



**SOLUCIONES DE AIRE LIMPIO
PARA PROCESOS SOSTENIBLES DE
FABRICACIÓN DE BATERÍAS**

Soluciones a medida para un aire limpio

La electrificación de los sectores del transporte y la automoción se está acelerando, lo que provoca un aumento de la demanda de vehículos eléctricos (VE) y, en consecuencia, de baterías de iones de litio (LiB).

En particular, el proceso de fabricación de células de baterías de iones de litio se caracteriza por una gran demanda de aire limpio para mantener altos niveles de calidad y proteger a los operarios y al medio ambiente de contaminantes nocivos.

Camfil representa la innovación y la calidad en la filtración de aire. Con décadas de experiencia en diversos sectores, como el de la automoción, el farmacéutico y el de los semiconductores, también ofrecemos soluciones a medida, diseñadas específicamente para las necesidades exclusivas de la producción de células de baterías en Europa.

Los retos en este campo son diversos, pero gracias a nuestra amplia cartera, Camfil actúa como socio fiable y proveedor único de soluciones de aire limpio que garantizan la seguridad operativa, la eficiencia energética y el cumplimiento normativo en sus instalaciones.

La capacidad de ofrecer tanto soluciones de filtración de partículas como de gases convierte a Camfil en un socio indispensable para las empresas que dependen de entornos de producción limpios y controlados.

CELEBRATING **60 YEARS**
OF CLEAN AIR SOLUTIONS  1963
2023



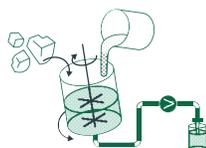
Procesos y retos

El proceso de fabricación de baterías consta de varias etapas en las que se producen los electrodos, se ensamblan y, por último, se maduran y validan.

Sea cual sea el formato («petaca», cilíndrica o prismática), el primer paso en la fabricación de baterías es la producción de las dos capas recubiertas conocidas como electrodos. En esta etapa, es vital evitar la contaminación entre los materiales, razón por la cual las gigafábricas tienen dos líneas de producción idénticas pero separadas: una para el ánodo y otra para el cátodo.

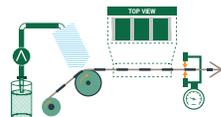
Un aspecto crítico es que la mayoría de estas fases requieren atmósferas especiales. Se requieren entornos de trabajo secos y limpios para evitar que la humedad y los contaminantes del aire permanezcan en el electrodo, lo que puede provocar una mayor degradación y pérdida de capacidad. Al mismo tiempo, estos procesos de producción generan emisiones de partículas y COV's y es crucial que estos contaminantes en suspensión en el aire se capturen, contengan y capturen cuidadosamente para garantizar una buena calidad del aire y un entorno de trabajo seguro.

MEZCLA DE LA LECHADA



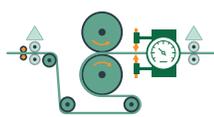
El material activo (AM), el agente conductor y el aglutinante se mezclan para formar una lechada uniforme con el disolvente.

REVESTIMIENTO Y SECADO



La pasta se bombea a una matriz de rendijas, se recubre por ambos lados del captador de corriente (lámina de Al para el cátodo y lámina de Cu para el ánodo) y se entrega a un equipo de secado para evaporar el disolvente.

CALANDRADO



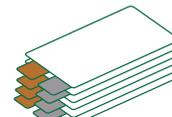
Los electrodos se comprimen pasándolos por una prensa de dos cilindros. Esto ayudará a ajustar las propiedades físicas (adherencia, conductividad, densidad, porosidad, etc.) de los electrodos.

CORTE DE ELECTRODOS



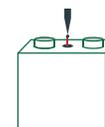
Los electrodos acabados se estampan y se cortan a la medida necesaria para ajustarlos al diseño de la célula. A continuación, los electrodos se envían al horno de vacío para eliminar el exceso de agua.

