

Кыргыз

Контрольный экземпляр

Министерство образования и культуры  
Кыргызской республики

Кыргызский технический университет  
им.И. Разакова

На правах рукописи  
УДК 621.355.2:675

Орунтаев Наматбек

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ  
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ КОЛЕСНЫХ МАШИН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

05.05.03-Колесные и гусеничные машины

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Бишкек-2002

Работа выполнена на кафедре "Эксплуатация транспортных средств" Кыргызского Государственного университета строительства, транспорта и архитектуры.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор  
Свиденко В. Н.

Официальные оппоненты:

академик АН Республики  
Узбекистан, доктор технических  
наук, профессор  
Лебедев О.В.

кандидат технических наук, доцент  
Ирсалиев А.О.

Ведущая организация:

Казахская академия транспорта и  
коммуникаций



Защита состоится " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2002 года в 16.00 час на заседании Диссертационного совета К 05.01.168 при Кыргызском техническом университете по адресу: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, проспект Мира, 66. Корпус 1. Малый актовй зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского технического университета им. И. Раззакова.  
Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять в адрес Диссертационного совета.

Автореферат разослан " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2002 года

Ученый секретарь  
диссертационного Совета  
к.т.н., доцент

Великодный М.М.

### Общая характеристика работы.

**Актуальность проблемы.** Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи являются наиболее массовым видом электрических аккумуляторов во всем мире. Основные принципы и направления усовершенствования конструкции стартерных батарей, технологических примеров их производства и способов реализации в виде отдельных единиц оборудования и автоматизированных поточных линий, как в нашей стране, так и в ведущих зарубежных странах весьма сходны.

Повышение надежности и продолжительности работы батареи в различных условиях - проблема, постоянно занимающая специалистов автотранспортных предприятий и аккумуляторной промышленности.

Поэтому задача совершенствования свинцовых стартерных батарей, являющихся в настоящее время главным источником энергии для пуска двигателей внутреннего сгорания, сохраняет и сегодня свою актуальность, несмотря на более чем столетнюю свою историю.

На большом количестве типов автотракторной техники, к характерным представителям которой следует отнести большегрузные автомобили междугородных перевозок, загородные и междугородные автобусы, колесные тракторы, работающие на транспортных сельхозработках, после запуска двигателя батарея работает длительное время в условиях постоянного подзаряда и разряда (кроме стартерных или аварийных) не подвергается. Эти батареи являются типично стартерными и конструктивно построены таким образом, чтобы форсировать стартерную мощность при отрицательных температурах.

Другой типичной группой автотракторной техники являются автомобили для внутригородских перевозок, строительно-дорожные машины с гидравлическими приводами, такси с радиотелефонами и другая аналогичная техника, при работе которой батарея служит не только для пуска двигателя, но и используется электрооборудованием в буферном режиме, т. е. работает в режиме достаточно глубокого циклирования (до 50% от номинальной емкости).

Создание аккумуляторных батарей для такой техники требует несколько иного подхода. Эти аккумуляторные батареи должны быть менее форсированными по мощности, но более устойчивыми к глубоким разрядам.

Каковы же пути решения стоящих перед аккумуляторной промышленностью задач на пути создания изделий, удовлетворяющих возрастающим требованиям автотракторной техники, которые и определяют основные тенденции развития этого вида источников токов.

Главное - это оптимизация всех входящих в состав аккумуляторной батареи узлов и деталей. Оптимизация вспомогательных токоведущих и корпусных деталей на базе применения современных термопластичных материалов (блоксополимер пропилен с этиленом) и автоматизация процессов сборки позволяет сократить массу свинца в батареях на 5-7%, а массу батареи в целом на 15-20%. Выпуск таких изделий с 1984г. осуществляется серийно.



В настоящее время основными объектами оптимизации в стартерных батареях является конструкция токоотводов, на долю которых приходится более 40% всего свинца батареи или около 27% ее полной массы, а также оптимизация электродного блока с целью обеспечения заданных параметрических требований при минимальных массе и объеме.

Повышение пусковой мощности аккумуляторных батарей требует минимизации всех внутренних потерь. Поэтому следующей основной задачей на пути прогресса по изготовлению стартерных батарей является снижение потерь в межэлектродном зазоре, где находятся сепараторы и электролит, на долю которых приходится суммарно от 40 до 50% потерь напряжения.

За счет использования современных методов конструирования и оптимизации изделий, применения новых материалов и совершенствования технологических процессов в недалеком будущем можно будет значительно (в 1,4-1,6 раза) повысить мощностные характеристики стартерных аккумуляторных батарей, что, в свою очередь позволит получать высокие пусковые характеристики при температурах - 25... -30°C и обеспечить возможность их эксплуатации в течение всего срока службы без доливки воды.

Широкое развитие нетрадиционных видов энергии (солнечная и ветровая), внедрение в технику и быт компьютеров и видеосистем требуют соответствующего обеспечения аккумуляции излишков энергии и покрытия пиковых и аварийных нагрузок. Поэтому возникает потребность нового класса батарей – буферных и аварийных малогабаритных источников. Для этих целей могут подойти свинцовые батареи с загущенным или иммобилизованным электролитом, называемые также "герметизированными" батареями. За счет оптимизации эксплуатационных зарядных режимов в будущем возможно использование таких аккумуляторных батарей и на автотракторной технике.

В связи с постепенным неуклонным приближением к предельным показателям совершенствование традиционных свинцовых батарей с пастированными пластинами в настоящее время широко развываются поиски альтернативных конструктивно-технологических решений, в частности, это предлагаемая нами новая, нетрадиционная технология изготовления электродов и решеток свинцовых аккумуляторных батарей колесных машин, сравнительные эксплуатационные испытания и долговечность в различных экстремальных условиях. Исследования, направленные на широкое внедрение новых материалов и технологий безусловно имеют большое народнохозяйственное значение, являются актуальными, требуют решения конкретных прикладных задач теоретического и экспериментального характера.

