

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет транспорта (МИИТ)»

На правах рукописи



ОВАНЕСОВА ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ
ОБСЛУЖИВАНИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

05.26.01 – Охрана труда (транспорт)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук, доцент
Сачкова Оксана Сергеевна

Москва – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ	14
1.1 Виды и условия эксплуатации аккумуляторных батарей	14
1.2 Характеристика технологического процесса обслуживания аккумуляторных батарей в условиях пассажирского вагонного депо	25
1.3 Загрязнение окружающей среды при эксплуатации и утилизации аккумуляторных батарей	35
Выводы по главе 1	39
Глава 2. ТОКСИЧНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ, ПЕРЕХОДЯЩИХ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СРЕДУ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ	41
2.1 Никель и его неорганические соединения.....	41
2.2 Кадмий и его неорганические соединения	44
2.3 Свинец и его неорганические соединения.....	46
2.4 Едкие щелочи и кислоты электролитов	49
Выводы по главе 2.....	53
Глава 3. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОННЫХ ДЕПО.....	54
3.1 Исследование стажевого состава и субъективной оценки состояния здоровья работников	54
3.1.1 Материалы и методы исследования.....	54
3.1.2 Результаты исследования.....	56
3.2 Анализ результатов проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков	64

3.2.1 <i>Материалы и методы исследования</i>	64
3.2.2 <i>Результаты исследования</i>	64
3.3 Исследование содержания никеля, кадмия и свинца в воздухе рабочей зоны аккумуляторного отделения.....	70
3.3.1 <i>Материалы и методы исследования</i>	70
3.3.2 <i>Результаты исследования</i>	71
3.4 Исследование содержания никеля и кадмия в смывах с поверхностей стен аккумуляторного отделения.....	74
3.4.1 <i>Материалы и методы исследования</i>	74
3.4.2 <i>Результаты исследования</i>	75
Выводы по главе 3.....	78
Глава 4. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКА.....	80
4.1 Существующие подходы к оценке условий труда по показателям профессионального риска.....	80
4.2 Определение условно безопасного стажа работы при воздействии факторов однонаправленного действия и общая оценка профессионального риска	87
4.3 Оценка риска канцерогенных эффектов	93
Выводы по главе 4.....	95
Глава 5. РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	96
5.1 Критерии и метод оценки эколого-гигиенической безопасности аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава.....	96
5.2 Мероприятия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности.....	100
Выводы по главе 5.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Эксплуатируемые модели аккумуляторных батарей пассажирских вагонов локомотивной тяги, их основные характеристики.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.А. Схема технологического процесса переработки кадмийсодержащих отходов	129
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.Б. Схема технологического процесса переработки никельсодержащих отходов	130
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Анонимная анкета «Субъективная оценка состояния здоровья работника»	131
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Результаты проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков эксплуатационных вагонных депо ЦДИ и хозяйства АО «ФПК».....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Отделение по ремонту аккумуляторных батарей пассажирского вагонного депо «Николаевка» Московского филиала АО «ФПК».....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Протокол испытаний аккумулятора KGL300P на соответствие ГОСТ 12.2.007.12-88 и ГОСТ Р МЭК 62259-2007	136
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Документы о внедрении материалов диссертационной работы.....	140

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт является одной из ведущих отраслей народного хозяйства и занимает ключевую позицию на рынке труда России. Данная отрасль всегда являлась социально ответственной и сегодня продолжает стремиться к совершенствованию условий труда своих работников.

Сохранение здоровья и трудового потенциала сотрудников является приоритетной задачей железнодорожного комплекса. При этом многие вопросы, связанные, например, с обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия, охраны труда, гигиены, экологии человека приобретают здесь особую специфику. С другой стороны все эти направления тесно взаимосвязаны. В таких условиях для отрасли огромную актуальность представляют работы, которые находятся на стыке нескольких направлений и позволяют обеспечить комплексный подход к решению встающих перед ней задач.

Актуальность темы исследования. Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [102] устанавливает приоритет профилактических мер в области здравоохранения, закрепляя, с одной стороны превентивную парадигму, а с другой – ставя широкий ряд задач. К таким задачам относятся минимизация негативного влияния производственных факторов на здоровье человека и сохранение «здоровой» устойчивой окружающей среды, то есть обеспечение эколого-гигиенической безопасности производственных процессов.

Парк пассажирских вагонов локомотивной тяги в Российской Федерации сегодня насчитывает более 23 тысяч единиц. Все современные пассажирские вагоны оборудуются аккумуляторными батареями (АБ) [113, 69]. Основным объемом эксплуатируемых аккумуляторов при этом составляют АБ обслуживаемого и малообслуживаемого типа, требующие в той или иной степени работы с электролитом для обеспечения их работоспособности.

Обслуживание АБ пассажирского подвижного состава выполняется как при техническом обслуживании вагонов, так и при их ремонте, и проводится в

аккумуляторных цехах пассажирских депо. Штат сотрудников, обслуживающих АБ пассажирских вагонов, составляет более 700 человек [113]. При этом работа аккумуляторщика на железнодорожном транспорте относится к одной из наиболее вредных профессий [69, 116]. Не смотря на это, проблемам улучшения труда аккумуляторщиков уделяется гораздо меньше внимания, по сравнению с другими профессиями железнодорожного транспорта: разрабатываемые мероприятия по улучшению условий труда не обеспечивают необходимых результатов. В первую очередь такая тенденция связана с тем, что данная профессия не включалась в ежегодный отчет ОАО «РЖД» по анализу состояния условий и охраны труда. Как результат, условия труда аккумуляторщиков на железнодорожном транспорте изучены недостаточно, а, следовательно, отсутствует и научно-техническая база для их улучшения. На сегодняшний день все работы, связанные с техническим обслуживанием аккумуляторных батарей пассажирских вагонов, переданы ОАО «РЖД» на аутсорсинг сторонней компании.

В процессе обслуживания и эксплуатации АБ являются источниками загрязнения производственной и окружающей природной среды [114], а после завершения срока службы образуют отходы II класса опасности. Известно, что АБ подвижного состава являются источником загрязнения тяжелыми металлами не только производственных помещений, но и полосы отвода железных дорог, территорий вокзалов, депо и прилегающих к ним участков (Е.А. Иванова, В.М. Бельков, 2011; Н.И. Зубрев, М.А. Журавлева, И.Ю. Крошечкина, 2014) [38, 33]. При этом степень негативного влияния АБ на здоровье человека и окружающую среду при использовании на железнодорожном транспорте изучена недостаточно.

Зачастую ведущим направлением в борьбе с вредным воздействием АБ считается переход на необслуживаемый тип аккумуляторов. Однако отмечается, что такой переход может оказаться сегодня нецелесообразным с экономической точки зрения (Е.А. Иванова, В.М. Бельков, 2011) [38]. Кроме того, до сих пор не дана оценка экологических рисков такого перехода, связанных с увеличением

валового количества отходов аккумуляторов за счет их меньшего фактического срока службы [38, 113].

В связи с этим вопросы, связанные с изучением условий труда аккумуляторщиков, разработкой мероприятий направленных на их улучшение, вопросы обеспечения эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании аккумуляторных батарей пассажирских вагонов железнодорожного транспорта приобретают большой интерес и практическую значимость.

Степень разработанности темы исследования. Последние данные, содержащие сведения о состоянии условий труда работников аккумуляторных цехов на железнодорожном транспорте в России, представлены более четверти века назад (С.В. Суворов, Р.Я. Штеренгарц). В настоящее время условия труда аккумуляторщиков изменились (внедрены новые типы АБ, появились новые средства защиты, такие как, например, специализированные крема для защиты рук и т.д.). Изменились и подходы к оценке условий труда работников, внедрены новые методы обеспечения социальных гарантий работающего населения. В работах Н.Ф. Измерова, Л.В. Прокопенко, Э.И. Денисова, Н.И. Симоновой, О.К. Барсукова, Е.В. Стасевой, Г.И. Тихоновой и др. заложена база решения вопроса оценки риска здоровью в результате воздействия производственных факторов. Сведения о заболеваемости работников, занятых в производстве АБ представлены в работах R.G. Adams, N. Crabtree.

Проблема химического загрязнения окружающей среды вследствие эксплуатации АБ рассмотрена в работах В.А. Аксенова, О.С. Юдаевой, В.В. Волынского, В.В. Горбуновой, В.А. Зайцева, Н.П. Тарасовой, V.S. Doperudi, R. Leveton, F. Lechenet, K.G. McGoll, H. Morrow, M.E. Cook, M. Haight, D. Kofi Asanti-Duah, L. Craig и др. В основном эти работы посвящены вопросам негативного влияния на окружающую среду отработанных АБ, вопросам их захоронения и переработки. В.М. Бельковым, Е.А. Ивановой, М.А. Журавлевой и Н.И. Зубревым отмечена преимущественная роль АБ в загрязнении полосы отвода железных дорог никелем, кадмием и свинцом.

Вопрос исследования загрязнения производственной среды тяжелыми металлами при обслуживании АБ решается впервые.

Цель исследования – эколого-гигиеническая оценка процесса обслуживания аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава и разработка организационных и технических мероприятий по охране труда персонала и защите окружающей среды.

Основные задачи исследования:

1. Оценить степень загрязненности рабочей среды аккумуляторных цехов токсичными веществами, источником которых служит процесс обслуживания АБ пассажирского подвижного состава;

2. Выявить и оценить экологические аспекты процессов эксплуатации и обслуживания АБ;

3. Проанализировать влияние выявленного загрязнения на здоровье работников;

4. Разработать и обосновать принципы эколого-гигиенической оценки АБ пассажирского подвижного состава;

5. Разработать практические рекомендации, направленные на улучшение условий труда аккумуляторщиков и защиту окружающей среды.

Объект исследования – эколого-гигиенические аспекты эксплуатации и обслуживания АБ пассажирского подвижного состава железнодорожного транспорта.

Предмет исследования – химическое загрязнение производственной среды при обслуживании АБ пассажирских вагонов локомотивной тяги.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация и научные результаты, выносимые на защиту, соответствуют пунктам 2 – «Изучение физических, физико-химических, биологических и социально-экономических процессов, определяющих условия труда, установление взаимосвязей с вредными и опасными факторами производственной среды» и 3 – «Разработка методов контроля, оценки и нормирования опасных и

вредных факторов производства, способов и средств защиты от них» паспорта научной специальности 05.26.01 – «Охрана труда (транспорт)».

Научная новизна исследования:

- проведено исследование стажевого состава и субъективной оценки состояния здоровья работников, занятых в обслуживании АБ;
- проведено исследование химического загрязнения аккумуляторного отделения пассажирского вагонного депо с оценкой распределения загрязнения тяжелыми металлами и степени взаимодействия персонала с вредными химическими факторами производственного процесса;
- впервые задачи исследования в рассматриваемой области организации труда персонала, обслуживающего АБ пассажирского подвижного состава, поставлены с учетом комплексного подхода обеспечения гигиенической и экологической безопасности;
- произведена оценка риска развития профессиональных заболеваний, основанная на полученных результатах;
- разработаны и обоснованы критерии и методика эколого-гигиенической оценки АБ;
- предложены практические рекомендации по улучшению условий труда персонала, обслуживающего АБ.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты исследования могут быть использованы:

- при организации охраны труда работников, обслуживающих АБ;
- при разработке методик снижения негативного воздействия на окружающую среду процесса эксплуатации промышленных аккумуляторов;
- при планировании мероприятий по охране труда в области железнодорожного транспорта.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач в диссертации использован комплекс теоретических и экспериментальных методов:

- при подготовке обзора литературы и нормативной документации, рассмотрении результатов специальной оценки условий труда, формулировании рекомендаций и выводов использованы методы эмпирического анализа и синтеза;

- для исследования стажевого состава и субъективной оценки состояния здоровья были использованы результаты анкетирования работников, оценка полученных результатов проведена с использованием методов математической статистики;

- санитарно-химическое исследование загрязнения производственной среды аккумуляторного отделения тяжелыми металлами проведено методом атомно-абсорбционной спектрометрии;

- расчет производственного риска потери здоровья работника произведен с использованием методов математического моделирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. результаты исследования химического загрязнения рабочей среды аккумуляторного отделения пассажирского вагонного депо;
2. результаты оценки риска и развития профессиональных патологий аккумуляторщиков вследствие воздействия химического фактора производственной среды;
3. критерии эколого-гигиенической оценки АБ пассажирского подвижного состава;
4. технические рекомендации по обеспечению эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании АБ пассажирского подвижного состава.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается корректным применением логически обоснованных и апробированных методов исследования, достаточной репрезентативностью, использованием общепризнанных методов математической статистики при обработке и анализе полученных данных. Репрезентативность результатов обусловлена высокой гомогенностью объекта исследования,

связанной со строгой регламентированностью процессов обслуживания аккумуляторных батарей.

Основные положения и выводы работы широко освещены в материалах, опубликованных в научных изданиях, доложены и обсуждены на научных форумах (очное участие):

- Всероссийская научно-практическая интернет-конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения» (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2016 г., 2017 г.);

- Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Гигиена, токсикология, профпатология» (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Управление Роспотребнадзора по МО, 2016 г.);

- Научный семинар «Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте» (Совет молодых ученых и специалистов ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 2016 г.);

- Конференция «Неделя науки – 2017» секция «Охрана и безопасность труда» (ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», 2017 г.).

Материалы работы представлены на научных конференциях (заочное участие): VI-VIII международных научно-практических конференциях «Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона» (Казань, 2014-2016 гг.), Международной научно-практической конференции «Транспортный комплекс в регионах: опыт и перспективы организации движения» (Воронеж, 2015 г.), VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов

Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии и гигиены» (Санкт-Петербург, 2015 г.), Международной конференции ЮНЕСКО «Этика, транспорт и устойчивое развитие: социальная роль транспортной науки и ответственность ученых» (Москва, 2016 г.), VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии и гигиены» (Москва, 2016 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, токсикология, профпатология» (Москва, 2016 г.).

Материалы и результаты диссертации также были рассмотрены и получили положительную оценку на заседаниях кафедры «Техносферная безопасность» МИИТ, заседаниях Совета молодых ученых и специалистов ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Внедрение результатов исследования. Материалы исследования используются на кафедре «Техносферная безопасность» РУТ (МИИТ) при чтении курсов «Гигиена труда и производственная санитария», «Оценка воздействия условий труда на здоровье работников», при проведении сертификации пассажирского подвижного состава в ИЦ «Экологической сертификации» ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора. Внедрение результатов работы в практику подтверждено соответствующими документами (Приложение 7).

Публикации и вклад автора в исследование. Основные положения диссертационного исследования изложены и опубликованы в 18 научных статьях (из них 11 в соавторстве), в т.ч. в 3 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ, в 5 статьях в материалах Международных конференций.

Автор лично осуществлял сбор данных для исследования, обработку и анализ материалов, принимал участие в проведении испытаний. Автору принадлежит ведущая роль в постановке задач и разработке методологии исследования. Автор самостоятельно обобщил и систематизировал полученные результаты и разработал мероприятия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 140 машинописных страниц, основной текст изложен на 125 страницах, содержит 14 рисунков и 26 таблиц. Список литературы включает 131 наименование, из них 18 иностранных.

Глава 1. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ

1.1 Виды и условия эксплуатации аккумуляторных батарей

В настоящее время задача бесперебойного электроснабжения всех потребителей пассажирских вагонов локомотивной тяги решается с включением в конструкцию аккумуляторных батарей (АБ) – химических источников тока (ХИТ).

Аккумуляторы и аккумуляторные батареи – это устройства, в основу действия которых положены обратимые химические реакции. Химическая энергия активных веществ в них непосредственно превращается в электрическую. Генерирование тока происходит при замыкании внешней цепи на нагрузку в результате одновременного протекания на электродах электрохимических реакций: электроокислительной с освобождением электронов и электровосстановительной с их поглощением. При исчерпании запасенной емкости разряженный аккумулятор подвергают заряду от внешнего источника постоянного тока, в результате чего активные вещества приходят в исходное состояние. В простейшем случае ХИТ представляет собой два электрода различной природы, ионная проводимость между которыми обеспечивается электролитом. При этом, наряду с основной токообразующей реакцией могут протекать побочные реакции, как химические, так и электрохимические [32, с. 5; 97, с. 7].

В конструкции пассажирского вагона автономные химические источники тока появляются вместе с электрическим освещением. В России электроосвещение вагонов впервые применено в 1887 г. Тогда оно было установлено в вагона-салонах, экспрессах Международного общества и императорском поезде. Более массово электроосвещение внедряется в конструкцию пассажирского вагона с 1912 г. – им оборудуются четырехосные

вагоны 1 и 2 классов. Из вагонов этой серии в 1931 году был сформирован легендарный экспресс «Красная стрела» [43, 60].

Годы эволюции пассажирского вагонного парка привели к значительному увеличению числа и мощности электропотребителей. В наши дни электрооборудование пассажирского вагона включает системы освещения, обеспечения микроклимата (отопление, вентиляция и кондиционирование), пожарной сигнализации, системы контроля и диагностики, в том числе систему контроля нагрева букс, системы сигнализации, связи и управления, электромеханический привод дверей вагона, холодильное оборудование, насосы и нагреватели системы водоснабжения, водоохладители, микроволновые печи, экологически чистые туалетные комплексы, розетки для телефонов и иных электроприборов пассажиров [53], а также подъемные устройства для посадки (высадки) людей с ограниченными возможностями здоровья [59] (рисунок 1.1). От работы электрооборудования напрямую зависит не только комфорт пассажиров в пути следования, но и безопасность в случае возникновения внештатной ситуации.

АБ включаются в конструкцию вагона с целью обеспечения питания электрооборудования на стоянках, при малых скоростях движения поезда и в аварийных режимах, а также восприятия пиков нагрузки [52, с. 196]. АБ служат источником электроэнергии как в рейсе, так и в пунктах формирования составов.

Номинальная мощность комплекта электрооборудования отечественных пассажирских вагонов сегодня достигает 72 кВт (двухэтажные модели, модели габарита RIC) [59]. При этом реализация политики ОАО «РЖД», направленной на постоянное улучшение условий проезда пассажиров, непосредственно связана с ростом числа энергопотребителей и обеспечением бесперебойности энергоснабжения подвижного состава [110].

Сеть российских железных дорог простирается с севера на юг от 45 до 70 градусов северной широты и с запада на восток от 20 до 140 градусов восточной долготы [110]. Эксплуатационная протяжённость сети железных дорог общего

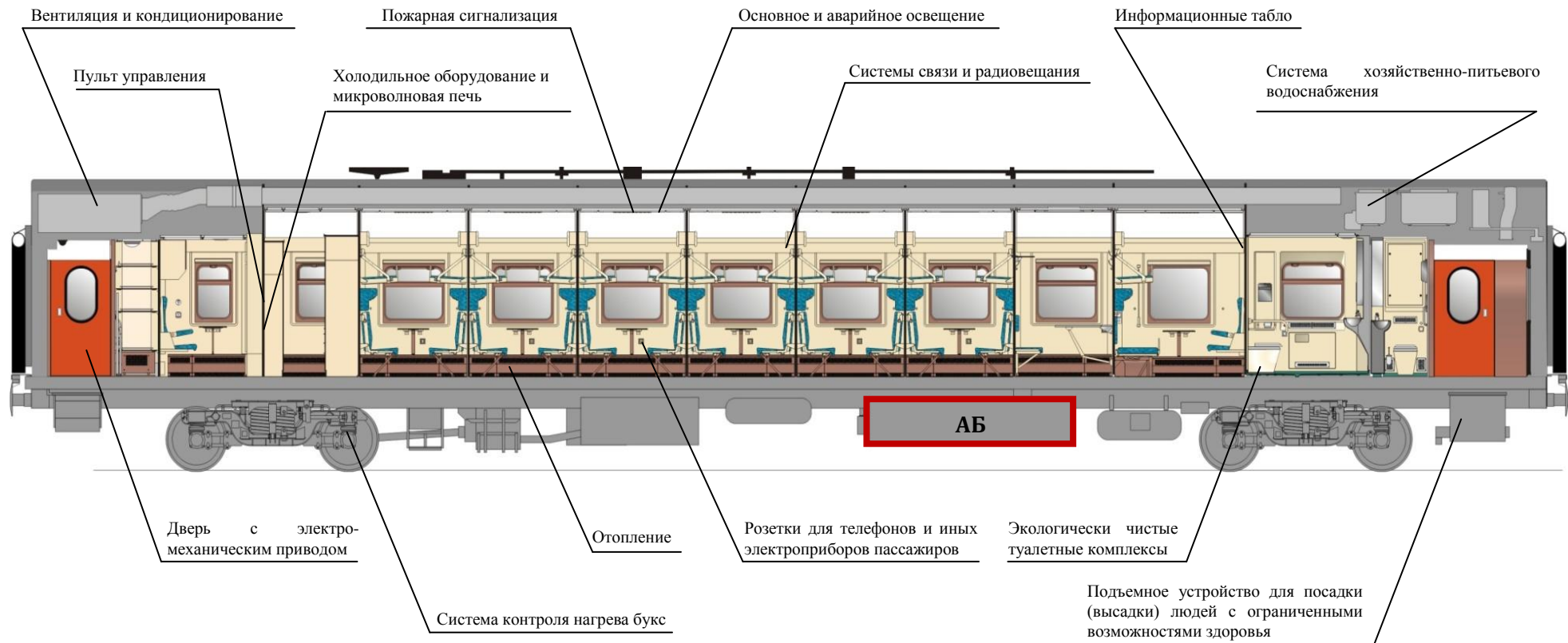


Рисунок 1.1 - Основные электропотребители комплекта электрооборудования типа ЭВ.44.03 на пассажирском купейном штабном вагоне модели 61-4445

пользования составляет 85,3 тыс. км, электрифицировано 43,4 тыс. км (на конец 2015 года). Перепад температур окружающего воздуха в пути следования железнодорожного состава может составлять в осенне-зимний период 45–55°С. В части требований к работе подвижного состава в условиях отрицательных температур лишь несколько железных дорог мира можно сопоставить с российскими: это железные дороги Финляндии, Швеции, Норвегии и Аляски (США). Все они пролегают выше 60 градусов северной широты. При этом парк пассажирского подвижного состава этих железных дорог несопоставимо мал в сравнении с российским. Так, например, пассажирский парк Аляскинской железной дороги насчитывает 51 локомотив и 2 моторных вагона [129], Норвежские государственные железные дороги эксплуатируют порядка 200 пассажирских вагонов и такое же количество МВПС, а в Швеции в сутки со всех вокзалов страны отправляется в среднем 440 пассажирских составов [131]. Таким образом, вопросы стоимости оборудования пассажирских вагонов и его технического обслуживания в России приобретают особую актуальность и свою специфику.

Установлено, что тяжелые условия эксплуатации АБ пассажирских вагонов сокращают в 3-4 раза ресурс по сравнению со стационарными химическими источниками тока, снижают уровень надежности систем электроснабжения (до 40 % отказов приходится на батареи), а определение состояния АБ и его восстановление составляют более 60 % трудозатрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом электрооборудования вагона [79, с. 150].

По своим эксплуатационным характеристикам (рисунок 1.2) [70, с. 11] АБ на пассажирских вагонах можно соотнести с тяговыми АБ, характеризующимися наиболее интенсивным режимом работы (заряд-разряд).

Таким образом, к аккумуляторной батарее – неотъемлемому элементу схем электрооборудования всех современных пассажирских вагонов, предъявляются повышенные требования не только по удельной емкости, но и по надежности, работоспособности в тяжелых метеорологических и технологических условиях (широкий диапазон рабочих температур, прочность, устойчивость к воздействию

выделяющимися при работе АБ, причем обеспечение безопасных условий труда должно достигаться стандартными средствами индивидуальной и коллективной защиты. Конструкция изделий должна быть пожаровзрывобезопасной. В соответствии с ГОСТ Р 55183-2012 корпуса аккумуляторов должны изготавливаться из трудногорючих или трудновоспламеняемых материалов (при использовании аккумуляторов с металлическим корпусом допускается использование изоляционных резиновых чехлов, допускается применение аккумуляторов с корпусами из сополимера полипропилена). Сопротивление изоляции цепи АБ, измеренное относительно корпуса вагона, должно быть не менее 50 кОм в нормальных климатических условиях и не менее 30 кОм в условиях с повышенной влажностью [21].

Основные технические требования, предъявляемые к АБ современного отечественного нетягового железнодорожного подвижного состава, следующие:

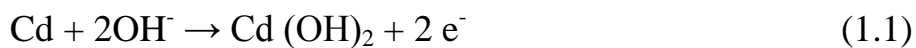
- номинальное напряжение (разрядное) – 110 В;
- номинальная емкость при 5-часовом режиме разряда – от 140 А·ч (250–300 А·ч для вагонов, оборудованных установками кондиционирования);
- климатическое исполнение У по ГОСТ 15150-69 [15] и ГОСТ 15543.1-89 [16] (макроклиматический район с умеренным климатом), категория размещения 2 (эксплуатация под навесом или в помещении, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха);
- рабочий диапазон температур окружающего воздуха от плюс 40 до минус 40 °С;
- группа условий эксплуатации М25 по ГОСТ 17516.1-90 [17] и ГОСТ 30631-99 [18] (АБ должны быть устойчивы к воздействию вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 10 до 100 Гц при ускорении $9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ (1 g);
- пиковое ударное ускорение во всех трех направлениях – $50 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ (5 g);
- корпуса аккумуляторов (блоков аккумуляторов) должны выдерживать воздействие статической нагрузки 800 Н (80 кгс).

Вагоны без систем кондиционирования, а также модели без питания установок кондиционирования к АБ, оборудуются АБ с номинальным разрядным напряжением 50 В.

В настоящее время в оборудовании парка пассажирских вагонов России используются щелочные никель-железные, щелочные никель-кадмиевые и свинцово-кислотные АБ емкостью до 400 А·ч. Только эти виды аккумуляторов на сегодняшний день удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к ним отечественным вагоностроением. Как отмечает В.В. Волынский, дорогостоящие электрохимические системы (литий-ионная, никель-металлогидридная) с высокими удельными характеристиками энергии в этой сфере пока остаются невостребованными: «Рассматривая достоинства и недостатки известных электрохимических систем, потребитель (промышленных источников тока) в первую очередь останавливает свой выбор на дешевых, надежных и безопасных источниках тока, соответствующих техническим требованиям в течение максимально возможного периода времени» [9, с. 11; 68].

Токообразующие реакции никель-кадмиевой системы представлены уравнениями 1.1-1.3. Никель-кадмиевые и никель-железные электрохимические системы весьма сходны между собой: основным их отличием является различный материал отрицательного электрода. Электролит, в качестве которого выступает в эксплуатируемых АБ водный раствор калия гидрат окиси с добавлением гидроокиси лития и едкого натра, в токообразующих реакциях не участвует. Активная масса положительного электрода также включает графит (20-40 мас.% к Ni), барий (1,7-2,7 мас.% к Ni) и кобальт (1,5 мас.% к Ni), может содержать сульфат-, хлорид-, нитрат-ионы (до 2 мас.% к Ni). Активная масса катода наряду с оксидом кадмия (II) содержит гидроксид никеля (II), двуокись марганца (IV) и индустриальное масло И8А (с содержанием серы не более 1 мас.%) [31, С.19-31; 46, С.204-205].

При разряде аккумулятора кадмий окисляется, а NiOOH – восстанавливается:



При заряде на электродах протекают обратные реакции. Суммарная реакция токообразующего процесса никель-кадмиевой электрохимической системы может быть представлена следующим уравнением:

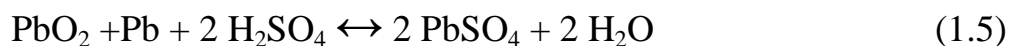


Суммарная реакция токообразующего процесса никель-железной электрохимической системы аналогична рассмотренной никель-кадмиевой:



Для никель-железных и никель-кадмиевых аккумуляторов характерны относительно широкий диапазон рабочих температур и сохранение работоспособности после глубоких разрядов.

В свинцово-кислотном аккумуляторе, в отличие от щелочных, электролит, в качестве которого выступает водный раствор серной кислоты, принимает участие в токообразующем процессе:



Следствием того, что электролит принимает непосредственное участие в токообразующих реакциях, является падение его плотности в процессе разряда, а, следовательно, и повышение температуры замерзания.

Активная масса заряженного отрицательного электрода кислотного аккумулятора состоит из свинцового порошка, к которому добавляют депассиваторы (BaSO_4) и органические вещества (гуминовые кислоты, лигносульфонат калия, карбоксиметилцеллюлоза и др.). Активная масса положительно заряженного электрода состоит из порошка диоксида свинца. Для

улучшения механических и литейных свойств в состав токоотводов обычно добавляют небольшое количество сурьмы [46, с. 199]. Для разделения положительных и отрицательных электродов применяют сепараторы: микропористые эбониты, поливинилхлорид и другие [46, с. 200].

Основными производителями АБ для железнодорожного транспорта являются ПАО «Завод автономных источников тока» (ПАО «Завод АИТ», г. Саратов, Россия), ЗАО «Трансэнерго» (г. Торговище, Болгария) и ЗАО «Великолукский завод щелочных аккумуляторов» (г. Великие Луки, Россия). В настоящее время поставка аккумуляторов для пассажирских вагонов локомотивной тяги осуществляется только этими предприятиями.

Абсолютным лидером по поставкам АБ является ПАО «Завод АИТ». Более половины АБ, закупаемых на сегодняшний день для пассажирских вагонов локомотивной тяги, произведено в Саратове. Завод является основным в России производителем щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов и батарей не только для железных дорог, но и для городского электротранспорта, метрополитена, узлов связи, речных и морских судов, нефтегазовой промышленности, аварийного энергообеспечения стационарных объектов [42]. При создании железнодорожных аккумуляторов заводом использовались технологии, применявшиеся ранее для изготовления изделий военной техники, а также специально разработанные новые технологические процессы, оборудование и оснастка. Действующая на заводе система менеджмента, разработанная в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2000 и переработанная в соответствии со стандартом ISO 9001:2008, получила сертификат Регистра Ллойда (Англия). На заводе организована линия по переработке щелочных аккумуляторов [95, 77].

Эксплуатируемые виды АБ подразделяются также на *обслуживаемые* (требуют доливки электролита и периодического проведения циклов полного заряда/разряда), *малообслуживаемые* (требуют доливки только дистиллированной воды, обслуживание производится без снятия АБ с вагона) и *необслуживаемые* (не требуют обслуживания в течение всего срока эксплуатации). Необслуживаемые АБ должны быть полностью герметичными, вследствие чего

выделение каких-либо вредных веществ в окружающую среду при их эксплуатации должно полностью исключаться. АБ такого типа считаются наиболее экологичными в своих группах, кроме того при их использовании практически полностью снимается вопрос защиты аккумуляторщиков от воздействия вредного химического фактора. В вагонах новой постройки применяют преимущественно АБ необслуживаемого типа [69, 2]. Методическими рекомендациями по обеспечению экологической безопасности пассажирских вагонов локомотивной тяги производства ОАО «ТВЗ», разработанными ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, замена и установка необслуживаемых АБ рассматривается как мера обеспечения экологической эффективности пассажирского подвижного состава [58, 2, 68]. На рисунке 1.3 представлен внешний вид необслуживаемой АБ свинцового типа.