APILAMIENTO DE CELDAS



Una vez que los electrodos están bien preparados, se envían a la sala seca con los separadores para la producción de células. Los electrodos y el separador se enrollan o apilan capa a capa para formar la estructura interna de una célula. Las lengüetas de aluminio y cobre se sueldan en el cátodo y el ánodo captador de corriente, respectivamente.

RELLENO ELECTROLÍTICO



A continuación, la pila de células se transfiere a la caja diseñada. Los fabricantes utilizan distintos tipos de envases en función de la aplicación de la célula. La carcasa se llena de electrolito antes del sellado final y completa la producción de la célula.

Recirculación del aire

Un entorno limpio y seco es fundamental para los procesos de producción de baterías. De hecho, la humedad y los contaminantes pueden comprometer el equilibrio químico de las mismas, comprometiendo su rendimiento de carga y descarga. Los procesos de producción de células de baterías generan partículas debido a la manipulación de materiales, la fricción, el corte o el humo generado por tecnologías láser aplicadas en gran medida. Estos contaminantes deben eliminarse mediante filtración de aire o captación de polvo.

Los costes de la energía necesaria para crear el ambiente adecuado tienen un impacto significativo en los gastos totales de fabricación. Estos costes pueden reducirse con un sistema de filtración de aire eficaz que consuma menos energía y permita la recirculación del aire seco y ya acondicionado. Para obtener el nivel requerido de calidad del aire que permita la recirculación, es necesario capturar el polvo generado en la fuente mediante soluciones de captura adecuadamente diseñadas. Esto ayuda a reducir la cantidad de aire extraído que se conduce a través de los conductos a múltiples capas de filtración, incluidos captadores de polvo, filtración HEPA y unidades de filtración molecular.

Para lograr los mejores resultados, es clave una interacción óptima del sistema de captación con el equipo de producción de baterías, a menudo desarrollado individualmente. Camfil puede ayudarle a validar su proceso y maquinaria, de modo que el sistema de captación y recirculación cumpla o incluso supere la legislación local y la normativa HSE.



Emisiones: Partículas Contaminantes y COV's

Durante las distintas fases de las líneas de producción de células de baterías se liberan gases y partículas. Para garantizar la calidad del aire requerida y proteger a las personas, los productos y el medio ambiente, es fundamental controlar estas emisiones.

Las partículas y los COV's originados en los procesos de producción de pilas pueden contribuir a la contaminación del aire y a la degradación del medio ambiente si no se controlan adecuadamente. Por ello, es fundamental seleccionar tecnologías de filtración adecuadas, como filtros HEPA, captadores de polvo o soluciones de filtración molecular.

También es esencial considerar múltiples etapas de filtración. Incorpore etapas de prefiltración para eliminar las partículas más grandes y prolongar la vida útil de los filtros finos posteriores. Incluya etapas de postfiltración para garantizar la eliminación de las partículas finas y los gases restantes antes de descargar el aire.

El control eficaz de las emisiones de partículas y COV's es esencial para minimizar la contaminación ambiental y proteger la salud pública. Las tecnologías avanzadas de filtración desempeñan un papel crucial a la hora de mitigar la emisión de estos contaminantes a la atmósfera. La supervisión continua y el cumplimiento de las normas reglamentarias también son vitales para garantizar que las medidas de control de emisiones sean eficaces y sostenibles.





Creación de entornos de trabajo seguros

El reto de las salas blancas secas gira en torno a los peligros que entrañan tanto las partículas como los gases que se liberan durante las distintas fases del proceso en las líneas de producción de células. Por un lado, estos contaminantes suponen un riesgo para la salud de los operarios al exponerse al polvo tóxico y los COV's; por otro, las emisiones incontroladas podrían crear atmósferas explosivas dentro de la fábrica.