*Цель работы.* Целью работы является повышение эксплуатационных характеристик необслуживаемых стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей колесных машин с разработкой и использованием нетрадиционных новых материалов и технологических решений и комплексов

оборудования для изготовления более совершенных электродных решеток и положительных масс по сравнению с промышленными образцами.

Поставленная цель достигается решением следующих научно-прикладных задач:

- изыскания эффективных функциональных материалов и рациональных технологий для изготовления более совершенных электродных решеток;
- разработка усовершенствованного технологического процесса и специальной установки по производству высокоактивного свинцового порошка для положительных масс аккумуляторов способом барботирования расплавов свинца;
- использования новой технологии и разработанного оборудования для изготовления на основе нетрадиционных порошковых материалов более эффективных аккумуляторных электродов, по сравнению с промышленными образцами;
- разработка методических рекомендаций по совершенствованию производства для колесных машин необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторных батарей повышенной эксплуатационной надежности.
- разработка методических рекомендаций при эксплуатации в сложных дорожно-климатических условиях высокогорья усовершенствованных вариантов необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, а также их ремонте в мастерских автотранспортных предприятий.

*Научная и практическая новизна работы* состоит в том, на основе использования методов механики, порошковой металлургии, механики композитов и электрохимии для повышения эксплуатационной надежности аккумуляторных батарей в сложных дорожно-климатических условиях высокогорья разработаны и апробированы:

- Метод совершенствования традиционной технологической схемы производства комплектующих изделий аккумуляторных батарей, при которой реализуется возможность устранения недостатков, снижающих энергетические характеристики свинцовых батарей и повышение сроков эксплуатации, на более эффективную схему.

- Технология и оборудование по изготовлению для электродных решеток и отрицательных активных масс усовершенствованным способом диспергирования высокоэффективных порошковых материалов на основе свинца и легирующих элементов

- Методологические основы новой технологии и специальной установки по производству высокоактивных оксидов свинцового порошка для положительных масс электродов способом барботирования расплавов.

- Нетрадиционная технологическая схема и оборудование для производства и ремонта изделий аккумуляторостроения на основе более эффективных порошковых и композитных материалов.

*Достоверность результатов работы* обоснована использованием новейших достижений естественно-технологических наук и, в частности, порошковой металлургии, корректностью постановки и проведения

экспериментально-теоретических исследований по решению искомой проблемы, тщательностью подготовительных мероприятий, применении созданных или усовершенствованных материалов, нетрадиционных технологических решений и оборудования, полученными результатами сравнительных испытаний электрических характеристик свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.

*Научная новизна и практическая ценность.* Ценность для науки и практики заключается в создании и практическом использовании эффективных функциональных материалов, разработке на их основе новых технологий и специального оборудования, которые позволяют, благодаря несложным переделам, не только изготавливать необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторные батареи повышенной эксплуатационной надежности, но и при необходимости с высокой эффективностью ремонтировать их в условиях ремонтных мастерских автотранспортных предприятий. Результаты работы внедрены в 1999-2001 г.г.

Потенциальными потребителями результатов проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ могут быть: научные и проектные учреждения, автосервисные, электротехнические и автотранспортные предприятия.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

- Совершенствование технологии производства высококачественных порошковых материалов различного назначения из расплавов свинца и легирующих металлов методом диспергирования (распыления);

- Методологические основы нового технологического процесса и сконструированного оборудования по изготовлению высокоактивных оксидов из расплавов свинца для положительных масс электродов способом барботирования;

- Совершенствование технологической схемы производства свинцово-кислотных аккумуляторных батарей и переход на новый технологический процесс изготовления необслуживаемых аккумуляторов повышенной эксплуатационной надежности;

- Рекомендации по использованию нетрадиционной технологической схемы и соответствующего ей оборудования для производства и ремонта изделий аккумуляторостроения на основе материалов, изготовленных методами диспергирования и барботирования.

*Апробация работы.* Основные результаты исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на: 4-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов КГ УСТА (Бишкек: КГ УСТА, 1999 год); Международной научно-практической конференции "Современное состояние и перспективы развития строительной науки" (Бишкек: КГ УСТА, 1999 год); 5-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов КГ УСТА (Бишкек: КГ УСТА, 2000 год), Республиканской научно-производственной конференции "Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование" (Бишкек: ИА

КР, 2001 год), Международной научно-практической конференции "Повышение эксплуатационной надежности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях" (Бишкек: КГ УСТА, 2001 год); Международной конференции "Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения" (Бишкек: КТУ, 2001 год); Первом съезде инженеров Кыргызской Республики (Бишкек: 21 ноября 2001 год); Расширенном заседании кафедры "Эксплуатация транспортных средств" Института транспорта и коммуникаций (Бишкек: КГ УСТА, 2002 год).

*Публикации.* По теме диссертационной работы опубликовано 10 научных статей.

*Структура и объем работы.* Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения и приложений. Она изложена на 202 страницах, включая 49 рисунков, 21 таблицу, список использованных литературных источников из 144 наименований и приложения.

### Содержание работы

*Во введении* обоснованы актуальность исследований по теме диссертации; раскрыты перспективы улучшения характеристик свинцово-кислотных аккумуляторов колесных машин на основе новых подходов, сформулированы цель и задачи исследований, их научная и практическая новизна и обоснована достоверность полученных результатов. Изложены научно-технологические положения, выносимые на защиту; сведения об апробации работы; количество публикаций, а также структура и объем диссертационной работы.