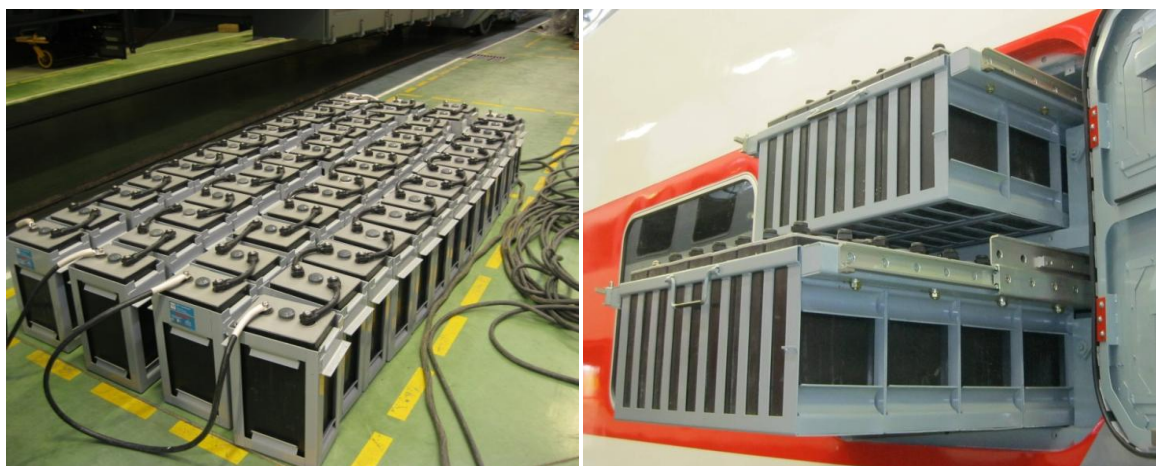


Рисунок 1.3 - Аккумуляторная батарея 56PzV-385P до и после установки на вагон

Основная масса используемых сегодня на пассажирском подвижном составе аккумуляторов (более 90 % от общего количества), представлена 21 наименованиями (Приложение 1), из них лишь 5 моделей относятся к категории необслуживаемых (KGL-140P, KGL-300P, KGL-300PK – ПАО «Завод автономных источников тока», PzV-300P, PzV-385P – ЗАО «Трансэнерго») [69].

Возможность герметизации АБ зависит от соотношения скоростей протекания основной токообразующей и вредных побочных реакций,

определяемого электрохимической природой ХИТ и его конструкцией [97, с. 8]. Для снижения газовыделения и соответственно потерь воды в свинцовых аккумуляторах применяют решетки с пониженным содержанием сурьмы, либо решетки из свинцово-кальциевого сплава, сплавы свинца с оловом. Стоит отметить, что АБ модифицированные таким образом очень чувствительны к глубоким разрядам.

Кроме того в свинцовых аккумуляторах применяют матричный (из стекловолокна) или желеобразный электролит, содержащий загустители: силикагель, алюмогель и др. Водород и кислород, выделяющиеся при заряде, в этом случае взаимодействуют на катализаторе с образованием воды, стекающей в электролит [46, с. 200]. Для подзаряда батарей в этом случае необходимо использовать зарядные устройства, которые обеспечивают нестабильность напряжения заряда не более $\pm 1\%$, так как в случае превышения величины зарядного напряжения, рекомендованной производителем, на 0,05 В, механизм рекомбинации не успевает работать, увеличивается температура внутри аккумулятора, скорость газовыделения увеличивается, что ведет к нарушению контакта активной массы электродов с электролитом, потере воды, высыханию аккумулятора, в результате чего батарея утрачивает работоспособность. Гелевые аккумуляторные батареи также критичны к температуре окружающей среды и разряду батареи большими токами. Еще одним недостатком гелевых аккумуляторов является чувствительность к низким температурам. [54]

С целью быстрой рекомбинации кислорода в никель-кадмиевых аккумуляторах немецкой фирмы «Норреске» используют дополнительные металловолокнистые электроды [125]. Также с целью рекомбинации кислорода и водорода, например, предлагается включать в конструкцию щелочных аккумуляторов дополнительные газовые (кислородные) электроды, выполненные из активированного угля и других материалов [73].

Абсолютная герметизация щелочных и кислотных аккумуляторов сегодня еще не может быть достигнута, так как полную рекомбинацию кислорода и водорода, которые выделяются в них при заряде и хранении, обеспечить нельзя.

Нельзя не сказать несколько слов о литий-ионных аккумуляторах (ЛИА) – наиболее энергоёмких и перспективных на сегодняшний день электрохимических системах. На железнодорожном транспорте России данные аккумуляторы пока не нашли своего применения в силу чувствительности к отрицательным температурам и высоким напряжениям, относительной дороговизны и пожароопасности. Однако в странах Европы с более мягким климатом ЛИА устанавливаются на пассажирский подвижной состав (например, ЛИА производства компании Saft – крупнейшего игрока на рынке промышленных АБ, используемые как для поддержания бесперебойной работы систем жизнеобеспечения составов с гибридным типом энергоснабжения, так и в системах использования энергии рекуперативного торможения [122]). В таких аккумуляторах в качестве анода преимущественно используется графит, а большинство катодных материалов представляют собой слоистые оксиды и фосфаты лития и одного или нескольких переходных металлов [75]. При заряде происходит интеркаляция лития в оксид (на положительном электроде) и деинтеркаляция лития из графита (на отрицательном электроде), при разряде процессы идут в обратном направлении. Во всей системе отсутствует металлический литий, а процессы разряда и заряда сводятся к переносу ионов лития с одного электрода на другой, система полностью замкнута и не производит каких-либо побочных продуктов.

Для обеспечения работоспособности ЛИА при отрицательных температурах сегодня предлагается внедрение в конструкцию аккумулятора или АБ на основе ЛИА температурного датчика и подогревателя. Недостатком данного способа является сложность и ненадежность конструкции. [74]

1.2 Характеристика технологического процесса обслуживания аккумуляторных батарей в условиях пассажирского вагонного депо

Аккумуляторные батареи требуют определенного обслуживания не только во время их непосредственной эксплуатации, но и в периоды их хранения и

длительного отстоя вагонов. Работы с АБ производятся при всех видах технического обслуживания (ТО), текущего (внепланового), капитального и деповского ремонта (КР и ДР) вагонов.

В процессе ремонта и технического обслуживания АБ и аккумуляторных ящиков задействованы такие профессии, как аккумуляторщики, стропальщики, столяры, маляры по ходовым частям, мастера электроцеха. Кроме того, к обслуживанию данных операций относятся мойщики-уборщики аккумуляторных отделений. В пути следования контроль состояния АБ проводит поездной электромеханик. [2]

Аккумуляторные отделения располагаются обычно в трех помещениях: в одном осуществляют разборку, мойку, ремонт и заливку аккумуляторов, в другом – их зарядку, в третьем готовят электролиты. Такая планировка позволяет механизировать процесс приготовления и заливки электролитов. В емкость для приготовления электролита со склада, чаще всего механическим путем с помощью насосов, подается кислота или щелочь, а затем вода. Рабочие места слива старого электролита оборудованы местной вытяжной вентиляцией [48, С. 53-54].

В работах [8, 41, 70, 109, 130] показано, что ресурс и рабочие характеристики АБ в значительной степени зависят от глубины разряда, режимов работы, зарядно-разрядных токов, соблюдения установленных температурных условий их эксплуатации, концентрации электролита. Различные типы АБ требуют различных алгоритмов заряда и его завершения по достижении определенного уровня. В общем, для всех типов АБ можно отметить, что при увеличении как зарядного, так и разрядного токов повышается и скорость старения батареи. Можно отметить также, что более высокая температура требует более низкого значения напряжения, а понижение температуры, окружающей среды требует более высокого уровня зарядного тока. Вследствие неправильной установки режима заряда зимой батарея может остаться недозаряжена, а летом перезаряжена, что приводит к избыточному газовыделению и сокращает срок службы АБ [70]. Расхождение параметров отдельных аккумуляторных ячеек

является причиной отличия необходимого времени для их заряда, чем обусловлена необходимость контроля состояния отдельных аккумуляторов [41].

Можно с уверенностью говорить о том, что эксплуатационные параметры АБ, в том числе и срок службы, в значительной мере определяются качеством технического обслуживания и ремонта. Качество обслуживания АБ зависит от квалификации персонала и условий, в которых работники выполняют свои должностные обязанности.

Все операции обслуживания АБ и их периодичность регламентированы отраслевыми стандартами и нормативами (таблица 1.1) [84, 89-92], что обеспечивает высокую гомогенность процессов обслуживания независимо от места проведения ТО или ремонта.

Таблица 1.1 - Система отраслевых стандартов обслуживания и ремонта АБ пассажирских вагонов локомотивной тяги

№ п/п	Документ	Содержание
<i>Периодичность и сроки технического обслуживания и ремонтов вагонов</i>		
1	Приказ МПС РФ от 04.04.1997 № 9Ц (ред. от 13.01.2011) «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов»	Регламентирует цели, периодичность, сроки и места проведения всех видов технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов.
<i>Содержание работ по видам технического обслуживания и ремонтов вагонов</i>		
2	Руководство № 023 ПКБ ЦЛ-2010 РЭ «Вагоны пассажирские. Руководство по техническому обслуживанию и текущему ремонту»	Устанавливает технические требования к объему работ, выполняемых при техническом обслуживании ТО-1, ТО-2 и ТО-3 пассажирских вагонов, допустимые нормы износа основных узлов и деталей вагонов в эксплуатации. При описании объема и норм выполнения операций обслуживания АБ в Руководстве учтены требования, предъявляемые производителями ко всем типам АБ, однако порядок технического обслуживания описан только для обслуживаемых АБ. Представлены технические характеристики наиболее распространенных моделей кислотных и щелочных АБ.
3	Руководство № 055 ПКБ ЦЛ-2010 РД «Вагоны пассажирские. Руководство по деповскому ремонту (ДР)»	Устанавливает технические требования к объему работ, выполняемых при деповском ремонте, и указывает допускаемые нормы износа узлов и деталей. Документ не содержит указаний о порядке и объемах выполняемых работ по ремонту и обслуживанию АБ, а содержит лишь ссылки на иные руководящие

Продолжение табл. 1.1

		документы. Представлены технические характеристики наиболее распространенных моделей кислотных и щелочных АБ.
4	Руководства по ремонту № 030 ПКБ ЦЛ-03 РК «Электрическое оборудование пассажирских вагонов»	Устанавливает требования на ремонт электрического оборудования пассажирских вагонов. Касательно ремонта АБ устанавливает требования по объему и порядку работ при ремонте АБ, подвагонных аккумуляторных ящиков, элементов крепления, а также необходимые меры безопасности. Предусматривает вывод из эксплуатации батареи модели ВНЖ-300.
5	Руководство № 056 ПКБ ЦЛ-2010 РК «Вагоны пассажирские. Руководство по капитальному ремонту (КР-1)»	Устанавливает технические требования к объему работ, выполняемых при КР-1, указывает допускаемые нормы износа узлов и деталей. Регламентирует необходимость проведения ремонта АБ: работы проводятся в зависимости от технического состояния оборудования. Устанавливает послерементный срок эксплуатации элементов АБ.
5	Руководство № 049 ПКБ ЦЛ-07 РК «Вагоны пассажирские цельнометаллические. Руководство по капитальному ремонту (КР-2)»	Устанавливает технические требования к объему работ, выполняемых при КР-2, указывает допускаемые нормы износа узлов и деталей. Регламентирует необходимость проведения ремонта АБ: работы проводятся в зависимости от технического состояния оборудования. Устанавливает послерементный срок эксплуатации элементов АБ.
<i>Требования к эксплуатации и обслуживанию АБ</i>		
6	Руководства по эксплуатации АБ	Содержат технические данные АБ, сведения о конструкции и комплектности, указания по мерам безопасности при их обслуживании, сведения о приведении в действие и правилах эксплуатации, транспортированию, хранению и утилизации.
<i>Операции обслуживания и ремонта АБ</i>		
7	Карты технологического процесса, маршрутные и операционные карты	Содержат подробное описание процесса выполнения технологических операций обслуживания АБ, требования к наличию оборудования, местам проведения обслуживания и категории обслуживающего персонала.
8	Технико-нормировочные карты	Содержат подробное описание процесса выполнения технологических операций обслуживания АБ, типовые нормы времени их выполнения.

Проведенный анализ нормативной документации показал, что в настоящее время работы связанные с эксплуатацией малообслуживаемых и необслуживаемых АБ регламентированы недостаточно – нет четких требований к объему и порядку проведения работ по их содержанию в условиях сложившейся системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов, а типовые нормы времени на ремонт АБ не пересматривались более 20 лет.

В таблице 1.2 представлены операции обслуживания АБ и необходимость их проведения в зависимости от вида обслуживания и типа АБ.

Таблица 1.2 - Операции обслуживания АБ при ТО-1, ТО-2, ТО-3

Операции обслуживания	Тип аккумуляторной батареи								
	Обслуживаемая			Малообслуживаемая			Необслуживаемая		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-1	ТО-2	ТО-3
визуальный осмотр аккумуляторных ящиков	+	+	+	+	+	+	+	+	+
очистка аккумуляторных ящиков, дефлекторов и т.д.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ремонт аккумуляторных ящиков и элементов крепления, затяжка гаек	+	+	+	+	+	+	+	+	+
проверка целостности аккумуляторов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
проверка напряжения аккумулятора	+	+	+	+	+	+	+	+	+
проверка надежности заземления и сопротивления изоляции	+	+	+	+	+	+	+	+	+
проверка уровня заливки и плотности электролита	+	+	+	+	+	+	-	-	-
проведение контроля содержания карбонатов в электролите	-	-	+	-	-	+	-	-	-
приготовление электролита	+	+	+	-	-	-	-	-	-
долив электролита	+	+	+	-	-	-	-	-	-
долив дистиллированной воды	+	+	+	+	+	+	-	-	-
заряд АБ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
проведение тренировочных и контрольных зарядно-разрядных циклов	при необходимости								
замена неисправных элементов	при необходимости								

Общая технологическая схема ремонта АБ представлена на рисунке 1.4. При всех видах ДР и КР вагона решение о необходимости проведения ремонта АБ принимают в зависимости от ее технического состояния. При проведении ремонта необслуживаемых АБ работы по замене электролита, корректировке его уровня и плотности не производятся.

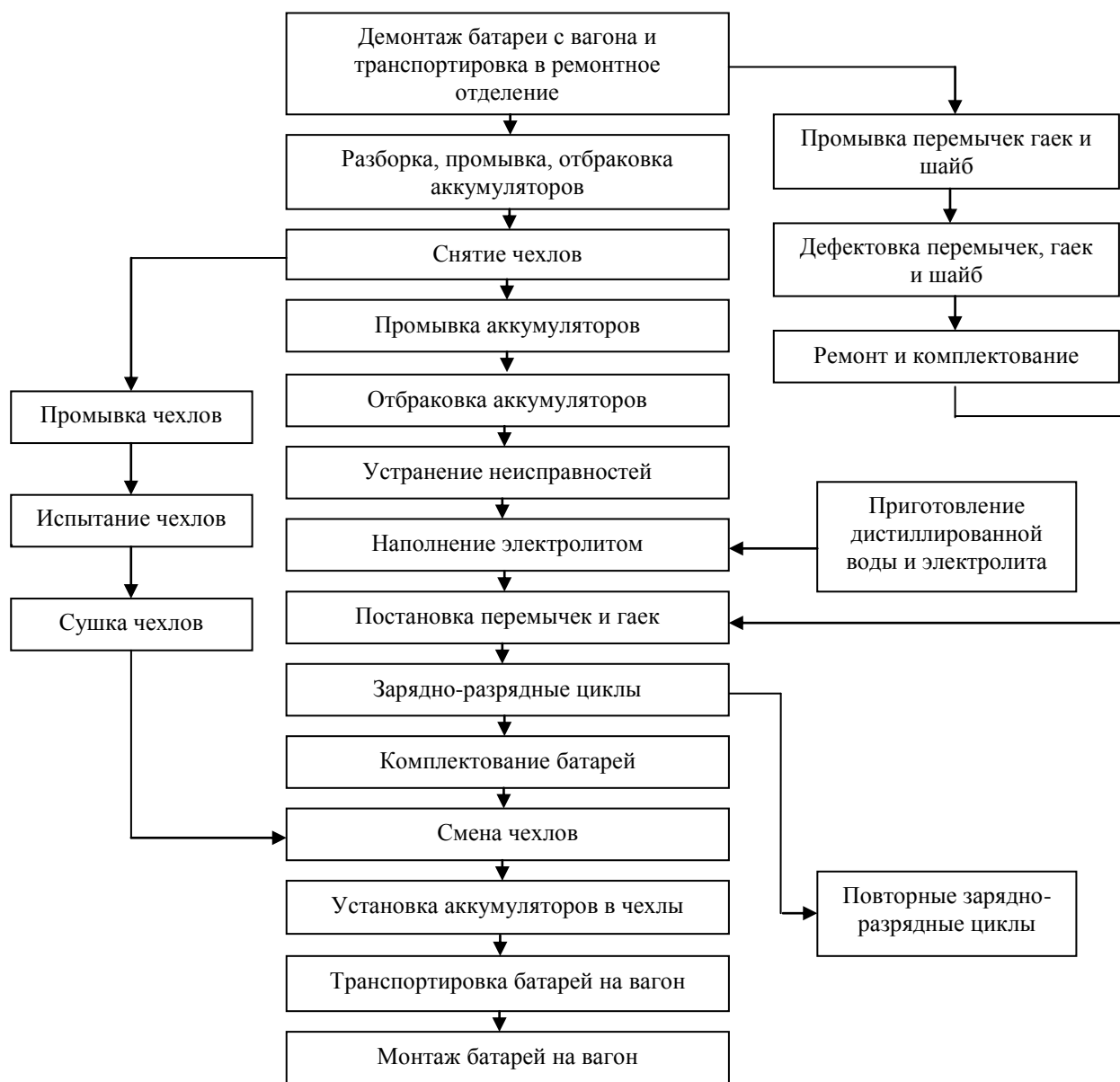


Рисунок 1.4 - Общая технологическая схема ремонта обслуживаемых аккумуляторных батарей

Кроме представленных на рисунке 1.4 операций ремонт АБ сопровождается проведением таких вспомогательных операций, как разряд АБ на вагоне,

транспортировка батарей (установка АБ на транспортную тележку и электропогрузчик, доставка АБ в отделение для ремонта и обратно к вагону, подвоз аккумуляторов к моечной машине, к зарядному стеллажу), ремонт подвагонных аккумуляторных ящиков и элементов крепления.

К вспомогательным операциям обслуживания и ремонта АБ также можно отнести:

- мойку и уборки аккумуляторного отделения;
- нейтрализацию электролита;
- транспортировку и хранение растворов кислот и щелочей;
- обслуживание технологического оборудования.

Наиболее значимые в плане возможного неблагоприятного воздействия на человека остаются операции разборки, мойки, зарядки аккумуляторов, при этом возможен контакт аккумуляторщиков с рабочими растворами, содержащими щелочь или кислоту. С.В. Суворов и Р.Я. Штеренгарц выделяют следующие виды профессиональных опасностей при выполнении работ по обслуживанию и ремонту АБ: возможность поражения кожи, глаз и дыхательных путей электролитами и их парами, образование взрывоопасной смеси водорода с воздухом. В связи с этим, процессы слива старого и приготовления нового электролита, мойки, заливки и зарядки должны проводиться в помещениях, оборудованных местной вытяжной вентиляцией. Общеобменная вентиляция должна быть отдельной для кислотных и щелочных аккумуляторных помещений [48, с. 53].

На основании анализа компонентного состава эксплуатируемых на пассажирском подвижном составе видов АБ (смотри п. 1.1) можно выделить следующие вещества, способные переходить в окружающую среду в процессе эксплуатации и обслуживания аккумуляторов в количествах превышающих следовые и способных тем самым оказать воздействие на здоровье человека:

- никель и его соединения;
- кадмий и его соединения;
- свинец и его соединения;

- гидроксид калия;
- гидроксид лития;
- гидроксид натрия;
- серная кислота.

При заряде аккумуляторов в воздух рабочей зоны могут также поступать следующие вещества: оксиды серы (IV, VI), хлористый водород, сурьмянистый водород (стибин), мышьяковистый водород (арсин).

Стибин в кислотных аккумуляторах образуется в результате взаимодействия атомарного водорода с металлической сурьмой, которая присутствует на отрицательном электроде и как составная часть решетки. В воздухе помещения он постепенно (в течение десятков часов) разлагается до сурьмянистого ангидрида – белого кристаллического порошка. В результате реакции между мышьяком, содержащимся в свинцовых пластинах и электролите, и серной кислотой образуется в небольшом количестве мышьяковистый водород. Образование сернистого ангидрида происходит в результате взаимодействия серной кислоты и водорода, выделяющегося в процессе заряда кислотных аккумуляторов. Содержание данных веществ в воздухе рабочей зоны, согласно имеющимся данным, не велико. Так, например, содержание сернистого ангидрида в воздухе аккумуляторной не превышает 1/80 содержания серной кислоты [106, С. 5-7].

Предполагается, что основная часть загрязнителей переходит в воздух рабочей зоны при выделении водорода и кислорода в процессе электролиза воды во время заряда АБ. Образующиеся газы всплывают в виде пузырьков и лопаются на поверхности электролита. При этом мельчайшие капельки электролита, содержащие примеси металлов, попадают в воздух, образуя аэрозоль.

Наиболее активно процесс газовой выделению протекает во время заряда АБ. «Кипение» электролита, при котором газовой выделение становится особенно интенсивным, может начинаться по достижении 60 % номинального напряжения и усиливается по мере приближения к окончанию заряда. Однако, в той или иной степени электролиз воды происходит во всех состояниях АБ: во время заряда,

подзаряда, разряда и бездействия. В необслуживаемых моделях газовыделение происходит гораздо медленнее за счет рекомбинации кислорода и водорода. [2]

Существует несколько видов заряда АБ: заряд при постоянном токе, заряд при постоянном напряжении и заряд комбинированным способом.

Заряд батарей при постоянном токе проводят при неизменном значении тока заряда в течение всего режима. Этого достигают изменением напряжения источника тока или применением автоматических регуляторов тока. В качестве таких источников используют электромашинные и статические преобразователи. Перед зарядом АБ одного и того же типа подбирают в группы, причем в каждой группе их соединяют последовательно. Число АБ в каждой группе, заряжаемых одновременно, зависит от типа батарей, напряжения и мощности зарядного источника, а также от возможности зарядно-распределительного устройства. Режим заряда может быть одно- и многоступенчатым. Значение тока заряда определяет номинальная емкость АБ. Основное достоинство заряда при постоянном токе – возможность заряда батарей до полной номинальной емкости, основные недостатки – обильное газовыделение и опасность перезаряда АБ и герметичных аккумуляторов.

Заряд батарей при постоянном напряжении источника электроэнергии характерен тем, что напряжение источника электроэнергии поддерживают в течение всего времени заряда, а ток заряда при этом постепенно снижается. Положительными особенностями заряда батарей при постоянном зарядном напряжении по сравнению с зарядом при постоянном токе являются: отсутствие необходимости регулировки, контроля значения тока заряда и применения зарядно-распределительного устройства, отсутствие обильного газовыделения и перезаряда батарей. Основные недостатки: степень заряженности при принятых уровнях напряжения может достигнуть только 95-97 % номинальной емкости; неравномерность загрузки зарядного источника вследствие значительного снижения зарядного тока к концу заряда.

Заряд батарей комбинированным способом отличается от ранее рассмотренных тем, что вначале батареи заряжают постоянным по значению

током заряда, а потом при постоянном напряжении. При данном способе заряд батарей проводят стабилизированным током до достижения на каждом аккумуляторе напряжения 2,15-2,40 В в зависимости от типа АБ. При таком напряжении начинается газовыделение. Далее переходят на режим заряда при постоянном напряжении. [6]

К вредным производственным веществам, используемым при ремонте аккумуляторов, относятся следующие материалы:

- Бария гидрат окиси (используется при регенерации электролита);
- Клей резиновый (при ремонте резиновых чехлов);
- Смазка ПВГ (при смазке петель аккумуляторных ящиков);
- Масло АКОР-1 (при смазке металлических деталей АБ при подготовке к хранению);
- Ацетон, эмали и лаки кислотостойкие (при окраске аккумуляторных ящиков).

Работа с АБ должна производиться с соблюдением мер безопасности, установленных «Правилами устройства электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». К работе с АБ должны допускаться лица, прошедшие специальную подготовку и изучившие технические описания и инструкции по эксплуатации. Приготовление и заливку электролита необходимо производить в резиновых перчатках, защитных очках, в специальной одежде с длинными рукавами. Запрещается устанавливать батареи вблизи нагревательных приборов и пользоваться открытым огнем на расстоянии менее 2 м. Заряд аккумуляторов следует производить в хорошо вентилируемом помещении. Монтаж и демонтаж аккумуляторов необходимо проводить не ранее чем через 2 часа после окончания заряда.

Стоит отметить, что количество электролита и его компонентов, переходящих в окружающую среду при заряде аккумуляторов, нормируется как при разработке мероприятий по охране труда и проектировании систем вентиляции аккумуляторных отделений, так и при оценке воздействия

предприятия на окружающую природную среду. Расчет количества вредных веществ, как правило, проводят по Методике, разработанной и утвержденной в 1998 г. Министерством транспорта для автотранспортных предприятий [56]. Учитывается и работа персонала аккумуляторных отделений с названными выше вредными производственными материалами. При этом количество ТМ в аккумуляторных отделениях никак не нормируется.

1.3 Загрязнение окружающей среды при эксплуатации и утилизации аккумуляторных батарей

Существенное загрязнение тяжелыми металлами полосы отвода железных дорог отмечено проведенными ранее исследованиями [34]. Установлено, что источником загрязнения наряду с прочими служит процесс парения электролитов аккумуляторов подвижного состава.

На базе ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора были проведены исследования отработанного щебня мелкой фракции (отсева) на содержание тяжелых металлов. Образцы проб для исследований были отобраны на участках: пл. Красный строитель; перегон Дягилево–Рыбное; перегон Бородино–Уваровка. Допустимые уровни содержания тяжелых металлов, с которыми проводилось сравнение, были определены в соответствии с нормативами, регламентирующим предельно допустимые концентрации в почвах населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения и т.д. Результаты представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Результаты оценки содержания тяжелых металлов в отсева

Опреде-ляемые пока-затели	Результаты исследований (N, мг/кг)			Характеристика погрешности (Δ)	ПДК (С, мг/кг)	N/C		
	пл. Красный строитель	перегон Дягилево -Рыбное	перегон Бородино -Уваровка			пл. Красный строитель	перегон Дягилево -Рыбное	перегон Бородино -Уваровка
Свинец (Pb)	7,8	14,5	11,2	± 0,4	6	1,30	2,42	1,87
Кадмий (Cd)	0,15	6,82	4,07	± 0,01	2	0,08	3,41	2,04
Никель (Ni)	4,2	12,9	7,09	± 0,2	4	1,05	3,23	1,77

Полученные результаты показали превышение допустимых концентраций по всем исследуемым показателям. Наибольшее загрязнение балластного слоя отмечено на перегоне Дягилево–Рыбное. Уровень содержания свинца превышает установленную ПДК в 2,42, кадмия – в 3,41, никеля – в 3,23 раза.

Полученные данные подтверждают, что в процессе эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта, в том числе и вследствие эксплуатации АБ, происходит значительное загрязнение почвы ТМ. Почва, в свою очередь, являясь составной частью биосферы, не только накапливает загрязняющие вещества, но и выступает как переносчик загрязнения в атмосферу, гидросферу, в биомассу растений и пищевые цепи. При прохождении железной дороги в зоне водосборного бассейна с ливневыми стоками тяжелые металлы попадают в водоем. Загрязнение атмосферы происходит при прохождении поезда вследствие массопереноса за счет формируемых составом воздушных потоков. Таким образом, происходит распространение пылевых частиц, загрязнение городских почв, в том числе и жилых территорий [111, 3].

Еще одним важным аспектом использования АБ является их утилизация [3]. Отработанные АБ содержат значительные объемы никеля, кадмия, свинца и электролита. Массы цветных металлов и других компонентов, содержащихся в некоторых АБ, представлены в таблицах 1.4-1.5 [69].

Таблица 1.4 - Масса цветных металлов в щелочных аккумуляторах KL300P в различном исполнении

Компонент	Тип батареи			
	Батарея 90KL300P			Батарея 90KL300PK
	Вагоны мод. 61-4179, 61-4440	Вагоны мод. 61-4441 – 61-4444	Вагоны «Днепрвагонремстрой»	
Медь (перемычки), кг	0,07	0,1	0,12	0,09
Никель, кг	0,91	0,91	0,91	0,91
Кадмий, кг	1,32	1,32	1,32	1,32

Таблица 1.5 - Масса компонентов в свинцовых аккумуляторах

Компонент	Тип батареи		
	PzV-300P	PzV-385P	PzS(M)-350P
Свинцовые окислы и свинцовые сплавы, кг	16,7	23,5	17,5
Пластмассовые и резиновые детали, кг	1,2	1,5	1,3
Сталь, кг	0,2	0,2	0,2

В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [96] АБ относятся к отходам II класса опасности (высоко опасные). АБ должны собираться и отправляться на переработку на специализированные предприятия. Современные технологии переработки позволяют значительно снизить загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, однако все же являются далеко не безотходными. Кроме того, остро встает вопрос обеспечения безопасных условий труда на таких предприятиях, правильного и экологически безопасного сбора и хранения отработанных АБ, контроля над правильной утилизацией АБ и электролита [69].

В приложении 2 представлена схема технологического процесса переработки кадмий- и никельсодержащих отходов АБ, реализованная на ПАО «Завод автономных источников тока». В результате побочными продуктами переработки аккумуляторов, подлежащими утилизации являются следующие виды опасных отходов: сополимер полипропилена загрязненный электролитом, осадок нейтрализации сернокислотного электролита, щелочи аккумуляторные отработанные, свинец-, никель-, кадмийсодержащие отходы (отходы ребер электродов, ламельная лента), нерастворимый остаток переработки аккумуляторов (графит и др.). Предложенная схема позволяет вернуть во вторичное производство не более половины массы выведенных из эксплуатации АБ.

