальных параметров и методов подготовки материала после предобработки к дальнейшему выщелачиванию****.*  Будет проведено дробление и измельчение компонентов утилизируемых батарей с последующим химическим анализом полученной массы. Будут определены физические параметры компонентов массы: магнитные свойства, плотность, гидрофобность и гидрофильность. На основании полученных данных будет подобран метод для извлечения ценных компонентов. В результате будут определены оптимальные фракционные параметры для измельчения и подобраны подходящие методы обогащения, поскольку это напрямую влияет на эффективность выщелачивания и извлечения необходимых компонентов.  ***7. Разработка новых способов разделения компонентов отработанных литиевых аккумуляторов физическими и химическими методами.*** ***Разработка метода прямой регенерации катодных масс.***  Будет проведена подготовка к регенерации катодной массы путем ручного разбора батарей, снятие активного материала с материала подложки с использованием растворителей или термического обжига с целью удаления материала связующего. Будет проведен подбор восстановительного агента для процесса восстановления в жидкой среде и соответственно литиевой соли. Будет изучена кинетика процесса химического восстановления (интеркаляции лития) в структуру катодного материала, определены кинетически лимитирующие факторы. Будет отработан метод регенерации катодного материала путем рекристаллизации в присутствии литиевых солей (при термическом воздействии).  ***8. Определение термодинамических и кинетических параметров выщелачивания компонентов литиевых аккумуляторов в водных и неводных растворах до и после механоактивации, а также осаждения целевых компонентов из растворов.*** ***Получение и исследование коммерческих литий-, кобальт- и никельсодержащих продуктов.***  *Выщелачивание и экстракция ценных металлов.* В проекте планируется использовать комбинированные процессы выщелачивания на основе неорганических и органических кислот. Будет проведен выбор реагентов для выщелачивания и условий (время, температура, скорость перемешивания, соотношение твердого и жидкого, концентрация), что позволит повысить общую эффективность извлечения металлов. Будут проведены эксперименты по селективной экстракции различными агентами.  ***9. Разработка и изготовление пилотной установки по получению коммерческих продуктов из отработанных литиевых аккумуляторов производительностью 200 кг аккумуляторов в сутки.***  Будет разработана и изготовлена пилотная установка по получению коммерческих продуктов из отработанных литиевых аккумуляторов. |
|  | В процессе реализации |
| Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили | 1. Мальчик Ф.И. PhD, доцент, заведующий лабораторией. h-индекс 12, ResearcherID: [D-5721-2015](https://publons.com/researcher/D-5721-2015/), [ORCID: 0000-0001 6381-0738](https://www.scopus.com/redirect.uri?url=https://orcid.org/0000-0001-6381-0738&authorId=57196147903&origin=AuthorProfile&orcId=0000-0001-6381-0738&category=orcidLink%22), [Scopus Author ID: 57196147903](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=57196147903&partnerID=MN8TOARS) 2. Netanel Shigel Ariel University, Ariel, Israel. Head of laboratory, PhD, assoc h-индекс 26. 56478799200 <https://orcid.org/0000-0003-2657-8639> 3. Галеева A.К., к.х.н., Ассоциированный профессор. h- индекс = 7, Scopus Author ID: 56436524000 4. Кан Т.В., магистр. h-индекс 2. Scopus Author ID: 57359426400 ORCID: 0000-0002-1945-8471   МалдыбаевКайыргали Муратулы, магистр. h-индекс 2. Scopus Author ID: 57470372700, ORCID: 0000-0003-2752-4720   1. Стародубцева А.А. Магистр. h-индекс 1. Scopus Author ID: 57988905100, ORCID: 0000-0003-0553-4477 2. Рябичева М.А. магистр, МНС ORCID 0000-0003-4160-556X- 3. Дубровский В.А. Магистр, МНС 4. Әбдімомын С. PhD студент, МНС h- индекс = 2, ResearcherID: GOW-8420-2022 5. Жигаленок Я., PhD студент, МНС h- индекс =3, ResearcherID: IQM-2023-2023 6. Мәлік Сейілбек, магистрант. 7. Серік Еркін, PhD студент, МНС |
| Список публикаций со ссылками на них | В процессе реализации |
| Информация о патентах | В процессе реализации |