

Energía solar

Seguimiento a una central solar térmica experimental

Hans CHRISTIAN SCHRÖDER

Gerente de Servicios de Centrales Eléctricas y Mantenimiento de las Instalaciones

Gerente del Sector Centrales Eléctricas

TÜV SÜD INDUSTRIE SERVICE GMBH

Precisamente los conceptos innovadores de plantas solares no están considerados de forma explícita en las directivas europeas y los requisitos específicos de los distintos países. Para la realización de nuevos proyectos se requiere una gestión integral de los permisos. TÜV SÜD ha realizado un seguimiento a una central solar térmica experimental, desde la planificación hasta la puesta en marcha.

Con la creciente importancia de las energías renovables, nuevos conceptos de plantas invaden el mercado. Según un estudio realizado por el *Air and Space Center (DLR)* alemán, las plantas de energía solar térmica alcanzarán a largo plazo una cuota de mercado posiblemente superior al 60% de la generación de electricidad en Europa del Sur, África del Norte y Oriente Medio. La normativa vigente y las directivas no siempre aplican claramente a los conceptos de este tipo de plantas generadoras. Además, se deben respetar las normativas específicas propias de las zonas mencionadas –los lugares con más luz del sol–.

Un seguimiento completo de los proyectos y una gestión proactiva de los permisos tiene que integrar requisitos distintos. El objetivo es dar a conocer cómo los requisitos para la obtención de la autorización afectan, tanto al diseño, la fabricación y el equipamiento, como a la aprobación y la operación de la planta. TÜV

SÜD Industrie Service ha apoyado la instalación de un prototipo de una central eléctrica solar térmica con la tecnología *Fresnel*, desde la planificación hasta la aprobación final. Para este fin, no sólo se tenían que evaluar los aspectos técnicos de proceso y constructivos según los requisitos normativos específicos. El concepto innovador de la planta también requería una clasificación especial de sus distintas partes –incluyendo las soluciones técnicas alternativas para el diseño de los componentes–. Los servicios también incluyeron la gestión de la calidad integrada y la evaluación de la seguridad del concepto de planta implementado.

Proyecto piloto en España

Los componentes principales de la central eléctrica solar térmica en España son las unidades solares del generador de vapor. La superficie especular, con un tamaño total de

18.000 m², capta y concentra la radiación solar y la guía hacia dos tubos absorbentes que son calentados, cada uno de una longitud de 800 m. Consiguiendo así que el contenido de agua en los tubos se evapore, se produce un vapor sobrecalentado de unos 280 °C. Una turbina convencional transforma el vapor en una potencia eléctrica de 1,2 MW. A continuación, el vapor pasa a un condensador refrigerado por agua, para luego ser bombeada de nuevo como agua de alimentación en los tubos absorbentes.

El vapor generado por una planta solar, además de para la generación de energía eléctrica, puede utilizarse para otros procesos industriales, para la desalinización de agua del mar o la refrigeración solar. Los colectores lineales *Fresnel* son filas de espejos dispuestos de forma paralela y siguen el movimiento del sol de forma uniaxial. Un diseño simplificado reduce los costos y mejora el impacto ambiental mediante un uso más eficiente del suelo y un menor consumo de agua.

Se distinguen, básicamente, las siguientes cuatro áreas de la planta:

- producción de vapor (la energía solar calienta el agua en los tubos absorbentes),



TÜV SÜD ha realizado un seguimiento a una central experimental con tecnología Fresnel en Puerto Errado, desde la planificación hasta la puesta en marcha.

- tecnología convencional de centrales eléctricas en combinación con acumuladores de calor eficientes,
- generación de electricidad con una turbina convencional, y
- alimentación a la red de distribución.

Era un reto para la planta piloto desarrollar un diseño óptimo para compensar la alteración de longitud que sucede en el campo solar: la longitud original de los tubos es de 800 m, pero la temperatura de operación de 280 °C los dilata hasta cuatro metros más. Para compensar este alargamiento, se utiliza un tubo flexible de un acero especial. Este tubo no sólo compensa la distancia alterada entre el tubo de alimentación y la conexión con el campo solar, sino que también suaviza el desgaste de operación derivado de las fluctuaciones diarias de temperatura durante la puesta en marcha y el cierre de la planta.

