

Edición española/Edição portuguesa Concrete Plant + Precast Technology

Publicación profesional para fabricantes de piezas de hormigón, hormigón armado y fabricantes de equipos e instalaciones de producción

Revista técnica para os fabricantes de elementos de betão e betão armado e para a construção de máquinas e instalações

bau || **verlag**
We give ideas room to develop



WASAPALLETS



2



24



34



42

● **Concreto celular Betão celular**

Nuevos desarrollos en el proceso de producción de concreto celular
Novos desenvolvimentos no processo de produção BCA (AAC)

● **Producción Produção**

La « jaula envejecida »
A « armação envelhecida »

● **Producción Produção**

Fabricación de piezas de base de pozos en Haba Beton en Teising
Fabrico de secção base de poços de inspeção na Haba Beton em Teising

● **Producción hoy A produção actualmente**

Posibilidades de la dosificación de pigmentos en polvo
Possibilidades de dosear os pigmentos de pó



Edición española/Edição portuguesa Concrete Plant + Precast Technology

● **Concreto celular/Betão celular**

2 Nuevos desarrollos en el proceso de producción de concreto celular
Novos desenvolvimentos no processo de produção BCA (AAC) Torsten Dietz, Peter Daschner

● **Ingeniería de sistemas/ Engenharia de sistemas**

12 Compactación vibratoria flexible y de ruido bajo para elementos prefabricados de hormigón
Compactação vibratória flexível, de baixo ruído de elementos de betão pré-fabricado
Helmut Kuch, Jürgen Martin, Jörg-Henry Schwabe

● **Producción/Produção**

24 Innovador sistema para envejecer adoquines de hormigón
Sistema inovador para blocos de pavimento em betão envelhecido Martina Borghoff

34 Fabricación de piezas de base de pozos en Haba Beton en Teising
Fabrico de secção base de poços de inspeção na Haba Beton em Teising Martina Borghoff

● **Producción hoy/A produção actualmente**

42 Posibilidades de la dosificación de pigmentos en polvo
Possibilidades de dosear os pigmentos de pó

46 Una nueva tecnología de producción para SCC
Uma nova tecnologia de produção para SCC

50 Nueva planta completamente automatizada en Johannesburgo, Sudáfrica
Nova fábrica totalmente automatizada em Joanesburgo, África do Sul

53 Placas de techo de hormigón de Jessop & Associates
Telhados com telha de betão de Jessop & Associates

● **BFT Noticias**

56 Eventos

● **Servicio/Serviço**

Pie de imprenta/Impressão

Redacción/Redacção

Fax: +49 5241 8094115
bft@bauverlag.de

Dipl.-Ing. Martina Borghoff
Tel.: +49 5241 8089363
martina.borghoff@bauverlag.de

Dipl.-Ing. Andrea Janzen
Tel.: +49 5241 8089103
andrea.janzen@bauverlag.de

Publicidad/Publicidade

Fax: +49 5241 8060660

Jens Maurus
Tel.: +49 5241 8089278
jens.maurus@bauverlag.de

Andrea Krabbe
Tel.: +49 5241 8089393
andrea.krabbe@bauverlag.de



Nuevos desarrollos en el proceso de producción de concreto celular

Novos desenvolvimentos no processo de produção BCA (AAC)

Dirección/Morada

Wehrhahn GmbH
Mühlenstraße 15
27738 Delmenhorst/Germany
Tel.: +49 4221 1271-0
Fax: +49 4221 12 71-80
mail@wehrhahn.de
www.wehrhahn.de

● El mercado del concreto celular es muy competitivo y, como consecuencia, necesita unos sistemas de producción y tecnologías de proceso muy eficientes. En la última generación de instalaciones de producción de concreto celular, Wehrhahn se ha centrado principalmente en el proceso de no tener desperdicios y en las instalaciones para presupuestos y mercados pequeños.

Hoy se pueden encontrar en las industrias dos procesos de producción de concreto celular distintos. Las significativas diferencias entre estas tecnologías están en el área de corte. Las materias primas utilizadas en el proceso (arena, ligantes, cal cáustica, algo de yeso o anhídrido y aluminio, catalizador de gas) son comúnmente amasadas en agua y luego vertidas en un molde.

Las reacciones químicas empiezan en el molde. El cemento y la cal cáustica reaccionan con agua en una reacción exotérmica para formar hidróxido de calcio e hidrato semi-cristalizado de silicato de calcio. El aluminio reacciona con el agua y los iones de hidróxido que se han puesto a disposición durante la reacción del cemento y la cal cáustica. Se genera el gas de hidrógeno

● O mercado AAC global é extremamente competitivo e, conseqüentemente, exige sistemas de produção AAC e tecnologias de processo eficazes. Na última geração de instalações de produção AAC, a Wehrhahn centrou-se primeiramente no processo zero relacionado com desperdícios e instalações de produção AAC para orçamentos mais limitados e mercados mais pequenos.

Hoje, podem ser encontrados dois processos de produção AAC diferentes nas indústrias. As diferenças significativas entre estas tecnologias encontram-se na área de corte. As matérias-primas usadas no processo – areia, aglutinantes, cimento e cal viva, alguns gessos ou anidrites e alumínio, o agente de geração de gás – são comum e cuidadosamente misturadas em água e depois vazadas num molde.

As reacções químicas iniciam o molde. O cimento e a cal viva reagem com água numa reacção exotérmica para formar hidróxido de cálcio e hidrato silicato de cálcio semi-cristalizado. O alumínio reage com água e com os iões de hidróxido que foram disponibilizados durante a reacção do cimento e cal viva. O gás de hidro-

H₂, que produce los pequeñísimos poros, proporcionando al concreto celular su baja densidad en comparación con otros materiales de construcción.

El proceso químico en los moldes se describe comúnmente como « pre-fraguado de la torta ». Los moldes se aparcan en una cámara de pre-fraguado de climatización controlada hasta que la torta está lista para cortar, evitando pérdida de calor y asegurando un pre-fraguado interrumpido.