*Первая глава* посвящена анализу литературно-патентных источников относительно состояния исследований по научно-технологическим основам свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. При этом рассмотрены данные Агуфа И.А., Алабашева А.Ф., Антропова Л.И., Барковского В.И., Болотовского В.И., Дасояна М.А., Кобанова В.Н., Робинсона Р., Рогачева Т.Я., Русина А.И., Свиденко В.Н., Скорчелетти В.В., Федотьева Н.П. и др., касающихся развития электрохимических процессов при работе упомянутых аккумуляторов, влияния на емкость различных факторов, способов изготовления свинцовых порошков различных модификаций, технологий производства активных масс разных знаков, методов производства электродных решеток, нанесения на них активных масс, а также типовых технологических процессов промышленного изготовления самих свинцовых батарей. Стартерная аккумуляторная батарея в системе электрооборудования автомобилей и другой техники имеет значение прежде всего как источник энергии используемой для питания стартера при пуске двигателя. Кроме того, она также способствует распределению энергии генератора во времени на питание электропотребителей, служит сглаживающим фильтром пульсации и всплесков напряжения генератора в особенности при переходных режимах (например, при начальном периоде отдачи генератора, при выключении отдельных мощных потребителей), обеспечивая тем самым



необходимое количество энергии для надежной работы приборов, в том числе электронных. Эта роль батарей особенно возросла с повсеместным применением генераторов переменного тока и с переходом на бесконтактные системы зажигания.

Одновременно следует отметить, что переход на генераторы переменного тока позволил улучшить показатели срока службы батарей в эксплуатации за счет уменьшения глубины разряда, особенно в зимний период эксплуатации, и повышения установившейся степени заряженности батарей.

Основываясь на результатах анализа литературно-патентных данных в заключительной части раздела сформулированы основные задачи, которые необходимо решить для достижения цели, поставленной в диссертационной работе.

Во второй главе рассматриваются системные данные по разработке технологического процесса и оборудования по изготовлению аккумуляторных порошков для электродных решеток и отрицательных активных масс усовершенствованным способом диспергирования расплавов свинца и легирующих элементов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что при изготовлении необслуживаемых свинцовых аккумуляторов высокой эксплуатационной надежности необходим переход на использование, вместо литых свинцово-сурьмяных решеток, деформационно-упрочненных из свинцово-кальциевых или свинцово-кадмиевых порошковых материалов. Опыт показывает, что отказ от использования дорогостоящей сурьмы в качестве легирующего элемента свинца при производстве литых электродных решеток связан не только с тем, что наличие сурьмы в решетках, изготавливаемых по традиционным технологиям отливки, способствует постоянному "кипению" аккумуляторных батарей (не случайно в электролит приходится доливать дистиллированную воду или принимать иные меры), разбуханию электродов, оплыванию с них положительной массы, "упрочнению" отрицательной и выделению высокотоксичного стибина  $SbH_3$ . Проявление перечисленных пороков в наибольшей мере интенсифицируется в сложных дорожно-климатических условиях высокогорья со всеми вытекающими из этого негативными последствиями для эксплуатационной надежности аккумуляторных батарей.

Исходя из результатов анализа литературно-патентных данных относительно диспергирования (распыления) металлических расплавов с использованием традиционных устройств и учитывая необходимость получения этим методом качественных порошковых материалов для изготовления решеток электродов и отрицательных масс, разработаны научные основы по усовершенствованию технологического процесса и созданию специальной установки (рис.1) для его практической реализации.

На начальной стадии ее использования применялись стандартная форсунка, которая оказалась малопродуктивной и не позволяет получить порошковые материалы с регулируемыми свойствами. Учитывая это и тот факт, что ее корпус дает возможность после небольших переделок применять и

другие модификации форсуночного узла, применялась форсунка со сменными дискретными соплами.

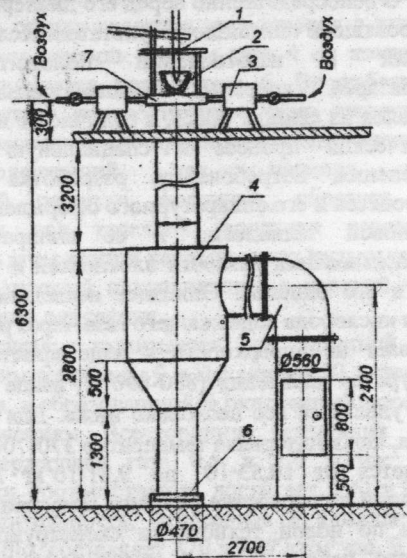


Рис.1. Принципиальная схема установки для получения свинцового порошка: 1-игольчатый клапан; 2-тигель; 3-нагреватели воздуха; 4-распылительная камера; 5-вытяжная вентиляция; 6-узел выгрузки порошкового материала; 7-форсуночный узел.

Исследования свидетельствуют о том, что усовершенствованная технология и сконструированная установка позволяют изготавливать порошковую продукцию с регулируемыми физико-химическими и технологическими свойствами, которые, в отличие от традиционных материалов, отвечают всем требованиям аккумуляторостроения, в том числе и при изготовлении деформационно-упрочненных электродных решеток и отрицательной активной массы. Все это является результатом того, что, кроме совершенствования технологического процесса, по самой установке осуществлены следующие мероприятия:

- в качестве энергоносителя вместо воздуха используется нагретый до 600-700°C и сжатый до 3,5-4 атм нейтральный газ, для чего вблизи от форсунки смонтировано два газоподогревателя;

- распылительная форсунка с кольцевой щелью заменена на форсунку с дискретными радиально-наклонными, что позволяет более чем в два раза повысить производительность установки и почти в четыре раза уменьшить расход энергоносителя и, следовательно, использовать газонагреватели меньшей мощности;

- смонтирован подогреватель капилляра для разогрева металлического расплава до 600-700°C непосредственно перед его диспергированием.

