Egy speciális tomográfiás felvétel először mutatta meg valós időben a túlhevített akkumulátorok belső világát

Mindössze pár percig tart: Túlmelegedés hatására a lítium-ion akkumulátorok belsejében egy nagy ingadozású termikus reakció indul el. Ahogy a valós időben készült felvételek mutatják, az akku rövid idő alatt több mint 1000 Celsius fokra melegszik fel és konstrukciótól függően a teljes telep szétdurranhat. Az akkumulátorok belső működésébe való bepillantás hozzásegíthet ahhoz, hogy a megközelítőleg mindenhol alkalmazott energiatárolók biztonságosabban működhessenek, számol be a "Nature Communications" szaklap.

Lítium-ion akkumulátorokat széles körben alkalmaznak: megtalálható mobiltelefonokban, kamerákban, tabletekben, sőt elektromos autókban és repülőgépekben is. Minden évben több százmillió nagy teljesítményű telepet gyártanak és szállítanak világszerte. Mindez azonban nem veszélytelen: ha fellép egy rövidzárlat vagy külső hatásra túlmelegszik, az akkumulátor tűzre kaphat vagy akár fel is robbanhat.

Akkumulátorok hőteszt alatt

Donal Finegan és kollégája a londoni University College kutatói voltak az elsők, akik valós időben figyelték meg és rögzítették kamerával, hogy mi történik túlhevítés hatására a Li-ion akkumulátorok belsejében. Az Európai Szinkrotron Sugárzási Központban (ESRF) egy kísérlet keretében két különböző típusú Li-ion akkumulátort hevítettek fel 250 Celsius fokra. Az akkumulátorok belsejében lejátszódó folyamatokat nagy energiájú szinkrotron tomográfiával és hőkamerák segítségével vizsgálták.

"Nagysebességű felvételekre van szükségünk ahhoz, hogy a termikus láncreakciót lencsevégre kapjuk - azt a fázist, amikor a telep túlmelegszik és lángra kap", magyarázza Finegan. A tesztelt akkumulátorok egyike egy további védőburkot is tartalmazott, ami a robbanást hivatott megakadályozni.

Több mint 1000 fokos hőmérsékletnövekedés

Kutatók beszámolója alapján az első, belsőleg hevített akkumulátornak 168 másodperc kellett ahhoz, hogy az úgynevezett termikus megfutás fázisba kerüljön - ez egy önmagát erősítő folyamat, aminek során a belső hőmérsékletnövekedés önállósul. Rövid idő elteltével a hőmérsékletemelkedés olyan nagy volt, hogy a telep magjában lévő réz elolvadt - ami több mint 1000 Celsius fokos hőmérséklet elérésére utal.

"A nikkel-mangán-kobalt elektróda exoterm bomlása helyi gázképződés és hőmérsékletemelkedés kombinációjához vezetett, ami végül gyors nyomásnövekedést eredményezett a cellában", számol be Finegan és kollégája. Néhány másodperc múlva ez a nyomás az akkumulátor falába integrált szelepen keresztül távozott: a kiáramló gáz olvadt alkatrészekből álló permetet is tartalmazott.

Komplett robbanás

Ezzel ellentétben a második akkumulátor 217 másodperc alatt érte el a termikus megfutás fázisát. A hosszabb idő ellenére az akku belsejében lévő hő és gáz terjedése olyan gyors volt, hogy egy tizedmásodperccel később a cella felrobbant. "Azelőtt, hogy az exoterm reakció befejeződhetett volna, a második cellában lévő nyomásemelkedés a teljes védősapkát leszakította és ezzel együtt nagyrészt eredeti alakjukban megmaradó akkumulátor alkatrészeket lövellt ki", magyarázzák a kutatók.

Felmerül a kérdés, melyik eset a jobb? A kísérletek után sem egyértelmű ezt megválaszolni. A kutatók magyarázata szerint az első akkumulátorban lévő védőburok magában tartja a termikus reakciót, ezzel a belsejében egy extrém magas hőmérsékletingadozást enged meg. Több akkumulátort tartalmazó egységekben ez a hő gyorsan átterjedhet egyik akkuról a másikra. Ezenfelül az olvadt alkatrészdarabok könnyen eltömíthetik a biztonsági szelepet, ezzel létrehozva egy robbanást.

Hogyan lesz biztonságosabb?

"A második cella előnye, hogy a korán kilövellő komponensek megelőzik a további hőmérsékletemelkedést", mondják a kutatók. "Ezzel együtt megvédi a többi akkumulátort attól, hogy a termikus megfutás fázisába kerüljön." Mindent egybevetve azonban a forró alkatrészek az ütközések hatására oxigénnel kerülhetnek kapcsolatba, amivel tovább reagálva a telep kigyulladhat.

"Nagyon valószínűtlen, hogy ezek a pusztítások, amiket láttunk normál körülmények között előforduljanak. A feltételek, amiket előállítottunk, bőven túl vannak az ajánlott biztonsági határon", hangsúlyozza Paul Shearing társszerző, a londoni University College-től. "Mindezek a kísérletek elengedhetetlenek voltak ahhoz, hogy jobban megismerjük, hogyan jöhet létre meghibásodás ilyen akkumulátoroknál." A kutatók abban bíznak, hogy jelenlegi tudásuk és további kísérletek hozzásegíthetnek ahhoz, hogy a jövőben biztonságosabb lítium-ion akkumulátorokat hozzanak létre.