

Proceso Thermo-System: Secado solar para lodos de depuración

De forma similar a la situación general en Europa, también en España la producción de lodos de depuración ha ido aumentando en los últimos años. Al mismo tiempo la gestión de estos lodos cada vez resulta más difícil y más costosa. Este escenario explica el aumento de interés en el tema de las posibilidades de gestión de los lodos. En este marco el presente artículo quiere informar sobre la tecnología del secado solar de lodos de depuración, en gran parte desconocida en España. Se trata del proceso patentado Thermo-System, de la empresa alemana Thermo-System Industrie- & Trocknungstechnik GmbH, representada en España a través de las ingenierías Proyectos de Navarra y Asepma. Actualmente en España hay dos instalaciones en funcionamiento con esta tecnología y dos en fase de construcción.

Dr. Steffen Ritterbusch, Thermo System; Dr. Jochen Scheerer, Asepma;
Dr. Guillermo Lacarra Albizu, Proyectos Navarra

Principio de funcionamiento

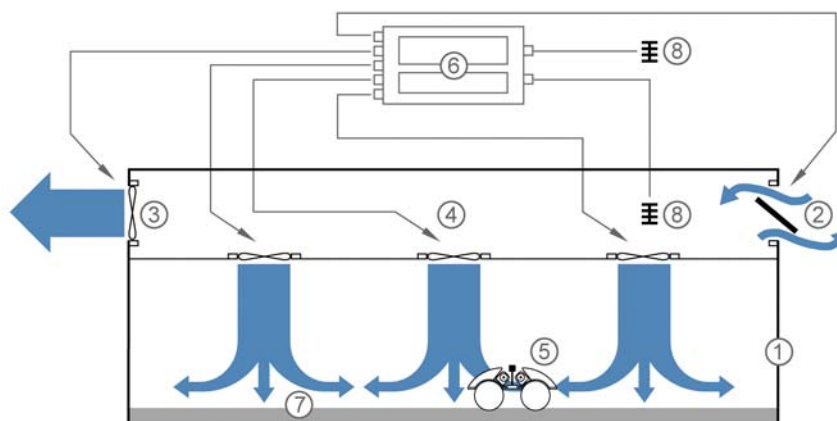
El proceso de secado solar de lodos de depuración elaborado por Thermo-System se realiza en el interior de cámaras de secado tipo invernadero, donde se aprovecha la transformación de radiación en calor. El secado se realiza por el aumento de temperatura y el movimiento/intercambio de aire. Los elementos claves de las instalaciones son un dispositivo removedor denominado "Topo eléctrico"® o el "Gestor de lodo" y un sofisticado sistema de control.

Durante el proceso de secado los lodos se remueven de forma automática a través del "Topo eléctrico"® o, según el tipo de instalación, del "Gestor de lodo", para garantizar una buena aireación y un secado homogéneo. El funcionamiento de estos dos equipos y de los ventiladores instalados en los secaderos, se controla de forma automática por el sistema de control. Este control se realiza en consideración con diferentes parámetros climáticos, así como el respectivo estado de secado de los lodos en cada momento.

En las instalaciones de Thermo-System el secado de lodos se efectúa normalmente mediante un proceso por lotes.



Ejemplo de carga y distribución de los lodos deshidratados mediante el "Topo eléctrico"®



Esquema de funcionamiento del proceso Thermo-System

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Cobertura transparente tipo invernadero | 6. Sistema de control del clima |
| 2. Compuerta de ventilación | 7. Lodos de depuración |
| 3. Intercambio de aire con ventiladores | 8. Sensores climáticos |
| 4. Ventiladores de recirculación | 9. Solera |
| 5. El "Topo eléctrico"® | |

De este modo se obtienen varias ventajas: por un lado, se consigue un rendimiento de secado óptimo, dado que las condiciones climáticas de secado se adaptan al estado del lodo en cada fase del proceso, y por otro se seca el lote completo hasta alcanzar el contenido final de materia seca deseado, para posteriormente proceder al vaciado de la cámara. Las oscilaciones tem-

porales respecto al contenido de materia seca y en función del tiempo, como ocurre con procesos continuos, no se producen en este caso. Además el secado en discontinuo (por lotes) permite un funcionamiento con un mínimo de mano de obra, la cual solamente es necesaria en los momentos de carga y descarga.

