

Nuevas técnicas de medición, dosificación y transporte

La calidad en el hormigón no es una casualidad: dosificación, pesaje y transporte en la fábrica de hormigón

En el punto 9.7 «Dosificación de las materias primas» de la norma DIN EN 206-1 se puede leer: «En el lugar de la dosificación del hormigón deben existir unas indicaciones de mezclado documentadas en las que figuren los detalles sobre el tipo y la cantidad

de materias primas. La dosificación de las materias primas no debe superar los valores límite de la tabla 21 para todas las cantidades de hormigón de un metro cúbico o más...»

Por el Ing. Georg Sans y el Ing. Gerald Feuerstein, Maschinenfabrik Gustav Eirich, Hardheim, Alemania.

«Los cementos, los áridos y las adiciones en polvo se deben mezclar atendiendo a la masa. Se permiten otros procedimientos siempre que se pueda

alcanzar una dosificación con la precisión requerida y se pueda documentar. El agua de mezclado, los áridos finos, los aditivos y las adiciones líquidas se pueden dosificar atendiendo tanto a la masa como al volumen» [1].

La mencionada tabla 21 permite una

tolerancia de \pm el 3 % de la cantidad necesaria de cemento, agua, áridos y adiciones con un porcentaje de la masa superior al 5 % de cemento, y una tolerancia de \pm el 5 % para aditivos y adiciones con un porcentaje de la masa de \leq 5 % de cemento.

Aquí la norma sólo menciona la dosificación de cargas superiores a un metro cúbico. Pero en mezclas de menores dimensiones, como a menudo es frecuente en el área del hormigón para la capa exterior, una dosificación exacta es muy importante. En este sentido, las fluctuaciones del color en los bloques de hormigón originadas debido a una precisión insuficiente de la dosificación tienen un efecto muy perjudicial [2].

En la dosificación por masa (dosificación gravimétrica), se emplean celdas de peso y los correspondientes amplificadores de medición con aparatos de evaluación. En los últimos años estos aparatos han alcanzado mayor exactitud y precisión. Por otra parte no hay ninguna novedad importante en la técnica de pesaje.

En cuanto a la técnica de transporte, que está estrechamente relacionada con la dosificación y el resultado del pesaje, se han incorporado algunos nuevos desarrollos. Por ello, en este artículo se le dedicará un mayor espacio a la técnica de transporte.

Con dos ejemplos se mostrará cómo se proyectan y se llevan a cabo las plantas modernas. En este caso se trata de una planta para la producción de travesaños para las vías del tren, así como una planta de producción de hormigón de gran calidad para el núcleo y para la capa exterior. ▶



Fig. 1: Carga de la planta por medio del tanque de recogida y la cinta transportadora doble

1. Planta para fabricar hormigón para los travesaños de las vías del tren

1.1 Objetivos y deseos

Los objetivos del cliente eran: mezclas de carga para obtener un metro cúbico de hormigón listo en 240 segundos, lo que supone 15 metros cúbicos de hormigón listo a la hora. Para el proyecto se dispuso una mezcladora con un volumen útil de 1500 litros de materiales componentes sueltos (tamaño: mezcladora Eirich RV 19).

Otro objetivo del cliente era planificar la nueva planta de tal manera que en un determinado momento futuro se pudiera integrar otra mezcladora en la nueva fábrica. Todas las preparaciones referentes al rendimiento de transporte, la técnica de pesaje y el sistema de control de la planta se debían realizar ya en la primera fase de la obra.

El cliente mismo ya tenía una idea concreta de qué aspecto iba a tener su nueva planta. Pensó en la clásica planta en fila. Los áridos se suministrarían a un tanque subterráneo de recogida y por medio de una larga cinta transportadora se trasladarían para su distribución a una planta de silos en fila bajo la cual se situaría una cinta de pesaje (dosificador en fila). La carga de la mezcladora se realizaría por medio de un elevador inclinado.

El concepto de esta planta tenía la desventaja de que era necesario construir una gran superficie de terreno.



