

Μια ασφαλής πυρηνική μπαταρία που θα μπορούσε να διαρκέσει μια ζωή

Μετάφραση και επιμέλεια: **Δρ Σπύρος Κιτσινέλης**

Μερικές φορές, τα κινητά τηλέφωνα ξεφορτίζονται πιο γρήγορα από το αναμενόμενο ή τα ηλεκτρικά οχήματα δεν έχουν αρκετή ενέργεια για να φτάσουν στον προορισμό τους. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ιόντων λιθίου (Li-ion) που χρησιμοποιούνται σε αυτές και άλλες συσκευές συνήθως διαρκούν μερικές ώρες ή ημέρες μεταξύ των φορτίσεων. Ωστόσο, με την επαναλαμβανόμενη χρήση, οι μπαταρίες χρειάζονται πιο συχνή φόρτιση. Τώρα, οι ερευνητές εξετάζουν τη χρήση του ραδιοάνθρακα ως πηγή για ασφαλείς, μικρές και οικονομικές πυρηνικές μπαταρίες που θα μπορούσαν να διαρκούν δεκαετίες ή ακόμα και περισσότερο χωρίς φόρτιση.



Η συχνή φόρτιση που απαιτούν οι μπαταρίες Li-ion περιορίζει τη χρησιμότητα τεχνολογιών όπως τα drones και ο εξοπλισμός απομακρυσμένης ανίχνευσης. Επιπλέον, έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον: η εξόρυξη λιθίου απαιτεί τεράστια ποσά ενέργειας και η ακατάλληλη απόρριψή τους μπορεί να μολύνει τα οικοσυστήματα. Με τη ραγδαία εξάπλωση των διασυνδεδεμένων συσκευών, των κέντρων δεδομένων και άλλων υπολογιστικών τεχνολογιών, η ζήτηση για μακράς διάρκειας μπαταρίες αυξάνεται συνεχώς.

Ωστόσο, η βελτίωση των μπαταριών Li-ion πιθανότατα δεν είναι η λύση. «Η απόδοση των μπαταριών Li-ion έχει σχεδόν φτάσει στα όριά της», λέει ο Su-Il In, καθηγητής στο Ινστιτούτο Επιστήμης & Τεχνολογίας Daegu Gyeongbuk (DGIST), ο οποίος ερευνά μελλοντικές ενεργειακές τεχνολογίες. Έτσι, ο ίδιος και η ομάδα του αναπτύσσουν πυρηνικές μπαταρίες ως εναλλακτική λύση στο λίθιο.

Οι πυρηνικές μπαταρίες παράγουν ενέργεια αξιοποιώντας τα υψηλής ενέργειας σωματίδια που εκπέμπονται από ραδιενεργά υλικά. Δεν εκπέμπουν όλα τα ραδιενεργά στοιχεία ακτινοβολία επιβλαβή για τους ζωντανούς οργανισμούς, ενώ ορισμένα είδη ακτινοβολίας μπορούν να μπλοκαριστούν από συγκεκριμένα υλικά. Για παράδειγμα, τα βήτα σωματίδια (ή ακτίνες βήτα) μπορούν να θωρακιστούν με ένα λεπτό φύλλο αλουμινίου, καθιστώντας τις βηταβολταϊκές (betavoltaic) μπαταρίες μια πιθανώς ασφαλή επιλογή για πυρηνικές μπαταρίες.

Οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα πρωτότυπο μπαταρίας που περιέχει άνθρακα-14, μια ασταθή και ραδιενεργή μορφή άνθρακα, γνωστή ως ραδιοάνθρακας. «Αποφάσισα να χρησιμοποιήσω ένα ραδιενεργό ισότοπο του άνθρακα, επειδή εκπέμπει μόνο βήτα ακτινοβολία», εξηγεί ο In. Επιπλέον, ο ραδιοάνθρακας είναι ένα παραπροϊόν των πυρηνικών εργοστασίων, γεγονός που τον καθιστά φθηνό, άμεσα διαθέσιμο και εύκολο στην ανακύκλωση. Και επειδή διασπάται πολύ αργά, μια μπαταρία που βασίζεται στον ραδιοάνθρακα θα μπορούσε θεωρητικά να διαρκέσει χιλιετίες.