Mitigación de los riesgos para la salud

Dependiendo del tipo, el nivel de rendimiento, el coste y las características de seguridad de una batería, los fabricantes utilizan distintas químicas. Controlar el polvo tóxico de estos procesos es un reto común, aunque grave, para cada uno de ellos. Cuanto más peligrosos son los productos químicos, más bajos son los límites de exposición establecidos para el personal que entra en contacto con los materiales. Es responsabilidad de los empresarios conocer y comprender estos límites de exposición para cada producto que utilizan y tomar las medidas necesarias para garantizar que no se superen los límites, con el fin de proteger a sus operarios y al medio ambiente.

Protegerse de las explosiones de polvo

La directiva ATEX exige que el empresario realice una evaluación de riesgos para determinar la protección necesaria contra incendios y explosiones.

Además, es vital garantizar que el sistema siga cumpliendo la normativa incluso después de condiciones de proceso modificadas, para ofrecer la máxima seguridad al personal y las instalaciones. También es necesario llevar a cabo auditorías periódicas de calidad y fiabilidad del proceso, así como inspecciones de seguridad ATEX.

Suministro de aire

Soluciones para salas blancas

En la producción de baterías de iones de litio, la aplicación de una sólida estrategia de control de la contaminación es crucial. Esta estrategia da prioridad al control de la humedad, así como a la gestión de partículas para mantener los estándares de seguridad y calidad.

El reto en las salas blancas secas es mantener un entorno libre de contaminantes, lo que se ve agravado por la necesidad de un control preciso de la presión. La utilización de tecnología de deshumidificación avanzada y una arquitectura de sala blanca especializada es esencial para garantizar unos niveles de humedad bajos, el nivel de pureza del aire requerido y una presión adecuada. Esto es vital para garantizar la integridad de las baterías y evitar reacciones peligrosas del litio.

El aire limpio de las salas blancas se consigue mediante el uso de unidades de ventilador con filtro (FFU) y tecnologías de alojamiento de filtro terminal. Las FFU utilizan ventiladores para el suministro activo de aire, mientras que los alojamientos para filtros terminales son elementos pasivos. El espacio, el caudal de aire y la demanda de flexibilidad determinan la elección de la tecnología. Los elementos filtrantes HEPA/ULPA de Megalam son fundamentales en ambos sistemas para la eliminación de partículas. La selección adecuada del filtro es vital para conseguir la calidad de aire deseada y optimizar el consumo energético.



Alojamiento del filtro terminal CleanSeal



Unidad de ventilador con filtro CamFFU



Filtro plano para salas blancas Megalam





Suministro de aire Ventilación general

Las salas blancas secas y, en especial, la maquinaria de proceso en la producción de células de batería, tienen una necesidad muy alta de aire de suministro para garantizar un funcionamiento seguro y limpio.

Prefiltro

Las etapas de prefiltrado son cruciales para la separación del polvo grueso y fino y, por tanto, para la vida útil de las etapas de filtrado HEPA. Pero también tienen una influencia significativa en los costes de funcionamiento de los sistemas de ventilación y, por tanto, en la eficiencia económica. La selección de los prefiltros debe tener siempre en cuenta varios aspectos. La eficacia fiable del filtro y la capacidad de retención de polvo durante el periodo de uso son tan importantes como la eficiencia energética y la facilidad de mantenimiento.

Los filtros de bolsas son los más utilizados en las unidades de tratamiento de aire. Tienen una mayor capacidad de retención de polvo y una vida útil más larga que otros tipos de filtro.

Los filtros compactos, con o sin marco frontal, son la segunda etapa de filtración ideal en el aire de impulsión, ya sea como última etapa de filtración para aplicaciones de confort o como segunda etapa de prefiltración para salas blancas. Ofrecen un excelente rendimiento de separación con una baja pérdida de carga y requieren menos espacio en los sistemas de ventilación que los filtros de bolsas.

Filtro HEPA

Los filtros HEPA para grandes volúmenes de aire también se utilizan directamente en sistemas de aire acondicionado y deshumidificación. Su diseño en forma de caja debe ser energéticamente eficiente y no sólo protegen las etapas de filtración posteriores, sino que también pueden ser la etapa de filtración final, en función de los requisitos de pureza del aire. Estos filtros también pueden utilizarse en el aire de salida de las salas, separando las partículas nocivas ultrafinas.

