



GUÍA ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS · 8 MIN

Evacuación de gases y protección contra deflagraciones: NFPA 68/69 y sus consecuencias para el revestimiento

En los sistemas de almacenamiento en baterías, la explosión suele ser más peligrosa que el incendio. Qué exigen NFPA 68 y NFPA 69 en materia de alivio de presión y ventilación, y qué consecuencias tiene para el revestimiento y la compartimentación de la envolvente.

El peligro subestimado: deflagración en lugar de incendio

Durante la fuga térmica, las celdas de batería liberan una mezcla de gases inflamable compuesta esencialmente por hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos como metano y etileno. En contenedores cerrados y salas de baterías, esta mezcla puede concentrarse hasta que una fuente de ignición desencadena una deflagración. Varios sucesos graves de los últimos años, algunos con bomberos heridos, no se debieron al incendio en sí, sino a la explosión del gas de venteo acumulado.

Los especialistas distinguen dos escenarios: la deflagración inmediata, en la que el gas se inflama poco después del venteo, y la deflagración retardada, en la que el gas se acumula durante minutos u horas antes de inflamarse. Esta última genera presiones muy superiores y apenas puede controlarse con medidas puramente pasivas. Por ello, NFPA 855 exige para los sistemas de almacenamiento de iones de litio una solución de protección contra explosiones: alivio de presión según NFPA 68 y/o prevención de explosiones según NFPA 69.

NFPA 68: dimensionar correctamente el alivio de presión

NFPA 68 regula el venteo de deflagraciones: discos de ruptura, compuertas o paneles ligeros se abren a una presión de activación definida y conducen la onda de presión y las llamas al exterior de forma controlada. Las superficies de venteo se dimensionan a partir de las propiedades del gas (presión máxima de explosión, velocidad de combustión y límites de explosividad del gas de venteo, tal como los proporciona el informe de celda UL 9540A) y de la resistencia a la presión de la envolvente (presión máxima reducida que debe soportar el cerramiento).

- La base de cálculo son los parámetros reales del gas del informe UL 9540A, no hipótesis genéricas
- La estructura del cerramiento debe resistir la presión de explosión reducida remanente
- Delante de las aberturas de alivio deben respetarse zonas libres: por ellas salen la presión, las llamas y los fragmentos
-

El alivio de presión pasivo es fiable sobre todo frente a deflagraciones inmediatas

Nota: Límite del alivio pasivo — Frente a una deflagración retardada con alta concentración de gas en todo el volumen, las superficies de venteo pasivas pueden resultar insuficientes: los picos de presión superan entonces lo que es posible aliviar de forma económica. En estos escenarios, la limitación activa de la concentración según NFPA 69 es imprescindible.

NFPA 69: mantener la concentración de gas por debajo del umbral de ignición

NFPA 69 actúa antes de la ignición: la detección de gases y la ventilación mecánica mantienen la concentración de gases inflamables de forma permanente por debajo del 25 % del límite inferior de explosividad (LFL). Como valor orientativo de diseño para salas de baterías se ha consolidado un caudal de ventilación de al menos 1 cfm por pie cuadrado de superficie (unos 5,1 l/s por m²), dimensionado para el suceso más desfavorable del informe de ensayo. Dado que el hidrógeno, con un LFL de aproximadamente el 4 % en volumen, es el componente más crítico, lo razonable es dimensionar la detección tomando el hidrógeno como magnitud de referencia.

En la práctica se combinan ambas normas: la ventilación y la detección según NFPA 69 impiden la acumulación de gas, y las superficies de alivio de presión según NFPA 68 cubren el riesgo residual de la ignición inmediata. Esta defensa en profundidad no solo protege la instalación, sino sobre todo a los equipos de intervención, que en caso de incidente tienen que acercarse a la envolvente.

Qué implica para el revestimiento y la compartimentación

La protección contra explosiones impone al revestimiento interior de contenedores y salas de baterías reglas constructivas concretas que van más allá de la protección contra incendios clásica. Un aislamiento que compartimenta perfectamente en caso de incendio puede convertirse en un problema en caso de deflagración si bloquea las superficies de alivio, se desprende bajo presión o crea cavidades en las que se acumula gas.

- Mantener las superficies de alivio de presión y las vías de evacuación de gases completamente libres de capas de aislamiento y revestimiento
- Fijar mecánicamente los revestimientos de modo que resistan la onda de presión y no provoquen proyección de fragmentos
- Elegir superficies cerradas e incombustibles; sin cavidades abiertas ni zonas muertas sin ventilación
- Revestir las vías de evacuación de gases de venteo calientes con materiales resistentes a la temperatura: según la química de celda, los gases pueden alcanzar varios cientos de grados
- Sellar de forma estanca al gas y al humo los pasos de ventilación, detección y cables, sin obstaculizar la función de alivio

Por ello, la protección contra incendios y la protección contra explosiones deben planificarse conjuntamente: el revestimiento forma parte de ambos sistemas. Quien diseña la compartimentación térmica sin conocer las vías de venteo, las presiones de activación y el concepto de ventilación corre el riesgo de que los sistemas de protección se anulen entre sí; en el peor de los casos, con una barrera que contiene el incendio, pero agrava la explosión.

Preguntas frecuentes

¿Basta una compuerta de alivio de presión según NFPA 68 como protección contra explosiones?

Frente a una deflagración inmediata, poco después del venteo, el alivio de presión pasivo puede ser suficiente. Frente a la deflagración retardada, más peligrosa, con alta concentración de gas en todo el volumen, a menudo resulta insuficiente por sí solo. En ese caso se necesitan además detección de gases y ventilación según NFPA 69 que mantengan la concentración por debajo del 25 % del LFL.

¿De dónde proceden los parámetros para dimensionar el venteo y la ventilación?

Del informe de ensayo UL 9540A del sistema utilizado: documenta el volumen de gas, su composición, los límites inferior y superior de explosividad, la presión máxima de explosión y la velocidad de combustión del gas de venteo. Los valores genéricos de la bibliografía son solo una solución de emergencia, ya que la mezcla de gases varía considerablemente según la química y el tipo de celda.

¿Puede el aislamiento interior de un contenedor de baterías perjudicar la protección contra explosiones?

Sí, de varias formas: si bloquea las superficies de alivio de presión, si se desprende con la onda de presión y provoca proyección de fragmentos o si crea cavidades en las que el gas de venteo se acumula sin ser detectado. Por ello, el revestimiento, las superficies de venteo y el concepto de ventilación deben planificarse de forma integrada y coordinada.

Hablemos de su proyecto

Respuesta en 24 horas en días laborables.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 209

Leer en línea: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/gasableitung-deflagrationsschutz