Proceso de corte

Hay dos tecnologías diferentes para cortar la torta, las cuales presentan diferencias significativas:

Cortar una torta plana

Una medida de torta ampliamente utilizada es de 6,0 m. de largo, 1,2 m. de ancho y la altura correspondiente a la longitud que requiere el bloque. Habitualmente la altura es de 400 a 625 mm. En la tecnología para cortar tortas planas, la torta se transfiere del molde a la línea de corte (Fig. 1). La torta permanece en una posición plana (sin inclinación). Como consecuencia, hay algunas desventajas implícitas en el proceso de corte de la torta plana. Por ejemplo:

- » Se necesita un brazo de garra para levantar la torta del molde y transferirla a la línea de corte. Este proceso requiere tortas extremadamente duras, reduciendo la flexibilidad de las fórmulas de mezcla y generalmente necesita un tiempo de pre-fraguado más largo.
- » Cortar el perfil del machihembrado o los asideros requiere maquinaria compleja y manejable, puesto que la cara inferior de la torta, a la que es difícil acceder, necesita ser mecanizada.
- » Se necesitan máquinas adicionales y un paso productivo extra para cortar el perfil machihembrado y los asideros.
- » Los materiales sobrantes del perfil del machihembrado y los asideros son difíciles de eliminar por mecanismo de succión.
- » Son necesarios alambres largos, más que el ancho de la torta, para cortar la altura del bloque; el mal uso de alambres largos afecta la precisión de corte.

Pero las tortas planas también pueden ofrecer ventajas en otros pasos del proceso, que se tratarán más tarde.

Cortar una torta en posición vertical (inclinada)

En lugar de cortar una torta plana, también es muy común antes inclinar la torta en posición vertical (Fig. 2). Cortar una torta en vertical ofrece muchas ventajas. Por ejemplo:

- » Fácil acceso para perfilar y cortar los asideros.
- » La torta, que no necesita manejarse con brazo de garra, no necesita ser tan dura como al cortar una torta en posición plana.
- » Pueden utilizarse alambres extremadamente cortos para cortar el grosor y la altura del bloque (o el grosor y la longitud del panel). Esto permite la mayor precisión de corte posible. La tolerancia para el grosor y la altura del bloque en las fábricas Wehrhahn de concreto celular es menos de ± 0,5 mm.

gênio H₂, que produz os pequenos poros no interior do AAC, é criado, fornecendo o AAC com a sua baixa densidade em comparação com outros materiais de construção.

O processo químico nos moldes é comumente descrito como « pré-tratamento do bolo ». Os moldes são colocados em câmaras de pré-tratamento com controle de climatização até que o bolo esteja pronto para ser cortado de forma a evitar perdas de calor e para garantir um pré-tratamento tranquilo.

Proceso de corte

Existem duas tecnologias diferentes para cortar o bolo que mostram diferenças significativas:

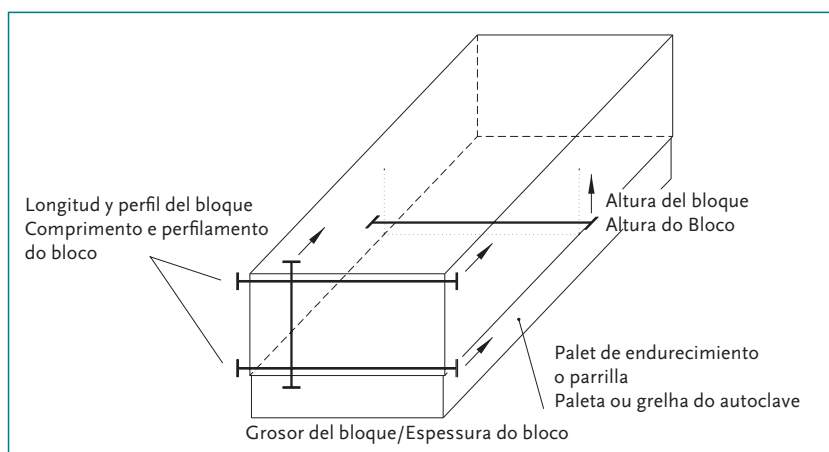
Cortar um bolo liso

Um tamanho amplamente utilizado do bolo é 6,0 m de comprimento, 1,2 m de largura e uma altura correspondente ao comprimento exigido do bloco. Normalmente, a altura é de 400 a 625 mm. Na tecnologia de corte de bolo plano, o bolo é transferido do molde para a linha de corte (Fig. 1). O bolo permanece numa posição plana (não inclinada). Como consequência, existem algumas desvantagens envolvidas no processo de corte de bolo, isto é:

- » É necessária uma garra para retirar o bolo do molde e para o transferir para a linha de corte. Este processo requer bolos extremamente duros, reduzindo a flexibilidade da fórmula mista e geralmente exige um tempo de pré-tratamento mais prolongado.
- » Cortar perfis macho e fêmea ou punhos exige maquinaria e manuseamento complexo, dado que o lado base do bolo, o qual é de difícil acesso, necessita de ser trabalhado à máquina.
- » São necessárias máquinas adicionais e um passo de produto extra para cortar o perfil macho e fêmea e os punhos.
- » Os materiais retirados para formar os perfis macho e fêmea e os punhos são difíceis de remover por aparelhos de sucção.
- » Fios longos, mais longos do que a largura do bolo, são necessárias para cortar a altura do bloco; a utilização de fios longos afecta negativamente a exactidão do corte.

Fig. 1 Cortando una torta plana.

Fig. 1 Cortar um bolo plano.



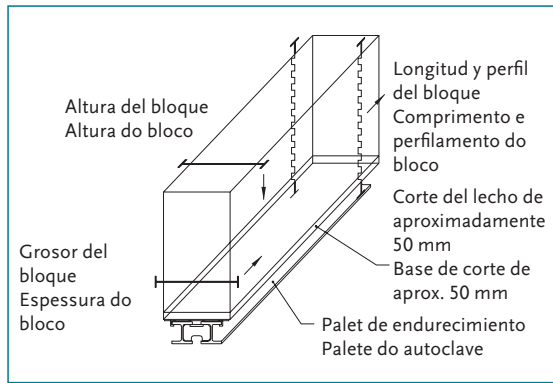


Fig. 2 Cortando una torta en posición vertical.

Fig. 2 Cortar um bloco em posição vertical.

- » La mayoría de desperdicio cae por la gravedad.
- » Sólo se necesitan herramientas para cortar los perfiles del machihembrado. No son necesarias ni máquinas adicionales ni pasos productivos extra.

