



condorchem. ^{wwa}
water waste air

*Your partner for
environmental solutions*

TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS EN CENTRALES NUCLEARES





condorchem. wwa
water waste air

*Your partner for
environmental solutions*

Desechos líquidos y desechos sólidos húmedos generados en las centrales nucleares

Según los diferentes tipos de reactores actualmente en funcionamiento comercial en todo el mundo, se producen diferentes corrientes de desechos. Estas corrientes difieren tanto en contenido de actividad como en cantidad de desechos líquidos generados.

Los reactores refrigerados y moderados por agua producen más desechos líquidos que los refrigerados por gas. Los volúmenes de desechos líquidos producidos en reactores de agua en ebullición (BWR) son notablemente superiores a los producidos en reactores de agua a presión (PWR). Debido al hecho de que el sistema de depuración de los reactores de agua pesada (HWR) trabaja principalmente con técnicas de intercambio iónico de paso único para reciclar el agua pesada, no se producen en ellos prácticamente concentrados líquidos.

Se producen desechos líquidos activos en la depuración de los refrigerantes primarios (PWR, BWR), limpieza de la piscina de almacenamiento del combustible gastado, desagües, agua de lavado y fugas de agua.

Las operaciones de descontaminación de reactores también producen desechos líquidos resultantes de las actividades de mantenimiento de las tuberías y del equipo de la central. Los desechos de descontaminación pueden comprender lodos (productos de corrosión) y una amplia variedad de productos orgánicos, tales como ácidos oxálico y cítrico.

Los sólidos húmedos son otro tipo de desechos producidos en centrales nucleares. Comprenden diversas clases de resinas intercambiadoras de iones agotadas, medios filtrantes y fangos. Las resinas agotadas constituyen la fracción más significativa de los desechos sólidos húmedos producidos en reactores de potencia.

Las resinas granuladas se emplean en desmineralizadores profundos y son corrientes en centrales nucleares. Las resinas en polvo raramente se utilizan en PWR pero se utilizan normalmente en BWR con desmineralizadores de filtros de revestimiento previo. En muchos BWR, una fuente importante de desechos de resinas en polvo son los



condorchem. wwa
water waste air

*Your partner for
environmental solutions*

"refinadores de condensados" utilizados para la depuración adicional del agua condensada tras la evaporación de los desechos líquidos.

Los filtros de revestimiento previo utilizados en centrales nucleares para el tratamiento de desechos líquidos producen otro tipo de desecho sólido húmedo, los lodos de filtros. Los adyuvantes de filtración, generalmente tierra de diatomeas o fibras celulósicas, y los lodos de corrosión que se eliminan de los desechos líquidos forman juntos los lodos de filtros. Algunos sistemas de filtración no requieren materiales adyuvantes de filtración. Por lo tanto, los lodos procedentes de dichas unidades no contienen otros materiales.

Tratamiento y acondicionamiento de desechos líquidos/sólidos

Los desechos radiactivos líquidos producidos en centrales nucleares contienen en general componentes radiactivos solubles e insolubles (productos de fisión y de corrosión) y sustancias no radiactivas. El objetivo general de los métodos de tratamiento de desechos es descontaminar los desechos líquidos hasta tal grado que el volumen total descontaminado de desechos acuosos pueda liberarse al medio ambiente o reciclarse. Los concentrados de desechos se someten posteriormente a acondicionamiento, almacenamiento y evacuación.

Dado que las centrales nucleares producen casi todas las categorías de desechos líquidos, se aplican prácticamente todos los procesos para tratar efluentes radiactivos.

Se utilizan normalmente técnicas estándar para descontaminar corrientes de desechos líquidos. Cada proceso tiene un efecto particular sobre el contenido radiactivo del líquido.





condorchem. wwa
water waste air

Your partner for
environmental solutions

El grado en que se utilizan en combinación depende de la cantidad y origen de la contaminación. Se dispone de cuatro procesos técnicos principales para el tratamiento de desechos líquidos: **evaporación; precipitación/floculación química; separación en fase sólida; e intercambio de iones.**

Estas técnicas de tratamiento están bien establecidas y se utilizan ampliamente. No obstante, se encuentran en curso en numerosos países actividades destinadas a mejorar la seguridad y economía basándose en nuevas tecnologías.

El mejor efecto de reducción de volumen, en comparación con otras técnicas, se logra mediante evaporación.

Según la composición de los efluentes líquidos y los tipos de evaporadores, se obtienen factores de descontaminación comprendidos entre 104 y 106.

La evaporación es un método comprobado para el tratamiento de desechos radiactivos líquidos que proporciona a la vez buena descontaminación y reducción de volumen. El agua se elimina del proceso en fase vapor quedando componentes no volátiles tales como sales que contienen la mayoría de los radionucleidos. La evaporación es probablemente la mejor técnica para desechos con un contenido relativamente elevado en sales y una composición química bastante heterogénea. (Véase la figura adjunta.)

