



«Исследование пожарной опасности систем накопления электрической энергии на основе литиевых аккумуляторов»

Мельник Антон Анатольевич

заместитель начальника университета

(по научной работе)



- 119 лет истории -

- более 100 образовательных программ -

- 33 кафедры -

- ежегодный выпуск - более 1 000 специалистов -

- 14 представительств в России и за рубежом -

- 45 докторов наук, 182 кандидата наук, 34 профессора, 117 доцентов -



выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в интересах МЧС России



производство судебных пожарно-технических экспертиз, научно-методическое обеспечение судебно-экспертной деятельности МЧС России, обучение и аттестация экспертов СЭУ МЧС России



оказание научно-технических услуг и выполнение работ в области обеспечения пожарной безопасности по договорам с организациями и предприятиями

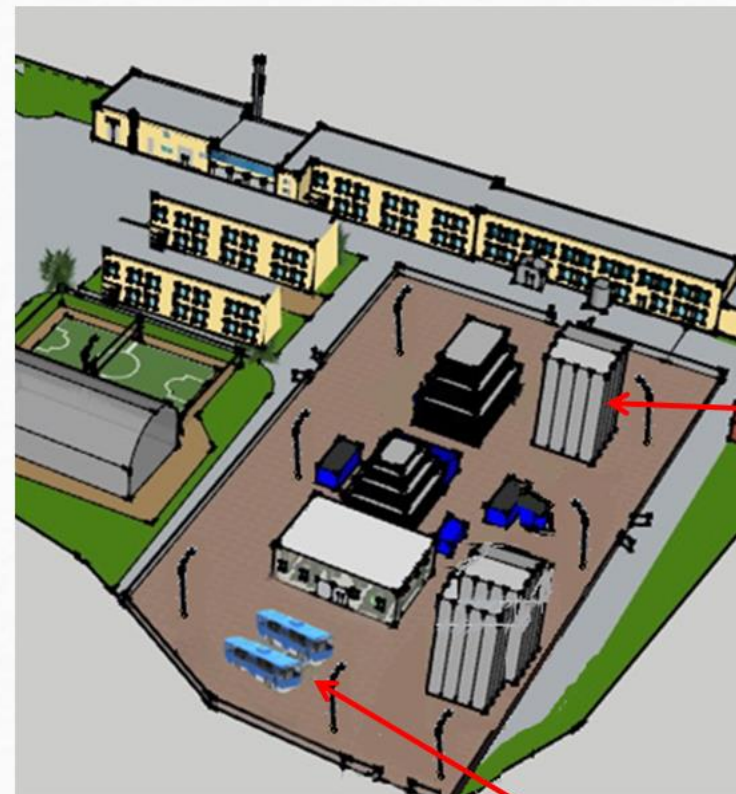
ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕЗАВИСИМЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»