Una desventaja de cortar una torta vertical solía ser la capa cortada de 4 a 5 cm de grosor de la parte inferior de la torta (el lecho cortado) que, en el pasado, no podía sacarse antes del endurecimiento. Como consecuencia, aproximadamente el 4 % de la torta endurecida o era desperdiciada o se devolvía a la mezcla como macilla después de prensarse.

¿Cuáles son las consecuencias?

Como consecuencia, Wehrhahn sólo ofrece instalaciones que cortan las tortas en posición vertical (tecnología de inclinación), que proporciona las ventajas descritas antes. Dependiendo de las necesidades del proyecto, la torta cortada permanecerá en posición vertical después del corte (instalación PLUS), o se devolverá a posición plana después del corte (instalación SMART). Estas dos tecnologías ofrecen un mayor grado de flexibilidad a los clientes.

Wehrhahn ha desarrollado una nueva máquina, el Quitalechos, que ha sido patentada. Con ella, el lecho cortado de 4 o 5 cm puede quitarse antes del endurecimiento. El material se recicla de la misma manera que todos los otros sobrantes frescos.

El nuevo concepto de instalación SMART combina las ventajas de cortar la torta en posición vertical y las de tratar la torta en posición plana en los subsiguientes pasos de producción. El lecho cortado de 4 o 5 cm se quita de forma similar a la utilizada por la instalación PLUS. Este concepto se introducirá más tarde.

Instalación PLUS

Los moldes utilizados en una instalación Wehrhahn tienen cuatro paredes abisagradas, que están fijadas a los moldes y que se pueden abrir. Después de abrir los moldes, se inclina la torta en posición vertical en un palet de endurecimiento diseñado especialmente. Aquellos compradores que trabajan con las instalaciones de concreto celular con grúa de inclinación y que querrían cambiarse a una línea de corte Wehrhahn, pueden utilizar sus moldes tipo caja.

Mas os bolos planos também podem oferecer vantagens em outros passos do processo, o que será discutido mais adiante.

Cortar um bloco que está vertical (inclinado)

Em vez de cortar um bloco plano, é também comum inclinar o bloco para uma posição vertical antes de cortar (Fig. 2). Cortar o bloco em posição vertical oferece muitas vantagens como:

- » Acesso fácil para perfilar e cortar os punhos.
- » O bloco, que exige nenhum manuseio de garra, não necessita de ser tão duro como um bloco cortado em posição plana.
- » Os fios extremamente curtos podem ser usados para cortar a espessura do bloco e a altura do bloco (ou espessura e comprimento do painel); isto permite a maior exactidão possível de corte; a tolerância para a espessura e altura do bloco em fábricas AAC da Wehrhahn é inferior a ± 0.5 mm.
- » A maioria das interrupções é devido à gravidade.
- » Apenas são necessárias ferramentas para cortar os perfis macho e fêmea – não são necessárias máquinas extra e passos de produção adicionais.

Uma desvantagem de cortar um bloco em posição vertical usado como camada de 4 ou 5 cm de espessura, corta a base do bloco (base de corte) que, no passado, não podia ser removido antes de utilizar o autoclave. Como consequência, aproximadamente 4 % do bloco autoclavado ou foi desperdiçado ou devolvido à mistura como enchimento após a trituração.

Quais as consequências?

Como consequência, a Wehrhahn apenas oferece instalações com corte efectuadas num bloco em posição vertical (tecnologia de inclinação), visto que assim fornece as vantagens acima enunciadas. Dependendo das exigências do projecto, o bloco cortado irá permanecer em posição vertical após o corte (instalação PLUS) ou é devolvido à posição plana após o corte (Instalação SMART). Estas duas tecnologias oferecem um grau máximo de flexibilidade a cada cliente.

A Wehrhahn desenvolveu uma nova máquina – o Removedor de Base – que foi patentado. Com esta máquina, a base de corte de 4 ou 5 cm pode ser removida antes de utilizar o autoclave. O material é reciclado da mesma forma que todos os outros cortes verdes.

O novo conceito de instalação chamado instalação SMART combina o corte do bloco em posição vertical e as vantagens de processar o bloco em posição plana nos subsequentes passos de produção. A base de corte de 4 ou 5 cm é removida de forma similar à utilizada pela instalação PLUS. Este conceito será introduzido mais adiante.

Instalação PLUS

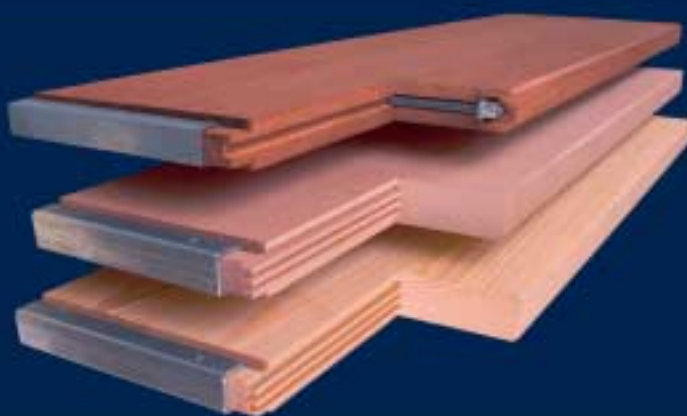
Os moldes usados numa instalação Wehrhahn possuem quatro paredes articuladas, as quais estão fixas aos moldes e que podem ser abertas. Depois de abrir os moldes, o bloco é inclinado para uma posição vertical numa paleta de autoclave especialmente concebida

WASAUNIPLAST®

- ▶ buena transmisión de vibraciones
- ▶ superficie plana y sin grietas
- ▶ material macizo (sin núcleo de madera)
- ▶ posibilidad de rectificado, larga vida útil
- ▶ sin corrosión, sin fatiga del material
- ▶ perfil como protección contra trinquetes de transporte
- ▶ desgaste mínimo
- ▶ más de 1.000.000 de bandejas en uso mundialmente

BANDEJAS WASA DE MADERA DURA Y BLANDA

- ▶ superficies completamente lijadas
- ▶ con encolado o varillas
- ▶ perfiles de 3 mm
- ▶ medida higrométrica de cada listón
- ▶ perfiles fijados con remaches
- ▶ impregnadas



WASA MOLDES DE RESINA

- ▶ **Nosotros realizamos sus ideas**
- ▶ resistente
- ▶ durable
- ▶ con precisión
- ▶ inclusive armazón de sostén