Aunque puede considerarse como una operación relativamente sencilla que se ha aplicado con éxito en la industria química convencional durante muchos años, su aplicación al tratamiento de desechos radiactivos puede dar lugar a algunos problemas tales como corrosión, formación de incrustaciones o espumación. Dichos problemas pueden reducirse adoptando disposiciones adecuadas. Por ejemplo, puede ajustarse el valor del pH para reducir la corrosión; pueden eliminarse las sustancias orgánicas para reducir la espumación o pueden añadirse agentes antiespumantes; y puede limpiarse el sistema del evaporador mediante ácido nítrico para eliminar las incrustaciones y pasivar ulteriormente los materiales de construcción.



condorchem. wwa
water waste air

Your partner for
environmental solutions

Hasta ahora, la reducción por evaporación del volumen de los efluentes radiactivos de actividad baja ha sido siempre tan eficaz que el condensado depurado podía descargarse al medio ambiente sin ulterior tratamiento.



Los métodos de precipitación química basados en el principio de separación por coagulación-floculación son los más utilizados en centrales nucleares para el tratamiento de efluentes líquidos de actividad baja y elevado contenido en sales y lodos.

Su eficacia depende en gran parte de la composición química y radioquímica del desecho líquido. La mayoría de los radionucleidos pueden precipitarse, coprecipitarse y adsorberse por compuestos insolubles, por ejemplo, hidróxidos, carbonates, fosfatos y ferricianuros y eliminarse de este modo de la solución. Los precipitados arrastran también partículas en suspensión de la solución por arrastre físico. No obstante, la separación nunca es completa por varias razones, y los factores de descontaminación logrados pueden ser relativamente bajos. Por esta razón, se utiliza normalmente el tratamiento químico en combinación con otros métodos más eficaces.

Se procede a la separación en fase sólida para eliminar materiales en suspensión y sólidos depositados de los desechos líquidos. Existen diferentes tipos de equipo de separación disponibles, basados todos en los que se han utilizado normalmente en las plantas convencionales de tratamiento de agua y efluentes en las industrias. Los tipos más frecuentes son filtros, centrifugadoras e hidrociclones.

La separación de partículas es una tecnología bien establecida. Casi todas las instalaciones nucleares utilizan dispositivos mecánicos para separar sólidos en suspensión de las corrientes de desechos líquidos. En general, es necesario equipo de separación para eliminar partículas que podrían interferir con los procesos subsiguientes de tratamiento de desechos líquidos, por ejemplo, intercambio de iones, o con la reutilización del agua.

CONDORCHEM IBÉRICA

Gregal, 7 – Pol. Ind. BUVISA - 08338 PREMIÀ DE DALT (Barcelona)

Tel.: 937547705 – Fax: 937547706

www.condorchem.com - condorchem@condorchem.es



condorchem. ^{wwa}
water waste air

*Your partner for
environmental solutions*

Los filtros característicos pueden eliminar partículas de tamaños submicrométricos, particularmente cuando se utiliza el prerrevestimiento. Una vez agotado, el filtro se "retrolava" produciendo un lodo del 20 al 40% de sólidos, o en el caso de los tipos cartucho se sustituye la unidad entera.

Los métodos de intercambio de iones se aplican ampliamente en el tratamiento de efluentes líquidos en centrales nucleares. Ejemplos de dichos métodos son la depuración de los circuitos primario y secundario de refrigeración en reactores de agua, el tratamiento del agua de la piscina de almacenamiento del combustible, y la depuración de condensados tras la evaporación.

Los desechos radiactivos líquidos han de satisfacer en general los siguientes criterios para que sean adecuados para el tratamiento por intercambio de iones: la concentración de los sólidos en suspensión en los desechos debe de ser baja; los desechos han de tener un contenido total en sales bajo (generalmente inferior a un gramo por litro); y los radionucleidos deben encontrarse en una forma iónica adecuada. (Para eliminar los coloides pueden utilizarse filtros de revestimiento previo con resina en polvo.)

En la mayor parte de los sistemas técnicos, los procesos de intercambio de iones se aplican utilizando un lecho fijo de material intercambiador de iones colocado en una columna a través de la cual pasa el efluente contaminado de la parte superior a la inferior o viceversa. El material de intercambio iónico puede regenerarse tras haber alcanzado la saturación de los grupos activos (capacidad de saturación). Algunos tipos de intercambiadores de iones se eliminan también como concentrados de desechos para ser solidificados. Por lo tanto, el proceso de intercambio de iones representa un proceso semicontinuo y requiere importantes actividades de mantenimiento, tales como operaciones de lavado por descarga de agua, regeneración, aclarado, y relleno.



Los desechos sólidos húmedos resultantes del tratamiento de desechos líquidos deben transformarse también en productos sólidos para su evacuación final. El proceso de inmovilización supone la conversión de los desechos en formas química y físicamente estables que reduzcan el potencial de migración o dispersión de radionucleidos por procesos que pudieran producirse durante el almacenamiento, el transporte y la evacuación.

Si es posible el acondicionamiento de desechos debería producir también una reducción de volumen.

Los métodos más frecuentemente aplicados para el acondicionamiento de sólidos húmedos son la cementación, la bituminización, o la incorporación en polímeros.