El rendimiento de secado aumenta significativamente gracias a la regulación climática Thermo-System, que ha sido optimizada durante muchos años de desarrollo continuo. Mediante el sistema de control del clima interior, es posible supervisar todos los parámetros relevantes del proceso como son la temperatura del aire y su humedad, la radiación, el viento y la humedad de lodos, regulándolos y adaptándolos de

FANGOS Y LODOS

manera óptima a los requisitos técnicos del secado en función del clima y del estado del lodo a lo largo del proceso de secado. La regulación climática asegura además un aprovechamiento óptimo desde el punto de vista energético de todos los componentes, garantizando un nivel mínimo de consumo de energía eléctrica.

El proceso Thermo-System posibilita además la utilización de fuentes de calor residual o adicional al proceso provenientes de cualquier fuente disponible. Aprovechando esta oportunidad, la regulación climática de este sistema asegura una óptima utilización de energía, permitiendo una reducción considerable de la superficie requerida en comparación con una planta de secado puramente solar.

Descripción del proceso

De forma general el proceso de secado solar de Thermo-System es bastante sencillo y no requiere mano de obra especializada. Principalmente se pueden distinguir tres etapas.

Carga de lodos

La carga de los lodos a la cámara de secado se realiza de forma mecánica. Existe una gran variedad de sistemas de carga aplicables a los secaderos solares, como por ejemplo pala cargadora, volteo de contenedores, descargadores con suelo móvil, cintas, etc. La elección del sistema adecuado para cada instalación se realiza en base a los criterios del cliente y a las condiciones locales. El proceso de carga se realiza de forma bastante rápida, ya que la distribución final la realiza el "Topo eléctrico"[®] de forma automática. Un operador con una pala cargadora necesita aproximadamente una hora para llenar una cámara de secado con una superficie de 500 m². En el caso de las instalaciones equipadas con el "Gestor de lodo", la carga y la distribución de los lodos se realiza por dicho dispositivo.

Proceso de secado

Una vez completada la carga de los lodos, se cierran los portales de la cámara y se inicia el proceso de secado, el cual se realiza de forma automática sin necesidad de intervención por parte del usuario.

Durante el secado el "Topo eléctrico"[®] / "Gestor de lodo" no solamente realiza la distribución uniforme de los lodos en el interior de la cámara, sino sobre todo garantiza una buena aireación y mezcla de los lodos, consiguiendo así las condiciones óptimas para el seca-



El "Gestor de lodo" (elaborado en cooperación con ACAT)

do. El control del dispositivo removedor y de los ventiladores y extractores se realiza de forma automática durante todo el proceso de secado. En cada momento el funcionamiento de los equipos se regula en función de las condiciones climáticas y el estado de secado del lodo. Cuando se ha alcanzado la sequedad final determinada de los lodos, se indica el final del proceso de secado.

Descarga de los lodos secos

Igual que la carga, la descarga de los lodos se realiza con dispositivos mecánicos adecuados. Por motivos económicos normalmente se utilizan los mismos dispositivos mecánicos para la carga y para la descarga de los lodos.

Un sistema eficaz de descarga consiste en una zanja para los camiones al final de la cámara de secado. De esta manera los lodos se pueden vaciar mediante una pala cargadora y cargarlas directamente a los camiones. Esta operación tiene una duración aproximada de 30 minutos, evitándose tiempos de espera no deseados. La utilización del "Gestor de lodo" permite una alimentación y un vaciado totalmente automáticos, evitando así la necesidad de utilizar una pala para esta operación.

Componentes del secadero solar

La cámara de secado

La nave, o cámara de secado consiste en una solera de hormigón o asfalto con paredes laterales de 1 metro de altura. Encima de las paredes se construye la estructura de la cámara en acero galvanizado tipo invernadero.

Para la cobertura se puede elegir entre una gran variedad de materiales en función de las condiciones climáticas, las condiciones de secado y los criterios del cliente. El abanico de materiales incluye soluciones económicas como el film de plástico en mono capa o capa doble inflable, materiales con un aislamiento térmico como folio de burbujas de alta resistencia o láminas de policarbonato, hasta coberturas de cristal.

Equipo removedor

"Topo eléctrico"[®]. Para un secado eficaz, y para evitar además la posibilidad de desarrollo de malos olores, es necesario remover y airear de manera controlada el lodo aportado a la cámara de secado. Al mismo tiempo la intensidad de trabajo necesita ser adaptada de forma continua a la humedad del lodo y a las condiciones climáticas. Por último y según las propiedades del lodo, es de crucial importancia que éste no sea removido con demasiada o insuficiente frecuencia para así producir y preservar una estructura óptima del lodo.