WASAPALLETS

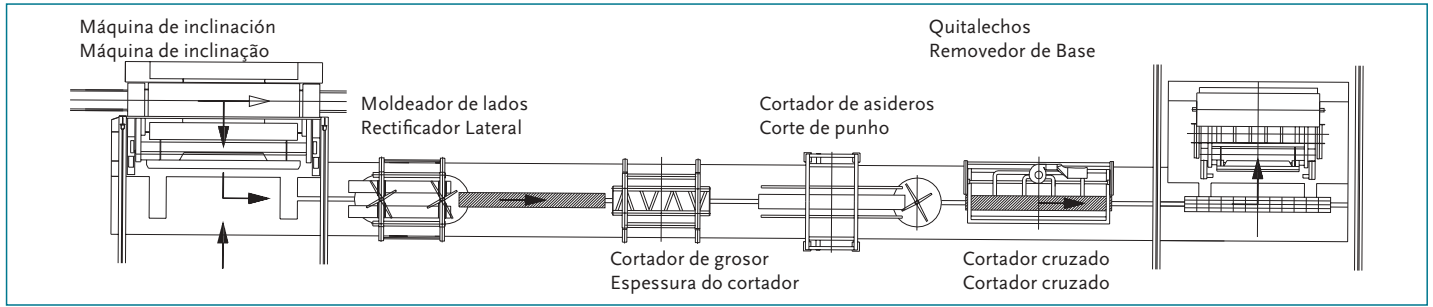


Fig. 3 Línea de corte de instalación PLUS.

Fig. 3 Linha de corte da instalação PLUS.

El palet de endurecimiento donde la torta permanece durante el corte es más estrecho que la torta, para evitar que los restos caigan en el palet durante el proceso de corte. Usando un palet estrecho, el espacio de endurecimiento puede utilizarse mejor y no se desperdicia espacio.

El palet de endurecimiento que aguanta la torta permanece en un carrito de corte de alta precisión donde la torta se transporta por la línea productiva, de la que forman parte hasta cinco máquinas (Fig. 3).

Máquina Moldeadora de Lados (longitud del bloque y anchura del panel)

Para cortar y perfilar el tamaño longitudinal vertical de la torta, que es la longitud del bloque o la anchura del panel, la torta se mueve por la máquina Moldeadora de Lados.

Máquina Cortadora de Grosor

La torta se transporta en el carrito por la Cortadora de Grosor. Los alambres de corte se instalan horizontalmente y escalonadamente para reducir la tensión en la torta durante el corte. Todos los alambres de corte son extremadamente cortos, delgados y neumáticamente tensionados. Esto es importante para un corte de alta precisión.

Cortador Cruzado (altura del bloque y longitud del panel)

El Cortador Cruzado funciona con dos estructuras de corte oscilantes. La tensión del alambre se mantiene constante, proporcionando así la precisión de corte más alta posible, además de una vida en los alambres más larga.

Máquina Cortadora de Asideros

Los asideros son beneficiosos para los bloques pesados y gruesos. Cortando los asideros en la torta fresca (es decir, antes del endurecimiento) se evita el polvo, el los deshechos y la manipulación extra, así como las herramientas fresadoras caras, que de lo contrario serían necesarias.

El nuevo Quitalechos

En la última generación de instalaciones de concreto celular, el lecho cortado, una delgada capa de 4 a 5 cm de grosor dejada atrás por el proceso de corte, se elimina antes que la torta empiece a endurecerse (Fig. 4).

para o efeito. Os compradores cujas instalações operam com as actuais instalações AAC com uma grua inclinada e que gostariam de trocar ara uma linha de corte Wehrhahn podem fazer uso dos seus actuais moldes tipo caixa.

A palete do autoclave em que o bolo descansa durante o corte é mais estreita do que o bolo para evitar que os cortes caiam para a palete durante o processo de corte. Utilizando uma palete estreita, o espaço do autoclave pode ser melhor aproveitado e assim não se desperdiça espaço.

A palete do autoclave que suporta o bolo assenta num carrinho de corte de alta precisão no qual o bolo é transportado através da linha de corte, a qual é composta por até 5 máquinas individuais (Fig. 3).

O Rectificador Lateral (comprimento do bloco ou largura do painel)

Para cortar e perfilar o tamanho longitudinal vertical do bolo, o qual é tanto o comprimento do bloco com a largura do painel, o bolo move-se através do Rectificador Lateral.

Cortador de Espessura

O bolo no carrinho de corte é transportado através do Cortador de Espessura. Os fios de corte estão instalados na horizontal e nos passos de forma a reduzir o stress de tensão no bolo durante o corte. Todos os fios de corte são extremamente curtos, finos e pneumaticamente tensionados. Isto é importante para um corte de elevada precisão.

Cortador Cruzado (altura do bloco e comprimento do painel)

O Cortador Cruzado opera com duas molduras de corte oscilantes. A tensão do fio é mantida constante, fornecendo assim a maior exactidão de corte possível e uma maior durabilidade do fio.

Máquina de corte de punho

Os punhos são benéficos para blocos pesados e espessos. Cortar os punhos no bolo verde (ou seja antes de utilizar o autoclave) previne poeiras, desperdícios e manuseamento extra bem como as dispendiosas ferramentas de trituração que de outra forma seriam necessárias.

La torta preparada se mueve horizontalmente contra una plataforma y se inclina de nuevo a posición horizontal. El palet de endurecimiento se saca cuidadosamente y entonces el lecho se puede quitar. Ahora el palet de endurecimiento se limpia y se saca de la torta. La torta y el palet se inclinan de nuevo en vertical.

Los beneficios del Quitalechos son:

- » Facilita el « despilfarro nulo del proceso ».
- » Puede reducir significativamente la pegajosidad de los bloques después del endurecimiento; la tecnología patentada ya ha sido probada en muchas instalaciones de producción modernas.
- » Con esta tecnología, un 4 o 5 % de valiosa materia prima se puede aprovechar.

Razones para inclinar de nuevo la torta a una posición vertical después de quitar el lecho cortado

Ahí queda una pregunta: ¿Por qué se inclina la torta de nuevo a una posición vertical una vez el lecho cortado se ha sacado?