Третья глава посвящена описанию результатов исследований по одной из основных операций в изготовлении положительных электродов аккумуляторных батарей колесных машин-производству окисленных порошковых материалов из свинца. Здесь, в отличие от изложенного в главе 2, когда в технологический процесс и специальную установку внесены существенные изменения, потребовалась разработка совершенно нового технологического процесса и его аппаратного оформления.

Методология новой технологии и ее аппаратного оформления основываются на использовании разности плотностей и температур плавления исходного металла и его окислов. Опытные исследования показали, что в процессе продувания кислорода содержащего газа через расплав, образующаяся окись свинца сплывает на поверхность в виде кристаллических частичек, поскольку температура ее плавления (880-890°C) выше температуры жидкой фазы (370-770°C), а удельный вес несколько ниже. Для оксида он составляет 9,34 кг/м<sup>3</sup>, в то время, как в интервале температур 370-700°C у расплава свинца удельный вес меняется от 10,53·10<sup>3</sup> до 9,81·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. Для проведения системных исследований по отработке режимов получения высокоокисленного порошка по новой технологии сконструирована и изготовлена барботажная установка, работа которой может быть проиллюстрирована из рассмотрения ее принципиальной схемы (рис.2).

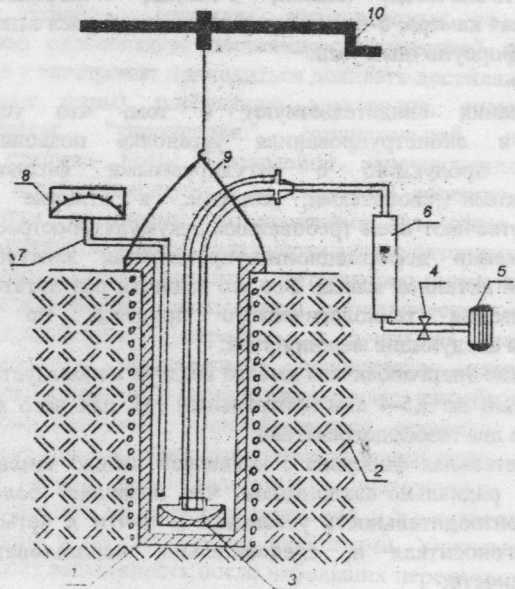


Рис.2. Схема барботажной установки.

В тигель 1 установки, помещенный в шахтную печь 2, загружаются чушки свинца. После их расплавления и разогрева расплава до необходимой температуры, в тигель сверху вводится трубопровод с закрепленной на конце форсункой 3. При этом вентиль подачи газа 4 от компрессора 5 открыт и количество газа регулируется ротаметром 6. Во избежание "схватывания" расплава (его температура контролируется через термопару 7 прибором 8) форсунка вводится в расплав после предварительного прогрева в верхней части тигля. Кислородсодержащий газ, проходя через отверстия газораспределительной решетки форсунки, образует мелкие пузырьки. Последние, всплывая над тарелкой форсунки создают псевдокипящий вспененный слой. При этом внутри всплывающих пузырьков образуется тонкий слой оксида свинца, который накапливается в верхней части тигля, в виду экзотермичности реакции окисления.

Периодически тигель вынимается из шахтной печи подъемным устройством, состоящим из стропы 9 и механизма 10, затем из тигля удаляется барботажная форсунка, а образовавшийся окисленный порошок просеивается и подвергается исследованиям. Всесторонние испытания показали, что при расходе кислородсодержащего газа 0,5 и 1,0 м<sup>3</sup>/час производительность барботажной установки, соответственно, достигает, 1,61 и 2,97 кг/час. При этом ее удельная производительность, отнесенная к единице полезной площади реактора, соответственно, составляет 370 и 687 кг/м<sup>2</sup>час. В то же время одна из последних моделей бартоновского реактора Германской фирмы "Хойбах" обладает удельной производительностью около 200 кг/м<sup>2</sup>час. Полученные результаты указывают на то, что на основе нетрадиционного технического решения при грамотном использовании идеи, может быть создано высокопроизводительное промышленное оборудование.

После изготовления порошков в виде оксидов свинца, проведены их всесторонние исследования с использованием также, как и в главе 2, ряда прецизионных методов анализа (рентгеноструктурный, оптическая микроскопия, газовая адсорбция, электронно-растровая микроскопия и др.). Данные этих системных исследований представлены в диссертации. Из сопоставления их с порошковыми материалами передовых в области аккумуляторостроения зарубежных фирм следует, что оксиды свинцовых порошков, изготовленных с использованием нетрадиционного технологического процесса заметно превосходят аналоги зарубежных фирм. При этом опытная практика показывает, что порошковые материалы, получаемые с использованием барботажной установки могут успешно применяться не только при изготовлении новых аккумуляторных повышенной эксплуатационной надежности, но также и ремонте отслуживших свой ресурс батарей.

В четвертой главе предоставлены системные данные по использованию всех предыдущих наработок для изготовления необслуживаемых аккумуляторных батарей повышенной эксплуатационной надежности с



использованием ряда нетрадиционных переделов во всей новой схеме, представленной на рис.3.