Современные технологии переработки отходов свинцовых аккумуляторов позволяют вернуть во вторичное использование до 85 % массы отработанных АБ, не считая массы электролитов. Схема переработки свинцовых АБ следующая. Поступающие АБ подаются с подвозящих их грузовых автомобилей в колодец. Частично выливающийся в процессе разгрузки электролит поступает в

подходящий сборный отстойник. Далее АБ подвергаются предварительному дроблению. Полученный материал подается по вибрационному желобу, над которым находится магнитный сепаратор, захватывающий и удаляющий металлические частицы, чтобы не повредить вторую дробилку. Первое разделение компонентов раздробленных АБ проводится в виброгрохоте, в котором они классифицируются при распылении воды. Самые мелкие частицы свинца, сульфат свинца и различные оксиды свинца отделяются подаваемой водой и сбрасываются в подходящий резервуар для концентрирования. Шлам свинцовых пластин, накапливающийся в резервуаре для концентрирования, отбирается ковшовым скребком, установленным на дне резервуара, и сбрасывается в специальный резервуар реактора, в котором при добавлении раствора карбоната натрия и некоторого количества каустической соды происходит реакция с образованием пасты с низким содержанием серы. После окончания реакций полученный шлак перекачивается в фильтрпресс, в котором получают свинцовую пасту с низким содержанием влаги. Фракцию обломков большого размера, отделенных от свинцовой пасты, сбрасывают в гидродинамический сепаратор, в котором ее разделяют на потоки свинца, тяжелых и легких пластиков. Фракция свинца и свинцовая паста, выделенная в описанных выше секциях, подается в бункер с ленточным конвейером регулируемой скорости подачи, предназначенным для загрузки материала во вращающуюся печь. В процессе плавления при разных температурах и с добавками углерода и железа получают следующие вещества: сульфиды свинца и железа, свинец и диоксид углерода, оксиды свинца и хлорид натрия. Далее производят рафинирование и литье свинца.

Отработанный электролит АБ нейтрализуется с последующим сбросом в стоки или регенерируется для повторного использования. Нейтрализация сернокислого электролита производится пищевой содой (NaHCO_3), кальцинированной содой (Na_2CO_3), каустической содой (NaOH), известью (CaCO_3), гидроксидом кальция (Ca(OH)_2). Продуктами нейтрализации сернокислого электролита являются сульфаты натрия (Na_2SO_4) или кальция (CaSO_4), а также вода и углекислый газ. Щелочной электролит нейтрализуется

преимущественно раствором борной кислоты (H_3BO_3). Регенерация щелочных электролитов производится гидроокисью бария ($Ba(OH)_2$) или окисью кальция (CaO) [72]. На предприятиях железнодорожного транспорта осуществляется взаимная нейтрализация кислотных и щелочных электролитов, слитых из АБ в соответствии с утвержденной инструкцией.

Таким образом, удельное количество отходов, подлежащих захоронению при эксплуатации того или иного вида АБ, зависит от массы АБ, срока ее службы и типа АБ и способа переработки.

Выводы по главе 1

1. В устройстве пассажирского вагона локомотивной тяги АБ питает системы жизнеобеспечения, а также устройства непосредственно связанные с безопасностью, что делает ее важнейшим и незаменимым элементом электрооборудования вагона.

2. В оборудовании пассажирского вагонного парка России используются щелочные никель-железные, щелочные никель-кадмиевые и свинцово-кислотные АБ емкостью до 400 А·ч обслуживаемых, малообслуживаемых и необслуживаемых типов. На сегодняшний день на рынке автономных источников тока данные электрохимические системы являются единственными соответствующими требованиям, предъявляемым к АБ отечественным вагоностроением, в том числе и требованию работы при отрицательных температурах до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Проведенный анализ нормативной документации показал, что в настоящее время работы связанные с эксплуатацией малообслуживаемых и необслуживаемых АБ регламентированы недостаточно.

4. Количество, частота и технология выполнения обслуживания и ремонта АБ зависят от типа аккумуляторов (обслуживаемый, малообслуживаемый или необслуживаемый).

5. В процессе эксплуатации и обслуживания аккумуляторов в окружающую среду переходят ЗВ: никель, кадмий, свинец и их неорганические соединения, едкие щелочи (NaOH, KOH, LiOH) и серная кислота.

6. Наиболее активно процесс газовыделения, сопровождающийся переносом ЗВ в окружающую среду, протекает во время заряда АБ по достижении 60 % номинального напряжения и усиливается по мере приближения к окончанию заряда. Однако, в той или иной степени газовыделение и перенос ЗВ в окружающую среду происходит во всех состояниях АБ: во время заряда, подзаряда, разряда и бездействия. В необслуживаемых моделях газовыделение происходит гораздо медленнее за счет рекомбинации кислорода и водорода.

7. Период, сопровождающийся наиболее интенсивным электролизом воды, минимален при заряде аккумуляторов высоким напряжением.

8. Основными экологическими аспектами эксплуатации АБ на пассажирском подвижном составе являются загрязнение полосы отвода никелем, кадмием и свинцом и образование отходов 2 класса опасности при выведении отработанных АБ из эксплуатации.

9. Современные технологии переработки позволяют вернуть во вторичное использование до 85 % массы отработанных АБ и сопряжены с вредными для здоровья человека технологическими процессами.

Глава 2. ТОКСИЧНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ, ПЕРЕХОДЯЩИХ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СРЕДУ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Выделенные в п. 1.2 химические вещества, переходящие в рабочую среду аккумуляторного отделения, относятся к высокотоксичным металлам и соединениям и представляют потенциальную угрозу для здоровья работников.

Тяжелые металлы (ТМ) могут накапливаться в отдельных органах и тканях и включаться в процесс обменно-физиологических реакций. Рассматриваемые тяжелые металлы отмечены в списке наиболее опасных для человека веществ, утвержденном ООН [45, с. 21].

При ингаляционном поступлении ТМ в организм человека в виде аэрозолей, характерном для условий производства, степень их проникновения зависит от размеров, формы частиц и их заряда. Частицы размером более 10 мкм оседают полностью в носоглотке, а диаметром больше 2 мкм, но меньше 10 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях, размером менее 2 мкм оседают в альвеолярной области [37]. Процент задержки аэрозолей соединений металлов может колебаться в широких пределах. Чем меньше размер частицы, тем больше ее удельная площадь, дисперсность аэрозоля и тем больше степень токсичности металла [4].

2.1 Никель и его неорганические соединения

Все виды никельсодержащих аэрозолей, встречающиеся в производстве, отличаются высокой степенью дисперсности (размеры частиц менее 1 мкм). Вследствие этого они, как правило, отличаются большой глубиной проникновения в дыхательные пути и высокой степенью воздействия на организм.

Никель и его соединения относятся к высокотоксичным и опасным веществам общетоксического действия, вызывают острые и хронические отравления. Доказаны канцерогенное (наиболее распространены рак носа,

придаточных полостей, легких, желудка) [40, 10, 127, 108, 93], мутагенное [40, 76, 108], тератогенное [40], аллергенное [40, 10] действие никеля и его соединений. Международным агентством по изучению рака (МАИР) никель и его соединения отнесены к 1 категории канцерогенной активности по отношению к человеку – веществам, канцерогенные свойства которых подтверждены научными исследованиями и имеются свидетельства их канцерогенного действия [127]. Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. N 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» острые и хронические отравления никелем отнесены к профессиональным заболеваниям (проявления: острое отравление – литейная лихорадка, острый ринит, острый фарингит, острый ларингит; хроническая интоксикация – хронический бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких, пневмосклероз, эрозии, перфорации носовой перегородки) [82].

Токсические свойства никеля, как и многих металлов, зависят от физической формы его соединений и физико-химических свойств. Степень растворимости химических веществ, как правило, коррелирует со степенью их воздействия на организм. Гидроокиси, хлориды и сульфаты никеля обладают большей растворимостью в воде, чем окиси. Как следствие острая токсичность окислов никеля примерно в 30 раз ниже токсичности его солей.

Никель накапливается практически во всех тканях организма. Наиболее интенсивное накопление отмечено в хорошо кровоснабжаемых и насыщенных митохондриями органах, отличающихся активностью биохимических процессов: железы внутренней секреции, печень, почки [40, С. 306-307], проявляется тропность никеля к легочной ткани, никель активно поражает ее [10, с. 549]. По имеющимся данным никель активизирует или угнетает ряд ферментов (аргиназу, карбоксилазу, 5-нуклеозидфосфатазы и др.), влияет на дефосфорилирование аминотрифосфата. Отмечено влияние никеля на кроветворение, углеводный обмен [10, с. 545].

Острое токсическое действие аэрозоля никеля характеризуется одышкой, понижением аппетита, болями в желудке, вегетативными расстройствами, понижением артериального давления.

Хроническая интоксикация соединениями никеля приводит к заболеваниям носоглотки, легких, аллергических поражений в виде дерматитов и экзем [40, 10, 98, 50]. Также установлена связь воздействия соединений никеля на организм с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, сердечной мышцы, печени, почек, селезенки, щитовидной железы [100; 10, С. 546-548]. У женщин-работниц никелевых комбинатов регистрируется повышенный процент спонтанных аборт [40, с. 307].

В производстве аккумуляторных батарей при содержании в исходном продукте 72 % никеля выявлено отсутствие или снижение обоняния при концентрации никеля в воздухе 16-560 мг/м³. При 10-70 мг/м³ (в воздухе еще и Cd) и стаже 8 лет и более – появление белка в моче. При стаже 8-10 лет 84 % рабочих жаловались на головные боли, головокружение, раздражительность, понижение аппетита, эпигастральные боли, одышку. Часто наблюдались снижение кровяного давления, функциональные нарушения центральной нервной системы, гипо- и анацидные гастриты, нарушения антитоксической и протромбинообразовательной функции печени, тенденция к лейкопении, лимфо- и моноцитозу. Сходные изменения обнаружены у рабочих производства щелочных аккумуляторов при получении массы, содержащей Ni(OH)₂ и NiSO₄ [10, с. 547].

В ранее проведенных исследованиях также отмечена связь повышения содержания никеля в атмосферном воздухе с изменениями в периферической крови у населения, анемией, ретикулоцитозом, снижением кислотности желудочного сока [10, с. 547].

Экскреция никеля медленная, основной путь – кишечник. С мочой выводится до 10 % металлического никеля и его солей, выводимого кишечником [40, с. 307].

В таблице 2.1 представлена общая токсикологическая характеристика никеля [67]. В качестве гигиенических нормативов в таблице даны предельно допустимые значения, установленные ГН 2.1.6.1338-03 (максимально-разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха населенных мест) и ГН 2.2.5.1313-03 (максимально-разовые и среднесменные предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны) [11, 12].

Таблица 2.1 - Токсикологическая характеристика никеля

№ п/п	Характеристика	Значение				
		ПДК _{м.р.}	ПДК _{с.с.}	ПДК _{р.з.} (м.р.)	ПДК _{р.з.} (с.с.)	Класс опасности (раб. зоны)
1.	Гигиенические нормативы	мг/м ³				
	<i>никель</i>	-	0,001	0,05	-	
	<i>никель оксид (в пересчете на никель)</i>	-	0,001	0,05	-	
	<i>никель растворимые соли (в пересчете на никель)</i>	0,002	0,0002	0,005	-	
	<i>никель сульфат (в пересчете на никель)</i>	0,002	0,001	0,005	-	
	<i>никель хром гексагидрофосфат гидрат (в пересчете на никель)</i>	-	-	0,005	-	
	<i>гептаникель гексасульфид</i>	-	-	0,15	0,05	
2.	Смертельная доза	ЛД ₅₀ : для крыс-самцов NiCl ₂ – 105 мг/кг, для крыс-самок NiCl ₂ – 129 мг/кг (по Ni при введении в желудок)				
3.	Пути поступления	ингаляционный, пероральный, кожный				
4.	Экскреция	медленная, период полувыведения 350 сут.				
5.	Кумулятивный эффект	+				
6.	Мутагенный эффект	+				
7.	Канцерогенный эффект	+				
8.	Гонадотоксическое действие	нет данных				

2.2 Кадмий и его неорганические соединения

Соединения кадмия относятся к высокотоксичным веществам, действующим на многие системы организма, металлический кадмий при этом не оказывает вредного воздействия на организм. Доказаны канцерогенное (в первую очередь рак легких, почек, предстательной и поджелудочной железы) [40, 117, 47,

105, 93] и тератогенное [40, 47] действие соединений кадмия. В ряде работ отмечены мутагенные свойства соединений кадмия [117, 47]. По данным МАИР кадмий и его соединения отнесены к 1 категории канцерогенной активности [117]. Острые и хронические отравления кадмием отнесены к профессиональным заболеваниям (проявления: острое отравление – острый трахеит, острый бронхит, острый токсический бронхиолит, отек легкого, токсическая пневмония, токсическая нефропатия, острый токсический гепатит; хроническая интоксикация – эрозия носовой перегородки, хронический бронхит, пневмофиброз, эмфизема легких, хроническая токсическая нефропатия, хронический токсический гепатит, токсическая остеопатия) [82].

Кадмий распределяется по всем тканям организма, наиболее интенсивное накопление отмечено в печени и почках, костной ткани, железах внутренней секреции [40, с. 203; 10, с. 381, 108]. Токсичность соединений кадмия зависит от их растворимости. Наибольшей токсичностью обладают окись и серноокислая, хлористая, азотноокислая, йодистая соли кадмия, наименее токсичны сернистый кадмий, сульфоселенид кадмия, теллуристый кадмий. Кадмий относится к тиоловым ядам, оказывает ингибирующее действие на активность тиоловых ферментов энергетического обмена: СДГ, ЛДГ, АТФазы. Кадмий может изменять метаболизм таких элементов, как цинк, железо, марганец, медь, селен. При недостаточном содержании в организме этих элементов, а также витамина D и белка токсичность кадмия и скорость его накопления в организме возрастают [40, С. 202-203; 47].

Острые производственные отравления кадмием редки, могут сопровождаться раздражением слизистых оболочек дыхательных путей, головными болями, слабостью, сладким привкусом во рту, тошнотой, болью в подложечной области [10, с. 378].

Эти же симптомы наряду со снижением обоняния, хроническим насморком, желтоватым окрашиванием десен, болями в желудке могут являться ранними симптомами хронического отравления кадмием [10, с. 379; 40, с. 203]. Хроническая интоксикация соединениями кадмия приводит к заболеваниям

почек, костной ткани, легких, печени, нервной системы, крови, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, поражениям эндокринных органов, нарушениям обмена кальция и изменения содержания SH-групп [40, с. 203; 10, с. 379; 47; 105; 108, с. 55]. Установлен синергизм между нагрузкой организма кадмием и диабетом [40, с. 203]. Важной формой поражения кадмием у человека является кадмиевая остеопорозия (болезнь итай-итай). Болезнь проявляется болями в суставах, множественными переломами костей, повышением артериального давления, развитием нефротического синдрома [105].

Имеются данные, что основными жалобами работников, занятых на изготовлении сухих щелочных аккумуляторов и имеющих большой стаж работы, являлись быстрая утомляемость, нервозность, повышенная жажда, одышка. Содержание кадмия в воздухе (в виде мелкодисперсной пыли) при этом составляло от 3 до 900 мг/м³ [10, с. 380].

Выделяется кадмий из организма медленно, главным образом через желудочно-кишечный тракт, с мочой [10, с. 381].

Общая токсикологическая характеристика кадмия представлена в таблице 2.2 [67, 7].

2.3 Свинец и его неорганические соединения

Свинец и его соединения относятся к умеренно токсичным веществам общетоксического действия, вызывают острые и хронические отравления. Доказано тератогенное [40, 10, 71, 57, 118] действие свинца и его соединений. Имеются исследования, указывающие на его канцерогенные [121] и мутагенные [35] свойства, однако окончательно данные эффекты воздействия в отношении человека не подтверждены. По данным МАИР свинец и его неорганические соединения отнесены к категории 2А канцерогенной активности – веществам, по отношению к которым существуют ограниченные (или недостаточные)

Таблица 2.2 - Токсикологическая характеристика кадмия

№ п/п	Характеристика	Значение				
		ПДК _{м.р.}	ПДК _{с.с.}	ПДК _{р.з.} (м.р.)	ПДК _{р.з.} (с.с.)	Класс опасности (раб. зоны)
1.	Гигиенические нормативы					
	<i>кадмий и его неорганические соединения</i>	-	-	0,05	0,01	1
	<i>кадмий дийодид, динитрат, дихлорид, оксид, сульфат (в пересчете на кадмий)</i>	-	0,0003	0,05	0,01	1
2.	Смертельная доза	ЛД ₅₀ : для крыс CdO – 72 мг/кг, CdSO ₃ – 88 мг/кг, CdCl ₂ – 94 мг/кг, Cd(NO) ₂ – 100 мг/кг, CdI ₂ – 166 мг/кг, CdSO ₄ – 2425 мг/кг (при введении в желудок). По расчету для человека, выполняющего легкую работу, смертельно воздействие C·t = 2500÷2900 CdO (C – концентрация в мг/м ³ , t – время в мин)				
3.	Пути поступления	ингаляционный, пероральный				
4.	Экскреция	медленная, период полувыведения 2 300 сут.				
5.	Кумулятивный эффект	+				
6.	Мутагенный эффект	не подтвержден				
7.	Канцерогенный эффект	+				
8.	Гонадотоксическое действие	нет данных				

свидетельства канцерогенности для человека, и достаточные свидетельства канцерогенности для животных [121]. Хронические отравления свинцом и его соединениями отнесены к профессиональным заболеваниям (проявления: нарушения порфиринового обмена, хронический токсический гепатит, синдром моторной дискинезии кишечника (синдром свинцовой колики), сидероахрестическая анемия, токсическая энцефалопатия, токсическая полинейропатия) [82].

Действие соединений свинца отличается сходным механизмом и эффектом. Некоторое различие в токсичности отмечается в следствие различной растворимости в желудочном соке и других жидкостях организма. При этом даже труднорастворимые по своей природе соединения свинца под действием

желудочного сока претерпевают превращение в хорошо растворимые [40, с. 437; 10, с. 447].

Действие соединений свинца на организм человека основано на его влиянии на синтез белка, энергетический баланс клетки, ее генетический аппарат. Свинец подавляет ферментативные процессы превращения порфиринов и включение железа в протопорфирин. При этом свинец обладает выраженными кумулятивными свойствами. Основная доля всосавшегося свинца (свыше 90 %) задерживается в скелете, причем депонированный свинец может вымываться в кровь, вызывая рецидивы интоксикации. Помимо скелета, значительные количества свинца накапливаются в зубах и волосах человека. Задержка в легких соединений свинца определяется размером частиц аэрозоля и колеблется от 27 до 62 % [40, с. 437; 10, с. 448; 71].

Острое отравление свинцом возникает внезапно, чаще всего как обострение хронической интоксикации, характеризуется схваткообразными болями в животе, запорами, подъемом артериального давления, ознобом, повышением температуры, тошнотой, рвотой, появлением белка в моче [40, с. 437].

Хроническая интоксикация соединениями свинца приводит к заболеваниям крови, нервной, сердечно-сосудистой систем, паренхиматозных и эндокринных органов, печени, почек, желудочно-кишечного тракта [40, с. 437; 10, С. 449-455; 100; 71; 5]. Отмечено гонадотропное действие свинца [10, с. 448; 1]. Также описаны случаи бронхиальной астмы, перестройки костной структуры организма [10, с. 453].

Экскреция свинца протекает довольно длительно, преимущественно происходит выведение свинца с мочой (75-80 %). На другие пути выведения свинца приходится: фекалии – 15 %, пот, слюна, волосы – 5-10 % [5]. Период полувыведения свинца из скелета может составлять несколько лет [10, с. 455].

Общая токсикологическая характеристика свинца представлена в таблице 2.3 [67].

Таблица 2.3 - Токсикологическая характеристика свинца

№ п/п	Характеристика	Значение				
		ПДК _{м.р.}	ПДК _{с.с.}	ПДК _{р.з.} (м.р.)	ПДК _{р.з.} (с.с.)	Класс опасности (раб. зоны)
1.	Гигиенические нормативы	мг/м ³				
	<i>свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)</i>	0,001	0,0003	-	0,05	
	<i>свинец сульфит (в пересчете на свинец)</i>	-	0,0017	-	0,05	
	<i>свинец цирконий титан триоксид (в пересчете на свинец)</i>	0,001	0,0003	0,1	0,05	
	<i>свинцово-кадмиевый припой (состав: кадмий - 18 %, свинец - 32 %, олово - 50 %) (в пересчете на свинец)</i>	-	-	-	0,05	
2.	Смертельная доза	ЛД ₅₀ : для крыс Pb(CH ₃ COO) ₂ – 4665 мг/кг (при введении в желудок). Для человека смертельной дозой считается 154÷454 мг/кг при пероральном поступлении, 271÷795 мг/кг при вдыхании				
3.	Пути поступления	ингаляционный, пероральный				
4.	Экскреция	медленная, период полувыведения 10 000 сут.				
5.	Кумулятивный эффект	+				
6.	Мутагенный эффект	не подтвержден				
7.	Канцерогенный эффект	не подтвержден				
8.	Гонадотоксическое действие	+				

2.4 Едкие щелочи и кислоты электролитов

Едкие щелочи и кислоты, используемые для приготовления электролитов никель-кадмиевых, никель-железных и свинцовых АБ (NaOH, KOH, LiOH, H₂SO₄), относятся к веществам, обладающим острой токсичностью и оказывающим раздражающий эффект при ингаляции и выраженный раздражающий эффект при попадании на кожу и в глаза [40, 10].

Острые и хронические отравления едкими щелочами и кислотами отнесены к профессиональным заболеваниям (проявления: острое отравление – острый конъюнктивит, острый ринит, острый фарингит, острый ларингит, острый трахеит, острый токсический бронхолит, отек легких, токсическая пневмония,

острый дерматит, ожоги кожи; хроническая интоксикация – хронический токсический пневмосклероз, хронический токсический бронхит, келоидные рубцы кожи) [82].

Гидроксиды калия и натрия. Действие на организм человека гидроокисей калия и натрия весьма сходны между собой. Канцерогенный, мутагенный, тератогенный и аллергенный эффекты не отмечены. Действуют на ткани прижигающим образом, при попадании в глаза возможна частичная или полная потеря зрения. Аэрозоли вызывают раздражение верхних дыхательных путей. При постоянном контакте наблюдается язвы, экземы и дерматиты на кожных покровах. Хроническое отравление может вызывать атрофические изменения верхних дыхательных путей, слизистой оболочки рта, разрушение зубов, как следствие заболевания желудочно-кишечного тракта. Также отмечена возможность развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, печени, почек [40, 10].

Гидроксид лития. Гидроксид лития является одним из наиболее токсичных веществ в ряду соединений лития, обладает выраженным раздражающим действием. Канцерогенный, мутагенный, тератогенный и аллергенный эффекты гидроксида лития не отмечены. При попадании на кожу вызывает резкое раздражение и ожог, попадание в глаза вызывает помутнение роговицы. Раздражает слизистые оболочки носа, верхних дыхательных путей. В случае хронического воздействия наряду с заболеваниями органов дыхания возможны нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и нервной систем организма [40, 10].

Серная кислота. По данным МАИР установлена корреляция между воздействием серной кислоты и риском развития рака, однако установленный рост заболеваемости весьма мал [126]. Мутагенный, тератогенный и аллергенный эффекты не отмечены. При остром ингаляционном отравлении наблюдается раздражение слизистых оболочек носа и гортани, затрудненное дыхание, кашель, возможны отеки легких и гортани, рвота [40]. По некоторым данным чувствительность к аэрозолю серной кислоты повышается с понижением

температуры окружающей среды [10]. При попадании на кожу и слизистые оболочки глаз возникает ожог тканей, возможна полная потеря зрения. Хроническое отравление связано в первую очередь с заболеваниями органов дыхания, развитием дерматитов и изъязвлений кожи, возможно также развитие гастритов, язвенной болезни, существуют указания на развитие патологий центральной нервной, сердечно-сосудистой систем, болезней печени [40, 10].

Установленные смертельные дозы рассмотренных веществ:

- гидроксид натрия: ЛД₅₀ для крыс – 2000 мг/кг (при введении в желудок). Смертельная доза для человека при поступлении через рот – 4,95 мг/кг;
- гидроксид калия: ЛД₅₀ для крыс – 214-1890 мг/кг (при введении в желудок). Смертельная доза для человека при поступлении через рот – 10-20 мг;
- гидроксид лития: ЛД₅₀ для крыс – 210 мг/кг (при введении в желудок);
- серная кислота: ЛД₅₀ для крыс – 2140 мг/кг (при введении в желудок).

Общая токсикологическая характеристика рассмотренных веществ представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Токсикологическая характеристика едких щелочей и кислот электролитов

№ п/п	Характеристика	Значение			
		NaOH	KOH	LiOH	H ₂ SO ₄
1.	Гигиенические нормативы				
1.1	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	-	-	-	0,3
1.2	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	-	-	-	0,1
1.3	ПДК _{р.з.} (м.р.), мг/м ³	0,5	0,5	0,5	1
1.4	ПДК _{р.з.} (с.с.), мг/м ³	-	-	-	-
1.5	Класс опасности (для рабочей зоны)	2	2	2	2
2.	Кумулятивный эффект	нет данных	слабый	+	нет данных
3.	Мутагенный эффект	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
4.	Канцерогенный эффект	нет данных	нет данных	нет данных	не подтвержден
5.	Гонадотоксическое действие	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
6.	Пути поступления	ингаляционный, пероральный, накожный			
7.	Экскреция	быстрая, период выведения несколько сут.			

Проведенный анализ характера токсического действия химических компонентов, переходящих в производственную среду при обслуживании аккумуляторных батарей, позволяет говорить о том, что для едких щелочей и кислот электролитов преимущественным является острый и подострый характер неблагоприятного воздействия на организм, а хронические эффекты выражены гораздо менее интенсивно. Тяжелые металлы, напротив, обладают высокой хронической токсичностью, случаи же острых отравлений ТМ в условиях производства довольно редки. На рисунке 2.1 представлена сравнительная характеристика показателей общей и хронической токсичности загрязняющих веществ (ЗВ) рабочей зоны аккумуляторного отделения.

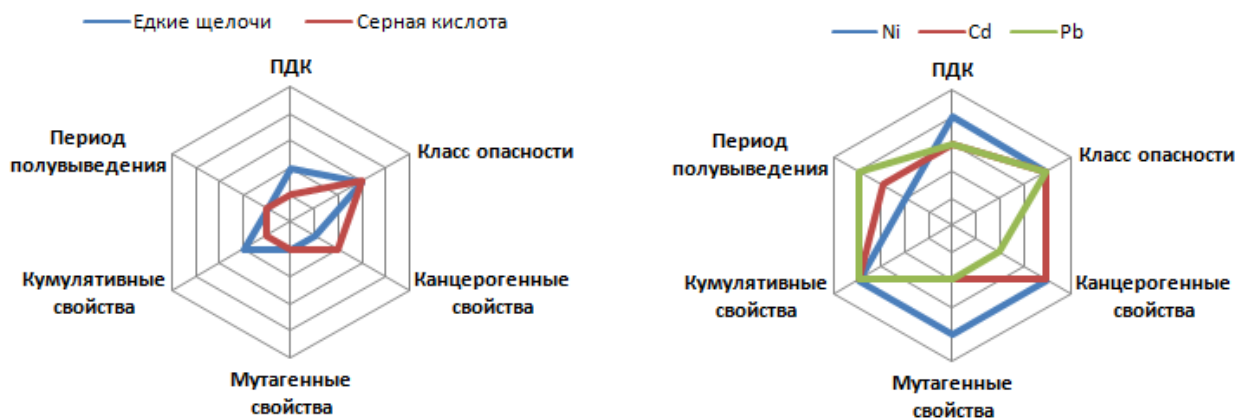


Рисунок 2.1 - Сравнительная характеристика показателей общей и хронической токсичности ЗВ рабочей зоны аккумуляторного отделения

В условиях хронической интоксикации рассмотренные ТМ и их соединения отличаются не только более низким порогом вредного воздействия на организм, но и выраженными канцерогенными и кумулятивными свойствами [67].

Выводы по главе 2

1. Для едких щелочей и кислот электролитов преимущественным является острый и подострый характер неблагоприятного воздействия на организм. Тяжелые металлы, обладают высокой хронической токсичностью, случаи острых отравлений ТМ в условиях производства довольно редки.

2. В условиях хронической интоксикации ТМ и их соединения отличаются не только более низким порогом вредного воздействия на организм, но и выраженными канцерогенными и кумулятивными свойствами.

Глава 3. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОННЫХ ДЕПО

3.1 Исследование стажевого состава и субъективной оценки состояния здоровья работников

3.1.1 Материалы и методы исследования

Для исследования стажевого состава и субъективной оценки состояния здоровья были использованы результаты анкетирования работников аккумуляторных отделений, обслуживающих АБ в условиях пассажирских вагонных депо. Разработанный опросный лист представлен в приложении 3. В качестве группы сравнения использованы материалы опроса работников, занятых административно-управленческим трудом.

При разработке анкеты и проведении опроса соблюдены следующие принципы исследования:

- 1) принцип нейтральности – отсутствие давления на выбор респондента, достигается обеспечением анонимности собираемых данных, а также использованием при постановке вопросов формулировок не влияющих на распределение ответов респондентов;
- 2) принцип однозначности – отсутствие возможности разночтения задаваемых вопросов, достигается включением в анкету инструкций, пояснений к правилам ее заполнения, четкой постановкой вопросов, использованием понятийного аппарата, доступного опрашиваемой группе, отсутствием логических несоответствий между поставленным вопросом и предлагаемой шкалой измерений;
- 3) принцип мотивации респондентов – формирование заинтересованности опрашиваемой группы в формулировании полных и достоверных ответов на поставленные вопросы, достигается включением в опросный лист вводной части, отражающей цель проведения анкетирования.

В анкету включены вопросы закрытого, полужакрытого и открытого типа, позволяющие респондентам полностью сформулировать свою точку зрения.

Самооценка здоровья респондентов лишь косвенно отражает реальное состояние здоровья, но является первичной по отношению к объективной профессиональной оценке и постановке диагноза, при этом на нее оказывает непосредственное влияние мнение медиков-специалистов. Стоит отметить, что опрашиваемые профессиональные группы регулярно проходят медицинские осмотры на производстве.

Оценка ошибки репрезентативности проводилась с использованием стандартных методов общей теории статистики. Исследуемые выборочные совокупности можно классифицировать как собственно-случайные выборки отобранные бесповторным методом. Выборочную долю изучаемого признака в исследуемой группе определяли в % от общего объема выборки:

$$w = \frac{n_x}{n} \cdot 100 \% , \quad (3.1)$$

где n_x – число ответов, содержащих сведения о наличии изучаемого признака, чел;

n – общий объем выборки, чел.