- » Las tortas en vertical toman menos espacio en el endurecimiento, incrementando de esta manera eficacia del mismo.
- » Amontonar las tortas planas una encima de otra requiere esfuerzos de automatización adicionales. Los soportes de la torta de arriba deben insertarse manual o automáticamente.
- » Muchas dimensiones de embalaje requieren la inclinación de los bloques. Esto haría necesaria una manipulación adicional de la torta plana.
- » Las parrillas de endurecimiento, la plataforma donde la torta plana permanece durante el mismo, son más caras que los palets de endurecimiento para tortas verticales, que son más pequeños. En cualquier caso, en instalaciones de menor capacidad y con menos automatización, los argumentos pueden ser a favor de trabajar la torta plana, para seguidamente cortarla en posición vertical.

Este concepto se introduce a continuación.

Instalación SMART

A continuación, se introduce un nuevo diseño de instalación ya disponible en Wehrhahn, donde la torta se corta en posición vertical, mientras que el procesamiento tiene lugar en posición plana. La razón por la que una instalación SMART es la elección ideal para mercados más pequeños se explica seguidamente.

¿Cómo funciona una instalación SMART?

Los pasos de producción que conducen a la Máquina de Inclinación son los mismos que los de la instalación PLUS.

La instalación SMART utiliza una única Máquina Universal de Universal en lugar de dos máquinas para inclinar y sacar el lecho. La Máquina Universal de Inclinación inclina la torta verticalmente en la plataforma del Sistema de Transporte de Línea Cortante. La torta se mueve hacia delante por la Moldeadora de Lados y entonces atrás hacia la Cortadora de Grosor, el Cortador Cruzado y regresa a la Máquina Universal de Inclina-

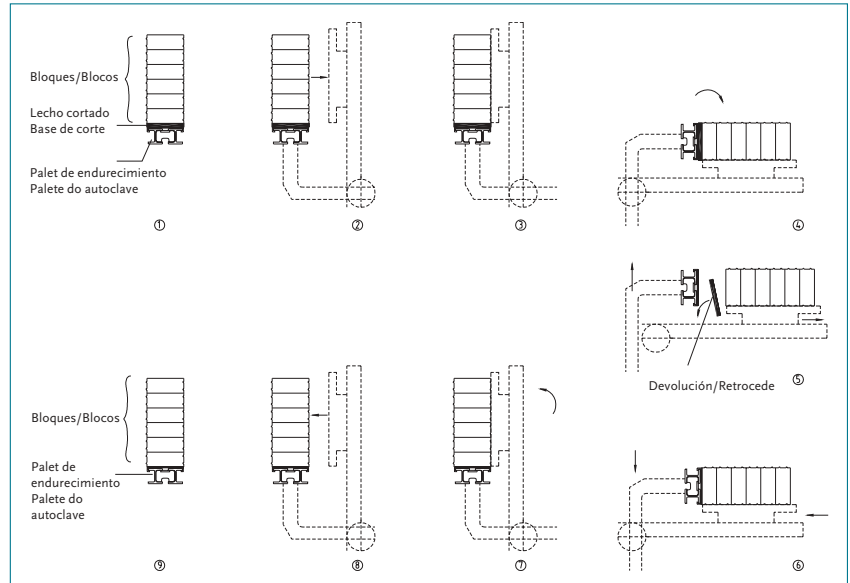


Fig. 4 Función del Quitalechos.

Fig. 4 Função do Removedor de Base.

O novo Removedor de Base

Na última geração de instalações AAC, a base de corte (corte do fundo), uma fina camada de 4 ou 5 cm de espessura deixada para trás pelo processo de corte é removida antes do bolo entrar no autoclave (Fig. 4).

O bolo recém cortado é movido na horizontal contra uma plataforma e inclinado de volta para uma posição horizontal. A paleta do autoclave é cuidadosamente puxada e a base pode agora ser retirada. A paleta do autoclave está agora limpa e retirada do bolo. O bolo e a paleta do autoclave são inclinados novamente para a posição vertical adjacente.

Os benefícios do Removedor de base são:

- » Facilita « os desperdícios relacionados com o processo zero ».
- » Pode reduzir significativamente a viscosidade dos blocos após estarem no autoclave; a tecnologia patenteada deu provas recentes em muitas instalações de produção modernas.
- » Com esta tecnologia, 4 a 5 % das matérias-primas podem ser poupadas.

Argumentos para inclinar o bolo de volta para a posição vertical após remoção da base de corte

Permanece uma questão: Porque é que o bolo é novamente inclinado para a posição vertical logo que a base de corte tenha sido removida?

- » Os bolos em posição vertical ocupam menos espaço no autoclave, aumentando desta forma a eficiência do mesmo.
- » Empilhar bolos planos em cima uns dos outros exige esforços de automação adicionais. As pernas que suportam a secção superior do bolo devem ser inseridas quer manual ou automaticamente.
- » Muitos tamanhos de empacotamento exigem inclinação dos blocos. Isto de qualquer forma tornaria necessário este manuseamento adicional do bolo plano.

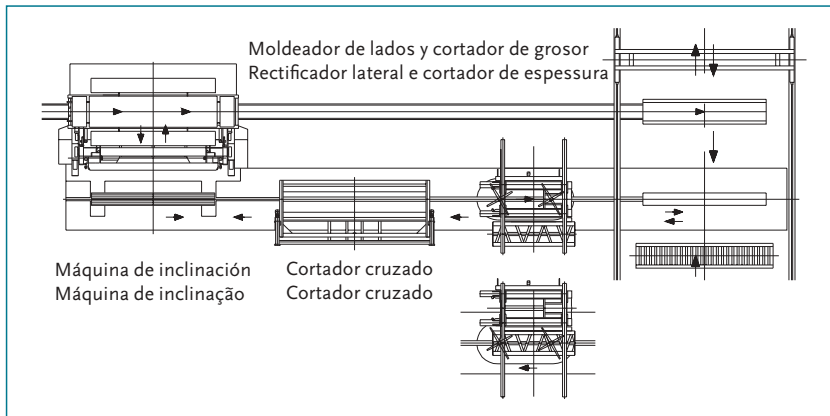


Fig. 5 Línea de corte de instalación SMART.

Fig. 5 Linha de corte da instalação SMART.

ción con suma precisión. La Fig. 5 ilustra la Línea de Corte de la instalación SMART:

La torta se mueve hacia delante por la **Moldeadora de Lados** para cortar y perfilar los lados verticales longitudinales de la torta vertical, y cortar la longitud del bloque o la anchura del panel.