На этой стадии наиболее важным технологическим процессом является производство активных масс и на их основе электродов с более высокими энергетическими характеристиками. При этом, исходя из анализа возможностей и недостатков существующих способов изготовления активных масс в виде тестообразных сред и последующей их намазки на пластины, выбор остановлен на разработке новой технологии предварительной обработки порошковой массы водным раствором серной кислоты и последующего впрессовывания этого активного вещества в решетки-токоотводы. Здесь в отличие от способа намазки, в результате химической реакции наблюдается интенсивное образование тонких игольчатых кристаллитов сульфата свинца. Последние переплетаясь и сцепляясь между собой и электродной решеткой, образуют внутри активной массы подобие жесткого скелета.

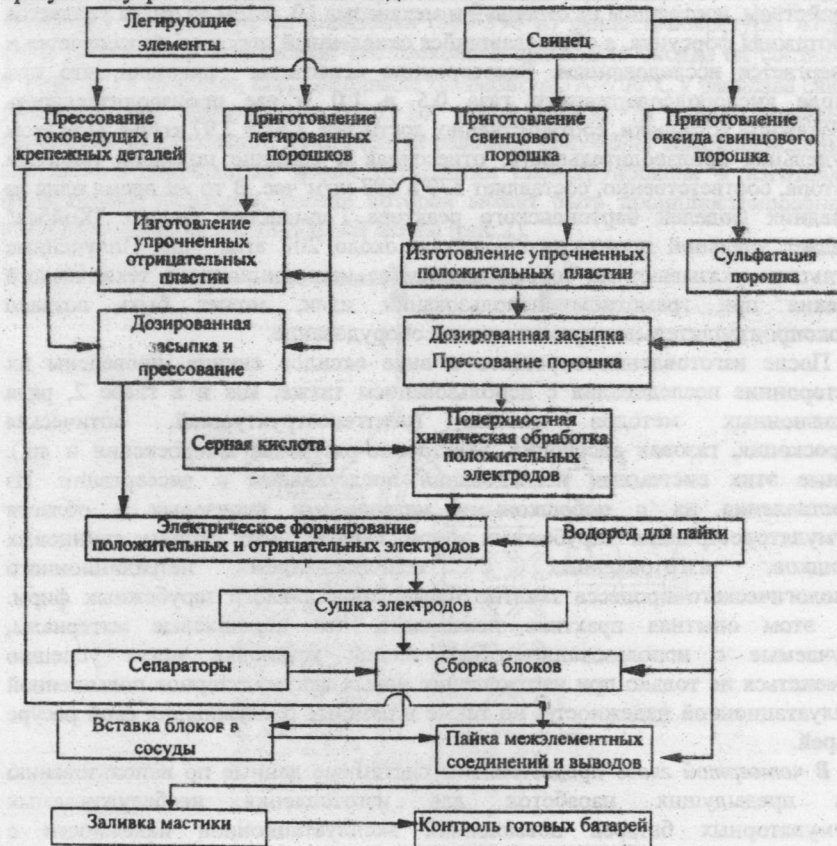


Рис. 3. Схема производства свинцовых аккумуляторов нового поколения

Основываясь на упомянутых исходных предпосылках, в процессе последующих исследований разработан приемлемый для практических приложений способ дозированной засыпки предварительно сульфатированного оксидного порошка в решетки, с использованием специального устройства (рис.4), установлен оптимальный метод его прессования (табл.1.), отработана технология последующей химической обработки спрессованных на токоотводах металлопорошков, а также подобраны режимы электроформирования готовых электродов для свинцовых аккумуляторов повышенной эксплуатационной надежности.

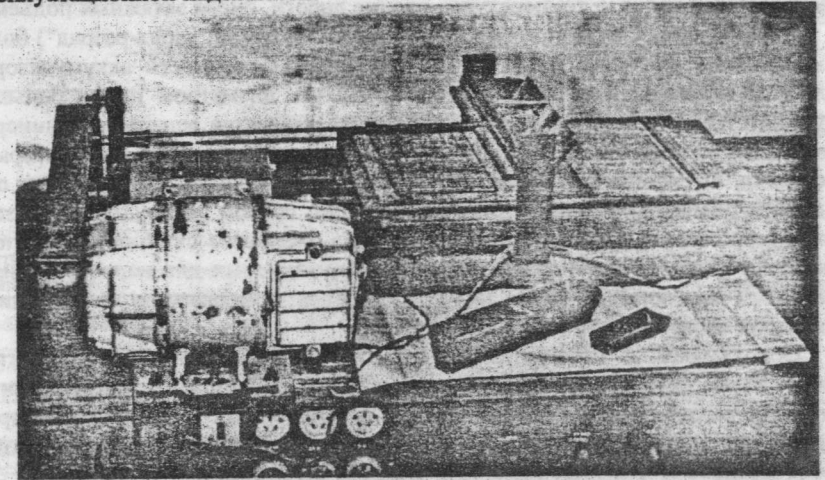


Рис.4. Устройство для засыпки свинцового порошка в электродную решетку.

Таблица 1.  
Режимы изготовления электродов аккумуляторных батарей.