Aire de extracción

Concentraciones bajas: Filtros estáticos no limpiables

Los elevados requisitos de calidad del aire de suministro a lo largo de las distintas fases de producción en la fabricación de células de batería se garantizan con numerosas medidas. Sin embargo, el polvo y las partículas que se generan dentro de estos mismos procesos deben separarse para la seguridad de los operarios, pero también para proteger el producto y su calidad.

Es esencial evitar que el material activo que pueda tener propiedades CMR (Carcinógeno, Mutágeno y Reprótico) entre en el aire respirable de los empleados o contamine la sala blanca seca. También es necesario evitar la contaminación cruzada que podría afectar negativamente al funcionamiento o incluso a la seguridad de la célula de la batería. Para extraer, limpiar y, si es posible, reintroducir de forma segura aire muy puro en la sala blanca o directamente en el proceso, se necesitan sistemas de extracción especialmente diseñados.

En situaciones en las que la concentración de partículas es tan pequeña que un sistema de captación de polvo no es razonable, tanto por motivos de inversión como de eficacia de la filtración, Camfil ofrece una solución segura y eficaz junto con filtros estáticos no limpiables que no comprometen la eficacia ni la seguridad.

El **alojamiento de seguridad** CamSafe 2 con sistema Bag-In Bag-Out es una solución probada para alojamientos de seguridad, adaptada específicamente a los requisitos de la fabricación de celdas de batería. Ofrece una fiabilidad excepcional, un cambio de filtración fácil y seguro, bajo mantenimiento y numerosas características de seguridad para un funcionamiento seguro, naturalmente con certificado electrostático.

Los alojamientos de aire de escape para instalación en pared son la solución ideal para limpiar el aire de escape de las salas blancas. Para una validación fiable de los filtros HEPA incorporados, se recomienda una sonda de prueba integrada. Las carcasas deben ser muy fiables, robustas y estar totalmente soldadas, además de permitir una fácil sustitución de la filtración. Con estos alojamientos, también es importante garantizar que los elementos de filtración de bajo consumo puedan utilizarse sin complicaciones.



Aire de escape

Altas Concentraciones: Captación de polvo industrial

¿Filtros fijos o captadores de polvo con filtros limpiables? La mejor solución de filtración para cada proceso depende de las propiedades de las emisiones, pero también de la concentración de polvo en la corriente de aire. Si la concentración es demasiado alta para los filtros no limpiables, debe considerarse la posibilidad de utilizar un captador de polvo, que probablemente será la mejor solución para reducir el Coste Total de Operación (TCO). Hay una regla muy sencilla:

Además, el empresario debe tener en cuenta si el proceso incluye la manipulación de sustancias peligrosas que

«Si la carga de polvo es igual o superior a $0,1 \text{ mg/m}^3$, un sistema de captación de polvo con elementos filtrantes de limpieza por impulsos será probablemente la mejor opción para tratar el polvo de proceso como primera etapa de filtración, proporcionando una vida útil razonable del filtro.»

puedan suponer riesgos para la salud de los operarios. En tal caso, el diseño del sistema captador de polvo debe incluir opciones de contención como el sistema de cambio seguro de filtros y descarga de polvo Bag-In Bag-Out para evitar la exposición del operario y la fuga del material recogido al cambiar los filtros.

La familia de captadores de polvo Gold Series, con su diseño hermético modular y probado, las opciones BIBO y los dispositivos de protección contra explosiones con certificación ATEX, representan una gama de soluciones probadas y adaptadas específicamente a los requisitos de la fabricación de células de baterías. Garantizan un menor coste de funcionamiento, un cambio de filtración fácil y seguro, un mantenimiento reducido y proporcionan la seguridad necesaria para sus instalaciones.