Una vez que la torta se ha desplazado completamente por la Moldeadora de Lados, ésta se va y se instala la **Cortadora de Grosor**. La torta se mueve hacia atrás y la Cortadora de Grosor corta la torta al grosor requerido. Los alambres de corte se instalan horizontalmente y escalonados para reducir la tensión en la torta durante el corte. Todos los alambres de corte son extremadamente cortos, delgados y neumáticamente tensionados. Esto es importante para un corte muy preciso.

La torta ahora se desplaza más hacia atrás, al **Cortador Cruzado**, para cortar la altura del bloque o la longitud del panel. El Cortador Cruzado funciona con dos estructuras de corte oscilantes. Se utiliza un cabezal succionador de vacío para sacar el corte superior. Los alambres de corte se tensionan neumáticamente.

Los asideros también pueden cortarse fácilmente por este sistema. La **Máquina Cortadora** de Asideros puede fijarse al Cortador Cruzado para cortar los asideros de diferentes medidas y formas.

Con la torta cortada y moldeada, se lleva de vuelta a la Máquina Universal de Inclinación. En la parrilla de endurecimiento, la torta cortada se devuelve a una posición horizontal. La parrilla de endurecimiento está en el carrito transportador que va de la Máquina Universal de Inclinación a la Máquina de Carga. Se elimina el lecho inferior de 40 a 50 mm de espesor que se produce en el proceso de corte. Este es un beneficio económico y tecnológico significativo, como se ha explicado anteriormente (ver la instalación PLUS). La Zanja de Corte se posiciona debajo de la Línea de Corte. Todas las sobras se recogen y se reciclan para hacer lechada.

Por las razones explicadas arriba, ambos sistemas de Wehrhahn, el SMART y el PLUS, no producen desechos en el proceso. Es decir, el desperdicio es nulo.

La Máquina de Recarga avanza sobre ruedas por una subestructura de acero, levanta la parrilla de endurecimiento llevando la torta del carrito transportador

» As grelhas do autoclave, a plataforma em que o bolo plano assenta durante o processo do autoclave, são mais dispendiosas do que as paletes de autoclave muito mais pequenas para bolos em posição vertical. Contudo, em instalações de capacidade inferior e menor automação, os argumentos podem ser a favor do processamento de bolo plano, seguido de corte na posição vertical.

Este conceito é introduzido a seguir. Isto não é suportado neste modelo.

Instalação SMART

No seguinte é introduzido um novo design de instalação agora disponível na Wehrhahn, em que o bolo é cortado em posição vertical enquanto os processos seguintes são efectuados em posição plana. A razão de a instalação SMART ser a escolha ideal para os mercados mais pequenos é explicada em seguida.

Como funciona a instalação SMART?

Os passos de produção que conduzem até à Máquina de Inclinación são os mesmos que para a instalação PLUS.

A instalação SMART usa uma única « Máquina de Inclinación Vertical » em vez de duas máquinas para inclinar e remover a base. A Máquina de Inclinación Universal inclina o bolo verticalmente na plataforma do Sistema de Transporte da Linha de Corte. O bolo é movido em diante a partir da Máquina de Inclinación Universal através do Cortador Lateral e depois para trás para o Cortador de Espesura para o Cortador Cruzado e de volta para a Máquina de Inclinación Universal com a máxima precisión. A Fig. 5 ilustra a Linha de Corte da instalação SMART:

O bolo move-se em diante através do **Rectificador Lateral** para cortar e perfilar os lados longitudinais verticais do bolo que permanece na vertical para o cortar o comprimento do bloco ou a largura do painel.

Uma vez o bolo totalmente movido através do Rectificador Lateral, este move-se para longe e o **Cortador de Espesura** move-se para dentro. O bolo move-se para trás e o Cortador de Espesura corta o bolo para a espesura necessária. Os fios de corte estão instalados na horizontal e nos passos de forma a reduzir o stress de tensão no bolo durante o corte. Todos os fios de corte são extremamente curtos, finos e pneumáticamente tensionados. Isto é importante para um corte de elevada precisão.

O bolo move-se agora outra vez para trás, para o **Cortador Cruzado** para cortar a altura do bloco ou o comprimento do painel. O Cortador Cruzado opera com duas molduras de corte contra-oscilantes. É usada uma cabeça de sucção a vácuo para remover o corte superior. Os fios de corte são pneumáticamente tensionados.

Os punhos também podem ser facilmente cortados por este sistema. A **Máquina de Corte de Punhos** pode ser fixa ao Cortador Cruzado para corar punhos de diferentes tamanhos e formas.

Tendo sido cortado e rectificado, o bolo é transportado de volta para a Máquina de Inclinación Universal.

hasta el carrito de fraguado, al que se le ponen unas cuantas tortas una encima de la otra.

Una vez el carrito de fraguado está lleno, el sistema de transporte de carros lo desplaza hasta el área de espera cubierta y calentada que hay enfrente. Este proceso se repite hasta que el andén de espera está lleno.

Ahora las puertas del fraguado se abren y éste se descarga a través de un coche de traslado. Los carritos de endurecimiento con tortas endurecidas se desplazan hacia la Zona de Descarga. De ahí, la Máquina Recargadora descarga un carro de fraguado tras otro. El brazo con garra de la Máquina Recargadora coge hacia arriba la torta, en posición plana, y la deposita sobre la Tabla Receptora, que puede acomodar dos tortas apiladas una encima de la otra.

Un toro con brazo de garra giratorio coge un palet de madera y un trozo de paquete que mide el doble que las tortas apiladas, y gira el paquete 90°: el palet queda en la parte inferior con el paquete encima de él. Se puede utilizar un sistema automático de embalaje para apilar los bloques en palets y atarlos o plastificar los paquetes en lugar de la tabla receptora y el toro con brazo giratorio.

Un rasgo único de la tecnología SMART de Wehrhahn es su habilidad para mejorar las instalaciones de concreto celular con sistema de torta plana ya existentes.

En instalaciones Hebel, Siporex de todo tipo, Duros y otros sistemas con tecnología polaca o rusa, sólo la línea de corte necesita ser reemplazada, a costes razonables. Estas instalaciones encajan casi invariablemente con mucho equipamiento para pre-fraguado y endurecimiento; y los sistemas existentes de moldes pueden mantenerse, así como el sistema de manipulación para endurecimiento y el área de descarga y embalaje.