Fig. 2: Cinta de distribución sobre el silo de varias cámaras

Asimismo había que tener en cuenta grandes trayectos para el transporte. Una torre con un silo de varias cámaras para los áridos, como quería el cliente, no obtuvo el permiso de las autoridades. El elevador de cangilones necesario para cargar el silo de varias cámaras no pudo superar los requisitos en cuanto a emisiones acústicas, ya que la planta se debía construir junto a una zona habitada.

1.2 La puesta en práctica

No obstante, al cliente se le pudo presentar una torre con un silo de varias cámaras. La planificación contaba con elevar los áridos con una cinta transportadora doble en lugar del elevador

de cangilones, ya que de esta manera el nivel de ruido originado se situaba muy por debajo de lo máximos establecidos por la ley.

El concepto de la planta

Los áridos se transportan con camiones hasta un depósito subterráneo de recogida. El tanque de recogida dispone de una rejilla transitable revestida con una protección antidesgaste de Remaline (goma especial para piezas sometidas a un fuerte desgaste). Desde el panel de mando se dan las órdenes correspondientes para el relleno de los silos.



Una canaleta de transporte por vibración colocada en la salida del tanque subterráneo cubierto y transitable traslada los áridos hasta la cinta transportadora doble (fig. 1). La cinta doble eleva los áridos hasta la altura necesaria.

En el punto de trasvase de la cinta transportadora doble, el material pasa a un silo redondo con seis cámaras por medio de una cinta de distribución (fig. 2).

Empleando la cinta transportadora doble existe la posibilidad de realizar el transporte en sentido horizontal y en vertical. Esto es aplicable tanto a la zona superior como a la inferior. La medición del nivel de carga se lleva a cabo en todas las cámaras con un medidor de ultrasonidos (fig. 3).

La salida del silo a la báscula acoplada para áridos se realiza por medio de unos cierres especiales con segmentos de dosificación. Están revestidos con goma para proteger el desgaste y cada uno de ellos dispone de un sensor de humedad para la arena en las dos cámaras del silo.

La báscula para los áridos cuenta con un cierre de dos vías, para que los ári-



Fig. 3: Medidor de ultrasonidos para el nivel de carga del silo de varias cámaras

dos puedan descargarse tanto en la nueva mezcladora ya instalada, como también en la mezcladora que se vaya a instalar en el futuro.

El aglomerante se traslada por medio de vehículos directamente a los dos silos de cemento, cada uno con un volumen útil de 80 metros cúbicos. Los dos silos de cemento cuentan con conducciones de llenado y dispositivos de seguridad para evitar un llenado excesivo (fig. 5). Asimismo, los dos silos disponen de un filtro común para retirar el polvo. Durante el llenado del silo el intercambio de aire se lleva a cabo por medio de un tubo de rebose.

La medición del nivel de carga se realiza por medio de unos indicadores de nivel que funcionan continuamente. Los tubos sinfín de la dosificación, que están situados debajo de los silos de cemento, dosifican el material y lo pasan a una báscula de cemento separada. Los accionamientos de los tubos sinfín pueden cambiar el número de polos para garantizar tanto una dosificación fina como gruesa. También es posible realizar una dosificación fina y gruesa por medio de un intercambiador de frecuencias. De todas formas, en este caso los costes del intercambiador de frecuencias se deben comparar a los costes de los motores con cambio de polos.

1.3 Dosificación de agua y medición de la humedad:

Como en la práctica diaria no se puede determinar nunca con exactitud la humedad de la arena que se transporta al tanque, en los cierres de los segmentos de dosificación de las cámaras de arena se instalaron sensores para medir la humedad.

Las señales de los sensores de humedad del silo de arena se elaboran en un ordenador de dosificación de agua. Teniendo en cuenta la cantidad de arena establecida en la receta se calcula la cantidad real de arena necesaria para una carga, considerando el agua propia contenida en la materia prima. De esta manera se garantiza también la mezcla de la cantidad de hormigón establecida en la receta.