Técnica de control para un alto nivel de fiabilidad de regulación

En el primer paso había que vincular técnicamente las áreas individuales de la planta entre sí, de manera que permitan una operación segura, alta disponibilidad y eficiencia.



A través de la concentración de la radiación se produce una temperatura de 280° C en los tubos.

Debido a la alteración continua de la posición del sol, el alto nivel de fiabilidad del posicionamiento de los espejos planos era crucial para el proyecto piloto. Solo así se consigue un rendimiento óptimo de la energía del sol. Por lo tanto, los expertos de TÜV SÜD han analizado detenidamente el concepto de los sistemas eléctricos y de control de procesos. Los sistemas eléctricos fueron evaluados según la Directiva de Baja Tensión 2006/95/CE, la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (EMC) 2004/108/CE y la Directiva de Máquinas 98/37/CE. Se consideraron, incluso, las declaraciones del fabricante de los proveedores, los medios de producción, los equipos y las instalaciones técnicas. Durante la fase de construcción también se tuvo que ensayar la calidad de las soldaduras.

Debido a la cantidad de los distintos requisitos, a la planificación y de las autoridades, no ha sido efectivo evaluar las áreas de la planta de forma segmentada según las normas correspondientes. La totalidad de la planta tenía que considerarse como una unidad funcional y ser aprobada de forma integrada. Este enfoque ha tenido un impacto en el diseño, la producción, el equipo, la aprobación y la operación.

Para el generador de vapor, por ejemplo, las normas exigen formalmente –tal como la EN 12952– una protección contra el sobrecalentamiento. Sin embargo, la planta de energía solar no tiene una caldera de vapor con un quemador tradicional y, por lo tanto, éste debe ser evaluado de manera diferente. Los dos tubos absorbentes sólo se podrían calentar en exceso por falta de provisión de agua de alimentación. Cuando eso ocurre, los espejos planos se pueden retirar del sol de forma automática. Incluso si el control de posición se bloquea, el colector se calentaría sólo durante poco tiempo, debido al permanente movimiento del sol. El diseño fue adaptado a este aspecto: en la selección de materiales y de revestimientos para el colector se consideró un posible calentamiento a corto plazo. Por otra parte, lo más importante no han sido los mecanismos de seguridad, sino las medidas reguladoras del suministro de agua de alimentación, que también cumple una función protectora.



Ensayo de los espejos planos: El alto nivel de fiabilidad de regulación y de posicionamiento de los espejos planos es crucial para una operación eficiente de la planta.

Las características específicas del país también han desempeñado un papel importante, como por ejemplo de cara a realizar la conexión a tierra del cuadro de distribución para baja tensión. Mientras que en Alemania se conecta cada punto neutro a tierra y se establece un enlace directo a las plantas secundarias, esta conexión a tierra no siempre tiene que estar garantizada en los países del sur de Europa. En España, una conexión a tierra es obligatoria para cada planta secundaria. Para los componentes eléctricos, además de las normas europeas armonizadas, se tienen que considerar los requisitos locales como el Real Decreto 842/2002.

Para que la planta de energía solar térmica pueda funcionar de manera eficiente durante todo el ciclo de vida, era esencial determinar y optimizar los costes del ciclo de vida de forma fiable. Un concepto óptimo de costes debe incluir también los costes de garantía y los gastos de servicios contratados o eventuales inversiones en reemplazos. Incluso aquí se tienen que considerar una serie de especificaciones y normas técnicas.

Clasificar componentes y evaluar la implementación

En base de la Directiva 97/23/CE, conocida como la Directiva de Equipos a Presión (PED), se clasifican las plantas solares en función de sus parámetros de operación en distintas categorías de módulos predefinidas. La totalidad del complejo de la planta se puede dividir en grupos y clasificar por categorías en función del grado creciente de peligrosidad. Dependiendo de la categoría, los respectivos componentes tienen que ser diseñados y



A la hora de la obtención de permisos las distintas áreas de la planta no se consideraron de forma segmentada, sino la totalidad de la planta se tenía que considerar e integrar como una unidad funcional.

fabricados de forma específica. Esto es particularmente importante para características como la resistencia de presión. Por último, antes de la puesta en marcha, se realizan el ensayo de resistencia, la declaración de conformidad y la aceptación.