Давление прессования, кг/см <sup>2</sup>	Толщина решетки, мм	Плотность спрессованного порошка, г/см <sup>3</sup>	Состояние электрода после пропитки
10	1,8	3,06	Вспучивание очень рыхлой структуры
30	1,9	3,30	Вспучивание на отдельных участках
50	1,7	4,10	Нормальное
60	1,7	4,15	Нормальное
90	1,7	4,15	Нормальное
120	1,8	4,40	Верхний слой активной массы полностью отстал от основы

Учитывая важность использования при повышении надежности эксплуатационных характеристик аккумуляторных батарей колесных машин наиболее эффективных сепараторов, исходя из анализа литературно-патентных данных и собственных результатов установлено, что при благоприятных условиях эксплуатации (небольшой перепад температур, хорошие равнинные дороги и т.п.) предпочтение следует отдавать крупнопористым сепараторам мипласт и поровинил, поскольку при этом реализуются наиболее высокие энергетические характеристики аккумуляторов при одновременном снижении себестоимости. В отличие от этого в жестких горных условиях эксплуатации (значительный перепад температуры, плохие дороги, смена затяжных подъемов на резкие спуски, вибрация, тряска, нарушение режимов "заряд-разряд") более приемлемыми для повышения эксплуатационной надежности аккумуляторов колесных машин являются сепараторы с малым диаметром пор и большой объемной пористостью. К таким сепаратором относятся сепараторы минора и винипор. Себестоимость аккумуляторных батарей с такими сепараторами несколько выше по сравнению с другими их модификациями, зато они обладают повышенной надежностью и большим сроком эксплуатации. В этой связи, естественно, что при сборке различных элементов свинцово-кислотных аккумуляторных батарей колесных машин планируемых для использования в сложных дорожно-климатических условиях высокогорья необходимо применять сепараторы минипор или винипор.

Основываясь на изложенных данных по всем составляющим элементом важно было произвести качественную сборку свинцовых аккумуляторов согласно разработанной схеме и тех положительных решениях, которые привнесены в современное аккумуляторостроение благодаря созданию более эффективных материалов, новых технологий и оборудования

При этом, в отличие от применяемых в мировой практике традиционных схем, в технологическом процессе по изготовлению аккумуляторов повышенной эксплуатационной надежности операция отливки электродных решеток из свинцово-сурьмяных сплавов заменена на деформационно-упрочненные пластины из свинцово-кадмиевых или свинцово-кальциевых порошков, приготовление активных масс по многоступенчатой технологии - на химическую обработку исходных металлопорошков, намазка электродных пластин - дозированной засыпкой подготовленных дисперсных материалов на рабочие поверхности решеток, последующая долговременная сушка - обычным прессованием, старение - дополнительной химической обработкой. Остальные операции традиционных промышленных схем используются в усовершенствованном варианте. Именно благодаря перечисленным новшествам, наряду с улучшением качественных характеристик конечной продукции (табл.2.) по сравнению с существующими промышленными тенденциями, удалось более чем на 50% сократить время полного цикла технологического процесса, почти на 25% снизить расход дефицитных металлов, заметно улучшить санитарно-гигиенические условия производства и изготовить для колесных машин

свинцово-кислотные аккумуляторные батареи повышенной эксплуатационной надежности и полностью отвечающих требованиям "необслуживаемых". При этом представлены также данные по особенностям эксплуатации, разработанных аккумуляторов в сложных условиях высокогорья, по их периодическому осмотру; по ремонту батарей, отслуживших свой ресурс, а также по технике безопасности и производственной санитарии при эксплуатации и ремонте "необслуживаемых" свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, изготовленных по новому технологическому процессу.

Таблица 2.

Сравнительные качественные показатели различных типов аккумуляторных батарей.

Показатели	Тип аккумуляторов				
	Стартерные автомобильные		Стартерные для дизельных машин и тяжелых условий работы		Стартерные для тяжелых условий работы
Число аккумуляторов в батарее, шт	3 или 6	3 или 6	3 или 6	3 или 6	3 или 6
Тип пластин	Намазные		Намазные		Прессованные
Габариты пластин, мм	119×143	133,5×143	125×143	133,5×143	119×143
Толщина положитель. пластин, мм	1,7-2,7	2,3-2,4	3,6	2,6-2,7	1,3-1,9
Толщина отрицател. пластин, мм	1,7-2,5	1,9-2,0	2,7-2,8	2,3-2,5	1,3-1,9
Расстояние между пластинами, мм	от 1,25 до 2,9				от 1,2 до 2,5
Отношение весов: <u>активная масса</u> решетка положительных пластин	1,03-1,46	1,11-1,32	1,03	1,09	0,95-1,26
<u>активная масса</u> решетка отрицательных пластин	1,0-1,12	1,22-1,43	1,06	1,2-1,41	0,85-0,98
Отношение весов активных масс: <u>положительная</u> <u>отрицательная</u>	1,0-1,38	1,0-1,1	1,23	0,91-1,15	1,1-1,21
Количество активной массы, (считая на разряд 10-часовым режимом), г/(А·ч): положительные пластины	9,55-11,0	9,9-10,7	11,8-12,2	10,3	9,2-10,9
отрицательные пластины	8,3-10,1	9,02-10,5	9,5	9,0-10,4	8,0-9,8



Окончание таблицы 2.

Количество (электролита плотностью 1,26-1,28 г/см <sup>3</sup> , считая на разряд 10-часовым режимом), мл/(А·ч):	9,7-13,3	11,5-13,4	10,5-13,0	11,5-14,8	9,4-13,0
Емкость на одну пластину при 30°C, в А·ч:					
разряд 10-часовым режимом	8,3-14	13,5	14	15	9,0-15,2
разряд стартерным режимом	3-4,3	3,4-4,0	4-5,5	3,7-4,5	3,5-4,8
Окончание таблицы 2.					
Удельная энергия, Вт·ч/кг: при 30°C и разряде 10-часовым режимом	22,8-28,6	26-30,5	22,6-25,4	24,3-31	23,4-29,2
при +30°C и разряде стартерным режимом	4,86-6,12	3,5-6,5	5,8	5,3-6,8	5,02-6,51
при -18°C и разряде стартерным режимом	1,84-5,4	2,1-2,84	2,02-2,84	2,5-3,2	1,95-5,95
Удельная энергия, Вт·ч/л: при 30°C и разряде 10-часовым режимом	35-60	46-61,5	35-51	49-65	41-69
при +30°C и разряде стартерным режимом	8-11,5	11,2-14,9	7-12	11,1-13,8	9,2-12,6
при -18°C и разряде стартерным режимом	3-11,3	3,7-6,1	3-5,9	5,2-6,5	3,9-12,4
Срок службы, годы	2-3	2-3	2-3	2-3	3,5-4,5

Для получения максимальной полезной мощности необходимо, чтобы сопротивление внешней цепи было равно внутреннему сопротивлению аккумулятора. На рис. 5. показана характеристика изменения полезной мощности новой аккумуляторной батареи в зависимости от силы разрядного тока, которые отражают зависимость напряжения аккумуляторной батареи от величины разрядного тока.