En la fig. 6 se muestran los cierres de los segmentos de dosificación, que cuentan con un dispositivo especial de retirada de agua. El agua sobrante que sale del silo de arena se dirige al desagüe a través de una conducción de acero inoxidable para las aguas residuales. De este modo se evita que el agua salga de manera descontrolada a la planta de producción.

La dosificación de la arena y de la grava se realiza con un flujo de material fino y grueso, de manera que la dosifi-



Fig. 4: Báscula con cierre de dos vías

cación fina se puede realizar según desee el cliente a intervalos o también con una apertura parcial.

Todas las materias primas se dosifican en la báscula (fig. 7). Una vez que la mezcladora está cargada con los áridos y el cemento, tiene lugar la medición de la humedad por medio de un sensor de microondas instalado en la mezcladora.

Las señales de los sensores de medición del silo de arena y de la mezcladora se elaboran en un ordenador para la dosificación del agua. Teniendo en cuenta el valor de la relación agua / cemento establecido en la receta, se calcula la adición de agua para la carga, considerando el agua propia contenida en las materias primas. La cantidad de agua calculada se dosifica de forma recíproca (pesaje negativo) a partir de una báscula de agua. La báscula de agua dispone de dos válvulas de salida para poder dosificar el agua de las dos mezcladoras.

Con las válvulas de salida instaladas se puede realizar una dosificación gruesa y fina. Gracias a este sistema de medición de la humedad, junto con la adición exacta de agua, queda garantizada una humedad final constante, independientemente de las oscilaciones de la humedad de las materias primas. La báscula de agua cuenta con dos conducciones de llenado con un sensor de temperatura cada una. A través de la primera conducción la báscula de agua se llena de agua fría, a través



Fig. 5: Un silo de cemento con el dispositivo de aireación, la válvula de bloqueo y el tubo sinfín de la dosificación

de la segunda se suministra agua caliente. Gracias a la posibilidad de rellenar la báscula tanto con agua fría como con caliente, esta planta cuenta con una ventaja decisiva. La temperatura de mezclado del hormigón fresco se puede variar independientemente de la temperatura exterior. De este modo incluso en invierno se puede partir de una determinada temperatura de salida del hormigón fresco.

Adicionalmente, la báscula de agua se ha aislado térmicamente. En general, en las plantas de Eirich todas las conducciones de agua y de aire comprimido se realizan en acero inoxidable. Después del montaje, las conducciones de llenado también se aislaron térmicamente.

La dosificación de los aditivos se realiza directamente en la mezcladora

con un cilindro de dosificación que está colocado en el marco de la báscula.

2. Planta para fabricar hormigón del núcleo y de la capa exterior

Los fabricantes de adoquines ejercen entre sí una dura competencia. Existe material fotográfico sobre plantas ya realizadas, pero no se ha publicado. Por este motivo este tipo de plantas se presentará con los planos del proyecto.

2.1 Objetivos y deseos

El cliente, que ya tiene en funcionamiento cuatro mezcladoras Eirich, propuso los siguientes objetivos: sobre el terreno ya existente de la fábrica se debía levantar, por medio de renovaciones y nuevas construcciones, una planta llave en mano para fabricar hormigón para la capa exterior de los adoquines. En una posible fase de ampliación se debería construir una planta para fabricar hormigón del núcleo. Por lo tanto la línea de hormigón para la capa exterior se debía diseñar de manera que en todo momento fuera posible ampliarla con la línea para el hormigón del núcleo.

El rendimiento exigido en la primera fase de ampliación era de 45 a 50 toneladas de hormigón para la capa exterior en 14 horas. En la segunda fase de ampliación el rendimiento de la



Fig. 7: Las básculas para los áridos, el cemento y el agua

planta debe aumentar de 50 a 55 toneladas de hormigón del núcleo en 14 horas.

2.2 La puesta en práctica

Para evitar zanjas y el paso subterráneo de una vía de paso que se encuentra en el terreno de la fábrica se optó por no emplear elevadores de cubetas. Además, de esta manera se evitan los puntos de trasvase innecesarios. Con ello se logró un ahorro considerable en los trabajos de movimientos de tierra y de remodelación.