Σε μια τυπική βηταβολταϊκή μπαταρία, τα ηλεκτρόνια χτυπούν έναν ημιαγωγό, προκαλώντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ημιαγωγοί είναι κρίσιμα στοιχεία αυτών των μπαταριών, καθώς καθορίζουν την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής. Έτσι, οι επιστήμονες αναζητούν προηγμένα ημιαγωγικά υλικά για να αυξήσουν την απόδοση.

Για να βελτιώσουν σημαντικά την απόδοση της νέας σχεδίασης, ο In και η ομάδα του χρησιμοποίησαν έναν ημιαγωγό βασισμένο σε διοξείδιο του τιτανίου, ένα υλικό που χρησιμοποιείται συνήθως σε ηλιακά κύτταρα, ευαίσθητοποιημένο με μια βαφή που περιέχει ρουθένιο. Ενίσχυσαν τη σύνδεση μεταξύ του διοξειδίου του τιτανίου και της βαφής με επεξεργασία κιτρικού οξέος. Όταν οι βήτα ακτίνες του ραδιοάνθρακα συγκρούονται με τη βαφή, προκαλείται μια χιονοστιβάδα ηλεκτρονίων. Στη συνέχεια, τα ηλεκτρόνια περνούν μέσα από τη βαφή και συλλέγονται από το διοξείδιο του τιτανίου.

Η νέα μπαταρία περιέχει ραδιοάνθρακα τόσο στην άνοδο όσο και στην κάθοδο. Με την ενσωμάτωση του ραδιενεργού ισότοπου και στα δύο ηλεκτρόδια, οι ερευνητές αύξησαν τον αριθμό των παραγόμενων βήτα ακτίνων και μείωσαν την ενεργειακή απώλεια που σχετίζεται με την απόσταση μεταξύ τους. Σε σύγκριση με προηγούμενη σχεδίαση όπου ο ραδιοάνθρακας υπήρχε μόνο στην κάθοδο, η νέα μπαταρία εμφάνισε σημαντικά υψηλότερη απόδοση, αυξάνοντας τη μετατροπή ενέργειας από 0,48% σε 2,86%.

Αυτές οι μακράς διάρκειας πυρηνικές μπαταρίες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, ένας βηματοδότης θα μπορούσε να διαρκεί μια ολόκληρη ζωή, εξαλείφοντας την ανάγκη για χειρουργική αντικατάσταση της μπαταρίας.

Ωστόσο, η τρέχουσα σχεδίαση μετατρέπει μόνο ένα μικρό ποσοστό της ραδιενεργής διάσπασης σε ηλεκτρική ενέργεια, με αποτέλεσμα χαμηλότερη απόδοση σε σύγκριση με τις συμβατικές μπαταρίες Li-ion. Ο In προτείνει ότι περαιτέρω έρευνα για τη βελτιστοποίηση της πηγής βήτα ακτίνων και την ανάπτυξη πιο αποδοτικών απορροφητών θα μπορούσε να βελτιώσει την απόδοση της μπαταρίας και να αυξήσει την παραγωγή ενέργειας.

Καθώς οι ανησυχίες για το κλίμα αυξάνονται, η αντίληψη του κοινού για την πυρηνική ενέργεια αλλάζει. Με αυτή τη νέα τεχνολογία, ο In λέει: «Μπορούμε να βάλουμε ασφαλή πυρηνική ενέργεια σε συσκευές στο μέγεθος ενός δαχτύλου».

American Chemical Society

<https://www.acs.org/pressroom/presspacs/2025/march/a-safe-nuclear-battery-that-could-last-a-lifetime.html>