Las tortas se desplazan hacia la línea de corte SMART de Wehrhahn por el movimiento del molde abierto (Duros) o utilizando el sistema de brazo con garra para tortas pre-fraguadas (Hebel, Siporex, duros). La torta se inclina verticalmente y se corta con todas las ventajas descritas arriba y, después de cortar, se dispone sobre las parrillas o plataformas existentes utilizadas para el endurecimiento.

Los resultados son:

- » Bloques o paneles más precisos.
- » Menor coste de mantenimiento.
- » Fácil aplicación del machihembrado y los asideros.
- » Reutilización de los desperdicios frescos.

En la instalación SMART, se realizan varios ahorros:

- » La línea de corte es muy compacta y sólo necesita una máquina de inclinación.
- » La instalación SMART es un sistema innovador de concreto celular para producciones más pequeñas y presupuestos bajos.
- » La línea de corte SMART puede incorporarse fácilmente a una instalación ya existente que utiliza torta plana cortada. Los moldes existentes, parrillas de endurecimiento, etc., pueden continuar utilizándose.
- » Muchos mercados no necesitan la máxima capacidad de producción posible. Pero continúan necesitando

Na grelha do autoclave, o bolo cortado é devolvido à posição horizontal. A grelha do autoclave assenta num carrinho de recolha que corre desde a Máquina de Inclinación Universal à Máquina de Carregamento. A base do fundo de 40 a 50 mm de espessura que é produzida pelo processo de corte é removida. Isto é consideravelmente económico e tecnologicamente benéfico para continuar a reciclar, conforme já foi explicado acima (ver a instalação PLUS). O prato de corte está posicionado por baixo da Linha de Corte. Todos os cortes são recolhidos e reciclados para devolver à lama.

Pelas razões acima enunciadas, ambos os sistemas Wehrhahn, SMART e PLUS, não produzem desperdícios sólidos relacionados com o processo.

A Máquina de Recarregamento move-se ao longo de rodas numa subestrutura de aço. A Máquina de Recarregamento eleva ... O mancal da grelha do autoclave do bolo desde o carrinho de recolha para o carrinho de tratamento. O carrinho do autoclave aguarda na faixa provisória em frente do autoclave. Vários bolos são colocados uns em cima dos outros num carrinho de autoclave.

Uma vez cheio o carrinho do autoclave, o sistema de transporte do carrinho do autoclave muda o carrinho de tratamento em frente para a área de espera tapada e aquecida em frente dos autoclaves. Este procedimento é repetido até que a faixa provisória esteja cheia.

Agora as portas do autoclave abrem e este é descarregado através do carro de transferência. Os carrinhos do autoclave com os bolos do autoclave são mudados para a Faixa de Descarga. Daí, a Máquina de Recarregamento descarrega um carrinho do autoclave a seguir ao outro. A garra na Máquina de Recarregamento pega no bolo, colocando-o plano e deposita-o na Mesa de Recepção, que pode acomodar dois bolos empilhados em cima um do outro.

Um elevador forçado com grampos de garras viradas em conjunto com uma paleta de Madeira e um segmento do tamanho de um pacote do bolo de pilha dupla, vira o pacote em 90°, para que a paleta se torne a base com o pacote no topo desta. Um sistema de empacotamento automático pode ser usado para empilhar blocos nas paletes e enfaixar ou apertar os pacotes em vez da Mesa Receptora e o elevador forçado com a garra virada.

Uma característica única da tecnologia SMART da Wehrhahn é a sua capacidade de melhorar as instalações AAC existentes com sistema de bolo plano.

Nas instalações Hebel, Siporex de qualquer tipo, Durox e outros sistemas com tecnologia polaca e russa, apenas a linha de corte necessita de ser substituída a custos razoáveis. Estas instalações são quase invariavelmente equipadas com uma grande quantidade de equipamento para pré tratamento e autoclave; e os sistemas de molde existentes podem ser mantidos bem como o sistema de manuseio para autoclavar e a área de descarga e empacotamento.

Os bolos são movidos para a linha de corte SMART da Wehrhahn através da movimentação no molde aberto (Durox) ou utilizando o sistema de garra existente

la máxima calidad de concreto celular posible. La torta es endurecida en una posición plana, reduciendo significativamente la fricción de las juntas horizontales (un fenómeno bien conocido de las tortas verticales). En consecuencia, no es necesaria ninguna máquina separadora para separar las capas horizontales después del endurecimiento, lo que proporciona una capacidad de producción baja.

La línea de embalaje necesita menos maquinaria sofisticada; o el embalaje puede incluso realizarse manualmente dependiendo de la capacidad de la planta.

El ahorro total, en comparación con una instalación PLUS, es aproximadamente de un 20 a un 30 %, en base al presupuesto total necesario para la instalación Wehrhahn y el suministro local.

Conclusión

En la **tabla 1**, se comparan las dos instalaciones PLUS y SMART.

Dependiendo de las condiciones del mercado, ahora los compradores pueden escoger entre las instalaciones Wehrhahn PLUS o SMART. Ambos sistemas no generan desperdicios durante el proceso y proporcionan mayor flexibilidad para la producción de bloques o paneles de concreto celular de alta calidad.

	PLUS	SMART
Capacidad	De 400 a 1.500 m ³ / día	De 200 a 800 m ³ / día
Concepto modular	Si	Si
Costes de inversión	100%	Del 70 al 80%
Calidad de corte	100%	100%
Producción de panel	Si	Si
Desperdicios del proceso	0%	0%

El sistema PLUS proporciona la mayor capacidad de output posible. La nueva Quitalechos elimina las conocidas desventajas del sistema inclinado de corte. La instalación SMART abre nuevos mercados para instalaciones de menor capacidad y menor presupuesto, sin comprometer la calidad del producto final.

Torsten Dietz, Peter Daschner

para bolos pré tratados (Hebel, Siporex, Durox). O bolo é inclinado verticalmente e cortado com todas as vantagens acima descritas e, após o corte, colocado nas grelhas ou plataformas existentes usadas para autoclavear.

Os resultados são:

- » blocos ou painéis mais precisos
- » custos de manutenção inferiores
- » fácil aplicação do macho e fêmea e punhos
- » reutilização dos cortes verdes.