2.2.1 Carga de los silos de almacenamiento de áridos:

Una cinta transportadora en la obra que suministra los áridos a la planta de producción de hormigón ya existente se separó y se elevó. Conectada a esta cinta transportadora se colocó una cinta transportadora reversible. Esta cinta abastece de forma opcional tanto a la cinta transportadora modificada, a la que se le ha dispuesto una nueva estación de accionamiento y de tensión, como a una nueva cinta transportadora que se va a instalar, que llega hasta el nuevo silo de áridos (fig. 9).

Un depósito de recogida con 12 metros cúbicos de volumen geométrico distribuye los áridos en 24 silos con un volumen geométrico de 42 metros cúbicos cada uno. Los 24 silos están colocados en tres filas. El sistema de medición del trayecto del depósito móvil funciona con un sistema láser. Los accionamientos disponen de intercambiadores de frecuencia para que la marcha y las retenciones sean suaves. El depósito móvil dispone de un dispositivo de pesaje. En cuanto el dispositivo de pesaje ha alcanzado el peso máximo, la cinta transportadora de alimentación se desconecta.

2.2.2 Dosificación de los áridos y traslado a las mezcladoras:

Las bocas de salida de los silos cuentan con unas válvulas de cierre. Estas válvulas de cierre están conectadas a unos cierres de segmentos de dosificación para los áridos y para la arena (con unos dispositivos de medición de la humedad instalados). Estas pie-



Fig. 6: Los cierres del segmento de dosificación con el dispositivo de acero inoxidable para la retirada del agua sobrante

zas de descarga rellenan un carro desplazable en la parte inferior, desplazable en la dirección x e y, con un sistema alterno de depósitos.

Una vez que se ha cargado el carro desplazable, éste se traslada hasta el final de la fila de silos. En este punto, una grúa toma, por un lado, el depósito lleno del carro y, por otro, deja el depósito vacío, que regresa de la mezcladora y de la báscula móvil, en la estructura desplazable de la báscula. El sistema de medición del trayecto y los accionamientos de la grúa, así como el depósito de recogida desplazable sobre los silos, cuentan con sistema láser e intercambiadores de frecuencia.

La grúa transporta el depósito de la báscula sobre la vía de paso hasta la mezcladora. Allí el depósito se descarga a través de un depósito intermedio conectado a un cierre de dos vías en una de las dos mezcladoras. Este sistema evita zanjas innecesarias, así como el paso inferior de la vía.

2.2.3 Almacenamiento y dosificación de los aglomerantes:

Se emplean dos componentes de cemento gris, un componente de filler gris, dos componentes de cemento blanco y dos componentes de filler blanco. El cemento y el filler gris se almacenan en tres silos de 60 metros cúbicos cada uno y el cemento y el filler



Fig. 9: Distribución, almacenamiento y dosificación de las materias primas

blanco se almacenan en dos silos divididos de 50 metros cúbicos de volumen cada uno. La carga se realiza con vehículos. Los silos de cemento están

encapsulados hasta el cono del silo para evitar que en invierno la temperatura baje por debajo del punto de condensación.

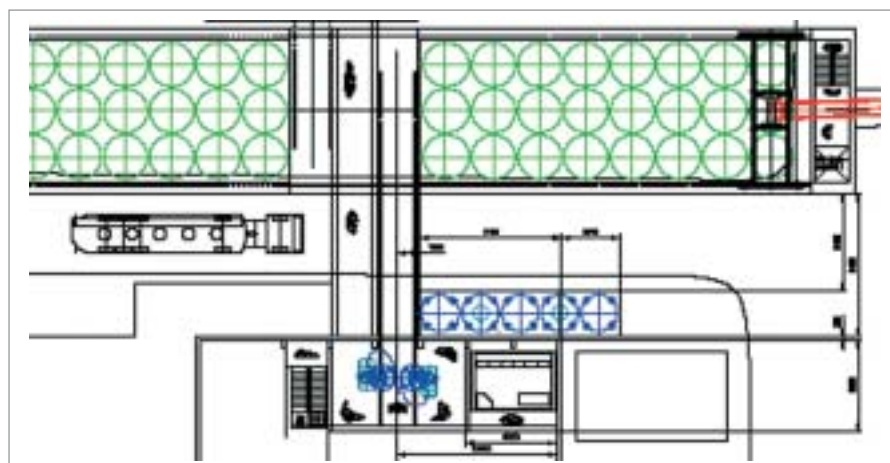


Fig. 10: Distribución y almacenamiento de las materias primas



Fig. 8: La báscula de agua con las dos conducciones de llenado (todavía sin el aislamiento térmico)

