



ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

Análisis de las ideas equivocadas relacionadas con el reciclaje de baterías de iones de litio

Resumen ejecutivo

Las baterías de iones de litio se han vuelto cada vez más comunes en el centro de datos, pero el escepticismo relacionado con los costos y la sostenibilidad de su reciclaje persiste en gran parte debido a información inexacta o desactualizada, y a los cálculos del costo total de propiedad (TCO). La creencia común es que la mayoría de las baterías de iones de litio terminan en un botadero y su reciclaje se realiza por medio de un proceso de horno que derrite todos los componentes y los deja totalmente irre recuperables, excepto por los metales.

Aunque este proceso podría haber sido común hace cinco años, un creciente número de compañías usan procesos de reciclaje que recuperan más de los valiosos elementos en las baterías y minimizan o eliminan los subproductos residuales. Estas compañías no solo ofrecen una opción viable para un reciclaje sostenible de las baterías de iones de litio, sino que, en muchos casos, el valor de estos elementos recuperables en las baterías puede compensar los costos generales de los procesos de reciclaje.

Este análisis se enfocará en las tendencias que promueven estos nuevos procesos de reciclaje, cómo funcionan, en qué se comparan con otros métodos de reciclaje de baterías, qué hace que algunas baterías de iones de litio sean más valiosas y otras consideraciones del reciclaje de baterías de iones de litio.

Antecedentes

Las baterías de iones de litio son una fuente de energía común para millones de dispositivos de consumo, ya que alimentan desde teléfonos celulares, computadoras portátiles y herramientas eléctricas hasta vehículos híbridos y sin conductor. La investigación de tres científicos en las décadas de 1970 y 1980 condujo al desarrollo de las baterías de iones de litio de la actualidad. Los estadounidenses M. Stanley Whittingham y John B. Goodenough desarrollaron las primeras sustancias químicas utilizadas en las baterías, mientras que el japonés Akira Yoshino, creó la primera batería comercial recargable de iones de litio, adoptada en 1991 por Sony para alimentar sus cámaras de video portátiles. En 2019, estos tres científicos recibieron el [Premio Nobel de Química](#).

Aunque la tecnología ha existido por décadas, las baterías de iones de litio aparecieron por primera vez en los centros de datos hace unos cinco años. Las baterías de iones de litio están siendo utilizadas con unidades de suministro ininterrumpido de energía (UPS), como un medio para garantizar el funcionamiento de la infraestructura de misión crítica en los centros de datos. Año tras año, las baterías de iones de litio son cada vez más populares por su rendimiento confiable, bajo mantenimiento, poco espacio ocupado, confiabilidad a temperaturas elevadas y alta densidad de potencia. Las baterías de iones de litio pueden tener una duración hasta cuatro veces mayor que las baterías con válvula reguladora, plomo-ácido (VRLA), lo cual resulta en menos reemplazos de baterías y menos costos de mano de obra. Gracias a su menor tamaño y peso, las baterías de iones de litio para los sistemas UPS ahorran espacio, mejoran la flexibilidad en la ubicación y hacen frente a los problemas relacionados con los límites de peso en el piso. Sin embargo, aunque las baterías de iones de litio son una tecnología relativamente nueva en el centro de datos, la necesidad del reciclaje de estas baterías de iones de litio para UPS está dando sus primeros pasos en comparación con el sector automovilístico.

La tecnología para el reciclaje de baterías de iones de litio cobró impulso cuando el volumen de las baterías utilizadas en el sector automovilístico se volvió demasiado importante como para ignorarlo. Actualmente, [Asia produce más del 90%](#) de las baterías de iones de litio del mundo y China [posee el 44% de los vehículos eléctricos de todo el mundo](#). Para mantenerse al ritmo de dicho consumo, China fue pionera en la tecnología de reciclaje de baterías de iones de litio. Cabe destacar que, aunque las baterías de iones de litio son diseñadas para aplicaciones específicas (por ejemplo, las baterías usadas en los centros de datos no son exactamente iguales a las usadas en vehículos, computadoras portátiles o teléfonos celulares), el proceso de reciclaje puede ser el mismo para todos los tipos. Todas aquellas instalaciones construidas para reciclar baterías de automóviles pueden reciclar fácilmente baterías de iones de litio para centros de datos.

Aunque Europa es un productor y consumidor de baterías de iones de litio más pequeño que Asia, la Comisión de la UE se propone [aumentar los esfuerzos de reciclaje de baterías de iones de litio](#), un movimiento que va de la mano con el largo historial normativo y medioambiental de la Unión Europea.