НИИПИ



зал
гидравлических
испытаний



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН



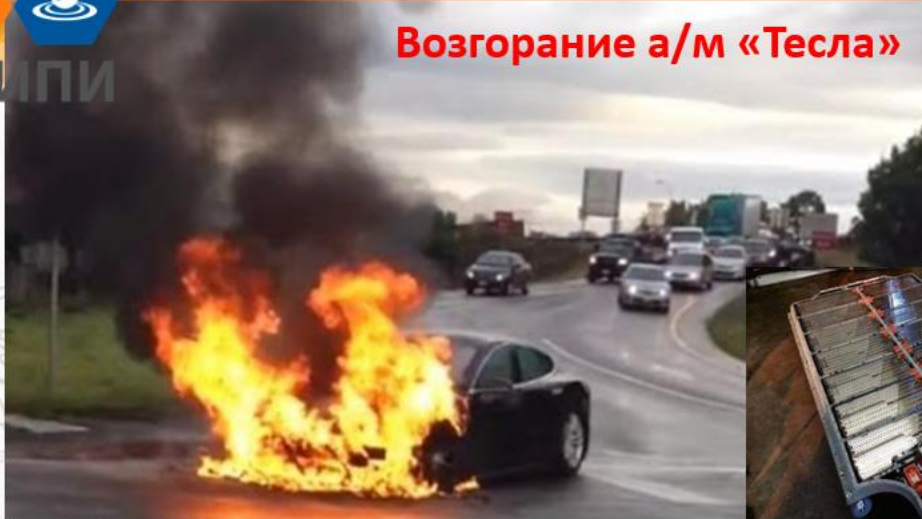
макет высокостеллажный склад, 1400 м³



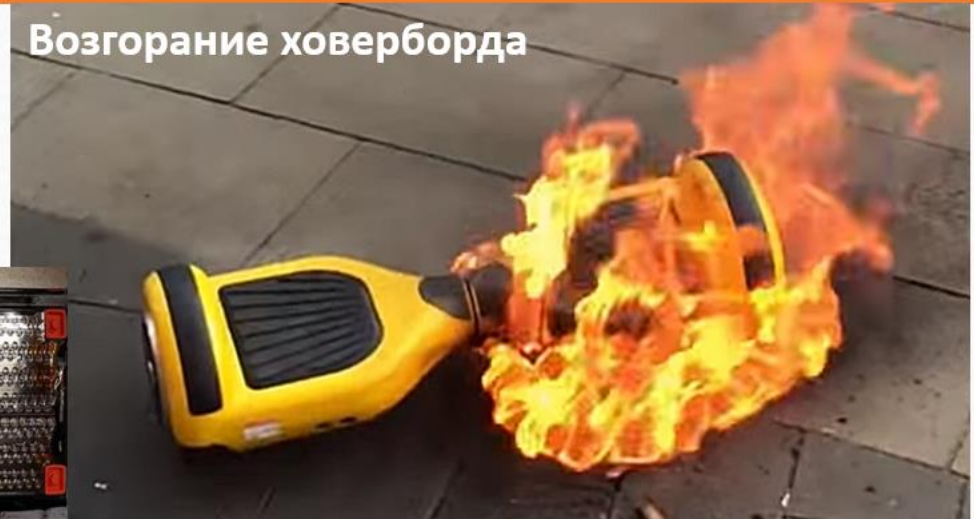
учебно-тренировочный полигон



Возгорание а/м «Тесла»



Возгорание хOVERборда



Электровелосипед после пожара



Возгорание электробуса



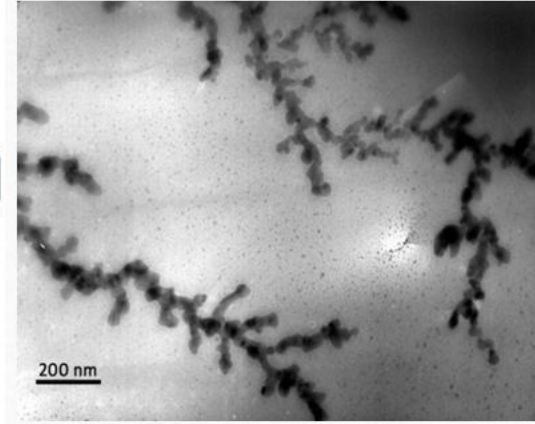
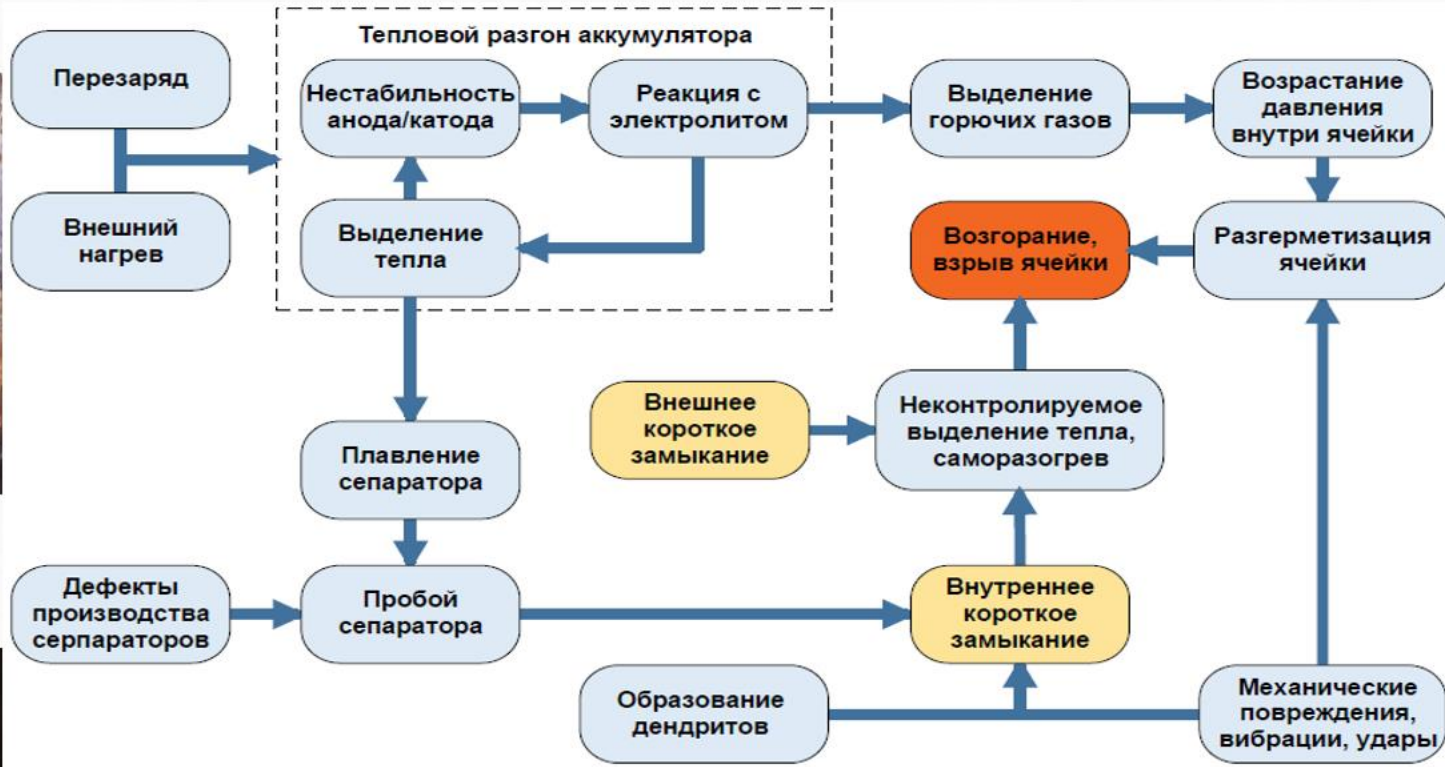
НИИП