Los conos del silo se airean para facilitar la salida. Los silos están conectados a unos tubos sinfín de dosificación. Estos dispositivos de dosificación suministran a cada báscula componentes grises y blancos. Los depósitos para recoger productos grises o blancos. Los conductos de trasvase de las básculas a las mezcladoras cuentan con conducciones separadas con válvulas de cierre.

2.3.3 Dosificación de agua, aditivos y pigmentos:

En los cierres de segmentos de dosificación para los componentes de arena se han colocado sensores de medición de la humedad en el flujo del material que determinan la humedad propia de la arena. Estos valores de la relación de la arena y el agua se transmiten al sistema de control de la planta para calcular la cantidad de arena. ▶

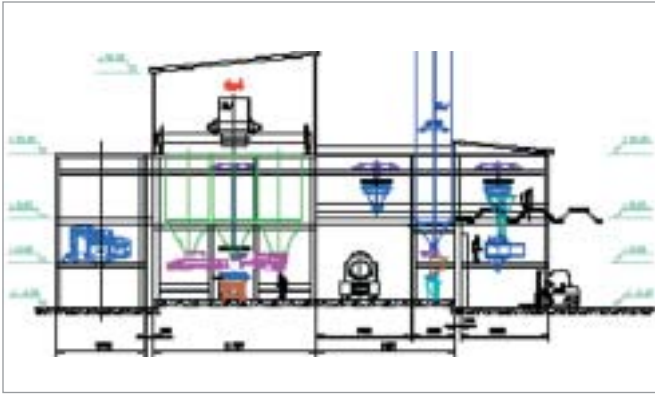


Fig. 11: Almacenamiento, transporte y mezclado

Un sensor de humedad instalado en la rascadora del fondo y las paredes de la mezcladora determina la humedad de las materias primas mezcladas. Un ordenador de dosificación del agua que forma parte del sistema de control de la planta calcula la cantidad correcta de agua que se debe dosificar de forma recíproca en la báscula para la mezcladora. Dos válvulas de dosificación en la boca de salida de la báscula garantizan que las dos líneas de mezclado puedan cargarse.

Los aditivos líquidos se bombean a la mezcladora a través de una báscula especial. Las cámaras de dosificación, las válvulas y las bombas de llenado y vaciado están realizadas en acero inoxidable. Los pigmentos se suministran a las mezcladoras de forma neumática.

3. Perspectivas

Además del mezclado, en las fábricas de hormigón la dosificación, el pesaje y el transporte también adquieren una gran importancia. Los requisitos de los usuarios industriales y privados de prefabricados y de productos de hormigón son cada vez más exigentes. Únicamente quien pueda ofrecer a sus clientes calidad a un precio económico podrá encontrar un lugar en el mercado. Por ello, una buena planta de producción y mezclado de hormigón es la base para una empresa de éxito e innovadora. ■

- [1] DIN EN 206-1 – Produktionskontrolle, Beton Kalender 2002, Ergänzungsband, Verlag Ernst & Sohn, Weinheim, S. 233 - 234
- [2] Heeß, St.: Immer wieder ein Reklamationsgrund: Farbunterschied bei Betonwerkstein, Beton Fertigteiltechnik (BFT) 7, 2003, S. 50 - 59

Más información:



EIRICH

Maschinenfabrik Gustav Eirich,
Postfach 1160, 74732 Hardheim, ALEMANIA
Tel. ++ 49 (0) 62 83-510, Fax:++ 49 (0) 62 83-51325
E-Mail: erich@eirich.de, Internet: www.eirich.de