El "Topo eléctrico"[®] - un robot autocontrolado - es una solución inteligente y muy eficaz para estas tareas. Además del volteo y la ventilación, este equipo asegura una distribución uniforme del lodo en la cámara de secado, facilitando también una alimentación automática de la cámara. Gracias a su construcción robusta, fabricado completamente en acero inoxidable, es hasta ahora la única máquina de volteo que maneja bien lodos de cualquier contenido de materia seca. Su cómodo manejo y construcción compacta ofrecen grandes ventajas para un sencillo mantenimiento, así como gran flexibilidad.

"Gestor de lodo". Recientemente desarrollado, este equipo presenta una solución alternativa y completa para su empleo en plantas de secado totalmente automatizadas. La construcción, basada en una viga de acero tipo puente grúa, con carretón, combina las ventajas ya mencionadas del anterior dispositivo con la posibilidad de carga y descarga automática de la cámara de secado. Desde la aportación del lodo a la cámara hasta el secado y vaciado, esta máquina realiza todas las tareas, sin que sea necesaria la utilización de ningún dispositivo adicional para la extracción del lodo de la cámara. Como el "Topo eléctrico"[®], el dispositivo de volteo está fabricado completamente en acero inoxidable.

El dispositivo removedor, fácilmente desmontable del puente, ofrece grandes ventajas por su fácil mantenimien-

FANGOS Y LODOS

to y la seguridad de servicio. Su concepción permite casi cualquier geometría de la cámara, siendo suficiente un solo camino de acceso lateral. Tanto el proceso de lotes como el proceso continuo son posibles, permitiendo así mayor flexibilidad.

La regulación climática Thermo-System

Un sistema central de control procesa los datos medidos de forma continua, regula y supervisa el funcionamiento de todos los componentes, y optimiza el proceso de secado en función de las condiciones climáticas y el estado del lodo a lo largo del proceso de secado. Se consigue por tanto que todos los factores que afectan al proceso se mantengan en sus niveles óptimos, minimizando así los tiempos de operación y por tanto el consumo energético de la instalación completa.

Ventiladores de recirculación. Ubicados en la parte superior y anclados a la estructura de la cámara de secado, los ventiladores de recirculación aseguran una distribución uniforme del aire interior en la cámara de secado, así como un flujo de aire controlado por encima del lodo, garantizando de este modo la evacuación del aire húmedo de la superficie del lodo.

Compuerta de ventilación y ventiladores de aireación. Con la compuerta de ventilación regulada y los ventiladores de aireación ubicados en sendos extremos de la cámara de secado, se consigue adaptar perfectamente el intercambio de aire a las necesidades reales en cada momento. Los ventiladores permiten a su vez la alimentación de grandes caudales de aire y, por tanto, posibilitan la utilización del potencial de secado natural del aire ambiental.

Aprovechamiento de calor residual

Las plantas Thermo-System ofrecen la posibilidad de utilizar el calor residual de otros procesos (centrales térmicas, bombas de calor, instalaciones de cogeneración, incineración, gasificación de lodos de depuración, etc.), aumen-

tando así claramente el rendimiento de secado y compensando además posibles oscilaciones estacionales. A diferencia de las plantas de secado convencionales también se puede aprovechar de forma eficaz el calor a temperaturas bajas. El uso de fuentes de calor residual aumenta de forma significativa el rendimiento de secado y permite una disminución en la superficie requerida. Los gastos de operación (consumo de energía eléctrica, personal) están muy por debajo de los gastos de las plantas convencionales. Con el uso del calor residual es posible plantear desde el punto de vista técnico y económico plantas de secado con capacidad para comunidades de un millón de habitantes.

Carga automática

Desde cualquier punto de alimentación, la utilización del "Gestor de lodo" permite distribuir y posteriormente vaciar los lodos de forma totalmente automática en toda la cámara una vez finalizado el proceso de secado. Es posible además cargar también los contenedores de lodo seco de forma totalmente automatizada.

Con el "Topo eléctrico"[®] la cámara de secado se alimenta por medio de una pala cargadora o camión, pudiéndose utilizar igualmente diferentes opciones para una alimentación automática:

Carga mediante transportador helicoidal tipo sinfín o cinta transportadora. Con la alimentación mediante sinfín o cinta, los lodos se transportan hasta la parte superior de la cámara, desde donde se depositan directamente en el suelo. A continuación, el "Topo eléctrico"[®] asegura una distribución uniforme de los lodos en toda la superficie de la cámara.

Carga por bombeo. Con la alimentación mediante bombas específicas, es posible enviar los lodos previamente deshidratados por medio de tuberías enterradas bajo la solera. El lodo surge en el interior de la cámara de secado por medio de "géiseres de lodo" en el suelo, el cual es distribuido por el "Topo eléctrico"[®].