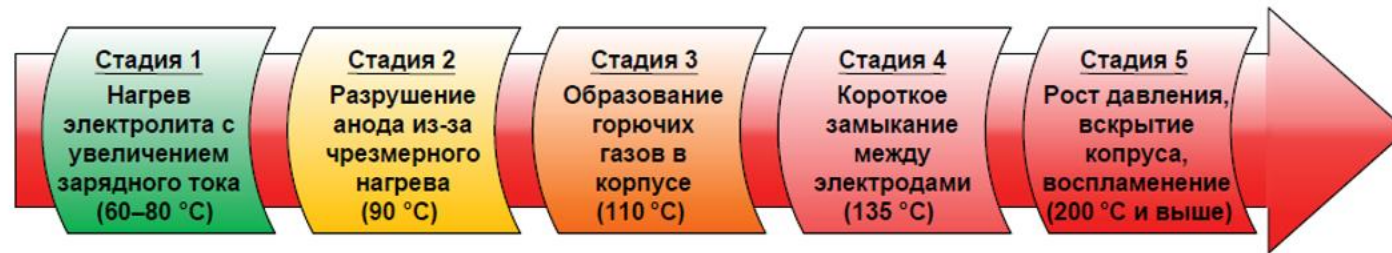
Источник открытого огня



Перегрев



Дендриты металлического лития



Перезаряд



Горение ЛИА при размещении в заднем отсеке троллейбуса



Горение ЛИА при размещении на крыше троллейбуса



Возникновение горения в салоне троллейбуса



LiFePO₄

литий-железо-фосфатный аккумулятор



до испытания



после испытания

Розлив и воспламенение бензина под отсеком аккумуляторной батареи



до испытания

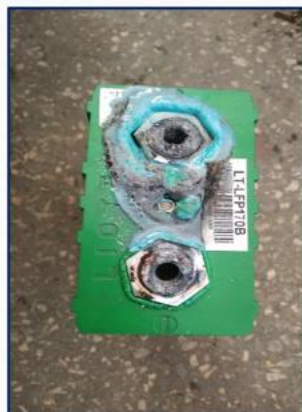


после испытания

Перегрев аккумуляторных батарей при выходе из строя системы кондиционирования



до испытания



после испытания

Короткое замыкание аккумуляторных батарей

LiFePO₄

литий-железо-фосфатный аккумулятор



Образец во время испытания



после испытания (первое сбрасывание)