Aire de escape

Filtración molecular

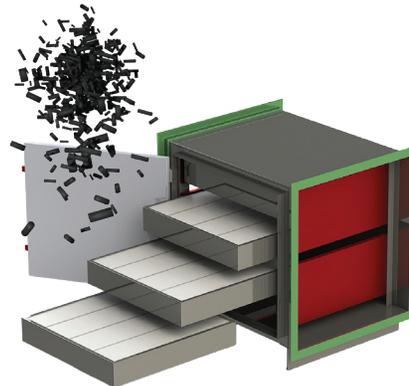
A lo largo del proceso de producción de baterías, existen numerosos contaminantes moleculares (es decir, gases o vapores) que se emitirán y que afectarán a las personas, al proceso o al medio ambiente, como por ejemplo:

- **La N-metilpirrolidona**, también conocida como NMP, es un disolvente muy utilizado para la producción del material del cátodo, que tiene efectos adversos sobre la salud humana.
- **Los disolventes de carbonato de alquilo**, como DMC, DEC, EMC y otros, se encuentran en las formulaciones de electrolitos y pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente.
- **El ozono y los óxidos de nitrógeno**, que suelen formarse durante los procesos de soldadura, pueden afectar tanto a la salud de los operarios como a la integridad de los activos de producción (corrosión).

Las soluciones de filtración molecular, basadas en técnicas de adsorción como la fisisorción o la quimisorción, se han utilizado ampliamente durante décadas para abordar los problemas de contaminación molecular en las corrientes de aire industriales. Su flexibilidad en cuanto a medios de filtración, tamaño y diseño del filtro permite su implantación en laboratorios de baterías, en plantas piloto o en gigafábricas.

La adsorción de contaminantes moleculares mediante carbón activado, carbón impregnado u otros tipos de media de filtración molecular, es reconocida por los agentes industriales y por las autoridades como una forma de limpiar eficazmente los flujos de aire en las aplicaciones más estrictas, como los entornos nucleares (purgadores de yodo) o la manipulación de gases tóxicos (gases de guerra), etc. Los altos niveles de rendimiento que ofrecen las soluciones de filtración molecular correctamente diseñadas, junto con la capacidad de controlar periódicamente el rendimiento, las convierten en una solución a tener en cuenta para la recirculación de aire seco.

La posibilidad de reutilizar aire muy seco, tras «limpiarlo» con una filtración molecular, es una vía para que el proceso global de producción de baterías sea menos costoso al disminuir la cantidad de aire seco que hay que producir.



Soluciones de aire limpio para su industria

Durante más de sesenta años, Camfil ha ayudado a las personas a respirar un aire más limpio. Como fabricante líder de soluciones de aire limpio de primera calidad, ofrecemos sistemas comerciales e industriales para la filtración y el control de la contaminación del aire que mejoran la productividad de los trabajadores y los equipos, minimizan el consumo de energía y benefician a la salud humana y al medio ambiente.

Camfil se centra en la investigación y el desarrollo, así como en la fabricación de vanguardia. No sólo comercializamos nuestros productos, sino que suministramos soluciones y servicios de aire limpio a escala mundial. Muchos de nuestros clientes cuentan con múltiples instalaciones repartidas por todo el mundo. Muchos de los mayores fabricantes industriales consideran a Camfil como un socio, ya que estamos bien posicionados para satisfacer sus necesidades de aire limpio a nivel local y mundial. Es habitual que nos «asociemos» con nuestros clientes y sus asesores o contratistas para satisfacer y, a menudo, superar sus requisitos de filtración de aire más exigentes.

Áreas de negocio:



Soluciones de filtración (HVAC)

- Confort
- Salas blancas
- Industrial
- Contención



Captación de polvo

- Polvo
- Humo
- Niebla



Energía y cogeneración

- Generación de energía
- Petróleo y gas
- Procesos



Control de la contaminación molecular

- Gases
- Olores
- Control de la corrosión



camfil

CLEAN AIR SOLUTIONS

www.camfil.es



camfil



camfilgroup



camfilgroup



camfil



camfilgroup