Resultados

Debido a la gran cantidad de plantas en operación, Thermo-System dispone de una gran cantidad de datos e informaciones sobre el rendimiento de su sistema de secado solar en instalaciones muy variadas con respecto a la forma de operación, condiciones climáticas y tipos de lodos. El rendimiento de secado y los valores característicos de

las plantas han sido examinados en numerosos trabajos científicos publicados con anterioridad.

Rendimiento de secado

El rendimiento de las plantas de secado solar depende de las condiciones de emplazamiento, del clima y del contenido de materia seca al principio y final del proceso. Gracias a la regulación climática y el proceso por lotes, el rendimiento de secado de estas plantas se encuentra en el nivel más alto, dado que también en condiciones climáticas desfavorables se consigue siempre un óptimo rendimiento de secado. De forma general se calcula con un rendimiento de aprox. 1 a 1,5 toneladas de agua evaporada por m² y año. En las dos plantas en funcionamiento actualmente en España el rendimiento ha superado de forma significativa estos valores.

Consumo energía térmica

El consumo de energía térmica de las plantas Thermo-System se cubre por completo por medio de energía solar o mediante el apoyo de calor sobrante de otros procesos.

De este modo se suprimen los gastos de suministro de energía térmica, los cuales suponen gran parte de los gastos de explotación de las plantas de secado convencionales. Según los sistemas utilizados, el consumo de energía térmica en los secaderos convencionales se encuentra entre 720 y 1000 Kcal/Kg de agua evaporada.

Consumo eléctrico

Gracias a la regulación climática y la optimización energética de todos los componentes, el consumo eléctrico es mínimo. Con plantas de secado puramente solares el consumo eléctrico es aproximadamente 20-30 kWh por tonelada de agua evaporada. Por tanto, los gastos de electricidad suponen aproximadamente 1-3 euro/t



Planta de secado solar de lodos de depuración de Antigua - Fuerteventura



Planta de secado solar de lodos de depuración de Antigua - Fuerteventura

FANGOS Y LODOS

de agua extraída, y están por tanto claramente por debajo de los secadores convencionales que requieren entre 40 y 85 kWh por tonelada de agua evaporada, según la tecnología aplicada.

Mano de obra

Debido al proceso por lotes el tiempo de trabajo es mínimo. Para la carga de una cámara de secado estándar mediante pala cargadora se necesita aproximadamente 1-2 horas, mientras que para el vaciado es suficiente 0,5-1 hora.

El proceso de secado se produce de forma totalmente automática y sin ningún tipo de intervención. El tiempo de trabajo mínimo fue confirmado en un estudio independiente llevado a cabo por la Oficina Federal para el Medio Ambiente de Baviera. A parte del bajo requerimiento de tiempo para la explotación del secadero solar, también se tiene que tener en cuenta que no se requiere mano de obra especializada para las operaciones necesarias.

Costes de mantenimiento

Comparado con las tecnologías convencionales, el mantenimiento del secado solar Thermo-System resulta

	Habitantes equivalentes	Año de construcción	Cantidad de lodo (t/año)	Número de cámaras	Superficie de secado m ²
Fuerteventura	14.000	2006	1.350	1	700
Mora d' Ebre,	2.800	2007	2.800	1	810
Tarragona					
Bad Vöslau,					
Austria*	300.000	2003	14.000	6	3.240
Palma de					
Mallorca	600.000	2007	30.000	12	18.000

* **Aprovechamiento de calor residual de la planta de gasificación de lodos de depuración**

****Mayor planta de secado solar de lodos de depuración a nivel mundial**

muy económico. Esto puede atribuirse por un lado al bajo nivel de temperatura a la que se desarrolla el proceso, que favorece un mínimo desgaste de material durante el secado solar. Por otro lado, las plantas de secado solar se componen de pocos elementos técnicos con un limitado número de partes móviles. Este proceso se caracteriza además por el hecho de que la máquina de volteo está fabricada por completo en acero inoxidable, asegurando un fácil mantenimiento por su construcción de tipo compacto.

Emisiones / Olores

Este proceso ha recibido en el marco de extensas investigaciones con res-

pecto al asunto de emisiones el "Certificado de No Objeción" por parte de la Oficina Federal para el Medio Ambiente de Baviera. En vista de su madurada tecnología de volteo y regulación climática, las emisiones de las plantas son mínimas. En determinados casos de lodos poco estabilizados, se puede considerar la posibilidad de incorporar un tratamiento de aire previo a su salida, para lo que también se disponen de soluciones comprobadas.

Referencias

De las plantas en operación se destacan en la tabla adjunta unos ejemplos de plantas con distintas capacidades y tamaños: