**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**

**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ: | | | | | | | | | | | | | | |
| Факультет | О | |  | Заведующий кафедрой | | | | | |  | | | | О1 | | | | | | |
|  | индекс факультета | |  |  | | | | |  | | | | | | индекс кафедры | | |
| Выпускающая кафедра | О1 | |  | | Иванов Н.И. | | |  | | | |  | | | | | | | |
|  | индекс кафедры | |  | | Фамилия ИО | |  | | | | подпись | | | | | | | | | | |
| Группа | О1М31 | |  | «\_\_\_\_\_» | |  | | | | | | | | | | 2018 г. | | |
|  | индекс группы | |  |  | |  | | | | | | |  | | | |

**отчет**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **о прохождении** | | | | конструкторско - технологической | | | | | | | | | | | | | | | **практики** | | | |
| наименование практики | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Коробова Дмитрия Дмитриевича | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Фамилия, имя, отчество обучающегося | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Обучающегося по**  **направлению/специальности** | | | | | | | 20.04.01 | | | |  | | Техносферная безопасность | | | | | | | | |
| нужное подчеркнуть | | | | | | | код | | | | |  | | полное наименование направления/специальности | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Руководитель практики от БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова:** | | | | | | | | Куклин Д.А., д.т.н., профессор каф. О1 | | | | | | | | | | | | |
|  | | | Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Руководитель практики от**  **профильной организации:** | | | | | | | | Жданов В.В., генеральный директор - | | | | | | | | | | | | |
|  | Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | ООО «Литий-Ионные технологии» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Срок прохождения практики:** | | | | | С | | 02.07.2018 | | | | | | | г. |  | по | 22.07.2018 | | | г. |
| **Должность обучающегося на практике:** | | | | | | | | | студент | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Руководитель практики от БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова:** | | | |  | |  | | **Руководитель практики от профильной организации:** | | |  | | | |
|  | |  | | Куклин Д.А. | |  | |  | |  | | | Жданов В.В. | |
| Подпись | |  | | Фамилия ИО | |  | | Подпись | |  | | | Фамилия ИО | |
| «\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  | 2018г. | |  | | «23» | | \_\_\_\_июля\_\_\_\_ |  | | 2018г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018г.

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc524007338)

[Структура Li-ХИТ 4](#_Toc524007339)

[Принцип работы Li-ion аккумулятора 5](#_Toc524007340)

[Производство Li-ХИТ 7](#_Toc524007341)

[Сборка монетных ячеек 8](#_Toc524007342)

[Формовка аккумуляторных батарей 11](#_Toc524007345)

[Заключение 13](#_Toc524007346)

[Список используемых источников 14](#_Toc524007347)

# Введение

Базой прохождения конструкторско-технологической практики было предприятие по производству Литиевых химических источников тока - ООО «Литий-ионные технологии» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. Продолжительность конструкторско-технологической практики – три недели.

Целью прохождение конструкторско-технологической практики является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также приобретение практических навыков в области строения и производства ХИТ.

Задачи конструкторско-технологической практики:

1. Ознакомиться с производством литиевых источников тока в специализированной лаборатории ФТИ им. Иоффе.
2. Формирование знаний о экологической безопасности проведения технологических процессов.
3. Изучение современного для производства батарей и их тестирования.
4. Сбор сведений о безопасности литиевых батарей.

### Структура Li-ХИТ

Литиевые химические источники тока (Li-Хит) — тип электрического аккумулятора, который широко распространён в современном мире и в последнее время очень активно применяется в электромобилях и накопителях энергии в энергетических системах. Наиболее часто можно встретить в таких устройствах как - смартфоны, ноутбуки, планшеты, цифровые фотоаппараты, видеокамеры.

Основными элементами Li-ХИТ, является:  
-Катод

-Анод

-Сепаратор

-Клапан сброса давления

-Корпус

Более подробная структура Li-ХИТ представлена на рисунке 1.

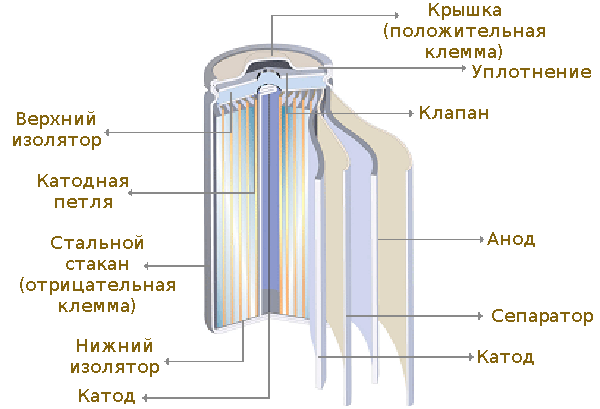


Рисунок 1. Состав Li-ХИТ

Сепаратор в данном источнике тока играет очень важную роль. Он необходим для обеспечения безопасности эксплуатации данных источников тока. При температуре свыше 135 оС слой сепаратора расправляется и ионный обмен между электродами прекращается. Применение сепаратора в ХИТ представлено на рисунке 2.

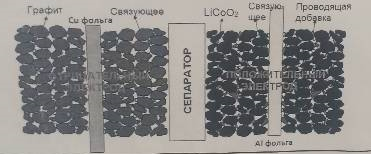


Рисунок 2. Li-ХИТ в разрезе.

Также важнейшую роль в безопасности играет прерыватель электрической цепи, срабатывающий при увеличении давления газов внутри аккумулятора выше допустимого предела. На крышке аккумулятора имеется аварийный клапан (клапан сброса давления), который срабатывает при давлении ещё более высоком, чем во внутреннем устройстве прерывания тока.

### Принцип работы Li-ion аккумулятора

При подаче на электроды зарядного напряжения ионы лития мигрируют из литийсодержащего катода в угольный анод, окисляя его, а при подключении нагрузки – в обратном направлении.

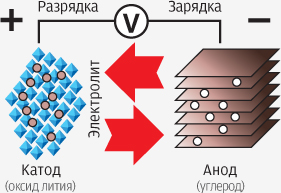


Рисунок 3 Упрощенная схема работы Li-ion аккумулятора

При разряде восстановление отрицательного электрода происходит не полностью, продукты окисления накапливаются, и аккумулятор постепенно теряет емкость. 30%-ная потеря емкости считается концом жизненного цикла аккумулятора, продолжительность которого составляет от 2 до 5 лет (или 500–1000 циклов, в зависимости от условий эксплуатации).

При заряде Li-ion аккумулятора происходят реакции: на положительных пластинах:

**LiCoO2 → Li1-xCoO2 + xLi+ + xe-**

на отрицательных пластинах:

**С + xLi+ + xe- →CLix**

где х – степень интеркаляции (на первых 4-5 циклах имеет величину 0,5 < x < 1,6, а на последующих 0,3 < x < 0,8).

При разряде Li-ion происходит деинтеркаляция ионов лития из углеродного материала (на отрицательном электроде) и интеркаляции ионов лития в оксид (на положительном электроде). При заряде процессы идут в обратном направлении. Следовательно, во всей системе отсутствует металлический (нуль-валентный) литий, а процессы заряда и разряда сводятся к переносу ионов лития с одного электрода на другой. Поэтому такие аккумуляторы называются «литий-ионными», принципиальная схема работы которого представлена на рисунке 4.

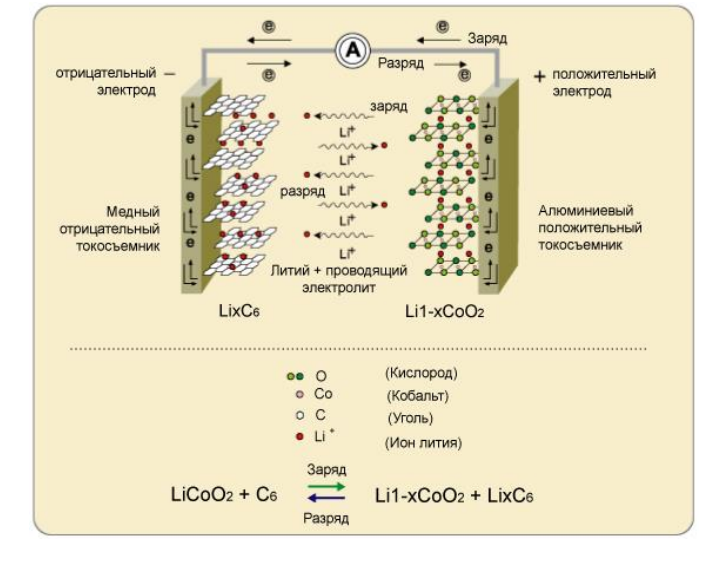


Рисунок 4. Принцип работы Li-ion аккумулятора

### Производство Li-ХИТ

В представленной экскурсии по ООО «Литий-Ионные технологии» были показаны этапы производства аккумуляторов. Производство можно разделить на 4 этапа:

1) Производство электродов

2) Сборка аккумуляторов

3) Формовка

4) Сборка батарей.

### Сборка монетных ячеек

Такие батареи имеют преимущество, в своем маленьком размере. Этапы изготовления такой батареи подразделяется на 3 этапа:

Первый этап включает в себя сборку самой начинки данной монетной ячейки. Происходит данная сборка вручную в чистом боксе (рисунок 5)

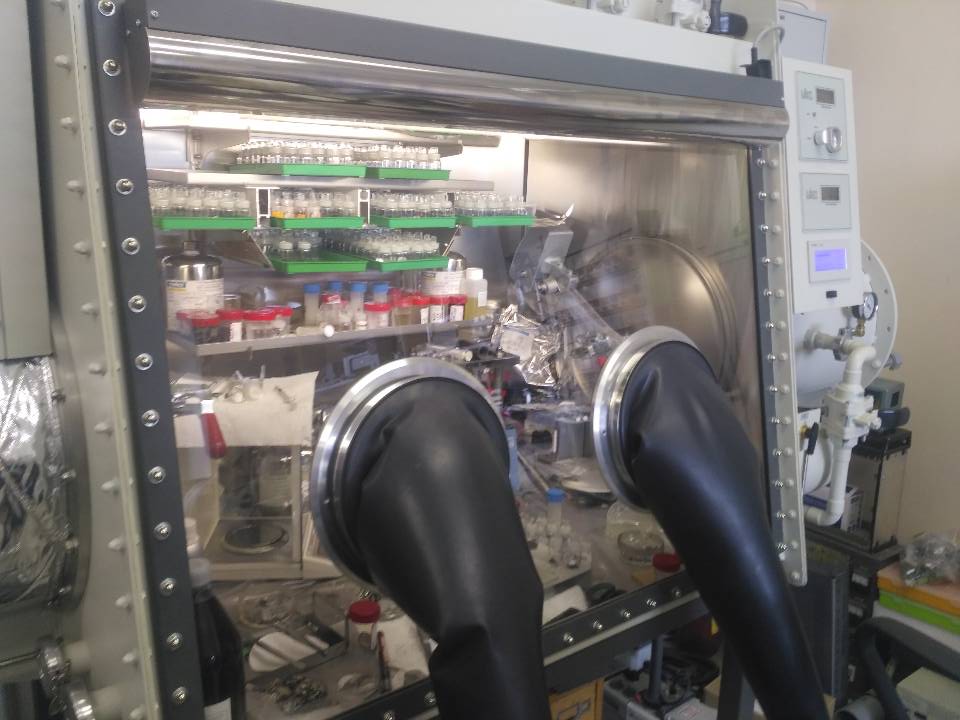


Рисунок 5. Бокс для сборки литиевых батарей

Второй этап включает в себя сборку различных «начинок» и самой оболочки. Данные батареи собираются с помощью нескольких установок фирмы MTI, представлены на рисунках 6 и 7.

Принципиально эти приборы отличаются механизмом управления:

Прибор MSK-110D делает это с помощью гидравлики, но с механическими настройками и регулировками,

Прибор MSK-160E с помощью той же гидравлики, но все элементы управления уже электронные.



# Рисунок 6. Прибор MSK-110D



# Рисунок 7. Прибор MSK-160E

Третий этап - после сборки батареи проверяются на больших стендах, на которых происходит заряд и разряжение сразу на нескольких ячейках.

Также огромную часть ознакомления происходило в лаборатории, в которой собирались большие Li-ion аккумуляторные батареи различного применения, одни из которых это в электромобилях. Габариты таких аккумуляторов в разы больше, как и вольт-амперные характеристики.