Mientras que el campo solar no está sujeto a las normas y no depende de la PED, el colector para la producción de vapor se clasifica en la categoría más alta (categoría IV según PED, módulo G). Esta categoría requiere que se contrate un organismo notificado para el ensayo, es decir, una organización acreditada, neutral e independiente. El colector se ha clasificado formalmente según la norma EN 12952 como caldera de vapor. Sin embargo, no es de esperar que el tubo colector se sobrecaliente descontroladamente, como puede suceder con un generador de vapor alimentado con combustible. En el presente caso, el colector se podría considerar un tubo de paso y clasificar en una categoría más baja, la categoría III. Incluso en caso de avería de la alimentación de agua (escasez de agua), no se pue-



La superficie especular de la central Fresnel tiene un tamaño total de 18.000 m².

de producir un sobrecalentamiento durante mucho tiempo, porque aquí entrarían en funcionamiento los mecanismos de seguridad instalados y cabría considerar los ya mencionados factores de transitoriedad.

El tubo flexible se clasifica en el módulo A1 de la categoría II. Aquí son los fabricantes los responsables para el diseño y el ensayo de los componentes. Pero los requisitos formales para la presión de prueba de este componente son claramente perjudiciales. Como es relativamente alta, la presión “pre-dañaría” el material durante la prueba de resistencia. El resultado sería una durabilidad del componente significativamente menor. Para solucionar este problema se modificó el diseño del componente, con lo cual se redujo la presión de prueba, todo sin disminuir la seguridad.

Al revisar las soldaduras, complementariamente a la inspección visual, se realizaron endoscopias de las raíces de las juntas soldadas y se documentaron todos los parámetros de las soldaduras. Para una parte de los cordones de soldadura de montaje se utilizó el ensayo no destructivo mediante radiografía industrial. Los resultados han posibilitado una exhaustiva evaluación cualitativa de la integridad de las soldaduras. En base de la durabilidad prevista, se combinaron requisitos de ingeniería y de rendimiento. El proceso de evaluación neutral de los distintos enfoques de solución llevó a un óptimo resultado final.

Recomendación

Las centrales solares térmicas ganan importancia como componente de un futuro suministro de energías mixtas. Lo que hace falta para los diseños innovadores de plantas son soluciones pragmáticas que mantengan, al mismo tiempo, el alto nivel de seguridad. El enfoque debe estar en un alto nivel de fiabilidad del posicionamiento del espejo plano y su control. El principio es: una reglamentación óptimamente integrada tiene prioridad ante mecanismos de protección innecesarios. Para la aprobación de nuevos conceptos de plantas, los requisitos –especialmente los normativos– se tienen que



Ensayo de un tubo absorbente. A través de los espejos la radiación solar se concentra y se guía hacia los tubos absorbentes de una longitud de 800 m, cuyo contenido de agua se evapora.

considerar de manera integral. Los operadores se beneficiarán de una cooperación con proveedores de servicios que dominan, tanto los efectos de los requisitos técnicos sobre los procedimientos constructivos y de diseño, como el contexto de la obtención de permisos. Así, se consigue, tanto la seguridad en la planificación como una alta disponibilidad y rentabilidad a largo plazo.

Puntos a tener en cuenta para futuras plantas solares térmicas

- Clasificación de las plantas según reglamentos apropiados.
- Coordinación de los requisitos legales de los respectivos países.
- Impulsar las plantas de energía solar térmica a escala industrial.
- Descripción de una normativa uniforme para las plantas.
- Establecimiento de plantas iguales (estandarización), construidas con módulos.
- Garantizar el suministro de energía a largo plazo.



Los colectores lineales Fresnel son filas de espejos dispuestos de forma paralela y siguen el movimiento del sol de forma uniaxial.