Средняя ошибка выборки определялась по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}} \quad (3.2)$$

Определение предельной ошибки репрезентативности производилось с использованием t-критерия Стьюдента на доверительном уровне $P = 95 \%$:

$$\Delta_w = t \cdot m , \quad (3.3)$$

где t – критерий Стьюдента для стандартного доверительного уровня.

Доверительный интервал доли признака в исследуемых группах составил:

$$p = w \pm \Delta_w \quad (3.4)$$

3.1.2 Результаты исследования

В опросе приняли участие 137 респондентов основной группы – аккумуляторщики, обслуживающие АБ пассажирского подвижного состава в условиях пассажирских вагонных депо 5 железных дорог: Московской, Юго-Восточной, Западно-Сибирской, Октябрьской и Горьковской. По данным дорог на данных рабочих местах преимущественно используется двухсменный режим работы с графиком 2/2 по 12 часов.

В контрольную группу было включено 96 анкет работников, занятых административно-управленческим трудом, исключаяющим воздействие исследуемого химического фактора на производстве. 91 % респондентов, вошедших в контрольную группу – сотрудники ОАО «РЖД», регулярно (ежегодно) проходящие диспансеризацию по месту работы, 9 % – сотрудники других компаний.

По результатам опроса получены стажевые характеристики исследуемой группы, она представлена на рисунке 3.1. Средний стаж работников в анализируемой выборке основной группы составил 7,09 лет, в контрольной группе – 9,86 лет.

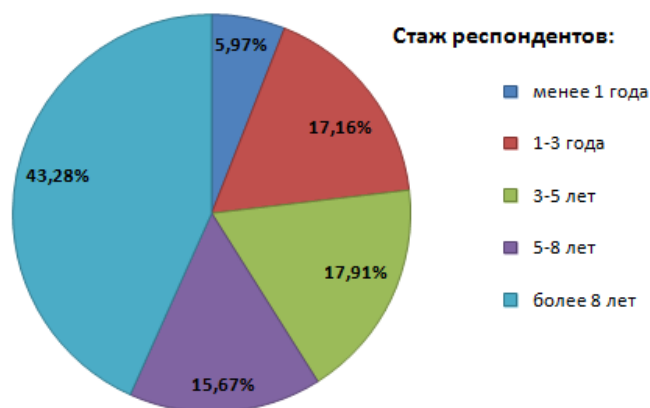


Рисунок 3.1 - Стажевая характеристика анализируемой выборки (аккумуляторщики)

Случаи острых отравлений тяжелыми металлами по результатам анкетирования не выявлены, на вопрос № 1 анкеты «Возникали ли у Вас в течение Вашего стажа работы аккумуляторщиком острые отравления тяжелыми металлами (тошнота, боль в желудке, одышка, головокружение, озноб, повышение артериального давления, отек легких)?» все респонденты дали отрицательный ответ.

Среднее число переносимых респондентами в течение года заболеваний по результатам ответов на вопрос № 2 анкеты «Как часто Вы болеете или сколько раз в году бывают обострения (со снижением нормальной работоспособности)?» составило:

$$\bar{x} = \frac{\sum x \cdot n_x}{n} = \frac{0,5 \cdot 74 + 1,5 \cdot 43 + 3,5 \cdot 10 + 5 \cdot 5}{132} = 1,22 \quad , \quad (3.5)$$

где $\sum x \cdot n_x$ – сумма произведений центральных вариантов групп значений исследуемого показателя (числа заболеваний) на число ответов в данной группе;

n – общий объем выборки.

Пять респондентов основной группы оставили данный вопрос без ответа. Число переносимых респондентами в течение года заболеваний по результатам субъективной оценки в основной группе практически не отличается от числа заболеваний, выявленных в группе контроля. Данный показатель в контрольной группе составил:

$$\bar{x} = \frac{0,5 \cdot 59 + 1,5 \cdot 27 + 3,5 \cdot 1 + 5 \cdot 9}{96} = 1,23 \quad (3.6)$$

Результаты анализа ответов на вопрос № 3 «Беспокоят ли Вас следующие симптомы?» представлены в таблицах 3.1-3.2, на вопрос № 4 «Имеются ли у Вас хронические заболевания, диагностированные впервые в период работы аккумуляторщиком?» – в таблицах 3.3-3.4.

Таблица 3.1 - Результаты опроса исследуемого контингента работников. Вопрос № 3 «Беспокоят ли Вас следующие симптомы?»

Жалобы	Ответы аккумуляторщиков, чел.					всего	Доля в основной группе, %	Доля в контрольной группе, %	Статистически значимое превышение в основной группе
	Стажевые группы, лет								
	< 1	1 ÷ 3	3 ÷ 5	5 ÷ 8	> 8				
Головные боли	-	1	2	2	8	13	9,489 ± 5,0	37,500 ± 9,8	нет
Боли в желудке	1	2	2	3	10	18	13,139 ± 5,7	9,375 ± 5,9	нет
Боли в печени	-	-	-	-	2	2	1,460 ± 2,0	3,125 ± 3,5	нет
Частый насморк	1	1	6	1	6	15	10,949 ± 5,3	18,750 ± 7,9	нет
Воспаление горла	-	1	3	-	3	7	5,109 ± 3,7	1,042 ± 2,1	нет
Одышка	-	2	-	-	2	4	2,920 ± 2,8	6,250 ± 4,9	нет
Ничего	6	17	15	17	38	93	67,883 ± 7,9	43,750 ± 10,1	-

Таблица 3.2 - Распределение отмеченных жалоб среди респондентов контрольной группы по стажевому признаку

Жалобы	Ответы в контрольной группе, чел.					всего
	Стажевые группы, лет					
	< 1	1 ÷ 3	3 ÷ 5	5 ÷ 8	> 8	
Головные боли	1	4	-	5	26	36
Боли в желудке	1	-	-	2	6	9
Боли в печени	-	1	-	-	2	3
Частый насморк	1	2	-	3	12	18
Воспаление горла	-	-	-	-	1	1
Одышка	-	-	-	-	6	6
Ничего	1	1	1	6	33	42

Таблица 3.3 - Результаты опроса исследуемого контингента работников. Вопрос № 4 «Имеются ли у Вас хронические заболевания, диагностированные впервые в период работы аккумулятором?»

Хронические заболевания	Ответы аккумуляторовщиков, чел.					всего	Доля в основной группе, %	Доля в контрольной группе, %	Статистически значимое превышение в основной группе
	Стажевые группы, лет								
	< 1	1 ÷ 3	3 ÷ 5	5 ÷ 8	> 8				
Почек	-	-	-	-	5	5	3,650 ± 3,2	3,125 ± 3,5	нет
Легких	-	2	1	1	2	6	4,380 ± 3,5	1,042 ± 2,1	нет
Печени	1	-	1	1	2	5	3,650 ± 3,2	5,208 ± 4,5	нет
Костной ткани	-	-	1	1	5	7	5,109 ± 3,7	1,042 ± 2,1	нет
Суставов	-	-	1	2	3	6	4,380 ± 3,5	2,083 ± 2,9	нет
Кожи	-	-	-	-	3	3	2,190 ± 2,5	3,125 ± 3,5	нет
Носоглотки	2	2	2	-	6	12	8,759 ± 4,8	21,875 ± 8,4	нет
Щитовидной железы	1	1	-	-	4	6	4,380 ± 3,5	2,083 ± 2,9	нет
Половых желез	-	-	2	1	6	9	6,569 ± 4,2	3,125 ± 3,5	нет
Крови	-	-	-	1	-	1	0,730 ± 1,4	1,042 ± 2,1	нет
Сердечно-сосудистой системы	-	-	-	-	2	2	1,460 ± 2,0	9,375 ± 5,9	нет
Органов пищеварения	1	-	1	-	1	3	2,190 ± 2,5	5,208 ± 4,5	нет
Нервной системы	-	-	-	2	1	3	2,190 ± 2,5	3,125 ± 3,5	нет
Радикулит	-	1	4	4	18	27	19,708 ± 6,7	7,292 ± 5,3	да
Аллергия	-	2	1	-	1	4	2,920 ± 2,8	3,125 ± 3,5	нет
Диабет	-	-	1	1	3	5	3,650 ± 3,2	4,167 ± 4,1	нет
Неоплазия (опухоль)	-	1	2	1	8	12	8,759 ± 4,8	1,042 ± 2,1	да
Нет	4	12	14	11	27	68	49,635 ± 8,4	56,250 ± 10,1	-

Таблица 3.4 - Распределение отмеченных хронических заболеваний среди респондентов контрольной группы по стажевому признаку

Хронические заболевания	Ответы в контрольной группе, чел.					всего
	Стажевые группы, лет					
	< 1	1 ÷ 3	3 ÷ 5	5 ÷ 8	> 8	
Почек	-	-	-	-	3	3
Легких	-	-	-	1	-	1
Печени	-	-	1	-	4	5
Костной ткани	-	-	-	-	1	1
Суставов	-	-	-	1	1	2
Кожи	-	-	-	2	1	3
Носоглотки	2	2	-	3	14	21
Щитовидной железы	-	-	-	-	2	2
Половых желез	-	-	-	1	2	3
Крови	-	1	-	-	-	1
Сердечно-сосудистой системы	-	-	-	2	7	9
Органов пищеварения	1	1	-	-	3	5
Нервной системы	-	1	-	1	1	3
Радикулит	-	-	-	1	6	7
Аллергия	-	-	-	1	2	3
Диабет	-	-	1	1	2	4
Неоплазия (опухоль)	-	-	-	-	1	1
Нет	1	3	-	7	43	54

В основной группе отмечено незначительное превышение выборочной доли жалоб на боли в желудке и воспаление горла, однако данные превышения нельзя считать статистически значимыми. При этом в контрольной группе достоверно чаще отмечены жалобы на головную боль. Отсутствие каких-либо жалоб в основной группе отметили 68 % респондентов, в контрольной группе – 44 %.

На рисунке 3.2 представлено распределение средних долей хронических заболеваний от общего объема исследуемых выборок и сравнение данных показателей в основной и контрольной группах. Превышение в основной группе респондентов отмечено по заболеваниям: почек, легких, костной ткани, суставов, щитовидной и половых желез, радикулиту и неоплазии тканей.

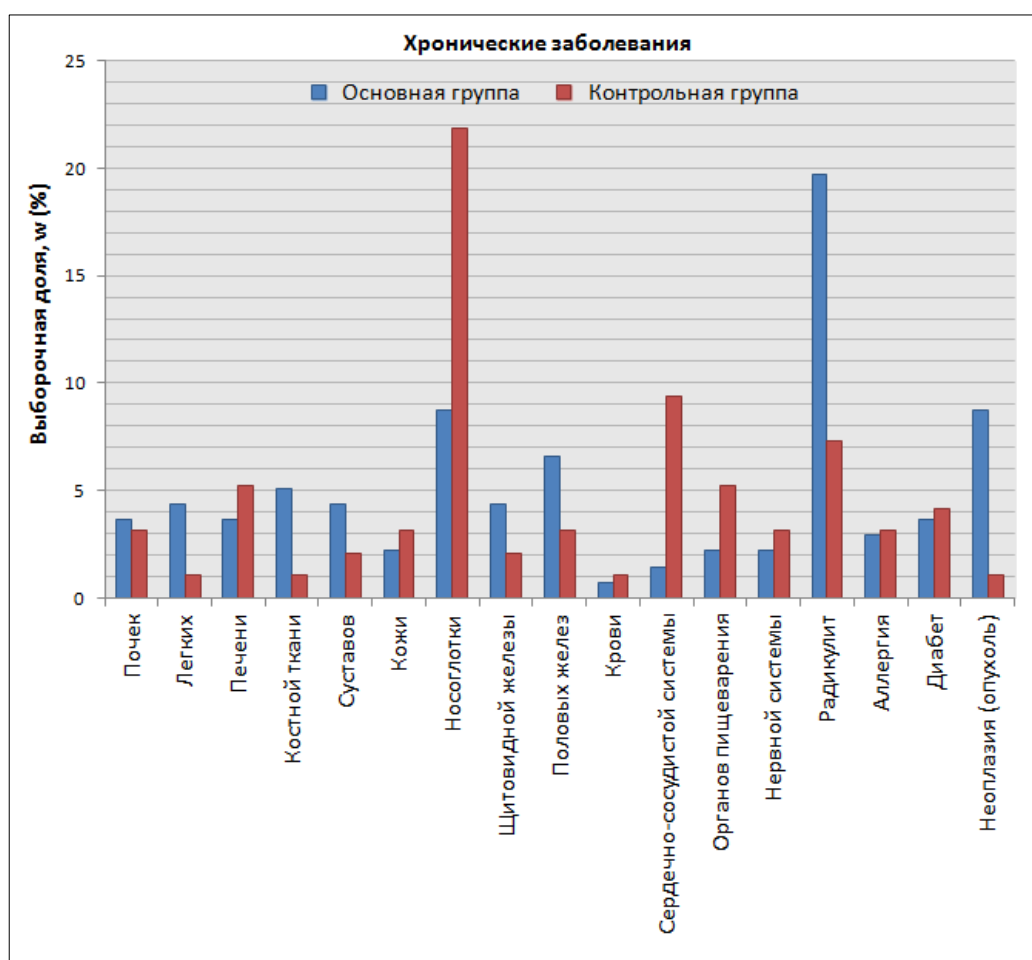


Рисунок 3.2 - Распределение долей хронических заболеваний от общего объема выборки среди аккумуляторщиков пассажирских вагонных депо и контрольной группы (субъективная оценка)

Учитывая малый объем выборок в отношении генеральных совокупностей исследуемых групп и большую предельную ошибку репрезентативности о статистически значимом превышении можно говорить только в отношении радикулита и неоплазии (опухолей). Для остальных исследуемых показателей (заболевания почек, легких, печени, костной ткани, суставов, щитовидной и половых желез, крови, сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения, нервной системы, аллергии, диабета) объем выборки оказался недостаточным, относительная ошибка репрезентативности по некоторым исследуемым показателям превысила 100 %.

Выборочная доля отмеченных респондентами случаев доброкачественных и злокачественных новообразований составила в контрольной группе 8,8 %, что значительно превышает выборочную долю, отмеченную в контрольной группе (1 %), и выше общей заболеваемости населения России по данному классу болезней: по данным Росстата на конец 2014 года доля зарегистрированных случаев новообразований на душу населения составляла 4,4 % (таблица 3.5) [36]. По другим классам и группам заболеваний превышений общей заболеваемости на душу населения не выявлено.

Таблица 3.5 - Сравнение отмеченных случаев хронических заболеваний в исследуемых группах с общей заболеваемостью населения России

Хронические заболевания	Доля в основной группе, %	Доля в контрольной группе, %	Заболеваемость на душу населения (по данным Росстата), %
Костно-мышечной системы и соединительной ткани	9,489 ± 5,0	3,125 ± 3,5	13,463
Кожи	2,190 ± 2,5	3,125 ± 3,5	6,115
Органов дыхания	13,139 ± 5,7	22,917 ± 8,5	38,245
Крови	0,730 ± 1,4	1,042 ± 2,1	1,251
Сердечно-сосудистой системы	1,460 ± 2,0	9,375 ± 5,9	23,275
Органов пищеварения	2,190 ± 2,5	5,208 ± 4,5	11,882
Нервной системы	2,190 ± 2,5	3,125 ± 3,5	5,882
Неоплазия (опухоль)	8,759 ± 4,8	1,042 ± 2,1	4,431

Отсутствие установленных хронических заболеваний в основной группе отмечают 50 % опрошенных, в контрольной – 56 %.

Анализ распределения отмеченных жалоб и хронических заболеваний по выделенным стажевым группам (менее 1 года, 1-3, 3-5, 5-8, более 8 лет) показал их рост с увеличением стажа работников как в основной, так и в контрольной группах. Распределение отмеченных случаев радикулита и неоплазии в процентах от объема стажевых групп представлено на рисунке 3.3.

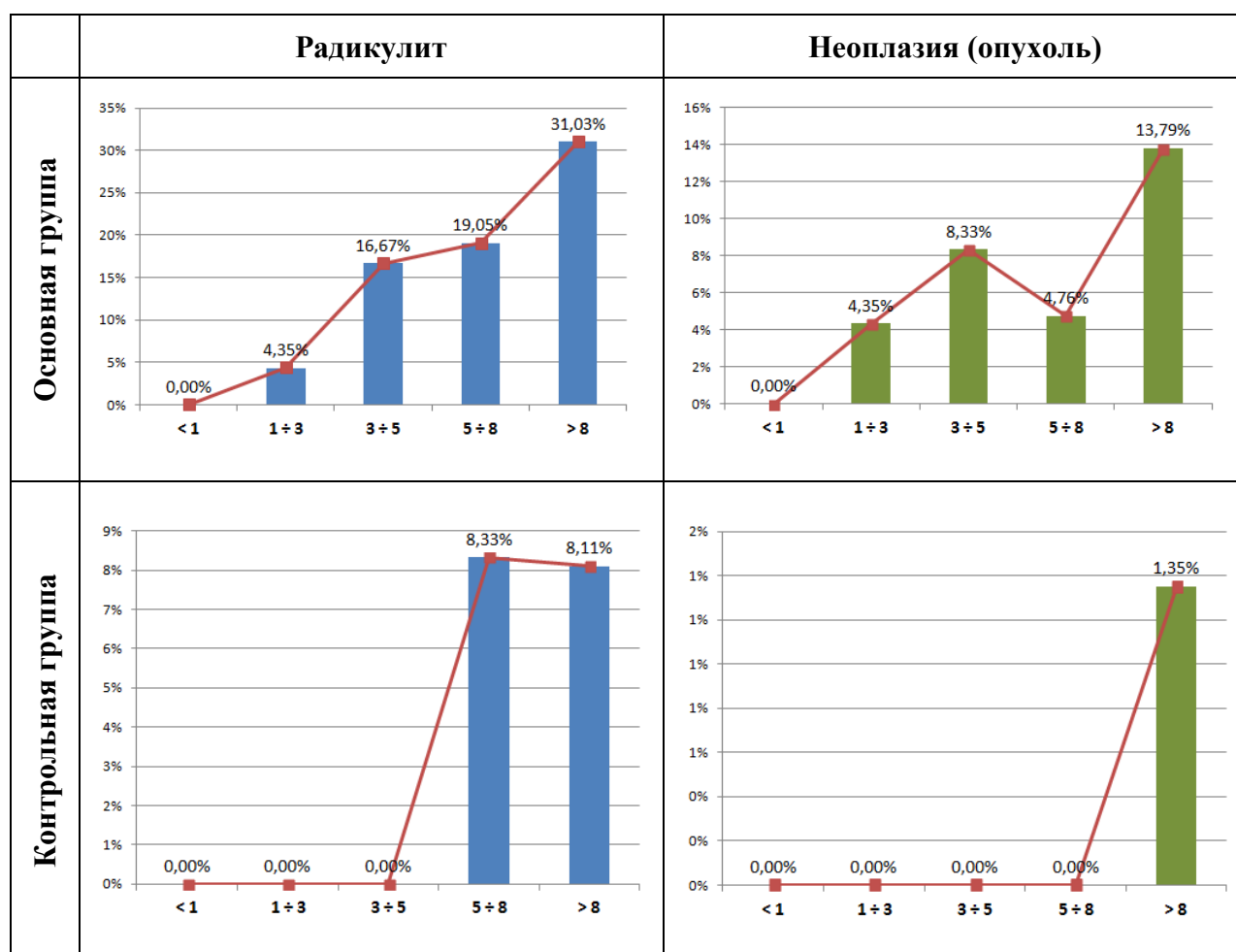


Рисунок 3.3 - Распределение отмеченных случаев радикулита и неоплазии в процентах от объема стажевых групп

Принимая во внимание этиологию радикулита и анализ наличия вредных факторов на рабочем месте аккумуляторщика (смотри п. 1.2), увеличение в сравнении с контрольной группой доли отмеченных заболеваний можно

связывать с тяжестью трудового процесса. Рост числа новообразований в исследуемой группе может говорить о повышенной канцерогенной нагрузке на работников, связанной с воздействием вредного химического фактора. При этом произведенная сравнительная токсикологическая характеристика веществ, переходящих в производственную среду при обслуживании АБ (смотри гл. 2), позволяет говорить о большей канцерогенной активности тяжелых металлов в сравнении с едкими щелочами и кислотами электролитов, обладающими преимущественно остронаправленным характером действия на организм. Таким образом, выявленную канцерогенную нагрузку в первую очередь стоит связывать с воздействием ТМ [63].

3.2 Анализ результатов проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков

3.2.1 Материалы и методы исследования

Рассмотрена законодательная база в области оценки условий труда и обеспечения прав работников на получение достоверной информации об условиях и охране труда на рабочем месте. Проведен анализ результатов экспертной оценки условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков, обслуживающих железнодорожный подвижной состав: рассмотрены 16 карт специальной оценки условий труда (СОУТ) эксплуатационных вагонных депо ЦДИ и хозяйства АО «ФПК» (оценены 17 рабочих мест с общей численностью работников – 27 человек). Исходные данные представлены в приложении 4.

3.2.2 Результаты исследования

Специальная оценка условий труда (СОУТ) проводится на всех рабочих местах согласно вступившему в силу с 2014 года Федеральному закону от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ [104]. Процедура СОУТ введена взамен действовавшей ранее на основании Приказа Минздравсоцразвития № 342н [80] процедуры аттестации рабочих мест (АРМ).

На сегодняшний день СОУТ является ключевым инструментом в реализации политики государства в области охраны здоровья работающего населения. В задачи СОУТ входит выявление и оценка потенциально вредных и опасных факторов вреда жизни и здоровью сотрудников с целью их минимизации, устранения, корректировки компенсационных выплат рабочим и т.д. В соответствии с имеющимися нормативными актами обязанность работодателя по обеспечению работников компенсационными выплатами, наличие и продолжительность дополнительного оплачиваемого отпуска, продолжительность рабочего времени непосредственно связаны с результатами проведения СОУТ.

Ключевым отличием от ранее существовавшей процедуры АРМ является введенный в СОУТ принцип идентификации потенциально вредных и опасных производственных факторов, положенный в основу экспертного подхода к оценке условий труда на рабочем месте. Аттестация предусматривала измерение всех физических и психофизиологических факторов на любых рабочих местах. Безусловным преимуществом нового принципа является сокращение расходов на проведение оценки за счет уменьшения числа испытаний на рабочем месте. Однако такой подход обуславливает повышение субъективности результатов процедуры. В соответствии с Приказом Минтруда России № 33н [83] перечень вредных и опасных производственных факторов, подлежащих исследованиям, определяется экспертом.

Таким образом, результаты СОУТ в значительной степени будут зависеть от квалификации проводящего ее эксперта. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» предъявляет следующие требования к экспертам организаций, проводящих СОУТ:

- эксперт должен быть аттестован на проведение соответствующих работ и иметь сертификат, подтверждающий это;
- эксперт должен иметь высшее образование, а также дополнительное профессиональное образование в области СОУТ;

- эксперт должен иметь практический опыт в области проведения оценки условий труда.

При этом конкретные требования к профессиональным компетенциям эксперта федеральным законом не установлены.

Новым законом предусмотрены положения, направленные на стимулирование работодателя к улучшению условий труда на предприятии, такие как снижение размеров страховых взносов в Пенсионный фонд, освобождение от регулярного проведения оценки условий труда на рабочих местах с присвоенным 1 и 2 классом, а также возможность снижения класса условий труда за счет адекватного обеспечения работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

Идентификация вредных и опасных факторов при СОУТ производится в соответствии с утвержденным классификатором. При этом наложены значительные ограничения в области их оценки. Так химические вещества и смеси «идентифицируются как вредные и/или опасные факторы только на рабочих местах при добыче, обогащении, химическом синтезе, использовании в технологическом процессе и/или химическом анализе химических веществ и смесей, выделении химических веществ в ходе технологического процесса, а также при производстве веществ биологической природы» [83]. То же касается аэрозолей преимущественно фиброгенного действия и ионизирующего излучения (оценивается при работе с радиоактивными веществами и изотопами, а также при эксплуатации оборудования, создающего ионизирующее излучение). Рассмотрим остальные ограничения, налагаемые методикой проведения СОУТ на оценку параметров производственного процесса.

Параметры микроклимата подлежат оценке только на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях при наличии технологического оборудования, являющегося искусственным источником тепла/холода (за исключением климатического оборудования). Таким образом, воздействие климатического фактора при работах вне помещения при проведении СОУТ не учитывается. Шум, инфразвук, ультразвук, общая и локальная вибрация

оцениваются только на рабочих местах, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся источником указанных виброакустических факторов.

Параметры световой среды оцениваются только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм, при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, или при осуществлении подземных работ. Неионизирующее излучение не оценивается на рабочих местах офисного типа. Таким образом, оценка параметров световой среды и неионизирующего излучения не производится на рабочих местах административно-управленческого персонала, где данные параметры всегда являлись лимитирующими.

Содержание в производственной среде патогенных и условно патогенных микроорганизмов идентифицируется в качестве вредного или опасного фактора на рабочих местах организаций, осуществляющих деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных, в замкнутых системах генно-инженерно-модифицированных организмов, медицинских работников и ветеринаров.

Тяжесть труда оценивается только на рабочих местах, на которых работниками осуществляется выполнение работ по поднятию и переноске грузов вручную, работ в вынужденном положении или положении «стоя», при перемещении в пространстве. Напряженность – при выполнении работ по диспетчеризации производственных процессов, в том числе конвейерного типа, на рабочих местах операторов технологического (производственного) оборудования, при управлении транспортными средствами.

В ранее проведенных исследованиях отмечено, что данные ограничения зачастую приводят к тому, что СОУТ оставляет бесконтрольными факторы, являющиеся значимыми при оценке условий труда, в том числе факторы производственной среды, по которым установлены превышения существующих гигиенических нормативов [49, 107].

Результаты анализа карт СОУТ на рабочих местах аккумуляторщиков эксплуатационных вагонных депо ЦДИ и хозяйства АО «ФПК» представлены в таблице 3.6. Основная часть рабочих мест отнесена к допустимому (2) – 53 %, – и вредному (3.1) – 41 %, – классам по условиям труда. Одному рабочему месту присвоен итоговый класс 3.2. Оценены следующие неблагоприятные факторы: химический (в части воздействия едких щелочей), шум, микроклимат, освещение, тяжесть и напряженность труда. На нескольких рабочих местах были оценены общая вибрация и неионизирующее излучение. К вредному классу условия труда отнесены преимущественно по химическому фактору (воздействие едких щелочей). На двух рабочих местах также выявлен класс 3.1 по фактору тяжести трудового процесса, на одном – по условиям микроклимата.

На рисунке 3.4 представлено распределение условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков по установленным при проведении СОУТ классам по химическому фактору, тяжести трудового процесса, а также распределение установленных итоговых классов условий труда.

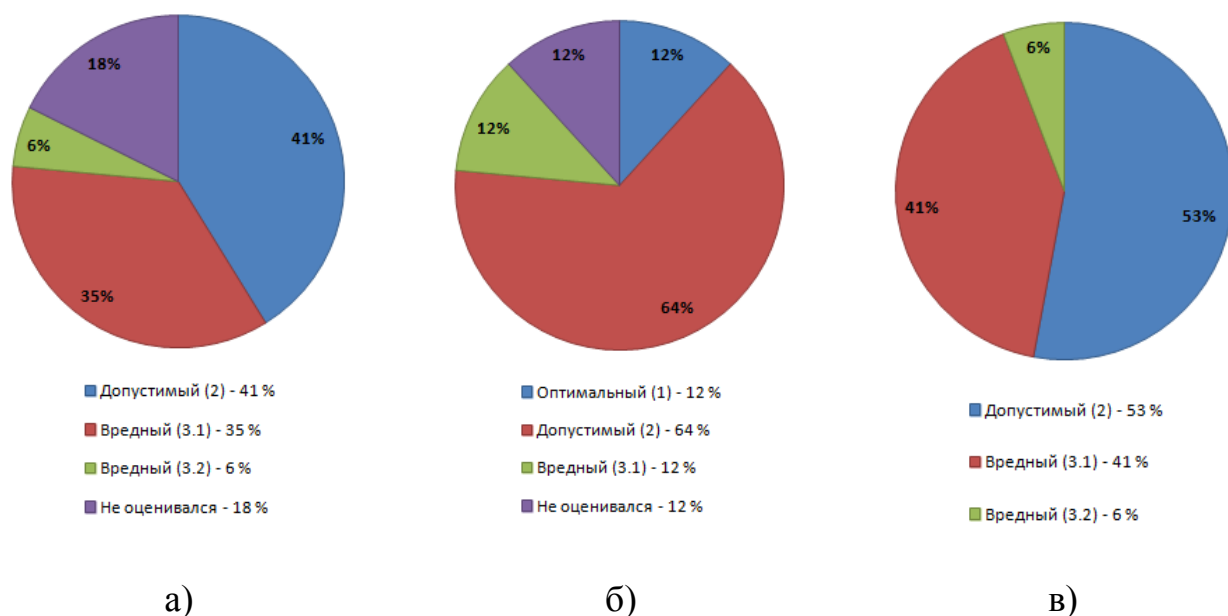


Рисунок 3.4 - Распределение условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков по установленным при проведении СОУТ классам:

- а) химический фактор (воздействие едких щелочей); б) тяжесть труда;
в) итоговый класс (подкласс) условий труда

Таблица 3.6 - Анализ включения вредных факторов в специальную оценку условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков эксплуатационных вагонных депо ЦДИ и хозяйства АО «ФПК» (рассмотрено 16 карт СОУТ)

Факторы производственной среды и трудового процесса		Состояние условий труда по факторам (количество рабочих мест / численность работающих)					Эффективность СИЗ
		оптимальный	допустимый	вредный		не оценивалось	
				1	2		
Химический	щелочи едкие	-	7/12	6/6	1/1	3/8	не оценивалась
	тяжелые металлы	-	-	-	-	17/27	
Биологический		-	-	-	-	17/27	
Аэрозоли ПФД		-	-	-	-	17/27	
Акустические	шум	-	12/19	-	-	5/8	
	инфразвук	-	-	-	-	17/27	
	ультразвук воздушный	-	-	-	-	17/27	
Вибрация общая		-	1/1	-	-	16/26	
Вибрация локальная		-	-	-	-	17/27	
Неионизирующие излучения		-	4/5	-	-	13/22	
Ионизирующие излучения		-	-	-	-	17/27	
Микроклимат		-	6/8	1/1	-	10/18	
Параметры световой среды		-	16/26	-	-	1/1	
Тяжесть труда		2/3	11/19	2/2	-	2/3	
Напряженность труда		3/4	7/9	-	-	7/14	
Общая оценка		-	9/19	7/7	1/1	-	

3.3 Исследование содержания никеля, кадмия и свинца в воздухе рабочей зоны аккумуляторного отделения

3.3.1 Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Измерения производились в пассажирских вагонных депо г. Уфа, г. Самара, г. Челябинск (исследование содержания ионов свинца) и «Николаевка» г. Москва. Фото отделения по ремонту аккумуляторных батарей пассажирского вагонного депо «Николаевка» Московского филиала АО «ФПК» представлено в приложении 5. По представленным данным во всех вагонных депо производится обслуживание щелочных АБ, в вагонном депо г. Челябинск обслуживаются и кислотные АБ.

Для оценки содержания тяжелых металлов в воздухе рабочей зоны пробы отбирали электроаспиратором ПУ-4Э в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [13]. С целью анализа вклада отдельных стадий технологического процесса АБ в общую токсикологическую нагрузку результаты представлены в виде среднесменных концентраций ТМ, рассчитанных отдельно для фактора воздействия ТМ при нахождении работника в зоне зарядной камеры (25 % рабочего времени) и помещении ремонта и мойки АБ (75 % рабочего времени) с учетом продолжительности соответствующих стадий обслуживания. В пассажирском депо «Николаевка» г. Москва среднесменные концентрации определены также в помещении приготовления электролита. Продолжительность стадий технологического процесса определялась в соответствии с нормативной документацией.

Определение массовых концентраций ТМ производилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Квант-Z-ЭТА в соответствии с МВИ-М-34-04 «Методика выполнения измерений массовой концентрации металлов в воздухе рабочей зоны и выбросах в атмосферу промышленных предприятий атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией» [55]. В

основе метода лежит измерение степени поглощения резонансного светового излучения атомами определяемого элемента в высокотемпературной зоне (электротермическая атомизация).

Границы относительной погрешности результата измерения массового концентрации элементов в соответствии с методикой $\pm 20\%$, (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

Оценка измерений воздушной среды проводилась по концентрациям для воздуха рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03 [12] в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [88].

3.3.2 Результаты исследования

Результаты представлены в таблице 3.7 и на рисунке 3.5.

Основной вклад в загрязнение воздуха рабочей зоны при обслуживании щелочных АБ вносят соединения кадмия – их концентрации в воздухе многократно превышают содержание никеля, установлены превышения действующих нормативов.

В целом во всех отделениях установлено, что наиболее загрязнен воздух в помещении зарядной камеры. Это подтверждает гипотезу о том, что основная часть загрязнителей переходит в воздух рабочей зоны при выделении водорода и кислорода в процессе электролиза воды во время заряда АБ. Степень суммарного загрязнения тяжелыми металлами очень сильно различается для разных депо. Предположительно это обусловлено различием в фактическом режиме уборки помещений.

На данный момент можно говорить о том, что по результатам априорной оценки профессионального риска по данному фактору в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 [88] условия труда на рабочем месте аккумуляторщика в пассажирских вагонных депо г. Самара и г. Уфа можно отнести к вредным подкласса 3.1. Условия труда на рабочем месте в

Таблица 3.7 - Результаты анализа проб воздуха, отобранных в аккумуляторных отделениях пассажирских вагонных депо

Место отбора	Среднесменная концентрация								
	Кадмий			Никель			Свинец		
	Результат, мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Кратность превышения	Результат, мг/м ³	ПДКм.р., мг/м ³	Кратность превышения	Результат, мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Кратность превышения
Зарядная камера, пассажирское вагонное депо г. Самара	0,01460	0,01	1,4600	0,00014	0,05	0,0028	-	0,05	-
Помещение ремонта и мойки АБ, пассажирское вагонное депо г. Самара	0,01200	0,01	1,2000	0,00004	0,05	0,0008	-	0,05	-
Зарядная камера, пассажирское вагонное депо г. Уфа	0,01100	0,01	1,1000	0,00028	0,05	0,0056	-	0,05	-
Помещение ремонта и мойки АБ, пассажирское вагонное депо г. Уфа	0,00053	0,01	0,0530	0,00026	0,05	0,0052	-	0,05	-
Зарядная камера, пассажирское вагонное депо г. Челябинск	-	0,01	-	-	0,05	-	0,00018	0,05	0,0036
Помещение ремонта и мойки АБ, пассажирское вагонное депо г. Челябинск	-	0,01	-	-	0,05	-	0,00012	0,05	0,0024
Зарядная камера, пассажирское вагонное депо «Николаевка» г. Москва	0,00050	0,01	0,0500	0,000300	0,05	0,0060	-	0,05	-
Помещение ремонта и мойки АБ, пассажирское вагонное депо «Николаевка» г. Москва	0,00004	0,01	0,0040	0,00000	0,05	0,0000	-	0,05	-
Помещение приготовления электролита, пассажирское вагонное депо «Николаевка» г. Москва	0,00003	0,01	0,0030	0,00000	0,05	0,0000	-	0,05	-

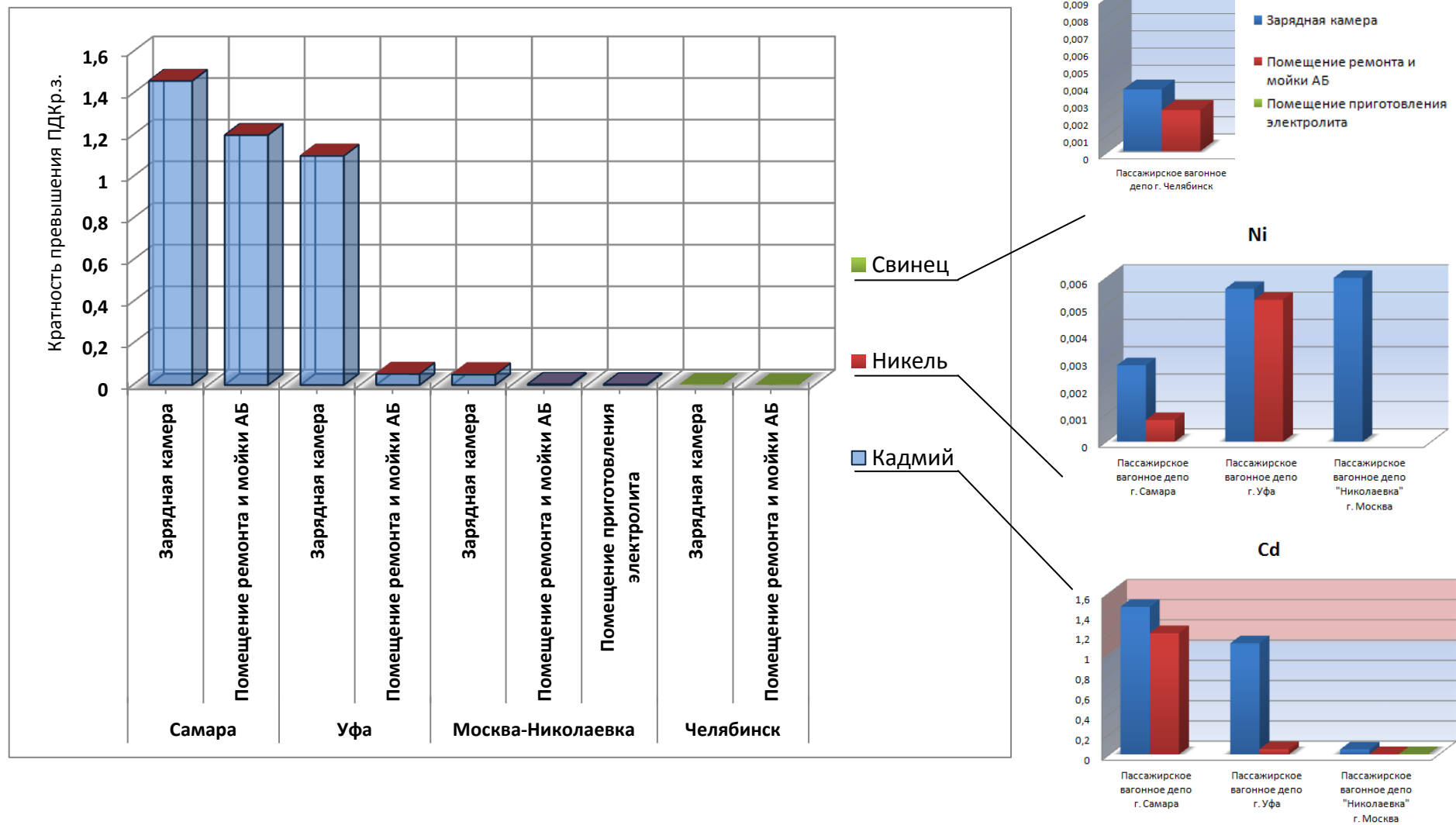


Рисунок 3.5 - Кратность превышения ПДК тяжелых металлов в воздухе рабочей зоны

депо «Николаевка» г. Москва можно отнести ко 2 допустимому классу: то есть концентрации металлов не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, но превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения. Это говорит о необходимости включения оценки содержания тяжелых металлов в воздухе рабочей зоны в контролируемые на рабочем месте аккумуляторщика факторы [62].

3.4 Исследование содержания никеля и кадмия в смывах с поверхностей стен аккумуляторного отделения

3.4.1 Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Определение ионов никеля и кадмия проводилось в смывах с поверхностей стен аккумуляторного отделения в пассажирском вагонном депо. Смывы со стен производились на уровне 1,5 м от поверхности пола с площади 80-100 см² ватным тампоном, смоченным 1 % раствором уксусной кислоты, при проведении технологических процессов обслуживания АБ.

В виду того, что отобранные пробы были сильно загрязнены солями тяжелых металлов и органическими соединениями, была проведена работа по удалению этих веществ методом кислотного озоления с добавлением пероксида водорода и последующей термообработкой при 450 °С до получения белых осадков (минерализация), переводимых в дальнейшем в прозрачные растворы. Подготовленные данным способом пробы подвергали фильтрованию и только после этого анализировали атомно-абсорбционным методом.

Так как, смыв – это водный раствор загрязнений, полученных при проведении технологических процессов, содержащий металлы и органические вещества, смытые с исследованного объекта, то его можно отнести к пробам вод. В связи с этим для анализа смывов была использована аттестованная методика измерений массовых концентраций ТМ в питьевых, природных и сточных водах: ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 «Количественный химический анализ вод. Методика

измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии» [78] применительно к анализу кадмия и никеля. Показатели качества применяемой методики представлены в таблице 3.8. Определение массовых концентраций ТМ производилось на приборе С-115 (принцип действия основан на измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого металла при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующийся в пламени).

Таблица 3.8 - Диапазон измеряемых концентраций, относительные показатели точности, правильности, повторяемости и воспроизводимости методики при доверительной вероятности $P = 0,95$

Диапазон определяемых концентраций, мг/дм ³	Наименование метрологической характеристики			
	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), s_r (%)	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), s_R (%)	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности), δ_c (%)	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности), δ (%)
Никель				
0,015 – 0,05	10	14	11	30
0,05 – 0,5	9	12	8	25
0,5 – 20	6	8	6	17
Кадмий				
0,005 – 0,05	10	14,5	10	30
0,05 – 0,5	6	10	7	21
0,5 – 5,0	5	7	5	15

При обработке результатов и построении поля суммарного загрязнения производственной среды использован метод интерполяции.

3.4.2 Результаты исследования

Результаты исследования представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Результаты определения содержания ионов никеля и кадмия в смывах с поверхностей стен аккумуляторного отделения

Место смыва	Содержание ТМ, мг/см ²		
	Cd	Ni	Сумма
Стена правая от входа 1,5 м от двери	0,025 ± 0,0075	0,614 ± 0,1044	0,639 ± 0,1119
Стена правая от входа 2 м от двери	0,013 ± 0,0039	-	0,013 ± 0,0039
Стена правая от входа 2,5 м от двери	0,011 ± 0,0033	0,030 ± 0,0090	0,041 ± 0,0123
Стена напротив установки для снятия чехлов	0,007 ± 0,0021	-	0,007 ± 0,0021
Поверхность ванны для слива электролита 1	0,167 ± 0,0351	0,668 ± 0,1136	0,835 ± 0,1487
Поверхность ванны для слива электролита 2	0,060 ± 0,0126	1,005 ± 0,1709	1,065 ± 0,1835
Стена напротив машины для мойки АБ	0,016 ± 0,0048	0,142 ± 0,0355	0,158 ± 0,0403
Подоконник пятого окна (середина)	0,096 ± 0,0202	0,652 ± 0,1108	0,748 ± 0,1310
Подоконник пятого окна (угол)	0,226 ± 0,0475	0,880 ± 0,1496	1,106 ± 0,1971
Подоконник четвертого окна (середина)	0,786 ± 0,1179	1,690 ± 0,2873	2,476 ± 0,4052
Стол сборки АБ	0,710 ± 0,1065	2,880 ± 0,4896	3,590 ± 0,5961
Стена зарядной камеры	2,060 ± 0,0390	3,920 ± 0,6664	5,980 ± 0,7054
Стена левая помещения ЗУ	0,020 ± 0,0060	0,533 ± 0,0906	0,553 ± 0,0966
Стена правая помещения ЗУ	0,008 ± 0,0024	1,790 ± 0,3043	1,798 ± 0,3067
Стена торцевая помещения ЗУ	0,010 ± 0,0030	0,345 ± 0,0863	0,355 ± 0,0893

Согласно полученным данным, соединения никеля и кадмия присутствуют во всех отобранных пробах. Наиболее загрязнена тяжелыми металлами зарядная камера аккумуляторного отделения. Наименее загрязнено помещение, где расположены зарядные устройства АБ и область противоположная зарядной камере. Это также как и результаты исследования содержания ТМ в воздухе рабочей зоны подтверждает гипотезу о том, что основная часть загрязнителей переходит в производственную среду во время заряда АБ. В смывах с поверхностей стен, в отличие от проб воздуха, содержание никеля превышает

содержание кадмия во всех точках. Данное противоречие можно объяснить физическими свойствами исследуемых веществ. С одной стороны никель имеет большую плотность, а, следовательно, и большую скорость оседания частиц. С другой стороны соли кадмия обладают большей растворимостью в воде в сравнении с солями никеля, а значит, легче удаляются при проведении влажной уборки помещения. На рисунке 3.6 представлено поле распределения суммарного загрязнения ТМ аккумуляторного отделения, построенное на основании полученных результатов.

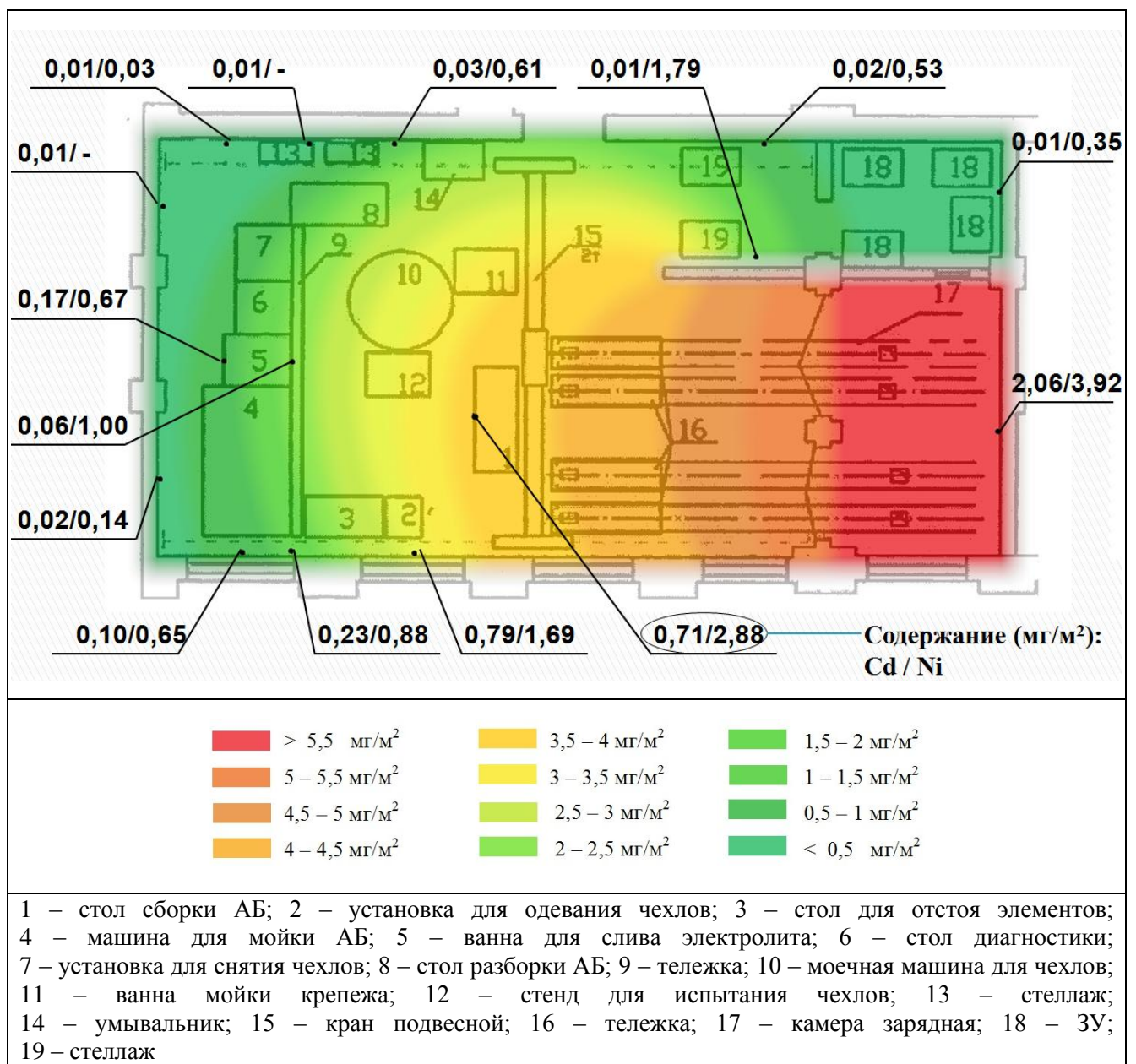


Рисунок 3.6 - Результаты определения содержания ионов никеля и кадмия в смывах с поверхностями стен аккумуляторного отделения

Выводы по главе 3

1. По результатам анализа субъективной оценки здоровья выявлено статистически значимое превышение случаев неоплазии и радикулита у аккумуляторщиков в сравнении с контрольной группой. Доля отмеченных случаев неоплазии превышает средний уровень заболеваемости для населения России.

2. Увеличение в сравнении с контрольной группой доли отмеченных заболеваний радикулитом можно связывать с тяжестью трудового процесса обслуживания АБ. Рост числа новообразований в исследуемой группе говорит о том, что работы по обслуживанию АБ сопряжены с канцерогенным риском, обусловленным присутствием ТМ в рабочей среде аккумуляторного отделения.

3. При проведении СОУТ на рабочих местах аккумуляторщиков основным фактором, определяющим итоговый класс, является химический.

4. СОУТ, основанная на экспертном подходе к идентификации вредных производственных факторов, оставляет бесконтрольными факторы, являющиеся значимыми при оценке условий труда, в том числе факторы производственной среды, по которым установлены превышения существующих гигиенических нормативов. Химический фактор на рабочем месте аккумуляторщика включается в оценку только в части воздействия едких щелочей электролита. Воздействие на работников ТМ не идентифицируется экспертами в качестве фактора, требующего оценки.

5. По результатам априорной оценки профессионального риска по фактору воздействия соединений никеля, кадмия и свинца условия труда на рабочем месте аккумуляторщика в пассажирских вагонных депо г. Самара и г. Уфа можно отнести к вредным подкласса 3.1. Условия труда на рабочем месте в депо «Николаевка» г. Москва можно отнести ко 2 допустимому классу.

6. Полученные данные подтверждают, что основным источником загрязнения производственной среды при обслуживании АБ является процесс заряда батарей. Таким образом, с точки зрения уменьшения количества

поллютантов, переходящих в производственную среду аккумуляторного отделения, и снижения воздействия вредного химического фактора на обслуживающий персонал, наиболее благоприятным является режим заряда АБ высоким напряжением, при котором минимален по времени период заряда, сопровождающийся интенсивным электролизом воды и газовой выделением.

7. Следует уделить отдельное внимание режиму и методам уборки помещений аккумуляторного отделения.

Глава 4. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКА

4.1 Существующие подходы к оценке условий труда по показателям профессионального риска

В соответствии с законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [103] профессиональный риск (ПР) – это вероятность повреждения, утраты здоровья или смерти, связанная с исполнением трудовых обязанностей. В концепции Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) данное понятие включает в себя также оценку тяжести неблагоприятных последствий воздействия факторов производственной среды [44]. Таким образом, риск характеризуют как двухмерную величину, которая состоит из вероятности происшествия и объёма вызванных происшествием убытков (последствий) [101].

Основной глобальной целью оценки ПР является реализация политики в области охраны здоровья граждан. Решение вопроса об оценке ПР направлено на разработку эффективной модели и методологии управления профессиональной заболеваемостью и травматизмом на производстве.

Использование корректных методов оценки ПР обеспечивает реализацию в области охраны труда общих принципов менеджмента качества, направленных на минимизацию или полное устранение факторов риска. Кроме того, концепция оценки ПР положена в основу обеспечения социальных гарантий работающему населению, включающих ряд компенсационных мер, таких как назначение дополнительных выплат, выдачу продуктов питания, организацию санаторно-курортного лечения, страхование жизни и здоровья и т.д.

Понятие и природа профессионального риска раскрыты в схеме на рисунке 4.1 [30].

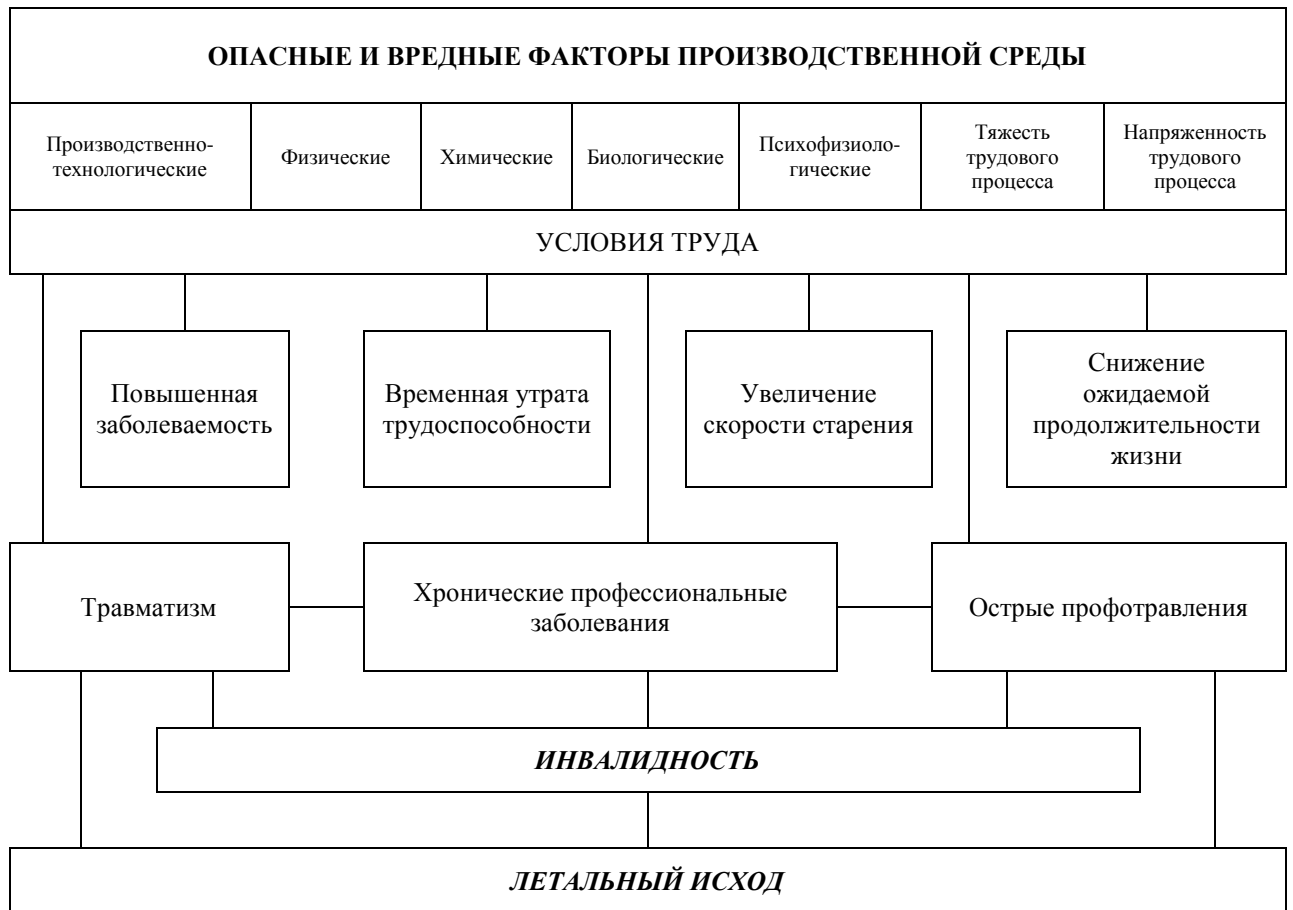


Рисунок 4.1 - Понятие и природа профессионального риска

Задачами оценки ПР являются:

- идентификация факторов производственного процесса, обуславливающих ПР;
- количественная и качественная оценка идентифицированных факторов (интенсивность воздействия, время экспозиции, органы-мишени, связь с развитием патологий организма, синергизм и антагонизм их действия, тяжесть профессиональных заболеваний, возможная продолжительность утраты трудоспособности и т.д.);
- общая оценка условий труда, срочности и объема мер профилактики;
- оценка адекватности планируемых и осуществляемых мероприятий по охране труда. [40, с. 382; 101]

Общие подходы и необходимость проведения оценки существующих на рабочем месте рисков закреплены в нормах отечественного и международного

права, в том числе в стандарте Международной организации труда «Основные направления систем управления безопасностью труда и охраны здоровья» [120].

В прошлом столетии наиболее распространенным подходом в области обеспечения безопасности труда являлась концепция «нулевого риска», направленная на исключение какого-либо вредного воздействия на человека в процессе производства. Сегодня стало ясно, что данный подход на практике не работоспособен, так как, либо издержки, связанные с его реализацией слишком велики, либо обеспечение полной безопасности является недостижимой целью. В качестве альтернативы данному подходу предложена концепция допустимого риска.

Понятие допустимого риска впервые сформулировано в OHSAS 18001:2007 “Occupational health and safety management systems – Requirement”¹ (в последней редакции документа используется термин «приемлемый риск»). Согласно стандарту, допустимый риск – это риск, сниженный до уровня, который может поддерживать организация, учитывая свои правовые обязательства и свою собственную политику в области охраны здоровья и обеспечения безопасности труда [128].

Качественная и количественная оценка рисков может производиться на основании множества методик, таких как, например, метод анализа состояния и результатов сбоев FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) [124, 119], метод исследования угроз и рабочих операций HAZOP (Hazard and Operability Study) [123, 119], анализ «дерева» ошибок FTA (Fault Tree Analysis), предварительный анализ угроз PNA (Preliminary Hazard Analysis) [119], а также различных смешанных или модифицированных методов.

В общем случае различают два подхода к оценке ПР: априорную (предварительную) и апостериорную (окончательную) оценку. Априорная оценка риска подразумевает математическое моделирование вероятности и тяжести последствий воздействия вредных и опасных факторов трудового процесса на

¹ «Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования» (англ.)

здоровье работников и основана в первую очередь на изучении интенсивности и времени экспозиции данных факторов.

Апостериорная оценка базируется на изучении состояния здоровья той или иной профессиональной группы: уровня профессиональной заболеваемости, смертности, увеличения биологического возраста относительно паспортного и т.д. [40, с. 382]. При этом стоит отметить, что анализ профессиональной заболеваемости имеет свои особенности по сравнению с анализом данных о заболеваемости общей, что в первую очередь обусловлено сравнительно низкой частотой данного вида патологий [39, с. 37], а также определенными сложностями установления связи с выполняемой работой [40, с. 385].

Точность апостериорных методов исследования ПР ограничена лишь ошибкой репрезентативности для изучаемой группы и погрешностью инструментальных методов измерения (при их использовании). Существующие же априорные методы оценки риска, как показывает практика, пока не дают возможности корректного описания величины вероятности потери здоровья, однако сегодня они широко используются вследствие меньших стоимости и сроков проведения.

Наибольшим уровнем допустимого риска при его оценке в общем случае принимают естественный уровень смерти, а за наименьший уровень – риск смерти от естественных природных факторов. Уровень допустимого риска также определяется состоянием, в котором суммарная величина прибыли превышает суммарные издержки. Однако вследствие большой сложности корректной оценки указанных параметров, на сегодняшний день уровень допустимого риска чаще всего определяется исходя из критериев, установленных действующими гигиеническими нормативами. В случае не соответствия условий труда требованиям, содержащимся в них, необходима разработка дополнительных мер по обеспечению безопасности. Недостатком данного подхода является то, что он не позволяет оценить реальный ущерб от действия того или иного фактора, включающий показатели профессиональной заболеваемости, а также не реализует принцип постоянного улучшения, положенный в основу теории менеджмента качества. Кроме того,

установленные гигиенические нормативы не всегда корректно отражают порог безопасного воздействия того или иного фактора. При этом понятно, что создание универсальной модели оценки ПР, обладающей высокой степенью репрезентативности невозможно вследствие большого числа факторов и условий, оказывающих влияние на вероятностные характеристики.

В России методологическая база оценки ПР заложена в НИИ медицины труда РАМН под руководством Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. На основе результатов их работы сформулированы основные действующие на сегодняшний день методологические подходы, изложенные в руководствах Р 2.2.1766-03 [87] и Р 2.2.2006-05 [88]. Данная методика основана на использовании величины априорного риска, учитывающего условия труда и индекс профессиональных заболеваний. Методика включает большой перечень показателей (смертность, темпы старения, профессионально обусловленные болезни, репродуктивное здоровье, и др.) [101]. Профессиональный риск в соответствии с данной методикой является групповым и оценивается по семиуровневой шкале от нулевого значения до сверхвысокого уровня (таблица 4.1). Именно данная методология заложена в основу методологии СОУТ (смотри п.3.2).

На практике установлено, что определяемые в соответствии с данной методикой на основании идентификации и оценки отдельных производственных факторов классы условий труда зачастую не описывают реальную степень опасности того или иного производства. Как следствие, вывод о категории риска и степени срочности разработки и реализации мероприятий по его снижению не являются адекватными реальной производственной ситуации. Существующие методологические подходы к оценке риска не позволяют в полной мере осуществить оценку воздействия разнородных факторов и совокупных эффектов с учетом взаимодействия органов и систем организма. Изложенное свидетельствует о перспективности развития теории риска применительно к решению вопросов охраны труда на предприятии.

Таблица 4.1 - Классы условий труда, категории профессионального риска и срочность мер профилактики

Класс условий труда	Определение	Индекс профзаболеваний И _{пз} *	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
1	2	3	4	5
Оптимальный - 1	Воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия не превышают уровни, установленные гигиеническими нормативами и принятые в качестве безопасных для человека, создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.	-	Риск отсутствует	Меры не требуются
Допустимый - 2	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные гигиеническими нормативами, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).	< 0,05	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите**
Вредный - 3.1	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья.	0,05 - 0,11	Малый (умеренный) риск	Требуется меры по снижению риска
Вредный - 3.2	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (15 и более лет).	0,12 - 0,24	Средний (существенный) риск	Требуется меры по снижению риска в установленные сроки
Вредный - 3.3	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности.	0,25 - 0,49	Высокий (непереносимый) риск	Требуется неотложные меры по снижению риска

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5
Вредный - 3.4	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности.	0,5 - 1,0	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска
Опасный (экстремальный) - 4	На работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обуславливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности.	> 1,0	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии	Работы должны проводиться только по специальным регламентам ***

$$* I_{пз} = \frac{1}{K_p + K_t},$$

где K_p – категория риска профзаболевания; K_t – категория тяжести профзаболевания.

** К уязвимым группам работников относят несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов.

*** Ведомственные, отраслевые или профессиональные регламенты работ с мониторингом функционального состояния организма работника до начала или в течение смены.

В качестве одних из наиболее информативных с точки зрения оценки экономического ущерба стоит рассмотреть методы оценки снижения продолжительности безопасного стажа работы при воздействии факторов различной направленности. В основу существующих подходов оценки безопасного стажа в конкретных условиях труда положены корреляционные зависимости между различными условиями труда и сроками развития производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний и метод дозной оценки риска возникновения профессиональных заболеваний.

4.2 Определение условно безопасного стажа работы при воздействии факторов однонаправленного действия и общая оценка профессионального риска

Так как рассматриваемые ТМ обладают выраженным кумулятивным эффектом обосновано применение дозного подхода к оценке профессионального риска. Стаж работы в условиях допустимого риска здоровью зависит от интенсивности воздействия исследуемого фактора, а также от времени экспозиции:

$$D = \int I, T_{\text{экс}} , \quad (4.1)$$

где I – интенсивность исследуемого фактора (или группы факторов);

$T_{\text{экс}}$ – время экспозиции.

Нормальное время экспозиции и стаж работы в условиях допустимого риска здоровью при условии воздействия исследуемого фактора в пределах установленного нормативного уровня определяется исходя из параметров, для которых установлены действующие нормативные значения, и представлено в таблице 4.2 [81, 101].

Таблица 4.2 - Характеристики продолжительности нормального времени экспозиции

Показатели	Единица измерения	Значение
Норма продолжительности смены	час	8
Количество рабочих смен в году	дней	247
Продолжительность нормативной величины стажа работы	год	25
Продолжительность нормального времени экспозиции	час	49 400

В качестве критерия оценки интенсивности воздействия будем использовать установленные предельно-допустимые концентрации для исследуемых веществ. Допустимая доза воздействия исследуемого фактора за весь стаж работы равна:

$$X_{i(\text{доп})} = \text{ПДК}_i \cdot V_{(4)} \cdot T_{\text{экс (норм)}} , \quad (4.2)$$

где ПДК_i – предельно-допустимая концентрация для исследуемого вещества, мг/м³;

$V_{(4)}$ – усредненная величина объемов легочной вентиляции за смену для категорий работ Ia-Iб (характеризующихся уровнем энергозатрат до 150 ккал/ч), м³;

$T_{\text{экс (норм)}}$ – нормальное время экспозиции, ч.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [94] объемы легочной вентиляции за смену зависят от уровня энергозатрат и составляют:

- для работ категории Ia (с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимых сидя и сопровождающихся незначительным физическим напряжением) – 4 м³;

- для работ категории Ib (с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимых сидя, стоя или связанных с ходьбой и сопровождающихся некоторым физическим напряжением) – 4 м³;

- для работ категории Па (с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанных с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующих определенного физического напряжения) – 7 м³;

- для работ категории Пб (с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанных с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающихся умеренным физическим напряжением) – 7 м³;

- для работ категории Пв (с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанных с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующих больших физических усилий) – 10 м³.

Рассматриваемые ТМ: никель, кадмий, свинец, – обладают рядом сходных токсикологических эффектов, таких как канцерогенность, мутагенность и т.д. В связи с этим необходимо проводить оценку профессионального риска с учетом их сочетанного действия.

Стаж работы в условиях допустимого риска здоровью составит:

$$S_{(\text{доп})} = \frac{X_{(\text{доп})}}{X_{(\text{факт})}} \cdot S_{(\text{норм})} = \frac{1}{N} \cdot \frac{V_{(4)}}{V_{(\text{факт})}} \cdot S_{(\text{норм})} \quad , \quad (4.3)$$

где $X_{(\text{факт})}$ – фактическая доза воздействия исследуемого фактора (группы факторов) за весь стаж работы, мг/м³;

N – суммарная кратность превышения гигиенических нормативов по всем факторам однонаправленного действия;

$V_{(\text{факт})}$ – усредненная величина объемов легочной вентиляции за смену для фактической категорий работ, м³;

$S_{(\text{норм})}$ – продолжительность нормативной величины стажа работы, лет.

Суммарная кратность превышения гигиенических нормативов по n факторам однонаправленного действия равна:

$$N = \sum_{i=1}^n N_i , \quad (4.4)$$

где N_i – для каждого исследуемого фактора определяется по следующим зависимостям [65, 64]:

- для параметров среды с установленным верхним пределом допустимых значений:

$$N_i = \frac{C_i}{P_i} , \quad (4.5)$$

где C_i – фактическое значение n -ого параметра среды;

P_i – нормативное значение n -ого параметра среды;

- для параметров среды с установленным нижним пределом допустимых значений:

$$N_i = \frac{P_i}{C_i} \quad (4.6)$$

- для параметров среды с установленным диапазоном допустимых значений [a;b]:

$$N_i = \begin{cases} \left| 2 \cdot \frac{C_i - a}{b - a} - 1 \right| & \text{при } C_i \in [a; b] \\ \frac{C_i}{b} & \text{при } C_i > b \\ \frac{a}{C_i} & \text{при } C_i < a \end{cases} \quad (4.7)$$

Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от величины отклонения фактической концентрации от ПДК и категории выполняемых работ приведена в таблице 4.3 и на рисунке 4.2.

Таблица 4.3 - Продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью

Кратность превышения ПДК	Категория работ в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96		
	Ia-Iб	IIa-IIб	III
1	25,00	14,29	10,00
2	12,50	7,14	5,00
3	8,33	4,76	3,33
4	6,25	3,57	2,50
5	5,00	2,86	2,00
6	4,17	2,38	1,67
7	3,57	2,04	1,43
8	3,13	1,79	1,25
9	2,78	1,59	1,11
10	2,50	1,43	1,00

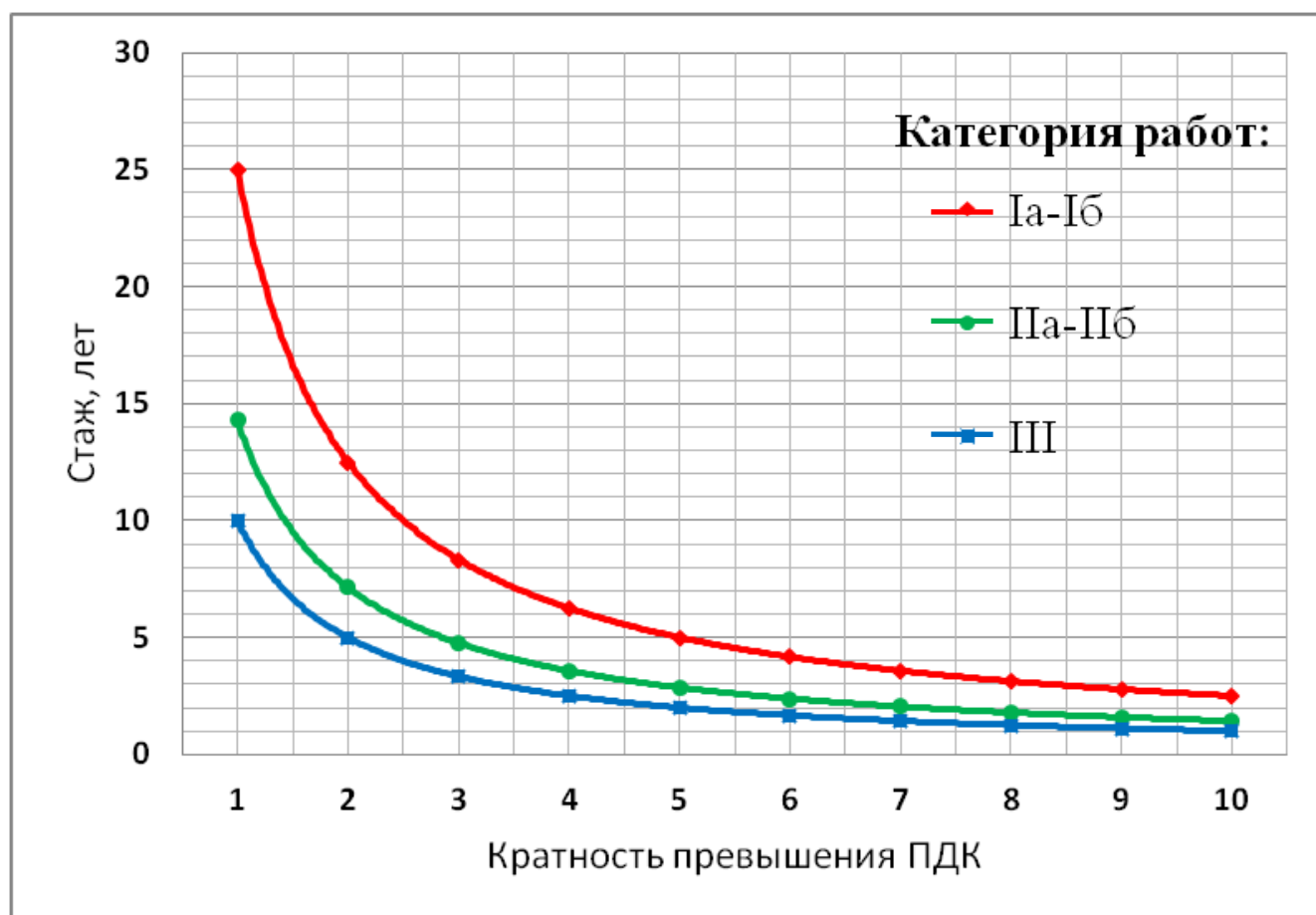


Рисунок 4.2 - Продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью

Зависимости продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от кратности превышения ПДК имеют вид:

- для категорий работ Ia-Иб:

$$S_{(\text{доп})} = 25 N^{-1} \quad (4.8)$$

- для категорий работ IIa-IIб:

$$S_{(\text{доп})} = 14,286 N^{-1} \quad (4.9)$$

- для категории работ III:

$$S_{(\text{доп})} = 10 N^{-1} \quad (4.10)$$

По полученной величине продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью рабочие места условно можно разделить на 4 категории (таблица 4.4).

Таблица 4.4 - Категории работ в зависимости от продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью

Безопасный стаж, лет	Категория	Уровень риска
> 25	1	Низкий
20 – 25	2	Умеренный
10 – 20	3	Высокий
0 – 10	4	Чрезвычайно высокий

На основании полученных результатов, описанных в п. 3.3, рассчитаем продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровья на рабочем месте аккумуляторщика в пассажирском вагонном депо г. Самара с учетом полученной кратности превышения ПДК по факторам химического воздействия кадмия и никеля.

Согласно классификации, предложенной в СанПиН 2.2.4.548-96, труд аккумуляторщика можно отнести к категории работ IIб. Объем легочной вентиляции за смену на данном рабочем месте составит ориентировочно 7 м³.

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 1,46 + 1,2 + 0,0028 + 0,0008 = 2,6636 , \quad (4.11)$$

где N_1 – кратность превышения ПДКс.с. по кадмию при производстве работ в зарядной камере аккумуляторного отделения;

N_2 – кратность превышения ПДКс.с. по никелю при производстве работ в зарядной камере аккумуляторного отделения;

N_3 – кратность превышения ПДКс.с. по кадмию при производстве работ в помещении ремонта и мойки АБ;

N_4 – кратность превышения ПДКс.с. по никелю при производстве работ в помещении ремонта и мойки АБ.

$$S_{(\text{доп})} = \frac{14,286}{2,6636} = 5,36 \text{ лет} \quad (4.12)$$

Таким образом, работы по обслуживанию АБ в условиях пассажирского вагонного депо по фактору воздействия ТМ можно отнести в соответствии с предложенной классификацией к 4 категории риска причинения вреда здоровью: «чрезвычайно высокий».

4.3 Оценка риска канцерогенных эффектов

Оценка риска канцерогенных эффектов при воздействии исследуемых ТМ на работников, обслуживающих АБ, проведена в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [86].

В соответствии с методикой расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала. Канцерогенный потенциал – это мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степени увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Канцерогенный потенциал определяется как верхняя 95 %-доверительная граница наклона

зависимости «доза-ответ» в нижней линейной части кривой. Он отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет) и определен по данным МАИР.

Дополнительная вероятность развития рака на всем протяжении жизни за счет воздействия ТМ в процессе обслуживания АБ при ингаляционном пути поступления определена по формуле:

$$CR = \sum_{i=1}^n (C_{(с.с.)i} \cdot SFi_i) \cdot \frac{V_{(факт)}}{m} \cdot \frac{25}{70}, \quad (4.13)$$

где $C_{(с.с.)i}$ – среднесменная концентрация ТМ, воздействующего на работника, мг/м³;

SFi_i – величина канцерогенного потенциала для ингаляционного пути поступления химического канцерогена (по данным МАИР составляет для кадмия – 6,3, для никеля – 0,84, для свинца – 0,042);

m – масса тела человека (для расчета принимаем стандартную величину массы тела – 70 кг);

25 – продолжительность нормативной величины стажа работы, лет;

70 – ожидаемая продолжительность жизни человека, лет.

Результаты определения дополнительной величины прогнозируемого риска канцерогенных эффектов для работников, обслуживающих АБ в условиях пассажирских вагонных депо г. Уфа, г. Самара, г. Челябинск и «Николаевка» г. Москва и их оценка в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 представлены в таблице 4.5. Для пассажирских вагонных депо г. Самара и г. Уфа уровень прогнозируемого риска попал в диапазон, неприемлемый для профессиональных групп, что говорит о необходимости проведения оздоровительных мероприятий по снижению риска.

Таблица 4.5 - Дополнительная величина прогнозируемого канцерогенного риска и ее оценка в соответствии с Р 2.1.10.1920-04

Депо	CR	Уровень риска
Пассажирское вагонное депо г. Самара	$6,038 \cdot 10^{-3}$	Неприемлемый для профессиональных групп и для населения в целом
Пассажирское вагонное депо г. Уфа	$2,631 \cdot 10^{-3}$	Неприемлемый для профессиональных групп и для населения в целом
Пассажирское вагонное депо г. Челябинск	$4,536 \cdot 10^{-7}$	Приемлемый для профессиональных групп и для населения в целом
Пассажирское вагонное депо «Николаевка» г. Москва	$1,383 \cdot 10^{-4}$	Приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом

Выводы по главе 4

1. Существующие методологические подходы к оценке риска не позволяют в полной мере осуществить оценку воздействия разнородных факторов и совокупных эффектов.

2. Полученные зависимости продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью для различных категорий работ демонстрируют его снижение обратно пропорционально росту кратности превышения ПДК.

3. Продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровья на рабочем месте аккумуляторщика в пассажирском вагонном депо г. Самара с учетом полученной кратности превышения ПДК по факторам химического воздействия кадмия и никеля составила 5,36 лет, что в соответствии с предложенной классификацией соответствует 4 категории риска причинения вреда здоровью («чрезвычайно высокий»).

4. Для пассажирских вагонных депо г. Самара и г. Уфа уровень прогнозируемого канцерогенного риска неприемлем для профессиональных групп. Необходимо проведение оздоровительных мероприятий по его снижению.

Глава 5. РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Критерии и метод оценки эколого-гигиенической безопасности аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава

Как показали проведенные исследования, процессы эксплуатации и обслуживания АБ на пассажирском подвижном составе обуславливают загрязнение производственной среды и прилегающих к железной дороге территорий вредными химическими веществами, такими как едкие щелочи и кислоты электролитов и ТМ (никель, кадмий, свинец).

Перенос поллютантов в окружающую среду происходит во всех состояниях АБ: во время заряда, подзаряда, разряда и бездействия вследствие протекания процесса выделения водорода и кислорода в процессе электролиза воды, а также за счет наличия неплотностей корпуса АБ. Наиболее активно процесс газовыделения протекает во время заряда АБ. Количество переходящих в окружающую среду ЗВ обусловлено степенью герметичности входящих в ее состав аккумуляторов, что обуславливает информативность данного показателя при проведении сравнительной эколого-гигиенической оценки АБ. Снижение газовыделения обеспечивается за счет решения вопроса рекомбинации кислорода и водорода.

Количество, сложность и частота операций обслуживания АБ определяются установленным типом используемых аккумуляторов. АБ обслуживаемого типа требуют доливки электролита и периодического проведения циклов полного заряда/разряда. Малообслуживаемые АБ требуют доливки только дистиллированной воды, а их обслуживание производится без снятия АБ с вагона. Необслуживаемые АБ не требуют обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Тип АБ, устанавливающий необходимость и условия проведения работ по восстановлению требуемого уровня электролита, обуславливает время

контакта обслуживающего АБ персонала с вредными химическими веществами и тяжесть производимых работ.

Еще одним важным аспектом использования АБ является их утилизация. Отработанные АБ содержат значительные объемы никеля, кадмия, свинца и электролита – отходов высокого класса опасности. Удельное количество отходов, подлежащих захоронению при эксплуатации того или иного вида АБ, зависит от массы АБ, срока ее службы, типа АБ, способа и степени переработки.

Таким образом, для проведения эколого-гигиенической оценки АБ можно предложить следующие критерии:

- герметичность (эффективность газовой рекомбинации);
- необходимость и условия проведения работ по восстановлению требуемого уровня электролита;
- количество и токсическая опасность продуктов утилизации отработанных АБ, удельные массовые характеристики энергии АБ;
- доля вторичного сырья, получаемого при переработке отходов отработанных аккумуляторов;
- срок службы и оптимальные условия работы АБ.

На основании предложенных критериев разработана балльная система оценки эколого-гигиенической безопасности аккумуляторов, входящих в состав АБ, эксплуатируемых на пассажирском подвижном составе железнодорожного транспорта (таблица 5.1). Оценку предлагается проводить по 6 показателям: для каждого присваивается значение от 1 до 4 в баллах.

Эффективность газовой рекомбинации определяется в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ Р МЭК 62259-2007 (для щелочных АБ) [28] и ГОСТ Р МЭК 61056-1-2012 (для кислотных АБ) [26]. Тип аккумулятора, срок службы и удельная массовая емкость устанавливаются на основе технических характеристик, определенных производителем. Оценка удельной массовой емкости и срока службы производится в процентах от аналогичной величины для

существующей электро-химической системы, обладающей наилучшими характеристиками по данному параметру в исследуемом сегменте.

Таблица 5.1 - Балльная система оценки эколого-гигиенической безопасности аккумуляторов

№ п/п	Оценка	Балл
1	Эффективность газовой рекомбинации, %	
	≥ 98	1
	от 85 вкл. до 98	2
	от 70 вкл. до 85	3
	< 70	4
2	Тип аккумулятора	
	необслуживаемый	1
	малообслуживаемый	2
	обслуживаемый	3
	не установлен	4
3	Удельная массовая емкость, % от аналогичной величины НДТ*	
	≥ 90	1
	от 75 вкл. до 90	2
	от 50 вкл. до 75	3
	< 50	4
4	Класс опасности отходов, образующихся при выводе аккумулятора из эксплуатации (по наиболее опасному)	
	IV-V	1
	III	2
	II	3
	I	4
5	Доля вторичного сырья, возвращаемого в производство, от массы отработанного аккумулятора без электролита, %	
	≥ 90	1
	от 75 вкл. до 90	2
	от 50 вкл. до 75	3
	< 50	4
6	Срок службы, % от аналогичной величины НДТ*	
	≥ 90	1
	от 75 вкл. до 90	2
	от 50 вкл. до 75	3
	< 50	4
*НДТ – наилучшая доступная технология		

Предложенная система классификации АБ включает 4 класса АБ: не допустимые к использованию, оказывающие значительное негативное воздействие, оказывающие минимальное негативное воздействие, условно

безопасные. Итоговый класс определяется исходя из суммарного количества баллов в соответствии с классификацией, описанной на рисунке 5.1.

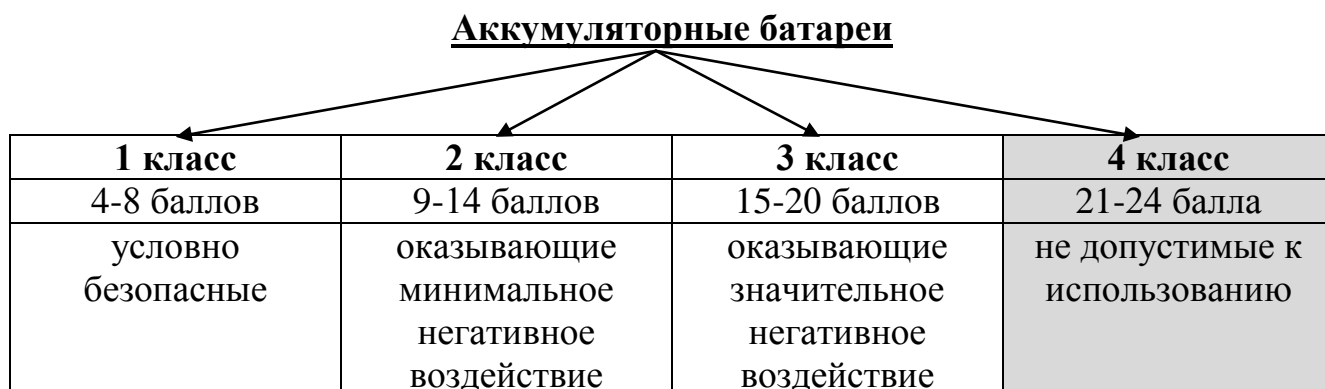


Рисунок 5.1 - Система классификации АБ по критериям эколого-гигиенической безопасности

В качестве примера проведем оценку никель-кадмиевого аккумулятора модели KGL300P, предназначенного для питания потребителей постоянного тока пассажирских вагонов. Исходные данные для оценки определены на основании технических условий и результатов испытаний на подтверждение соответствия аккумулятора требованиям ГОСТ 12.2.007.12-88 и ГОСТ Р МЭК 62259-2007 (смотри приложения 1, 6).

Эффективность газовой рекомбинации аккумулятора в соответствии с результатами проведенных испытаний составляет 99,7–99,8 %. Аккумулятор относится к необслуживаемому типу. Номинальная емкость батареи составляет 300 А·ч, масса с электролитом – не более 13,2 кг, таким образом удельная массовая емкость аккумулятора составляет 22,73 А·ч/кг. В качестве НДТ можно рассматривать промышленный литий-ионный аккумулятор отечественного производства номинальной емкостью 770 А·ч и максимальной массой 26,5 кг [51], удельная массовая емкость аккумулятора – 29,06 А·ч/кг. При выводе аккумулятора из эксплуатации образуется следующий вид отходов: аккумуляторы никель-кадмиевые отработанные неповрежденные, с электролитом (II класс опасности в соответствии с действующим ФККО [85]). Доля вторичного сырья,

получаемого при переработке АБ, составляет не более половины массы отработанных аккумуляторов (смотри приложение 2). Гарантийный срок службы аккумулятора составляет 8 лет с даты изготовления. Гарантийный срок службы аналогичных аккумуляторов в рассматриваемом сегменте достигает на сегодняшний день 10 лет (смотри приложение 1). Результаты проведенной интегральной оценки эколого-гигиенической безопасности аккумулятора представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Результаты оценки эколого-гигиенической безопасности аккумулятора KGL300P

№ п/п	Критерий оценки	Балл
1	Эффективность газовой рекомбинации	1
2	Тип аккумулятора	1
3	Удельная массовая емкость	2
4	Класс опасности отходов, образующихся при выводе аккумулятора из эксплуатации	3
5	Доля вторичного сырья, возвращаемого в производство	4
6	Срок службы	2
Итого:		13
Класс эколого-гигиенической безопасности:		2 класс

В соответствии с предложенной классификацией аккумулятор модели KGL300P и его АБ относятся ко 2 классу эколого-гигиенической безопасности: АБ, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

5.2 Мероприятия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности

Как установлено в результате проведенной работы, проблема обеспечения эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании АБ имеет комплексный характер. Очевидно, что ведущим направлением решения данной задачи остается переход на необслуживаемый тип аккумуляторов. Однако этот подход не решает вопроса обращения с отходами АБ. С точки зрения минимизации затрат на решение проблемы, на наш взгляд более реален путь постепенного перевода всего подвижного состава на необслуживаемые

аккумуляторы с одновременным совершенствованием их эксплуатационных свойств. При этом целесообразно возложить на производителя (поставщика) АБ все затраты, связанные с вопросами утилизации (переработки) аккумуляторов.

Таким образом, в основу мероприятий по обеспечению эколого-гигиенической безопасности предполагается положить поэтапную замену всех АБ, находящихся в эксплуатации на модели 1 и 2 класса. Кроме того разработанные рекомендации предполагают ряд организационно-контрольных мер (таблица 5.3). Поэтапное внедрение мероприятий начиная с тех, которые не требуют значительных временных и материальных затрат и заканчивая полным переходом на необслуживаемые модели обеспечивает их максимальную техническую и экономическую целесообразность.

Таблица 5.3 - Мероприятия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании АБ

1 этап	<ul style="list-style-type: none"> • контроль режима влажной уборки помещения отделения; • организация контроля воздушной среды аккумуляторных отделений на содержание никеля, кадмия и свинца; • соблюдение требований по проведению периодических медицинских осмотров рабочих, занятых обслуживанием АБ, и контроль их результатов; • контроль за обеспеченностью работников адекватной спецодеждой, перчатками, защитными мазями (согласно типовым, отраслевым нормам); • контроль за выполнением рабочими правил и мер безопасности при работе с АБ; • контроль за выполнением требований, предъявляемых к организации мест временного накопления отходов АБ.
2 этап	<ul style="list-style-type: none"> • разработка нормативной документации, регламентирующей обслуживание и контроль эксплуатации новых малообслуживаемых и необслуживаемых моделей АБ для железнодорожного подвижного состава; • вывод из эксплуатации АБ 4 класса (не допустимых к использованию); • включение проверки герметичности АБ и испытаний на невыливаемость электролита в перечень мероприятий ТО-1.
3 этап	<ul style="list-style-type: none"> • вывод из эксплуатации АБ 3 класса (оказывающих значительное негативное воздействие); • дифференциация эксплуатационных требований на южных и северных направлениях движения.

В первую очередь необходимо уделить внимание контролю за выполнением режима уборки аккумуляторного отделения, а также контролю выполнения установленных требований безопасности, таких как обеспечение работников СИЗ

и правильная организация мест временного накопления отходов АБ (отходы должны храниться в закрытом помещении с кафельным или металлическим полом в закрытых контейнерах). Отдельно стоит уделить внимание контролю за периодичностью и качеством проведения медицинских осмотров работников, анализу их результатов и принятию соответствующих решений. Целесообразна организация регулярного контроля содержания ТМ, едких щелочей и кислот электролитов в воздухе рабочей зоны аккумуляторного отделения.

Проведенный анализ нормативной документации показал, что в настоящее время работы связанные с эксплуатацией малообслуживаемых и необслуживаемых АБ регламентированы недостаточно. В связи с этим обоснована разработка соответствующих стандартов, что обеспечит внедрение безопасных методов работы и соответственно их контроля. Данные стандарты должны быть разработаны с учетом мер по обеспечению эколого-гигиенической безопасности.

Так как загрязнение окружающей среды ТМ при эксплуатации АБ обусловлено в первую очередь таким фактором как недостаточная герметичность конструкции. Снижение воздействия данного фактора возможно за счет включения испытаний аккумуляторов на герметичность и невыливаемость электролита в комплекс работ, выполняемых при ТО-1. При этом меры по повышению эколого-гигиенической безопасности эксплуатации АБ на пассажирском подвижном составе должны быть направлены не только на герметизацию аккумуляторов и ограничение контакта персонала с вредными веществами, но и в первую очередь на повышение удельных массовых характеристик их энергии. Ограничения на использование уже существующих технологий, обладающих наилучшими характеристиками в данном сегменте, таких как литий-ионные электрохимические системы, связаны в первую очередь с жесткими требованиями к эксплуатации пассажирского подвижного состава, рассчитанного на широкий температурный диапазон. Смягчение данных требований за счет дифференциации стандартов эксплуатации на южных и

северных направлениях движения позволит уже сегодня оборудовать часть вагонного парка АБ, обладающими наилучшими эколого-гигиеническими характеристиками.

Кроме того, отдельно стоит рассмотреть целесообразность следующих мероприятий:

1. разработка предложений по использованию нейтрализующих средств для проведения влажной уборки аккумуляторных;
2. совершенствование методов индивидуальной защиты от вредных производственных факторов за счет внедрения улучшенных типов спецодежды и других СИЗ (например, защитных кремов гидрофобного действия и т.д.);
3. оснащение прямоточных вытяжных систем специальными фильтрами, удерживающими металлы, для исключения их выброса в окружающую среду за пределы аккумуляторного отделения депо;
4. обеспечение очистки сточных вод, поступающих в канализацию и общий сток вагонного депо (перспективными представляются очистные сооружения с мембранными фильтрами);
5. разработка и внедрение системы оборотного водоснабжения аккумуляторного отделения.

Выводы по главе 5

1. Наиболее информативными в плане оценки эколого-гигиенической безопасности эксплуатации АБ служат следующие критерии: эффективность газовой рекомбинации, необходимость и условия проведения работ по восстановлению требуемого уровня электролита (тип АБ), количество и токсическая опасность продуктов утилизации отработанных АБ, удельные массовые характеристики энергии, доля вторичного сырья, получаемого при переработке отходов отработанных аккумуляторов, срок службы и оптимальные условия работы АБ.

2. Разработанная методика балльной оценки АБ позволяет идентифицировать 4 класса эколого-гигиенической опасности АБ пассажирского подвижного состава: не допустимые к использованию, оказывающие значительное негативное воздействие, оказывающие минимальное негативное воздействие, условно безопасные.

3. Ведущим направлением в борьбе с вредным воздействием АБ остается переход на необслуживаемый тип аккумуляторов. В основу мероприятий по обеспечению эколого-гигиенической безопасности предполагается положить поэтапную замену всех АБ, находящихся в эксплуатации на модели 1 и 2 класса.

4. Поэтапное внедрение описанных мероприятий обеспечивает их максимальную техническую и экономическую целесообразность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в диссертационной работе, позволяют сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Результаты Специальной оценки условий труда, проводимой в соответствии с Методикой, утвержденной Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ №33н, не отражают фактическое влияние условий труда на здоровье работников, а, следовательно, не позволяют в должной степени регулировать необходимые мероприятия по охране здоровья работников и не в полной мере обеспечивают гарантии, предусмотренные Статьей 219 Трудового кодекса РФ.

2. Воздействие химического фактора производственной среды на работников, обслуживающих АБ пассажирского подвижного состава, включающее взаимодействие аккумуляторщиков с такими веществами как серная кислота, гидроокиси натрия, калия, лития, никель, кадмий, свинец и их соединения, обуславливает риск повреждения здоровья и развития профессиональных заболеваний без потери профессиональной трудоспособности.

3. По результатам субъективной оценки состояния здоровья работников, обслуживающих АБ, выявлено статистически значимое превышение доли отмеченных случаев радикулита и неоплазии тканей в сравнении с контрольной группой.

4. Установлено значительное снижение продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью, обусловленное присутствием ТМ в воздухе рабочей зоны аккумуляторного отделения.

5. Определенный уровень прогнозируемого канцерогенного риска для работников, обслуживающих АБ, неприемлем для профессиональных групп. Необходимо проведение оздоровительных мероприятий по его снижению.

6. Установленную канцерогенную нагрузку работников аккумуляторных отделений в первую очередь стоит связывать с воздействием соединений никеля и кадмия.

7. Переход соединений никеля, кадмия и свинца, а также соединений электролитов в производственную среду происходит преимущественно в процессе заряда АБ по достижении 60 % номинального напряжения и усиливается по мере приближения к окончанию заряда.

8. Предложенная система классификации АБ по критериям эколого-гигиенической безопасности, направленная на достижение социально-экономического эффекта за счет повышения ответственности производителей АБ и конкурентоспособности наиболее экологически и гигиенически безопасных моделей включает 4 класса АБ: не допустимые к использованию, оказывающие значительное негативное воздействие, оказывающие минимальное негативное воздействие, условно безопасные.

9. Разработанные мероприятия по обеспечению эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании аккумуляторных батарей пассажирских вагонов предполагают 3 этапа.

1 этап:

- контроль режима влажной уборки помещения отделения;
- организация контроля воздушной среды аккумуляторных отделений на содержание никеля, кадмия и свинца;
- соблюдение требований по проведению периодических медицинских осмотров рабочих, занятых обслуживанием АБ, и контроль их результатов;
- контроль за обеспеченностью работников адекватной спецодеждой, перчатками, защитными мазями (согласно типовым, отраслевым нормам);
- контроль за выполнением рабочими правил и мер безопасности при работе с АБ;
- контроль за выполнением требований, предъявляемых к организации мест временного накопления отходов АБ.

2 этап:

- разработка нормативной документации, регламентирующей обслуживание и контроль эксплуатации новых малообслуживаемых и необслуживаемых моделей АБ для железнодорожного подвижного состава;

- вывод из эксплуатации АБ 4 класса (не допустимых к использованию);
- включение проверки герметичности АБ и испытаний на невыливаемость электролита в перечень мероприятий ТО-1.

3 этап:

- вывод из эксплуатации АБ 3 класса (оказывающих значительное негативное воздействие);
- дифференциация эксплуатационных требований на южных и северных направлениях движения.

В свете вышеизложенных заключений весьма перспективными представляются исследования в области совершенствования технических характеристик аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава, таких как срок службы, герметичность, эксплуатационные характеристики, применение новых материалов и электрохимических систем и т.д., а также исследования в области разработки и совершенствования технологий переработки отходов аккумуляторов. Также весьма актуальной представляется проблема совершенствования методов оценки условий труда работников и профессионального риска.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБ – аккумуляторная батарея;

АРМ – аттестация рабочих мест;

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения;

ДР – деповской ремонт;

ЗВ – загрязняющее вещество;

ЗУ – зарядное устройство;

КВР – капитально-восстановительный ремонт;

КР – капитальный ремонт;

КРМ – капитальный ремонт повышенного объема с модернизацией;

ЛД₅₀ – средняя доза вещества, вызывающая гибель половины членов испытываемой группы;

ЛИА – литий-ионный аккумулятор;

МАИР – Международное агентство по изучению рака;

МВПС – моторвагонный подвижной состав;

НДТ – наилучшая доступная технология;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ПР – профессиональный риск;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

ТМ – тяжелые металлы;

ТО – техническое обслуживание;

ТР – текущий ремонт;

ФККО – Федеральный классификационный каталог отходов;

ХИТ – химический источник тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, Н.М. Микроструктурные изменения в яичниках в результате влияния ацетата свинца в эксперименте / Н.М. Акимова, А.С. Левченко, И.А. Уварова, Т.П. Романова // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2015. – № 12. Том 5. – ISSN 2224-6150;
2. Аксенов, В.А. Оценка вредных химических факторов при обслуживании аккумуляторных батарей / В.А. Аксенов, О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова // Журнал «Мир транспорта». – № 5 (66) – 2016. – том 14 – С.190-196 – М.: МГУПС (МИИТ). – ISSN 1992-3252;
3. Аксенов, В.А. Экологическая безопасность транспортных и стационарных железнодорожных объектов: уч. пособие / В.А. Аксенов, М.Ф. Вильк, О.С. Юдаева, Д.Л. Раенок, Е.А. Ованесова // М.: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2017. – 100 с. – ISBN 978-5-7473-0809-1;
4. Андрусишин, И.Н. Наночастицы, металлов: способы их получения, физико-химические свойства, методы исследования и оценка токсичности / И.Н. Андрусишин // Науково-практичний журнал «Сучасні проблеми токсикології». – 2001. – №3. – С. 3-14 – Киев: Институт экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя – ISSN 1609-0446;
5. Бурак, Ж.М. Воздействие свинцовой интоксикации на человека и животных, влияние на развитие и функции зубочелюстной системы (обзор литературы) / Ж.М. Бурак, А.В. Сукало, Т.Н. Терехова // Медицинский журнал. – Минск.: 2005, № 4. – С. 10-13;
6. Бухаров, А.И. Средства заряда аккумуляторов и аккумуляторных батарей: Справочник. / А.И. Бухаров, И.А. Емельянов, В.П. Суднов – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.: ил. – ISBN 5-283-00583-6;
7. Вильк, М.Ф. Технические и эксплуатационные методы обеспечения экологической и токсикологической безопасности тяговых двигателей железнодорожного подвижного состава / М.Ф. Вильк, В.А. Аксенов,

- О.С. Юдаева, В.Б. Простомолотова, Е.А. Ованесова // Журнал «Проблемы безопасности российского общества». – № 4 – 2017. – М.: РУТ (МИИТ) – С.96-107 – ISSN 2307-4396;
8. Возмилов, А.Г. Использование математического моделирования для изучения влияния различных факторов на характеристики аккумулятора / А.Г. Возмилов, Э.А. Гумерова, А.А. Андреев, В.А. Калмаков // Журнал «АПК России». – 2015. – Том 74 – С. 36-41 – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ – ISSN: 2227-7005;
 9. Волынский, В.В. Новые технологии получения и переработки электродных материалов для никель-кадмиевых аккумуляторов: дис. ... докт. техн. наук: 02.00.05 / Волынский Вячеслав Виталиевич; [Место защиты: Саратов. гос. техн. ун-т]. – Саратов, 2007. – 333 с. : ил.;
 10. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементоорганические соединения. Под ред. Засл. Деят. Науки проф. Н.В. Лазарева и докт. биол. наук проф. И.Д. Гадаскиной. – Л.: «Химия», 1977. – 608 с.;
 11. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест;
 12. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
 13. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1);
 14. ГОСТ 12.2.007-88 Система стандартов безопасности труда. Источники тока химические. Требования безопасности;
 15. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия

- эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;
16. ГОСТ 15543-70 Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие технические требования в части воздействия климатических факторов внешней среды;
 17. ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам;
 18. ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации;
 19. ГОСТ Р 52083-2003 Аккумуляторы никель-железные открытые призматические. Общие технические условия;
 20. ГОСТ Р 52846-2007 Батареи аккумуляторные свинцовые тяговые. Часть 1. Основные требования и методы испытаний;
 21. ГОСТ Р 55183-2012 Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования пожарной безопасности;
 22. ГОСТ Р МЭК 60622-2010 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Герметичные никель-кадмиевые призматические аккумуляторы;
 23. ГОСТ Р МЭК 60623-2008 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы никель-кадмиевые открытые призматические;
 24. ГОСТ Р МЭК 60623-2008 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы никель-кадмиевые открытые призматические;
 25. ГОСТ Р МЭК 60896-2-99 Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытаний. Часть 2. Закрытые типы;
 26. ГОСТ Р МЭК 61056-1-2012 Батареи свинцово-кислотные общего назначения (типы с регулирующим клапаном);

27. ГОСТ Р МЭК 61436-2004 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы никель-металл-гидридные герметичные;
28. ГОСТ Р МЭК 62259-2007 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы никель-кадмиевые призматические с газовой рекомбинацией;
29. ГОСТ Р МЭК 896-1-95 Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытаний. Часть 1. Открытые типы;
30. Гриценко, Ю. Природа профессионального риска / Охрана труда и социальное страхование. – №4 – 1999. – С.8-13;
31. Гришин, С.В. Технология переработки кадмий-, никельсодержащих отходов и разрядные характеристики никель-кадмиевых аккумуляторов, изготовленных из вторичного сырья: дис. ... канд. техн. наук: 02.00.05 / Гришин Сергей Владимирович; [Место защиты: Саратов. гос. техн. ун-т]. – Саратов, 2007. – 128 с.: ил.;
32. Драчев, Г.Г. Аккумуляторы подвижного состава. – М.: Изд-во «Транспорт», 1970. – 160 с., ил.;
33. Журавлева, М.А. Минимизация воздействия тяжелых металлов на почвогрунты в полосе отвода железной дороги / М.А. Журавлева, И.Ю. Крошечкина, Н.И. Зубрев // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона: Сборник материалов VI международной научно-практической конференции. Казанский филиал МИИТ. Под общей ред. Н.Н. Дряновой, Л.И. Ведихиной. – Казань: оперативная типография ЗАО «Алгоритм+», 2014. – С. 143-147 – ISBN 978-5-85247-718-7;
34. Журавлева, М.А. Экологическая оценка распределения тяжелых металлов в полосе отвода железных дорог: дис. ... канд. техн. наук: 03.02.08 / Журавлева Маргарита Анатольевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ)]. – Москва, 2015. – 209 с.: ил.;

35. Зайцева, Н.В. Цитогенетические маркеры и гигиенические критерии оценки хромосомных нарушений у населения и работников в условиях воздействия химических факторов с мутагенной активностью (на примере металлов, ароматических углеводов, формальдегида) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Б. Алексеев, С.Г. Щербина. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 222 с. – ISBN 978-5-91754-147-1;
36. Здоровоохранение в России. 2015: Стат.сб. / Росстат. – М.,2015. – 174 с. – ISBN 978-5-89476-413-9;
37. Зубрев, Н.И. Основы токсикологии: уч. пособие./ Н.И. Зубрев, Н.В. Хлесткова, М.А. Журавлева, В.И. Гришина. – М.: РГОТУПС, 2008. – 182 с.;
38. Иванова, Е.А. Эксплуатация и утилизация никель-кадмиевых аккумуляторов / Е.А. Иванова, В.М. Бельков // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – М.:ВНИИЖТ, 2011 – № 2 – С.32-34 – ISSN 2223-9731;
39. Измеров, Н.Ф. Профессиональная заболеваемость / Н.Ф. Измеров, Н.В. Лебедева // М.: Медицина, 1993. – 224 с. – ISBN 5-225-02636-2;
40. Измеров, Н.Ф. Российская энциклопедия по медицине труда / Главный редактор Н.Ф. Измеров. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 656 с. – ISBN 5-225-04054-3;
41. Иншаков, А.П. Проблема мониторинга и балансировки аккумуляторных батарей транспортных средств / А.П. Иншаков, Ю.Б. Федотов, С.С. Десяев, Д.В. Байков // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26, № 1. – С. 40–49. – Саранск: ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» – ISSN 0236-2910;
42. История предприятия [Электронный ресурс] / ОАО «Завод автономных источников тока»: [сайт]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.zait.ru/about/>, свободно (Дата обращения: 07.04.2016);
43. История развития подвижного состава [Электронный ресурс] / ОАО «Российские железные дороги»: [сайт]. – 2016. – Режим доступа:

- http://history.rzd.ru/history/public/ru?STRUCTURE_ID=5167&layer_id=5619&refererLayerId=5618&id=2219, свободно (Дата обращения 07.04.2016);
44. Капцов, В.А. Производственно-профессиональный риск железнодорожников / В.А. Капцов, А.П. Мезенцов, В.Б. Панкова; Упр. охраны труда МПС России. Всерос. науч.-исслед. ин-т ж.-д. гигиены МПС России. – М., 2002. – 350 с., [18] л. цв. ил.: ил., табл.; 21 см., ISBN 5-94944-002-1;
 45. Карамова, Л.М. Критерии экологической безопасности тяжелых металлов в крови человека / Л.М. Карамова, Т.К. Ларионова, Г.Р. Башарова // Научно-практический журнал «Медицина труда и промышленная экология». – 2010. – № 6. – С. 21–23. – М.: ФГБНУ «НИИ МТ». – ISSN 1026-9428;
 46. Коровин, Н.В. Электрохимическая энергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.: ил. – ISBN 5-283-00611-5;
 47. Кривошеев, А.Б. Токсическое действие кадмия на организм человека (обзор литературы) / А.Б. Кривошеев, Е.Л. Потеряева, Л.Я. Куприянова, Е.Л. Смирнова // Научно-практический журнал «Медицина труда и промышленная экология». – 2012. – № 6. – С. 35–42. – М.: ФГБНУ «НИИ МТ». – ISSN 1026-9428;
 48. Кривуля, С.Д. Гигиена на железнодорожном транспорте / С.Д. Кривуля, Ю.Н. Коршунов, С.В. Суворов, Р.Я. Штеренгарц. – М.: 1992. – 303 с.;
 49. Кулиева, Г.А. Сравнительный анализ специальной оценки условий труда и аттестации рабочих мест / Г.А. Кулиева, М.И. Кочанова, Д.В. Лунев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – № 1 – 2016. – М.: РУДН– С.58-64 – ISSN 2313-2310;
 50. Ларкин, А.А. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты кожи при воздействии соединений никеля: дис. ... мед. техн. наук: 14.00.50 / Ларкин Александр Анатольевич; [Место защиты: ГУ «Научно-исследовательский институт медицины труда РАМН»]. – Москва, 2008. – 130 с.: 7 ил.;

51. Литий-ионные аккумуляторы [Электронный ресурс] / ООО «Лиотех»: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.liotech.ru/newsection7159>, свободно (Дата обращения 07.12.2017);
52. Лукин, В.В. Вагоны. Общий курс: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, Ю.П. Федосеев; под ред. В.В. Лукина. – М.: Маршрут, 2004. – 424 с. – ISBN 5-89035-106-0;
53. Мальцев, В.Ф. Электрооборудование типа ЭВ.44.03 пассажирских вагонов: Учебное иллюстрированное пособие / В.Ф. Мальцев, С.Н. Натальин – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 83 с.;
54. Манохин, Е.С. Аккумуляторы высоких технологий в устройствах железнодорожной автоматики / Материалы III межрегиональной научно-практической конференции «Инновационное развитие железнодорожного транспорта». Отв. редактор Н.Н. Куделькина. – Томск: 2015 – С. 51-57;
55. МВИ-М-34-04 Методика выполнения измерений массовой концентрации металлов в воздухе рабочей зоны и выбросах в атмосферу промышленных предприятий атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией;
56. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом), п. 3.7. Утв. 28.10.1998 Минтранс РФ;
57. Методические рекомендации «Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 12.07.2002 N 11-8/240-09);
58. Методические рекомендации по обеспечению экологической безопасности пассажирских вагонов локомотивной тяги производства ОАО «ТВЗ», п. 8.9 – М.: ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 2012;

59. Модельный ряд выпускаемой продукции: Вагоны пассажирские [Электронный ресурс] / ОАО «Тверской вагоностроительный завод»: [сайт]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.tvz.ru/catalog/passenger/>, свободно (Дата обращения 07.04.2016);
60. Обслуживание пассажиров в поездах [Электронный ресурс] / Инновационный дайджест. Все самое интересное о железной дороге: [сайт]. – 2016. – Режим доступа: http://rzd-expo.ru/history/rolling_stock/services-to-passengers/, свободно (Дата обращения 07.04.2016);
61. Ованесова, Е.А. Загрязнение производственной среды аккумуляторного отделения пассажирского вагонного депо тяжелыми металлами / Е.А. Ованесова // Гигиена, токсикология, профпатология: Материалы Всероссийско научно-практической конференции с международным участием. Под ред. д.м.н., проф. А.Ю. Поповой, академика РАН, проф. В.Н. Ракитского. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2016. – 642 с. – ISBN 978-5-394-02775-8;
62. Ованесова, Е.А. Исследование риска профессиональной заболеваемости работников аккумуляторных отделений пассажирских вагонных депо, обусловленного воздействием тяжелых металлов / Е.А. Ованесова, Г.В. Голышева // Научно-технический и производственный журнал «Наука и техника транспорта». – М.: МИИТ, 2015. – № 4. – С. 55-59 – ISSN 2074-9325;
63. Ованесова, Е.А. Исследование субъективной оценки здоровья работников аккумуляторных отделений пассажирских вагонных депо / Е.А. Ованесова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – С.213-218 – ISBN 978-5-91754-254-6;

64. Ованесова, Е.А. Критерии экологической безопасности железнодорожных перевозок / Е.А. Ованесова // Журнал «Мир транспорта». – М.: МГУПС (МИИТ). – 2017. № 5. С.198-204 – ISSN 1992-3252;
65. Ованесова, Е.А. Модель интегральной эколого-гигиенической оценки производственной среды / Е.А. Ованесова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2016. – 253 с. – ISBN 978-5-398-01684-0;
66. Ованесова, Е.А. Понятие эколого-гигиенической безопасности в системе междисциплинарных взаимодействий / Е.А. Ованесова // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона: Сборник материалов VIII международной практической конференции. Казанский филиал МИИТ. Под общей редакцией И.Ю. Крошечкиной, Л.И. Ведихиной. – Казань: Издательский дом «Мир без границ», 2016. – С.8-10. – ISBN 978-5-9907330-1-5;
67. Ованесова, Е.А. Потенциальное воздействие вредного химического фактора на здоровье работников занятых обслуживанием щелочных и кислотных аккумуляторных батарей (обзор литературы) / Е.А. Ованесова, Е.А. Сорокина, А.С. Козлов // Журнал «Проблемы безопасности российского общества». – М.: РУТ (МИИТ), 2017 – № 1 – С.29-35 – ISSN 2307-4396;
68. Ованесова, Е.А. Техническая и эколого-гигиеническая характеристика аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава железнодорожного транспорта России / Е.А. Ованесова // Журнал «Проблемы безопасности российского общества». – № 3 – 2017. – М.: РУТ (МИИТ) – С.21-25 – ISSN 2307-4396;
69. Ованесова, Е.А. Эколого-гигиенические аспекты эксплуатации современных типов аккумуляторных батарей на пассажирском железнодорожном

- подвижном составе / Е.А. Ованесова // Транспортный комплекс в регионах: опыт и перспективы организации движения: Материалы Международной научно-практической конференции (Воронеж, 28 мая 2015 г). Под ред. А.А. Платонова. – Воронеж: Руна, 2015. – №1. – 226 с. – ISBN 978-5-906502-17-9;
70. Оспанбеков, Б.К. Повышение энергетической эффективности и эксплуатационных показателей электромобилей: диссертация ... кандидата технических наук: 05.09.03 / Оспанбеков Бауржан Кенесович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ)]. – Москва, 2017. – 158 с.: ил.;
71. Отравление свинцом и здоровье. Информационный бюллетень [Электронный ресурс] / Всемирная организация здравоохранения. – 2017. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/ru/>, свободно (Дата обращения: 14.05.2017);
72. Пат. 2173920 Российская федерация, МПК7: H01M10/54. Способ регенерации щелочного аккумуляторного электролита / В.Н. Гофман, Л.Е. Марков, В.М. Головков; заявл. 23.11.2000, опубл. 20.09.2001;
73. Пат. 2304828 Российская федерация, МПК Н 01 М 10/34. Герметичный никель-кадмиевый аккумулятор / М.Б. Шапот, Б.И. Ужинов, В.П. Ардабацкий, О.А. Столярская; заявл. 12.09.2006, опубл. 20.08.2007;
74. Пат. 2451370 Российская федерация, МПК Н 01 М 10/0525. Способ обеспечения работоспособности литий-ионных аккумуляторов и батарей на их основе при отрицательных температурах / В.В. Волынский, В.Н. Тюгаев, В.В. Волынская, С.В. Гришин, Н.В. Куклева, В.В. Ключев; заявл. 13.12.2010, опубл. 20.05.2012;
75. Пат. 2542721 Российская федерация, МПК Н 01 М 4/48, 4/58. Композитный катодный материал литий-ионного аккумулятора на основе $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ со структурой НАСИКОН и способ его получения / А.В. Чуриков, А.В. Иванищев, Н.А. Гридина, А.В. Ушаков, В.В. Волынский, В.Н. Тюгаев, В.В. Ключев; заявл. 27.09.2013, опубл. 27.02.2015;

76. Перминова, Е.В. Эколого-генетическое обоснование защиты генома при профессиональном воздействии никеля с помощью аскорбиновой кислоты: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Перминова Елена Владимировна; Апатиты: Ин-т проблем промышленной экологии Севера., 2003. – 131 с.: ил.;
77. Песецкий, В. Объективный подход по-прежнему необходим [Электронный ресурс] / Виктор Песецкий, Евгений Арапов, Михаил Валов // Газета «Гудок». – Выпуск 12.10.2006. – Режим доступа: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=747154>, свободно (Дата обращения: 07.04.2016);
78. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии;
79. Подоляк, С.И. Методы и средства диагностирования аккумуляторных батарей пассажирских вагонов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Подоляк Сергей Иванович; [Место защиты: Ом. гос. техн. ун-т]. – Омск, 1998. – 172 с.: ил.;
80. Приказ Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 N 342н (ред. от 12.12.2012) «Об утверждении Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда»;
81. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 13.08.2009 N 588н «Об утверждении Порядка исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды времени (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 28.09.2009 N 14900);
82. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. N 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний»;

83. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 14.11.2016) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 N 31689);
84. Приказ МПС РФ от 04.04.1997 № 9Ц (ред. от 13.01.2011) «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов»;
85. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 (ред. от 20.07.2017) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 N 47008);
86. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду;
87. Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: руководство. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.;
88. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;
89. Руководство № 023 ПКБ ЦЛ-2010 РЭ «Вагоны пассажирские. Руководство по техническому обслуживанию и текущему ремонту»;
90. Руководство № 049 ПКБ ЦЛ-07 РК «Вагоны пассажирские цельнометаллические. Руководство по капитальному ремонту (КР-2)»;
91. Руководство № 055 ПКБ ЦЛ-2010 РД «Вагоны пассажирские. Руководство по деповскому ремонту (ДР)»;
92. Руководство № 056 ПКБ ЦЛ-2010 РК «Вагоны пассажирские. Руководство по капитальному ремонту (КР-1)»;
93. СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности;

94. СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
95. Семенов, А. Необходим объективный подход [Электронный ресурс] / Анатолий Семенов // Газета «Гудок». – Выпуск 03.10.2003. – Режим доступа: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=771304>, свободно (Дата обращения: 07.04.2016);
96. СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления;
97. Таганова, А.А. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации: Справочник / А.А. Таганова, Ю.И. Бубнов, С.Б. Орлов – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2005. – 264 с.: ил. – ISBN 5-93808-098-3;
98. Тарновская, Е.В. Общая и профессиональная болезненность работников электролизного производства никеля в Кольском Заполярье / Е.В. Тарновская, С.А. Сюрин, В.П. Чащин // Научно-практический журнал «Медицина труда и промышленная экология». – 2010. – № 4. – С. 11–14. – М.: ФГБНУ «НИИ МТ». – ISSN 1026-9428;
99. Технический регламент «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (утв. постановлением Правительства РФ от 15 июля 2010 г. N 524);
100. Толмачева, О.Г. Особенности дисфункций билиарной системы и их медикаментозная коррекция у детей, проживающих в условиях воздействия антропогенных факторов (свинец, хром, марганец, никель): дис. ... канд. мед. наук: 14.01.08 / Толмачева Ольга Геннадьевна; [Место защиты: ФБУН ФНЦ МПТ УРЗН]. – Екатеринбург, 2014. – 167 с.: 22 ил.;
101. Турсунов, З.Ш. Оценка условий труда при использовании минеральной ваты в строительной отрасли: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Турсунов Закир Шухратович; [Место защиты: С.-Петербург. политехн. ун-т]. – Санкт-Петербург, 2015. – 160 с.: ил.;

102. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016);
103. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2018);
104. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О специальной оценке условий труда»;
105. Хисматуллина, З.Н. Заболевания, связанные с воздействием химических факторов окружающей среды / З.Н. Хисматуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2013., № 20, Том 16. – С. 170-178. – ISSN: 1998-7072;
106. Хрюкин, Н. С. Вентиляция и отопление аккумуляторных помещений. – М.: Энергия, 1979. – 120 с., ил.;
107. Чемезов, Е.Н. Сравнительный анализ специальной оценки условий труда и аттестации рабочих мест / Е.Н. Чемезов, А.Н. Яковлева // Международный научный журнал «Символ науки». – № 01-2/2017 – Уфа: ООО «Омега сайнс» – С.109-111 – ISSN 2410-700X;
108. Чертко, Н.К. Биологическая функция химических элементов: справочное пособие / Н.К. Чертко [и др.]; под ред. Н.К. Чертко. – Минск: 2012. – 172 с. ISBN 978-985-7026-39-5;
109. Чупин, Д.П. Параметрический метод контроля эксплуатационных характеристик аккумуляторных батарей: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 / Чупин Дмитрий Павлович; [Место защиты: Ом. гос. техн. ун-т]. – Омск, 2014. – 203 с.: ил.;
110. Шапот, М.Б. Необслуживаемая аккумуляторная батарея для пассажирских железнодорожных вагонов / М.Б. Шапот, Б.И. Ужинов // Журнал

- «Электрохимическая энергетика». – 2007. – Т. 7, № 1. – С. 42–46. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т – ISSN 1608-4039;
111. Юдаева, О.С. Железнодорожный транспорт как источник загрязнения биосферы тяжелыми металлами / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона: Сборник материалов VII международной практической конференции. Казанский филиал МИИТ. Под общей редакцией Н.Н. Даяновой, Л.И. Ведихиной. – Казань: Издательский дом «Мир без границ», 2015. – С.60-62 – ISBN 978-5-901947-23-4;
112. Юдаева, О.С. Исследование производственной воздушной среды аккумуляторного отделения вагонного депо / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте: сборник трудов ученых и специалистов транспортной отрасли, II выпуск. – М.: ВНИИЖГ, 2016. – 201 с. – ISBN 978-5-9909048-6-6;
113. Юдаева, О.С. Некоторые эколого-гигиенические аспекты обслуживания аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава железнодорожного транспорта / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова // Научно-технический и производственный журнал «Наука и техника транспорта». – М.: МИИТ, 2015. – № 4. С.8-10 – ISSN 2074-9325;
114. Юдаева, О.С. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации пассажирских вагонов / О.С. Юдаева, Е.А. Толочнова // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона: Сборник материалов VI международной научно-практической конференции. Казанский филиал МИИТ. Под общей ред. Н.Н. Дряновой, Л.И. Ведихиной. –Казань: Оперативная типография ЗАО «Алгоритм+», 2014. – 368 с. – ISBN 978-5-85247-718-7;
115. Юдаева, О.С. Химико-аналитические исследования рабочей среды аккумуляторных отделений пассажирских вагонных депо / О.С. Юдаева,

- Е.А. Ованесова // Современные проблемы эпидемиологии и гигиены
Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых
ученых и специалистов Роспотребнадзора (Москва, 1–3 ноября 2016 г.); под
ред. д-ра мед. наук, проф. А.Ю. Поповой. – М.: Грифон, 2016. – 260 с. – ISBN
978-5-98862-314-4;
116. Юдаева, О.С. Эколого-гигиеническая оценка условий труда
аккумуляторщиков на пассажирском подвижном составе железнодорожного
транспорта / О.С. Юдаева, Е.А. Ованесова // Современные проблемы
эпидемиологии и гигиены: материалы VII Всерос. науч.-практ. Конф.
Молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – СПб.: ФБУН НИИЭМ
имени Пастера, 2015. – С.84-85 – ISBN 978-5-904405-36-6;
117. Cadmium and cadmium compounds / IARC MONOGRAPHS ON THE
EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS– 100C. – p. 121-
145 [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-8.pdf>, свободно
(Дата обращения: 13.05.2017);
118. Detailed Review Document on Classification Systems for Reproductive Toxicity
in OECD Member Countries / No 15. Paris: OECD. – 1998;
119. ICH Harmonised Tripartite Guidelines. Quality Guidelines (January 2006). Q9
Quality Risk Management;
120. ILO-OSH 2001. Guidelines on occupational safety and health management
systems;
121. Inorganic and Organic Lead Compounds / IARC MONOGRAPHS ON THE
EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS – VOLUME 87. –
Lyon, France: 2006 – p. 529 [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol87/mono87.pdf>, свободно (Дата
обращения: 14.05.2017);