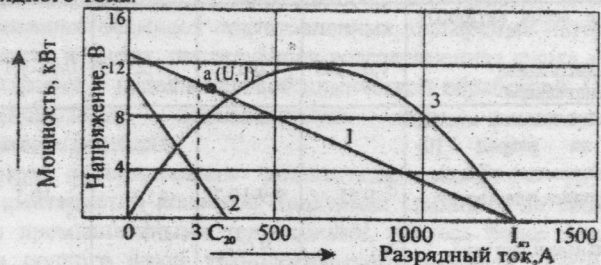
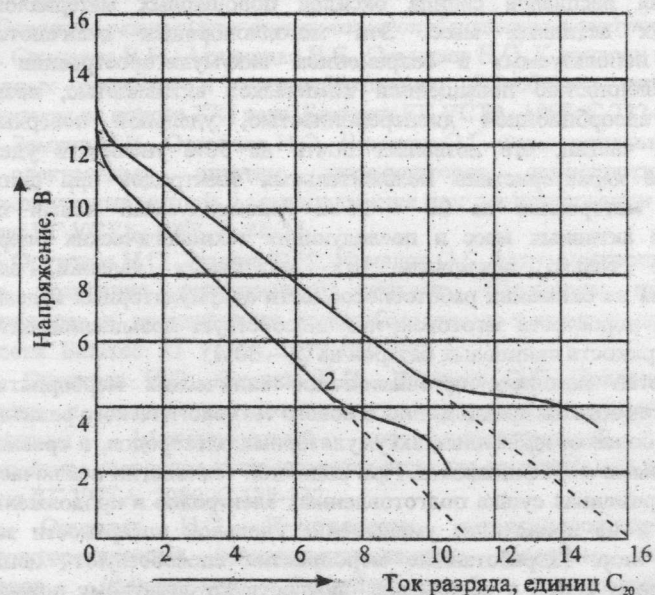


Рис. 5. Вольтамперные характеристики и полезная мощность батареи 6СТ-75 (экспериментальной). 1 — полностью заряженной при 40°C; 2 — разряженной на 25% при минус 30°C; 3 — мощность батареи.

Из этих данных следует, что в пределах величин разрядных токов, потребляемых стартером, зависимость имеет прямолинейный характер, а при малых разрядных токах и при токах, больших, чем это потребляет стартер, эта зависимость нелинейна. Поскольку вольтамперной характеристикой в основном пользуются для расчета пусковых систем колесных машин, где рассматриваются относительно большие разрядные токи, то для практических целей ее спрямляют. Для этого прямую линию средней части действительной вольтамперной характеристики продолжают в обе стороны до пересечения с осями координат, как это показано пунктирными линиями на рис. 6. При этом вольтамперные характеристики зависят от времени начала разряда и



указывается время замера.

Рис.6. Действительные (сплошные линии) и спрямленные (пунктир) вольтамперные характеристики стартерной батареи (по новой технологии): 1 — при температуре 25°C; 2 — при температуре минус 20°C.

#### Основные выводы и рекомендации

1. Произведен анализ обширного количества патентно-литературных источников по научно-техническим и технологическим направлениям промышленного производства, ремонта и эксплуатации свинцово-кислотных аккумуляторных батарей на колесных машинах различного назначения. На основе полученных результатов определена цель исследований и сформулированы задачи по ее достижению.

2. Разработаны и обоснованы усовершенствованный технологический процесс и соответствующее ему оборудование для изготовления способом диспергирования расплавов свинца и ряда легирующих элементов высококачественных порошкообразных аккумуляторных материалов которые являются основой для изготовления методом деформационного упрочнения решеток электродов нового поколения. Они в сравнении с традиционными литыми свинцово-сурьмяными токоотводами имеют почти в два раза более высокие прочностные характеристики при толщине уменьшенной на 15 – 20%.

3. Созданы методологические основы нового технологического процесса и обоснован выбор специальной установки по производству способом барботирования расплавов свинца оксидов порошковых материалов для положительных активных масс. Эти методопорошки отличаются от традиционно используемых в современном аккумуляторостроении более высокой окисленностью повышенной химической активностью, насыпной плотностью, адсорбционной дисперсионностью, удельной поверхностью составляющих частиц, что позволяет почти на 50% увеличить удельные энергетические характеристики положительных электродов при снижении расхода материалов на 20 – 25%. Рекомендуются новый способ приготовления активных масс в последующих технологических операциях позволяет не только исключить ряд негативных явлений, заметно сказывающихся на снижении работоспособности аккумуляторных изделий, но и увеличивать пористость заготовок, что способствует повышению активной удельной поверхности свинцовых батарей на 25 – 30%.