Si este plan diese frutos y hubiera más regulaciones enfocadas en el reciclaje de las baterías de iones de litio, podríamos esperar ver mayores inversiones e innovación en el desarrollo de esta tecnología.

Comparado con China y Europa, Estados Unidos ha sido más lento en exigir el reciclaje de las baterías de iones de litio, especialmente en el sector de centros de datos, pero los beneficios económicos del reciclaje de los valiosos metales en las baterías de iones de litio están provocando una mayor innovación.

Hay que recordar que las baterías de iones de litio siguen siendo relativamente nuevas en el sector de los centros de datos y la primera generación de estas baterías continúa en uso y le quedan años para su retiro. Hay tiempo para construir la infraestructura de reciclaje necesaria para las baterías de iones de litio.

El proceso de reciclaje para las modernas baterías de iones de litio

Cuando una batería de iones de litio alcanza el final de su vida útil y es llevada a un centro de reciclaje, la batería se descarga primero para que no haya energía residual almacenada. Luego, la batería se desarma ya sea por medio de un desmontaje manual o colocando los módulos de baterías en una trituradora. Independientemente del proceso, el resultado es un montón de gránulos pequeños que pasan por un proceso de filtración que zarandea los materiales para separarlos por tamaños de partículas. Los materiales utilizados para construir los electrodos de las baterías de iones de litio como el cobre o el aluminio son recuperados durante este proceso.

Lo que queda después de este paso es lo que en la industria del reciclaje se conoce como “masa negra” o un polvo negro granulado más fino que la arena, pero que no flota en el aire. La masa negra contiene todos los materiales activos y de alto valor que conforman gran parte del costo en la fabricación de baterías de iones de litio. Por lo general, las compañías de reciclaje emplean un proceso químico como la hidrometalurgia, un proceso que usa soluciones acuosas para separar y recuperar los metales de la masa negra. Este método puede recuperar hasta un 98% de los elementos de la batería, y mediante la separación química, los materiales alcanzan el nivel de pureza de materiales de grado batería necesarios para fabricar baterías nuevas.

Los valiosos materiales comunes en las baterías de iones de litio

Los principales cuatro metales valiosos utilizados en las baterías de iones de litio para centros de datos son cobalto, níquel, litio y manganeso.

En años recientes, el cobalto ha recibido la mayoría de la atención, principalmente porque, como indica un artículo, [la mitad de las reservas de cobalto del mundo se encuentra en la República Democrática del Congo](#), donde el tema del trabajo infantil plantea interrogantes éticos y de sostenibilidad.

El mismo artículo menciona que la mitad de los recursos de litio del mundo se encuentran en el “Triángulo del Litio” suramericano, donde las compañías mineras han sido acusadas de explotar a los trabajadores y destruir los hábitats locales. Por lo tanto, los esfuerzos por extraer cobalto y litio de manera responsable han aumentado su precio en gran medida.

Los fabricantes en busca de alternativas han recurrido al cobalto reciclado o la “minería urbana,” que les permite extraer el cobalto de baterías usadas, en lugar de la tierra. A diferencia del cobalto y el litio, el níquel y el manganeso no se concentran de forma geográfica y, por lo tanto, son más fáciles de extraer.

En términos de valor monetario para los recicladores, el níquel se sitúa en el segundo lugar después del cobalto. Sin embargo, el níquel sigue siendo valioso por su [creciente papel en los sistemas de almacenamiento de energía](#). Los fabricantes de baterías también están avanzando hacia un diseño de baterías alto en níquel o sin cobalto, con el fin de aumentar la densidad de energía y reducir la dependencia del cobalto, lo cual aumenta la demanda de níquel y los precios.

Obviamente, el litio es el denominador común en todas las químicas de baterías de iones de litio, pero sigue siendo menos valioso para los recicladores que el cobalto y el níquel. Esto se debe a que suelen haber menos restos de este en cada batería. Sin embargo, para hacer frente a las preocupaciones antes mencionadas sobre la minería de litio, puede que veamos cada vez más organizaciones buscando litio reciclado como una manera de extraerlo a través de medios más éticos.

El manganeso no se concentra geográficamente y no es tan valioso como los metales mencionados anteriormente, así que, desde la perspectiva del reciclador, hay menos de un caso de negocio en comparación con el cobalto, níquel y litio.