122. Market sectors [Электронный ресурс] / Saft: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.saftbatteries.com/battery-search/railway-battery-systems>, свободно (Дата обращения: 25.02.2017);
123. Marvin Rausand. HAZOP - Hazard and Operability Study // System Reliability Theory (2nd ed), Wiley, 2004;
124. McDermott, Robin E.; Mikulak, Raymond J.; Beauregard Michael R. The Basics of FMEA. — Productivity Press, 1996. — 80 p. — ISBN 9780527763206;
125. Meisner, L. Ultra low maintenance nickel cadmium batteries: what is this all about? / L. Meisner // Batteries International. – July 2005. – P. 54-58;
126. Mists from strong inorganic acids / IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS – 100F-33. – p. 487-495 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-33.pdf>, свободно (Дата обращения: 21.05.2017);
127. Nickel and nickel compounds / IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS– 100C. – p. 169-218 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-10.pdf>, свободно (Дата обращения: 13.05.2017);
128. OHSAS 18001 : 2007. Occupational health and safety management systems – Requirements;
129. Our trains [Электронный ресурс] / Alaska Railroad: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.alaskarailroad.com/ride-a-train/our-trains>, свободно (Дата обращения: 25.02.2017);
130. Pengxin Hou, Comparison among Chargers of Electric Vehicle Based on Different Control Strategies/ Energy and Power Engineering, 2013, 5, 1398-1403;
131. SJ at a glance [Электронный ресурс] / SJ AB: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.sj.se/en/about/about-sj.html>, свободно (Дата обращения: 25.02.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Эксплуатируемые модели аккумуляторных батарей пассажирских вагонов локомотивной тяги, их основные характеристики

Таблица П.1 – Основные модели аккумуляторных батарей, эксплуатируемых в приписном парке АО «ФПК»

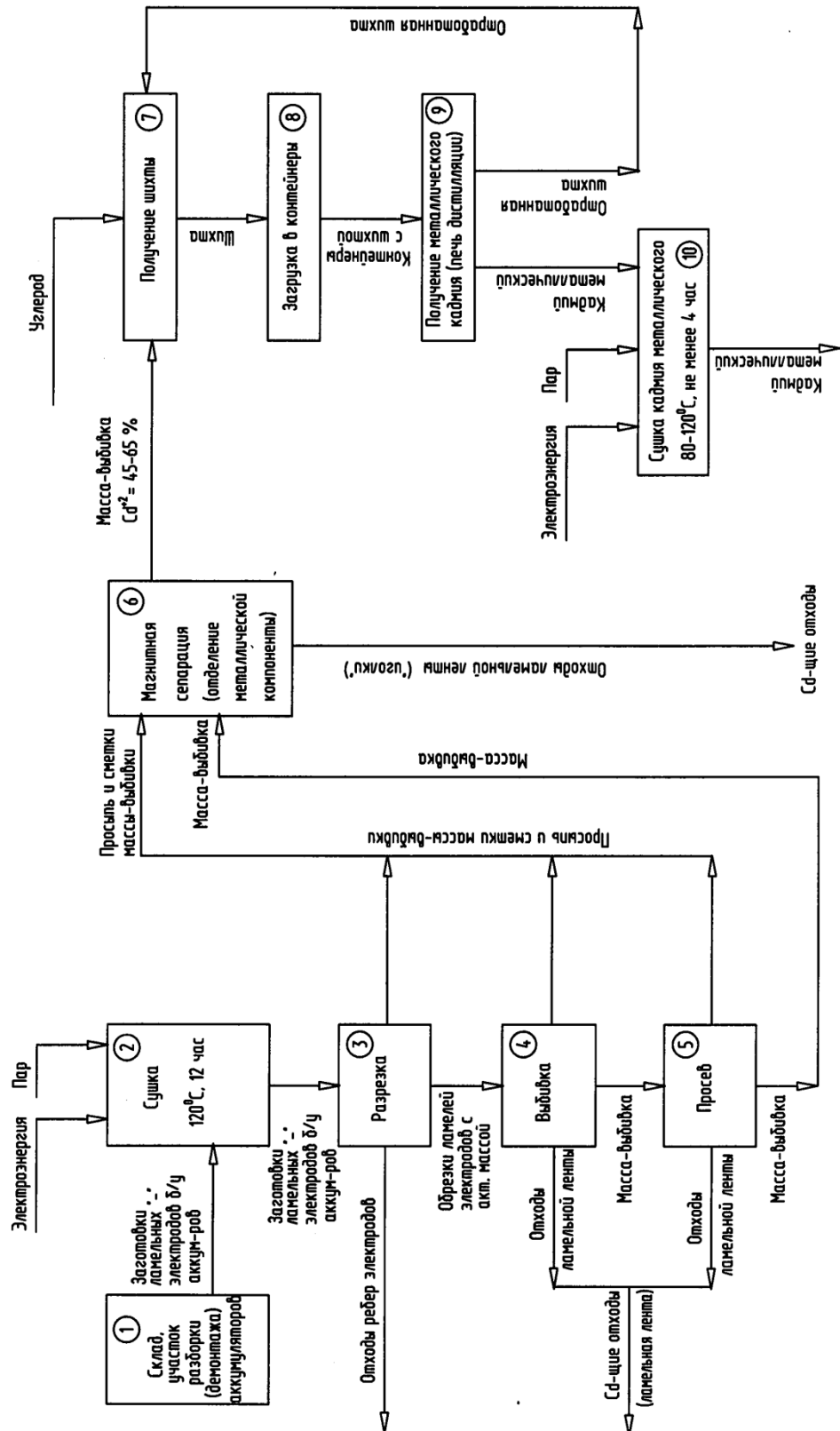
№ п/п	Аккумулятор	Аккумуляторная батарея	Основные технические характеристики	Тип
ПАО «ЗАВОД АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА», САРАТОВ (РОССИЯ)				
1	KL160P	84KL160P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 160 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 8,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Малообслуживаемый
2	KL180P	90KL180P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 180 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 8,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Малообслуживаемый
3	KL250P	4KL250P; 40KL250P; 84KL250P; 90KL250P; 90KL250PK	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 250 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Малообслуживаемый
4	KL300P	40KL300P; 40KL300PK; 84KL300P; 84KL300PK; 90KL300P; 90KL300PK	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 14 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Малообслуживаемый
5	KL375P	3KL375P; 84KL375P; 90KL375PK	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 375 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 18 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Малообслуживаемый
6	KGL140P	90KGL140P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 140 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 6,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 8 лет	Необслуживаемый

7	KGL300P	4KGL300P; 90KGL300P; 90KGL300PK	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 13,2 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +45 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 8 лет	Необслуживаемый
ЗАО «ТРАНСЭНЕРГО», ТОРГОВИЩЕ (БОЛГАРИЯ)				
8	PzS(M)-350P	2PzS(M)-350P; 56PzS(M)-350P	<i>Вид:</i> свинцово-кислотные <i>Номинальная емкость:</i> 350 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 19 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -45 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 8 лет	Малообслуживаемый
9	PzV-300P	2PzV-300P; 56PzV-300P	<i>Вид:</i> свинцово-кислотные <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 21 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -45 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Необслуживаемый
10	PzV-385P	2PzV-385P; 56PzV-385P	<i>Вид:</i> свинцово-кислотные <i>Номинальная емкость:</i> 385 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 29,4 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -45 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Необслуживаемый
ЗАО «ВЕЛИКОЛУКСКИЙ ЗАВОД ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ», ВЕЛИКИЕ ЛУКИ (РОССИЯ)				
11	KM 180P	40KM 180P; 90KM 180P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 180 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12,2 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Обслуживаемый
12	KM 250P	40KM 250P; 90KM 250P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 250 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12,2 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Обслуживаемый
13	KM 260P	40KM 260P; 84KM 260P; 90KM 260P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 260 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 11 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Обслуживаемый
14	KM 300P	40KM 300P; 84KM 300P; 90KM 300P	<i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 11 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет	Обслуживаемый

15	КМ 375P	84КМ 375P	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-кадмиевые <i>Номинальная емкость:</i> 375 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12,2 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
16	FL 300P (ВНЖ-300 П-У2)	40FL 300P	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 10,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
17	FL 350P (ВНЖ-350 П-У2)	40FL 350P	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 350 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 11 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
ОАО «НПФ «ЛУГАНСКИЕ АККУМУЛЯТОРЫ»				
18	ВНЖ-300 П-У2	90ВНЖ-300 П-У2	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 14,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
19	ВНЖ-350 У2	40ВНЖ-350 У2	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 350 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
ООО «КУРСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД»				
20	ВНЖ-300 П-У2	40ВНЖ-300 М-У2	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 300 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 10,5 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый
21	ВНЖ-350 У2	40ВНЖ-350 У2	<p><i>Вид:</i> щелочные никель-железные <i>Номинальная емкость:</i> 350 А·ч <i>Номинальное напряжение:</i> 1,2 В <i>Масса с электролитом, не более:</i> 12 кг <i>Диапазон рабочих температур:</i> от -40 до +40 °С <i>Назначенный срок службы:</i> 10 лет</p>	Обслуживаемый

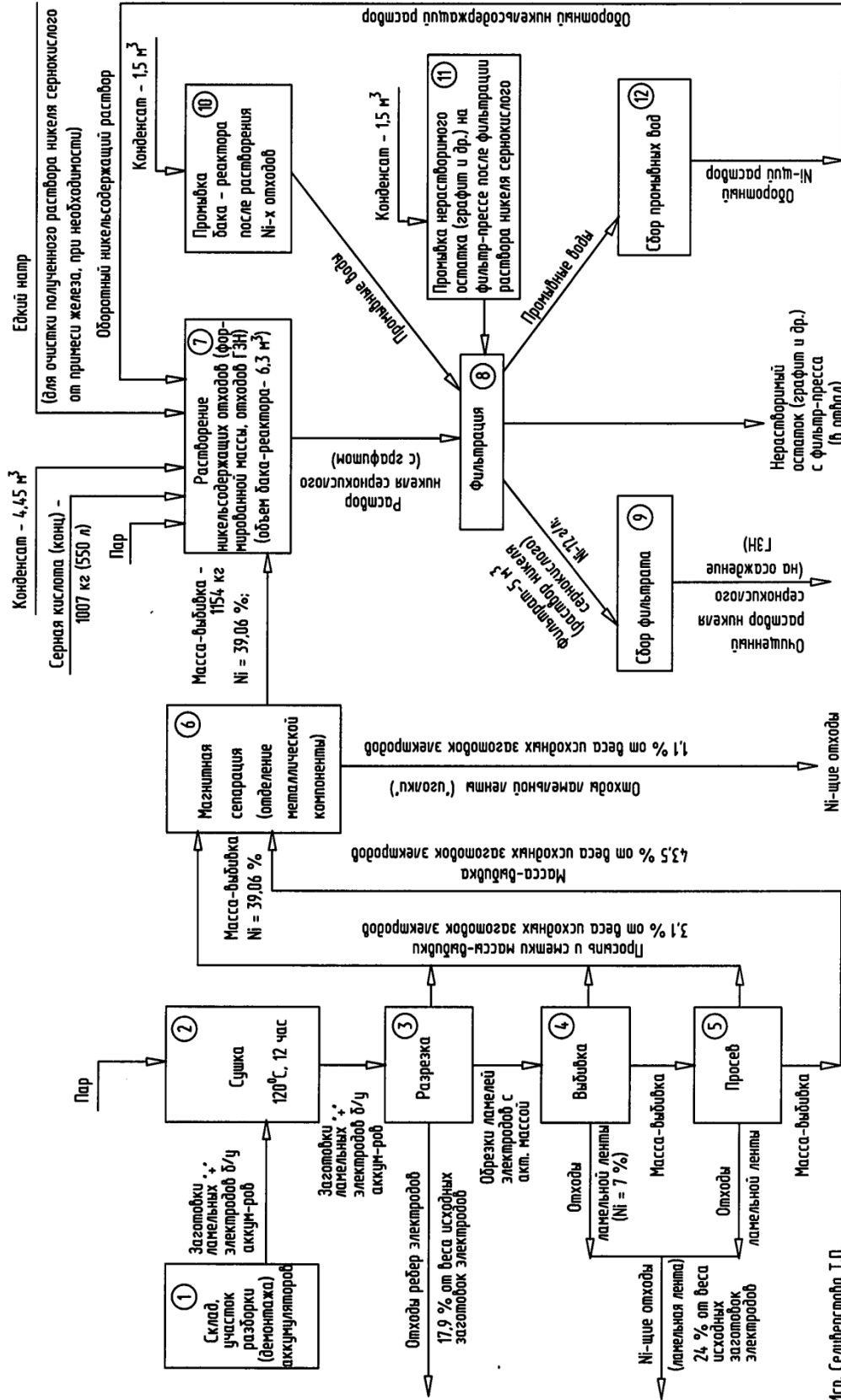
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.А

Схема технологического процесса переработки кадмийсодержащих отходов



ПРИЛОЖЕНИЕ 2.Б

Схема технологического процесса переработки
никельсодержащих отходов



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Анонимная анкета

«Субъективная оценка состояния здоровья работника»

Инструкция:

Данная анкета является полностью анонимной. Анкеты поступают в центр обработки без информации о личности респондента и подразделении компании, цель опроса – улучшение условий Вашего труда.

Прежде чем приступить к ответам на вопросы анкеты заполните поле «Стаж работы в должности».

Анкета состоит из трех блоков: Блок 1 – вопросы с *одним* возможным вариантом ответа; Блок 2 – вопросы с *неограниченным* числом ответов; Блок 3 – Ваши комментарии. Пожалуйста, ответьте на **все** вопросы анкеты.

Стаж работы в должности аккумуляторщика		
Блок 1: Дайте ответы на вопросы – в правой колонке отметьте <u>один</u>, наиболее подходящий, вариант ответа		
1	Возникали ли у Вас в течение Вашего стажа работы аккумуляторщиком острые отравления тяжелыми металлами (тошнота, боль в желудке, одышка, головокружение, озноб, повышение артериального давления, отек легких)?	<input type="checkbox"/> да, однократно (симптомы: _____); <input type="checkbox"/> да, более одного раза (симптомы: _____); <input type="checkbox"/> нет.
2	Как часто Вы болеете или сколько раз в году бывают обострения (со снижением нормальной работоспособности)?	<input type="checkbox"/> реже 1 раза в год; <input type="checkbox"/> 1-2 раза в год; <input type="checkbox"/> 3-4 раза в год; <input type="checkbox"/> более 4 раз в год.
Блок 2: Дайте ответы на вопросы – в правой колонке отметьте <u>все варианты ответов</u>, которые Вам подходят		
3	Беспокоят ли Вас следующие симптомы?	<input type="checkbox"/> головные боли; <input type="checkbox"/> боли в желудке; <input type="checkbox"/> боли в печени; <input type="checkbox"/> частый насморк; <input type="checkbox"/> воспаление горла; <input type="checkbox"/> появляется одышка; <input type="checkbox"/> ничего не беспокоит; <input type="checkbox"/> другое _____

4	Имеются ли у Вас хронические заболевания, диагностированные впервые в период работы аккумуляторщиком?	<input type="checkbox"/> нет; <input type="checkbox"/> заболевание почек; <input type="checkbox"/> заболевание легких; <input type="checkbox"/> заболевание печени; <input type="checkbox"/> диабет; <input type="checkbox"/> заболевание костной ткани (остеопороз и др.); <input type="checkbox"/> заболевание суставов; <input type="checkbox"/> радикулит; <input type="checkbox"/> дерматит, экзема; <input type="checkbox"/> заболевание носоглотки; <input type="checkbox"/> заболевание щитовидной железы; <input type="checkbox"/> заболевание половых желез; <input type="checkbox"/> заболевание поджелудочной железы; <input type="checkbox"/> аллергия; <input type="checkbox"/> анемия (малокровие); <input type="checkbox"/> вегето-сосудистая дистония; <input type="checkbox"/> заболевания сердечно-сосудистой системы; <input type="checkbox"/> заболевания желудочно-кишечного тракта; <input type="checkbox"/> заболевания нервной системы; <input type="checkbox"/> доброкачественные, злокачественные новообразования; <input type="checkbox"/> другое _____ _____
---	---	--

Блок 3: Комментарии

Ниже Вы можете оставить любые комментарии, относящиеся к данной анкете, вопросам, входящим в нее, условиям труда на Вашем производстве, Вашему самочувствию, а также Ваши пожелания и предложения по улучшению условий труда.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Результаты проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах аккумуляторщиков эксплуатационных вагонных депо ЦДИ и хозяйства АО «ФПК»

Таблица П.2 – Результаты проведения специальной оценки условий труда

Место проведения СОУТ	Количество рабочих мест (с учетом аналогичных)	Списочная численность работающих, чел.	Классы условий труда по факторам														Итоговый класс условий труда	Эффективность СИЗ
			Химический (щелочи едкие)	Биологический	Аэрозоли ПФД	Шум	Инфразвук	Ультразвук воздушный	Вибрация общая	Вибрация локальная	Неионизирующие излучения	Ионизирующие излучения	Микроклимат	Параметры световой среды	Тяжесть труда	Напряженность труда		
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ПТО ст. Красноярск-Восточный	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	Не оценивалась
ПТО ст. Забайкальск	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	
ВЧДЭ Северобайкальск	1	1	2	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	2	1	1	2	
ПТО ст. Юдино	1	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	
ПТО в.п. Буки	1	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	
ПТО ст. Челябинск-Главный	1	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	
ВЧДР Чита	1	1	3.1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	3.1	
В-СИБ филиал АО ФПК	1	1	3.1	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-	3.1	
В-СИБ филиал АО ФПК	1	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	
ГОРЬК филиал АО ФПК	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	1	2	2	
ЕН филиал АО ФПК	1	1	3.2	-	-	2	-	-	-	-	2	-	2	2	2	2	3.2	
ЗАБ филиал АО ФПК	1	1	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	
З-СИБ филиал АО ФПК	1	1	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	2	2	-	2	
С-КАВ филиал АО ФПК	1	1	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	3.1	
Спецвокзал	2	2	3.1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	3.1	2	3.1	
Ю-УР филиал АО ФПК	1	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3.1	2	2	2	3.1	

Продолжение табл. П.2

Место проведения СОУТ	Гарантии и компенсации, предоставляемые работнику (работникам), занятым на данном рабочем месте													
	Повышенная оплата труда		Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск		Сокращенная продолжительность рабочего времени		Молоко или другие равноценные пищевые продукты		Лечебно-профилактическое питание		Право на досрочное назначение страховой пенсии		Проведение медицинских осмотров	
	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие	Необходимость	Фактическое наличие
А	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ПТО ст. Красноярск-Восточный	нет	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	нет	да
ПТО ст. Забайкальск	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
ВЧДЭ Северобайкальск	нет	нет	нет	да	нет	нет	нет	да	нет	нет	нет	да	да	да
ПТО ст. Юдино	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
ПТО в.п. Буки	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	нет	да
ПТО ст. Челябинск-Главный	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да
ВЧДР Чита	да	да	нет	да	нет	нет	да	да	нет	нет	да	да	да	да
В-СИБ филиал АО ФПК	да	да	нет	нет	нет	нет	да	да	нет	нет	нет	нет	да	да
В-СИБ филиал АО ФПК	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
ГОРЬК филиал АО ФПК	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
ЕН филиал АО ФПК	да	да	да	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
ЗАБ филиал АО ФПК	да	да	нет	нет	нет	нет	да	да	нет	нет	да	да	да	да
З-СИБ филиал АО ФПК	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
С-КАВ филиал АО ФПК	да	да	да	да	нет	нет	да	да	нет	нет	да	да	да	да
Спецвокзал	да	да	да	да	нет	нет	да	да	нет	нет	да	нет	да	да
Ю-УР филиал АО ФПК	да	да	да	да	да	нет	нет	нет	нет	нет	да	да	да	да

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Отделение по ремонту аккумуляторных батарей пассажирского вагонного депо «Николаевка» Московского филиала АО «ФПК»



Рисунок П.1 - Помещение ремонта и мойки АБ



а)



б)

Рисунок П.2 - Помещение заряда АБ:

а) зарядная камера; б) зарядные устройства

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

**Протокол испытаний аккумулятора KGL300P на соответствие
ГОСТ 12.2.007.12-88 и ГОСТ Р МЭК 62259-2007**

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА «ЭЛАС» (АНО «ИЛ ХИТ «ЭЛАС»)	
Аттестат аккредитации Адрес	: № РОСС RU.0001.21ИТ06 до 14.12.2014 г. Россия, 182100, г. Великие Луки Псковской обл., ул. Гоголя, д. 3
ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 013-13-ИЛ ХИТ	
Категория протокола	безопасность
<p align="right">Утвердил: Руководитель АНО «ИЛ ХИТ «ЭЛАС» <i>Рябчун Ю.Я.</i> Рябчун Ю.Я. 28 января 2013 г. М.П.</p> 	
СТАНДАРТЫ:	ГОСТ 12.2.007.12-88 ГОСТ Р МЭК 62259-2007
Продукция	Аккумуляторы никель-кадмиевые малообслуживаемые серии KGL и батарей из них
Модель/тип	KGL300P
Торговая марка	АИТ
Дата изготовления	IV кв 2012 г.
Заводской номер	отсутствует
Документ поставки	ТУ 3482-029-05758523-2008
Заявитель	ОАО «Завод АИТ»
Адрес	410015, г. Саратов, ул. Орджоникидзе, д. 11
Изготовитель	ОАО «Завод АИТ»
Адрес	410015, г. Саратов, ул. Орджоникидзе, д. 11
Акт отбора	№ 6/п-11 от 06.12.2012 г.
Количество образцов	6 (шесть) шт.
Рег. номера образцов	№01/013+№06/013
Дата поступления образцов в АНО «ИЛ ХИТ «ЭЛАС»	12.12.12 г.
Цель испытаний	Подтверждение соответствия
Идентификация продукции	в соответствии с ТУ 3482-029-05758523-2008
Дата начала испытаний	12.12.12 г.
Дата окончания испытаний	28.01.13 г.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Образцы аккумуляторов KGL300P соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.12-88 и ГОСТ Р МЭК 62259-2007 п. 5.1, п. 5.3, п. 7	
<p align="center">ВНИМАНИЕ! ДАННЫЙ ПРОТОКОЛ КАСАЕТСЯ ТОЛЬКО ОБРАЗЦОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ИСПЫТАНИЯМ. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЧАСТИЧНО ИЛИ ПОЛНОСТЬЮ ВОСПРОИЗВОДИТЬ НАСТОЯЩИЙ ПРОТОКОЛ БЕЗ СОГЛАСИЯ АНО «ИЛ ХИТ «ЭЛАС».</p>	
ВСЕГО ЛИСТОВ: 16	ЛИСТ: 1

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 013-13-ИЛ ХИТ

Принципиальные характеристики продукции:	
Наименование	Аккумуляторы никель-кадмиевые малообслуживаемые серии KGL
Тип, модель/ класс	KGL300P
Номинальная емкость	300 А·ч
Номинальное напряжение	1,2 В

ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРОТОКОЛУ:	
1. Результаты испытаний на соответствие требованиям ГОСТ 12.2.007.12-88 на 4 страницах	<input type="text"/>
2. Результаты испытаний на соответствие требованиям ГОСТ Р МЭК 62259-2007 на 8 страницах	<input type="text"/>
3. Программа испытаний на 1 странице	<input type="text"/>
4. Перечень испытательного оборудования (ИО) и средств измерений (СИ), используемых при испытаниях на 1 странице	<input type="text"/>

Сокращения, применяемые в тексте

с - соответствует требованиям стандарта;

н - не соответствует требованиям стандарта;

нп - требование не предъявляется к данному виду источника тока.

ип – испытания продолжаются

Условия испытаний	Требования ГОСТ 20.57.406 п.1.43	Фактические значения
1. Температура воздуха	от 15 до 35°C	17 - 19°C
2. Относительная влажность воздуха	от 45 до 80%	52 - 58%
3. Атмосферное давление	от 84 до 106 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)	734 - 764 мм рт. ст.

ВСЕГО ЛИСТОВ: 16

ЛИСТ: 2

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 013-13-ИЛ ХИТ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2(продолжение)

Требование стандарта		Методы контроля	Результаты испытаний	Выводы
№ пункта	Наименование контролируемого параметра			
7.8	<p>Сохранность электролита (потеря) Перед началом испытаний должен быть установлен максимальный уровень электролита в соответствии с инструкциями производителя. Аккумулятор перед испытанием должен быть заряжен согласно 7.1 . Заряд должен быть продолжен постоянным током 0,05 II A в течение 2 ч. Газ, выделяющийся через клапан аккумулятора в течение 2 ч перезаряда, должен быть пропущен через три последовательно соединенные емкости с серной кислотой с концентрацией раствора 1/200 моль/л. По окончании перезаряда должно быть подсчитано количество гидроксида калия, абсорбированное в трех емкостях с сернистым раствором. Общее количество вытесненного гидроксида калия должно быть менее, чем 0,05 мг /А·ч перезаряда.</p>	ГОСТ Р МЭК 62259-2007 п.7.8	<p>Режим заряда: - сила тока I = 15 А; - продолжительность заряда – 2ч - температура окружающей среды T = (20±5) °C Общее количество гидроксида калия, абсорбированное в сернистом растворе, составило: - 0,02 мг/А·ч перезаряда, - 0,01 мг/А·ч перезаряда, - 0,03 мг/А·ч перезаряда. (Испытания проведены на образцах №01/013 - №03/013)</p>	С
7.9	<p>Измерение (определение) эффективности газовой рекомбинации Эффективность газовой рекомбинации должна быть вычислена (определена) через количество выделившегося газа при испытаниях в соответствии с условиями установленными в таблице 7 Количество собранного газа должно быть пересчитано (преобразовано) по формуле (1) к величине перезаряда в Ач при температуре окружающей среды 20°С и давлении 101,3 кПа. Эффективность газовой рекомбинации рассчитываются по формуле (2) используя значение полученное при расчете по формуле 1. $V = \frac{P}{P_0} \times \frac{293}{1+273} \times \frac{V}{Q}, \text{ мл/Ач(1)}$ $\eta = (1 - \frac{V}{673}) \times 100, \% (2)$</p>	ГОСТ Р МЭК 62259-2007 п.7.9	<p>Режим принудительного заряда: - сила тока I = 1,5 А; - продолжительность заряда = 2 ч; - температура окружающей среды T = (20±5) °C Результаты испытаний: $V_1 = 1 \times \frac{293}{20+273} \times \frac{4,04}{3} = 1,347$ $V_2 = 1 \times \frac{293}{20+273} \times \frac{6,57}{3} = 2,19$ $V_3 = 1 \times \frac{293}{20+273} \times \frac{4,04}{3} = 1,346$ $\eta_1 = (1 - \frac{1,347}{673}) \times 100 = 99,8 \%$ $\eta_2 = (1 - \frac{2,19}{673}) \times 100 = 99,7 \%$ $\eta_3 = (1 - \frac{1,346}{673}) \times 100 = 99,8 \%$ (Испытания проведены на образцах №01/013 - №03/013)</p>	С

Испытания провел:

Климова В.Е.
(фамилия)

28 января 2013 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 013-13-ИЛ ХИТ

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**ПЕРЕЧЕНЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (ИО) И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ (СИ),
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ**

№ п.п.	Наименование ИО и СИ	Тип	Основные характеристики	Сведения о поверке (аттестации)
1	Автоматический зарядно-разрядный комплекс	АЗРК-500А-20В Зав. № 1	Диапазон стабилизированного зарядного/разрядного тока от 30 до 500 А Относительная погрешность стабилизации тока - 2%	Аттестат № 11.1-12 до 26.03.2013 г.
2	Универсальная пробойная установка	УПУ-1М Зав. № 743	Выходное постоянное и переменное напряжение - 0±5В±10 кВ	Аттестат № 24.1-12 до 08.11.13 г.
3	Установка контроля невыливаемости	ПР-12 Зав. № 1	Фиксированный угол наклона: 10°, 30°, 45°	Аттестат № 18.1-12 до 11.08.13 г.
4	Установка для испытаний на удар	ВТ-250 Зав. №А 8504	Рабочие значения ускорения - 1-40 g Пиковые значения ускорения - до 190 g Частота ударов 2-3/с	Аттестат № 13.1-12 до 12.04.13 г.
5	Вибрационный стенд	ST 80/3 Зав. №13/81	Диапазон частот - 3-100 Гц; Максимальная амплитуда колебаний (перемещение) - 3 мм; Среднеквадратичное виброускорение при максимальной массе - 70 м/с ²	Аттестат № 12.1-12 до 05.04.13 г.
6	Камера защитная	К 3101 Зав. № 245	Полезный объем камеры - 1 м ³	Защита обеспечивается конструкцией камеры
7	Весы медицинские	РП-150 Зав. № 14206	Диапазон взвешивания 0-150 кг Погрешность при взвешивании ±50 г	Знак поверки до 09.2013 г.
8	Мегомметр	М1102/1 Зав. № 192877	Диапазоны напряжений 100 V; 500 V; 1000V Диапазоны сопротивлений 0-500 МОм	Знак поверки до 26.09.13 г.
9	Мультиметр цифровой	АРРА-205 Зав. №43500779	Погрешность ±0,3% -0,1 % в диапазоне 400 мV- 600V	Свидетельство №2586 до 27.09.13 г.
10	Термометр жидкостный стеклянный	ТН-8М Зав. № 467	Диапазон измерений: от-80до+60°С Погрешность ± 1,0°С	Клеймо поверки 3 кв. 2013 г.
11	Психрометр аспирационный	МВ-4-2М Зав. № 212	Диапазон измерений: влажность -10+100%; температура - минус 25 + +50°С	Знак поверки до 21.08. 2013 г.
12	Барометр анероид	М98 Зав. № 212	Диапазон измерений: 96±104 кПа	Знак поверки до 11.07. 2013 г.

КОНЕЦ ПРОТОКОЛА № 013-13-ИЛ ХИТ

ВСЕГО ЛИСТОВ: 16

ЛИСТ: 16



ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Документы о внедрении материалов диссертационной работы



Федеральное государственное унитарное предприятие
 «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ГИГИЕНЫ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ
 ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА»
 (ФГУП ВНИИЖГ РОСПОТРЕБНАДЗОРА)

Аттестат аккредитации № RA.RU.21ИЛ03 выдан 05 августа 2015г.

125438, г.Москва, Пакгаузное ш., д.1, корп.1; тел. 153-27-37; факс 153-07-59; e-mail: info@vniijg.ru

Р/сч 40502810400000004356 в ВТБ 24 (ПАО), кор/сч. 30101810100000000716 в ГУ Банка России по Центральному
 Федеральному округу БИК 044525716,

ИНН 7711002230/КПП 774301001

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результаты диссертационного исследования Елены Алексеевны Ованесовой на тему «Обеспечение безопасных условий труда при обслуживании аккумуляторных батарей пассажирских вагонов железнодорожного транспорта», представленного на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – «Охрана труда (в транспорте)», а именно:

- критерии эколого-гигиенической оценки аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава;

- технические рекомендации по обеспечению эколого-гигиенической безопасности при эксплуатации и обслуживании аккумуляторных батарей пассажирского подвижного состава,

используются при проведении экологической сертификации пассажирских вагонов локомотивной тяги в ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора.

Директор
 ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора,
 д.м.н., профессор

«20» декабря 2017 г.



М.Ф. Вильк