4. Разработан комплекс организационно-технических мероприятий по внедрению производства предложенного нового технологического решения при изготовлении более совершенных аккумуляторных электродов, в сравнении с их традиционными модификациями. При подобной технологии исключается не только долговременная сушка подготовленных электродов в продолжении 35-40 часов, но и не происходит уменьшение удельной поверхности за счет "залечивания" пор. Разработанные мероприятия способствуют сцеплению порошинок между собой и решетками, способствуют заметному повышению коэффициента использования активной массы, а также надежной работы электродов в сложных условиях эксплуатации аккумуляторных батарей.

5. Сформулированы методические основы, способствующие совершенствованию производства для колесных машин необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторных батарей повышенной эксплуатационной надежности в сложных условиях высокогорья с применением менее трудоемких, непродолжительных по времени и более рациональным расходом дефицитных металлов.

6. Разработаны рекомендации по изготовлению и ремонту усовершенствованных вариантов необслуживаемых аккумуляторных батарей для колесных машин эксплуатируемых в условиях плохих дорог, значительной тряске, вибрации, перегрузках и резких перепадах температур от отрицательных к положительным и наоборот. При этом получены необходимые

данные для оформления технологических регламентов на организацию промышленного производства новых и ремонт и отслуживших свой ресурс необслуживаемых и традиционных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей машин различных модификаций.

7. Результаты длительных лабораторных и эксплуатационных испытаний, а также данных сравнительного анализа электрических характеристик усовершенствованных на основе новых технологий аккумуляторных батарей колесных машин подтверждает значительное повышение показателей надежности и долговечности по сравнению с промышленными образцами.

*Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:*

1. Свиденко В.Н., Аксененко В.Е., Орунтаев Н.О. К вопросу использования природных ресурсов и энергосбережения. //Проблемы строительства и архитектуры на пороге XXI века. Бишкек: КГ УСТА, 1998. С.232-240.

2. Земкин П.И., Орунтаев Н.О., Чумаков О.Г. Функциональные материалы для электродных пластин аккумуляторов транспортных средств. //Математические методы и моделирование при проектировании горных дорог. Бишкек: КГ УСТА, 1998. С. 46-53.

3. Орунтаев Н.О., Земкин П.И., Чумаков О.Г. Аккумуляторные батареи для нового поколения транспортной техники. //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности. Бишкек: КГ УСТА, 1999. С.94-99.

4. Орунтаев Н.О., Земкин П.И., Чумаков О.Г. Приложение методов механики к разработке свинцовых аккумуляторов нового поколения. //Материалы Международной научно-практической конференции "Современное состояние и перспективы развития строительной науки". Часть 1. Бишкек: КГ УСТА, 2000. С.128-132.

5. Орунтаев Н.О. Изготовление металлопорошков для нужд аккумуляторостроения усовершенствованным способом диспергирования расплавов. //Материалы Республиканской научно-производственной конференции "Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование". Бишкек: ИА КР, 2001. –С.117-124.

6. Свиденко В.Н., Орунтаев Н.О. Нетрадиционный способ получения окисленного свинцового порошка для аккумуляторов автотракторной техники. //Материалы Республиканской научно-производственной конференции "Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование". Бишкек: ИА КР, 2001. –С.28-34.

7. Орунтаев Н.О., Свиденко В.Н. Разработки по созданию нетрадиционного способа изготовления электродов свинцовых аккумуляторов. //Материалы Международной конференции "Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения". Бишкек: КТУ, 2001. С.182-186.

8. Орунтаев Н.О. Результаты исследований по установлению эффективности работы аккумуляторных сепараторов из различных материалов.



//Материалы Международной конференции "Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения". Бишкек: КТУ, 2001. С.377-381

9. Орунтаев Н.О. Направления совершенствования технологического процесса изготовления свинцовых аккумуляторов. //Материалы Международной научно-практической конференции "Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций". Часть 1. Бишкек: КГ УСТА, 2001. С.31-36.

10. Орунтаев Н.О., Свиденко В.Н. Научно-технологические разработки по совершенствованию производства свинцовых аккумуляторов. //Вестник КазАТК, 2002, № 1 С. 21-22.

#### Аннотация

##### Орунтаев Наматбек

**Тема:** "Жаны технологияларды колдонуу менен дөңгөлөктүү машиналардын аккумулятордук батареясынын эксплуатациондук ишенимдүүлүгүн жогорулатуу".

Жумушта аккумулятордук батареянын ишенимдүүлүгүн жана көпкө иштөө узактыгын жогорулатуу максатында, ошондой эле контактык электроддорду жана решеткаларды даярдоодо жаны заттарды жана технологияларды колдонуунун суроолору каралган. Дөңгөлөктүү машиналардын калыптанган жана жаңы аккумулятордук батареялардын ар кандай иштөө шарттарында электрдик мүнөздөмөлөрүнүн салыштырмалуу жыйынтыктары келтирилген.

#### Аннотация

##### Орунтаев Наматбек

**Тема:** "Повышение эксплуатационной надежности аккумуляторных батарей колесных машин с использованием новых технологий".

В работе рассмотрены вопросы использования новых материалов и технологий при изготовлении решеток, контактных электродов, а также необслуживаемых свинцовых аккумуляторных батарей, с целью повышения их надежности и долговечности. При этом приведены результаты сравнительного анализа электрических характеристик при различных эксплуатационных условиях, традиционных и новых изделий аккумуляторостроения колесных машин.

#### Annotation

##### Oruntaev Namatbek

**Theme:** "Increase of operational reliability of storage batteries of wheel machines with use of new technologies".

In work the questions of use of new technologies are considered at manufacturing lattices and contact electrodes of leaden storage batteries, with the purpose of increase of their reliability and durability, the results of the comparative analysis of the electrical characteristics are given under various operational conditions.