Las químicas de baterías más comunes en el mercado actual

Para las compañías recicladoras, entre más se procesen el cobalto y otros metales valiosos en una batería, más dinero podrán generar recuperándolo y vendiéndolo de vuelta a la cadena de suministros. Por lo tanto, cabe destacar los tres tipos de baterías de iones de litio más comunes en el mercado y cuál es su valor en relación con sus químicas.

- El **NMC** (óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto) tiene el mayor valor de reciclaje, debido a la presencia de cobalto y níquel. Los recicladores de la actualidad ya están obteniendo ganancias por medio del reciclaje de baterías NMC.
- El **LMO** (óxido de manganeso y litio) tiene un valor modesto porque carece de cobalto y níquel.
- El **LFP** (litio-ferrofosfato) tiene el valor más bajo de los tres, siendo el litio el único material valioso. Aunque las baterías de iones de litio ofrecen muchos beneficios de ahorros de costos, en algunos casos el valor de los materiales de una batería LFP podría no compensar todos los costos de reciclaje.

El impacto en el ambiente, la salud y la seguridad

A lo largo de los años, se ha prestado más atención y se ha dedicado más recursos al proceso de reciclaje de las baterías VRLA por dos razones: (1) los efectos bien documentados sobre la salud y el ambiente asociados al plomo en estas baterías; y (2) la preponderancia de las baterías VRLA, las cuales son utilizadas en la mayoría de automóviles y sistemas UPS en la industria de centros de datos. Para cumplir mejor con los requerimientos de seguridad para el plomo, históricamente ha habido un gran impulso para madurar y mejorar la tecnología y los procesos de reciclaje de baterías VRLA.

Si bien las baterías de iones de litio no son tan nocivas para el medioambiente como las baterías de plomo, un asombroso número de baterías de iones de litio termina en los botaderos. En 2019, de las 180.000 toneladas métricas de baterías de iones de litio disponibles para el reciclaje, [más de la mitad terminaron en un botadero](#). La gran mayoría de estas baterías fueron utilizadas en aparatos electrónicos desechados, los cuales suponen un desafío diferente, pero el punto sigue siendo el mismo.

Las compañías con mentalidad sustentable necesitarán trabajar con las compañías emergentes de reciclaje de baterías de iones de litio para desarrollar planes escalables de reciclaje y Vertiv ya ha comenzado.

Los principales protagonistas avanzando hacia el reciclaje de baterías de iones de litio

Como se analizó previamente, la presión del gobierno y los índices globales de consumo de baterías de iones de litio han mantenido a China a la delantera en el desarrollo de infraestructura y tecnología de reciclaje. Así que, no debería sorprender que China fuese el primer país en construir una planta de reciclaje de baterías de iones de litio a escala. En 2019, [CATL](#), el mayor productor de baterías de iones de litio en el mundo, [invirtió en su subsidiaria de reciclaje de baterías de iones de litio](#), Guangdong Brunp, para ofrecer un sistema de circuito cerrado para la producción de baterías. La planta pasó por una ampliación a principios de este año y actualmente cuenta con capacidad para 120.000 toneladas de baterías de desecho.

Aunque Norteamérica todavía no ha construido nada a escala, las noticias recientes de la industria han hecho que muchas personas se sientan optimistas sobre el futuro del reciclaje de baterías de iones de litio en la región. [Li-Cycle](#), una compañía nueva con sede en Canadá que recupera materiales de iones de litio y los reintroduce en la cadena de suministros, había asegurado aproximadamente 580 millones en financiamiento en solo cinco años e hizo su [debut como una compañía pública](#) el 10 de agosto de 2021. Otra compañía emergente en la industria es [Redwood Materials](#).

Fundada por el cofundador de Tesla, J.B. Straubel, la compañía ya es el mayor reciclador de baterías de iones de litio en EE. UU. y [tiene planeado construir una fábrica de \\$1000 millones y mil pies cuadrados](#) que, una vez finalizada la construcción, la convertirían en una de las fábricas de materiales de baterías más grandes del mundo.

Norteamérica también está avanzando en lo relacionado con el transporte de las baterías al final de su vida útil con compañías como [Veolia](#), que maneja y transporta una gran cantidad de flujo de desechos, incluidas las baterías de iones de litio, y busca convertirse en un proveedor de logística para la industria. Todas estas compañías y el dinero que han generado los mercados públicos y privados indican claramente que la industria se está convirtiendo en un modelo de negocios más viable y podría experimentar un crecimiento masivo en los próximos años.

