

**ЛИТИЙ-ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ И ПРОБЛЕМЫ
БЕЗОПАСНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

© О. В. Бушкова, 2013

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН,
Екатеринбург, Россия, ovbushkova@mail.ru

Массовое производство и широкое использование литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) высокой мощности сдерживается проблемами безопасности. В коммерциализованных электрохимических системах традиционно используют жидкие или гелевые электролиты, существенным недостатком которых является склонность к газообразованию и опасность взрыва. Если для слаботоковых ЛИА высокой емкости удалось повысить безопасность до приемлемого уровня путем использования специальных добавок в электролит, то для сильноточковых ЛИА высокой мощности этот подход недостаточно эффективен и не дает желаемого эффекта. Альтернативой могли бы служить электролиты на основе ионных жидкостей, но в настоящее время они слишком дороги и значительно уступают жидким и гелевым системам по электропроводности. Другим вариантом решения проблемы является использование твердофазных электролитных систем. Замена жидкого электролита на твердый не только позволила бы повысить безопасность ЛИА, но и обеспечила бы существенное снижение саморазряда при хранении. Так как в полностью твердофазных системах значительно уменьшается риск дендритообразования, то появляется возможность вернуться к использованию в качестве анодного материала металлического лития. Твердыми электролитами могут служить различные классы материалов: традиционные керамические электролиты с проводимостью по катионам лития не ниже 10^{-4} См/см (титанат лантана – лития (LLTO), алюминий-замещенный фосфат титана – лития (LTAP), цирконат лантана – лития (LLZ), оксинитрид лития – фосфора (LiPON)), сульфидные стекла (система $\text{Li}_2\text{S} - \text{P}_2\text{S}_5$) и стеклокерамика на их основе, композиционные твердые электролиты различного состава, твердые полимерные электролиты. Большинство твердых электролитов (за исключением LLZ) термодинамически неустойчивы к металлическому литию. Их применение в литиевых и литий-ионных аккумуляторах возможно благодаря образованию защитного слоя продуктов на границе анод/электролит (аналог SEI в ЛИА), однако это снижает электропроводность и соответственно характеристики источника тока. Помимо этого, основной проблемой при создании полностью твердофазных источников тока (за исключением электрохимических систем с твердым полимерным электролитом) является обеспечение достаточной площади контакта твердого электролита и электродного материала. Эта задача пока не решена, поэтому лишь тонкопленочные варианты полностью твердофазных литиевых аккумуляторов дошли до стадии коммерческого производства. Создание высокоэффективных полностью твердофазных систем позволит говорить о новом поколении ЛИТ.