после испытания (второе сбрасывание)

Моделирование механических повреждений



НИИПИ



Тепловой разгон аккумуляторной ячейки в результате перезаряда током 30,55 А



Терморазгон аккумуляторных ячеек в составе блока от пламени бензина с горением продуктов терморазгона

LiFePO₄

литий-железо-фосфатный
аккумулятор



Вздутие корпуса аккумуляторной ячейки после теплового разгона в результате короткого замыкания



Горение литий-железо-фосфатного кабинета при коротком замыкании модуля

НИИПИ

Исследования особенностей горения и тушения литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) в интересах СПб ГУП «Пассажиравтотранс» совместно с Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе РАН.

Объектом исследований являлись тяговые батареи, а также Li-ion аккумуляторы и модули, используемые в батарее.



NMC

литий-никель-
марганец-кобальт-
оксидный аккумулятор





Тепловой разгон единичного аккумулятора
(внешний нагрев)



Тепловой разгон батарейного модуля
(модельный очаг пожара)



NMC

литий-никель-
марганец-кобальт-
оксидный аккумулятор

Тепловой разгон единичного аккумулятора в составе батарейного модуля
(перезаряд)





Тепловой разгон группы аккумуляторов в составе батарейного модуля (перезаряд)



Тушение возгорания батарейного модуля автоматическими водяными системами пожаротушения (перезаряд группы аккумуляторов)



NMC

литий-никель-
марганец-кобальт-
оксидный аккумулятор



NMC



Возгорание единичного аккумулятора
(внешний нагрев)



Возгорание группы аккумуляторов в составе
батареяного модуля (перезаряд)

LiFePO4



Выделение газовой фазы из
аккумуляторной ячейки (перезаряд)



Вздутие корпуса аккумуляторной ячейки
(короткое замыкание)



НИИПИ



с элементами
пассивной
защиты

NMC

литий-никель-
марганец-кобальт-
оксидный аккумулятор

без элементов
пассивной
защиты



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ



НИИПИ

1. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов существенно зависит от компонентного состава электролита и материала сепаратора
2. Пожарная опасность тяговых батарей во многом определяется их конструкцией, а также наличием средств активной и пассивной защиты
3. Способность к тепловому разгону - ключевой аспект пожарной опасности ЛИА
4. Тепловой разгон ЛИА приводит или к самовозгоранию или к выбросу горючих газов без их воспламенения, но с образованием взрывоопасной газовой смеси в закрытых помещениях
5. При оценке пожарной опасности ЛИА и батарей необходимо учитывать наличие фонтанирующего горения с высокой температурой факела, что может приводить к быстрому зажиганию окружающих горючих материалов
6. Тушение единичного аккумулятора фактически невозможно ввиду наличия горючего и окислителя в выбрасываемой газовой среде и скоротечности выгорания ЛИА
7. Тушение аккумуляторных модулей или батарей возможно водой. Прекращение горения достигается за счет охлаждения батареи (модуля) и предотвращения распространения горения на соседние аккумуляторы
8. Большую эффективность показало тушение ЛИА и батарей тонкораспыленной водой
9. При проектировании систем противопожарной защиты (АУП) помещений с обращением литий-ионных тяговых батарей целесообразно проводить комплекс специальных огневых испытаний для подтверждения эффективности и достаточности параметров водяной АУП для тушения конкретных батарей



государственное унитарное предприятие
ПАССАЖИРАВТОТРАНС





ЗНАЧИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЯГОВЫХ БАТАРЕЙ

- время выгорания одной аккумуляторной ячейки
- способность конструкции батареи обеспечить локализацию возгорания в пределах одной аккумуляторной ячейки батареи
- скорость распространения горения между ячейками в батарее
- наличие, размер, направление и высота истечения газового фонтана при горении батареи
- возможность и безопасность тушения батареи водой
- возможность тушения батарейного модуля штатной системой пожаротушения объекта при возникновении внешнего источника горения (модельный очаг пожара класса В)
- токсичность и горючесть продуктов теплового разгона и продуктов горения
- проявления опасных факторов взрыва





Спасибо за внимание!