El transporte de las baterías de iones de litio al final de su vida útil

Normalmente, los recicladores quieren que camiones llenos de baterías con química común lleguen al mismo tiempo, porque es más eficiente para sus operaciones. Actualmente, hay pocas compañías que recogen y transportan volúmenes pequeños de baterías de iones de litio. Además, el transporte de grandes cantidades de baterías de iones de litio reciclables supone los mismos desafíos normativos experimentados con el transporte de baterías de iones de litio nuevas.

A medida que maduran los procesos de reciclaje, las compañías recicladoras de baterías de iones de litio podrán extraer más materiales de cada batería, lo cual compensará los costos relacionados con el transporte. Por lo tanto, podemos esperar ver más inversión en las operaciones de logística y transporte, lo cual reducirá los costos y aumentará la conveniencia para los operadores de centros de datos que buscan desechar sus baterías.

Las ventajas del desmontaje para el reciclaje de las baterías de iones de litio de centros de datos

En comparación con la industria automovilística, los centros de datos cuentan con claras ventajas a la hora de desmontar las baterías de iones de litio usadas antes de reciclarlas. Lo primero que se debe considerar es que la batería de un vehículo eléctrico se guarda en una carcasa grande y hermética, lo cual complica la extracción. Además, hay una considerable cantidad de equipos electrónicos y un sistema de enfriamiento en la batería de un vehículo eléctrico. Estos componentes aumentan considerablemente el peso de la batería y cuando esta es llevada al reciclador, hay una gran parte de materiales no deseados que la compañía recicladora debe gestionar.

En el centro de datos, los módulos individuales de las baterías de iones de litio son colocados en un gabinete. El sistema de control de las baterías se separa físicamente y cuando los módulos de las baterías están listos para ser reciclados, retirarlas del sistema es mucho más sencillo y supone una menor carga para el reciclador porque hay menos contenido no relacionado con la batería que separar. Estas ventajas mejoran la economía del reciclaje de las baterías de iones de litio de centros de datos en comparación con las baterías de los vehículos eléctricos.

Conclusión

Los expertos de la industria prevén que el número de vehículos eléctricos en carretera aumentará de [10 millones en 2020 a 145 millones para 2030](#), y aunque las cifras exactas aún no se encuentran disponibles, podemos esperar que la demanda de baterías de iones de litio en centros de datos experimente un crecimiento similar.

La tecnología ya ha reclamado para sí una parte significativa del mercado de UPS para centros de datos. Además, [Bloomberg](#) prevé una “Edad de Oro” para los recicladores de baterías ya que se espera que los retiros de baterías aumenten en millones. Y aunque el reciclaje de baterías de iones de litio está en sus primeras etapas en Norteamérica, la necesidad de reducir nuestra dependencia de extraer estos metales preciosos ya está impulsando una mayor inversión en el desarrollo de este nuevo tipo tecnología de reciclaje.

Para los operadores de centros de datos, el valor material del reciclaje de baterías de iones de litio ha hecho que algunos recicladores comiencen a pagar por módulos de baterías NMC usados, pero otras sustancias químicas podrían seguir implicando un costo modesto de reciclaje. Afortunadamente, el reciclaje de ambos contribuye con los esfuerzos de sostenibilidad de una organización al evitar que estas baterías terminen de los botaderos. Sin embargo, estas iniciativas dependerán de que las empresas de reciclaje emergentes escalen los procesos que tengan sentido económico para ambas partes, como los modelos comerciales de ciclo cerrado, las redes de logística confiables y el cumplimiento con los estándares normativos.

El reciclaje de las baterías de iones de litio es posible y los esfuerzos combinados de todos los principales protagonistas en China y Norteamérica han dejado en claro que existe una enorme demanda y oportunidades de inversión en esta tecnología. Con tanta intriga alrededor del reciclaje de las baterías de iones de litio, es solo cuestión de tiempo antes de que este proceso sea conveniente, rentable y sostenible para todas las partes involucradas.



Vertiv.com | Vertiv América Latina, 550 W. Cypress Creek Rd. Suite 200, Fort Lauderdale, FL 33309, Estados Unidos da América

© 2021 Vertiv Group Corp. Todos los derechos reservados. Vertiv y el logo de Vertiv son marcas o marcas registradas de Vertiv Group Corp. Todos los demás nombres y logos a los que se hace referencia son nombres comerciales, marcas, o marcas registradas de sus dueños respectivos. Aunque se tomaron todas las precauciones para asegurar que esta literatura esté completa y exacta, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones son objeto de cambio sin previo aviso.