Была представлена большая лаборатория, в которой находилось оборудование собирающее цилиндрические и плоские аккумуляторы. Эта лаборатория соблюдается в определенном микроклимате – необходима для производства обязательная чистота, с постоянной температурой, влажностью воздуха не более 5 %

Данное устройство представляет собой набор валов на которых имеются подвижные элементы с рулонами алюминиевой и медной фольги - соответственно каждый из них это составляющие элементы аккумулятора - положительный токосъемник и отрицательный. Также вал с изолирующим материалом.

Такая сборка идет автономно, но с наблюдающим персоналом.

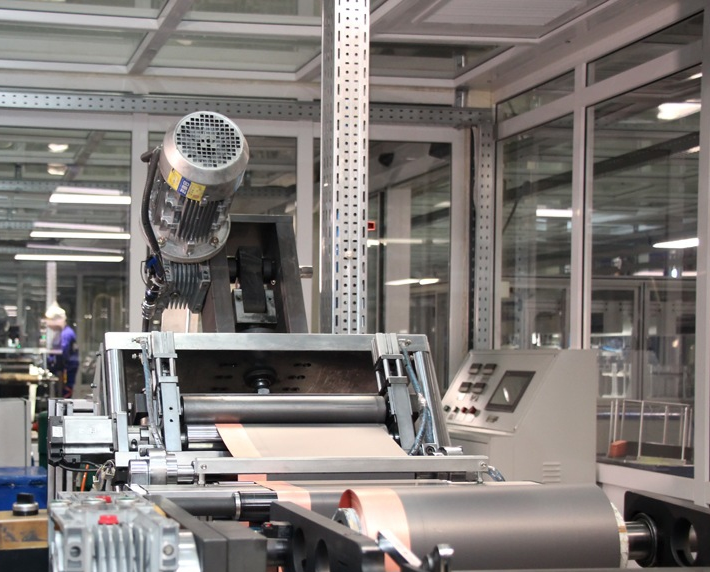


Рисунок 8. Технологическая линия для нанесения электродных материалов

В той же лаборатории были показаны устройства для формовки и сборки аккумуляторов.

### Формовка аккумуляторных батарей

Формовка нужна для батарей любого типа — даже литий-ионных и литий-полимерных. Признаком успешной формовки аккумулятора является замедление роста его времени разряда после его полного заряда.

В лаборатории возможна формовка: бытовых, промышленных, автомобильных аккумуляторных батарей, номинальным напряжением от 2 до 240 В.

Устройство для формовки — это зарядно-разрядное устройство, имеющее определенные зарядно-разрядные характеристики, подобранные под конкретный аккумулятор и запрограммированное под определенные алгоритмы заряда-разряда. Для того, чтобы осуществить формовку аккумуляторной батареи необходимо провести стадии его зарядку-разрядку. Для каждого аккумулятора эта процедура может быть индивидуальной.

Примером устройства для формовки может являться устройства представленные на рисунке 9 и 10



Рисунок 9. Зевс-Р



Рисунок 10. ВЗА-100-160

Можно осуществлять формовку как после производства, так и после эксплуатации. После производства - аккумуляторные батареи обычно поставляются в разряженном или немного заряженном состоянии. Помимо этого, если аккумуляторы долго пролежали без использования, то степень их разряда может оказаться глубокой. В этих обоих случаях, прежде чем использовать аккумуляторные батареи, их необходимо привести в рабочее состояние, то есть осуществить их формовку. Также идет замена его электролита при осуществлении данных процедур.

Чтобы выполнить все стадии формовки аккумулятора полностью в автоматическом режиме, который программируется под определенный аккумулятор с соответствующими алгоритмами.

### Заключение

В ходе конструкторско – технологической практики на производстве ООО «Литий-Ионные технологии» при ФТИ им А.Ф. Иоффе, в производственной лаборатории аккумуляторов.

- Изучены этапы производства различных Li-ion аккумуляторов

- Изучена работа приборов по производству и проверке Li-ion аккумуляторов

### Список используемых источников

## Оборудование фирмы MTP [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.mtixtl.com/

## Структура Li-ion источников тока [Электронный ресурс] Режим доступа: http://2a3a.ru/li-battery/

1. Устройства для формовки [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.4akb.ru/