Na instalação SMART, são realizadas várias poupanças:

- » A linha de corte é muito compacta e exige apenas uma máquina de inclinação.
- » A instalação SMART é um sistema AAC inovador para produção pequena e orçamentos diminutos.
- » A linha de corte SMART pode ser facilmente incorporada numa planta existente usando o corte de bolo plano. Os moldes existentes, grelhas do autoclave, etc., ainda podem ser utilizados.
- » Muitos mercados não requerem às mais elevadas capacidades de produção possíveis. Mas ainda exigem a maior qualidade AAC possível.

O bolo é autoclaveado numa posição plana, reduzindo significativamente aderente às juntas horizontais – um fenómeno bem conhecido dos bolos em posição vertical. Consequentemente, não é necessária qualquer separação da máquina para separar as camadas horizontais depois de autoclaveadas, desde que a capacidade de produção seja baixa.

A linha de empacotamento exige maquinaria menos sofisticada ou o empacotamento pode mesmo ser feito manualmente dependendo da capacidade da instalação.

O total de poupanças em comparação com uma instalação PLUS é de aproximadamente 20 a 30 % com base no orçamento total exigido para a instalação Wehrhahn e fornecimento local.

Conclusão

Na **tabela 1**, as duas instalações PLUS e SMART são comparadas.

Dependendo das condições do Mercado, os compradores podem agora escolher entre a instalação Wehrhahn PLUS e SMART. Ambos os sistemas têm processo zero relacionado com os desperdícios sólidos e fornecem uma flexibilidade máxima para a produção de blocos ou painéis AAC de alta qualidade.

	PLUS	SMART
Intervalo de capacidade	De 400 a 1.500 m ³ / dia	De 200 a 800 m ³ / dia
Conceito modular	Sim	Sim
Custos de Investimento	100%	Del 70 al 80%
Qualidade de Corte	100%	100%
Produção do Painel	Sim	Sim
Desperdícios relacionados com o processo	0%	0%

O sistema PLUS fornece as capacidades de entrada mais altas possíveis. O novo Removedor de base patenteado elimina as desvantagens conhecidas do sistema de corte inclinado. A instalação SMART abre novos mercados para capacidades de instalações pequenas e orçamentos diminutos sem comprometer a qualidade do produto acabado.

Compactación vibratoria flexible y de ruido bajo para elementos prefabricados de hormigón

Compactação vibratória flexível, de baixo ruído de elementos de betão pré-fabricado

Autores



Dr.-Ing. Cat. Helmut Kuch, Instituto de Técnicas de Prefabricación y Construcción Prefabricadas (IFF), Weimar. Nacido 1938; Director del Instituto de Técnicas de Prefabricación y Construcción Prefabricadas (IFF), Weimar, especialista en el sector de construcción de equipos para la fabricación de elementos de hormigón, particularmente para el moldeado y la compactación así como la prevención de ruido y oscilación.

h.kuch@iff-weimar.de



Dipl.-Ing. Jürgen Martin (1954), Director sustituto del Campo de Investigación de Técnicas de Prefabricación del Instituto de Técnicas de Prefabricación y Construcción Prefabricadas Weimar e. V., especialista en el sector de construcción y producción de máquinas para la fabricación de elementos de construcción, particularmente para moldes de vibración y sistemas de excitación.

j.martin@iff-weimar.de

● Pese a varios intentos de encontrar procedimientos alternativos, la vibración continua en el método dominante a la hora de moldear y compactar mezclas de hormigón para fabricar productos de hormigón y elementos prefabricados [1]. Esta declaración permanece válida incluso considerando el significativo número de aplicaciones en las que el hormigón autocompactante puede utilizarse. Este artículo resume las últimas tendencias en la compactación vibratoria flexible y de ruido bajo.

En cuanto a las frecuencias de excitación utilizadas en la compactación vibratoria, habitualmente se hace una distinción entre vibración de alta frecuencia (de 100 a 200 Hz aproximadamente), de frecuencia media (de 20 a 100 Hz aproximadamente) y de baja frecuencia (por debajo de 20 Hz).

Compactación vibratoria de media y alta frecuencia (vibrante)

La compactación vibratoria (vibrante) por medio de la excitación de molde a través de vibradores externos, actualmente utiliza el rango de frecuencia de 50 a 100 Hz, o frecuencias altas hasta los 200 Hz aproximadamente. A causa de la eficacia y efectividad de la compactación, este método habitualmente es el más utilizado en la producción de elementos prefabricados de hormigón. Vibrar permite el procesamiento de una amplia gama de combinaciones de hormigón en varios grados de capacidad de trabajo, que van desde el muy fluido (F6) al rígido (F1). Los parámetros de tratamiento son adaptados óptimamente al tipo de mezcla de hormigón para ser compactada, y el método de vibración consigue grados de compactación que no puede superar cualquier otro método en términos de eficacia y viabilidad técnica. El escenario de un procesamiento de parámetros favorable es relativamente simple, y la frecuencia y amplitud de aceleración pueden ser variadas hasta el punto de introducción en el hormigón.

Las mayores desventajas del método vibrante son la alta cantidad de ruido y vibración generada durante el proceso, el alto grado de tensión puesto en la maquinaria (que ocasiona un significativo desgaste), y la introducción no uniforme de energía de vibración en el caso de moldes flexibles de vibración.

● Apesar das várias tentativas de encontrar procedimentos alternativos, a vibração permanece o método dominante quando se trata de moldar e compactar misturas de betão para fabricar produtos em betão e elementos pré-fabricados [1]. Esta declaração permanece válida mesmo quando se considera o número significativo de aplicações nas quais se pode utilizar o betão auto compactado. Este artigo sublinha as últimas tendências na compactação vibratória flexível e de baixo ruído.

No que respeita às frequências de excitação usadas na compactação vibratória, é normalmente feita uma distinção entre Vibração a alta frequência (aprox. 100 a 200 Hz), frequência média (aprox. 20 a 100 Hz), e baixa frequência (abaixo dos 20 Hz).

Compactação vibratória de media e alta frequência (vibração)

A compactação vibratória (vibrante) por excitação do molde através dos vibradores externos usa normalmente o intervalo de frequência de 50 a 100 Hz ou frequências mais elevadas até aprox. 200 Hz. Devido à eficiência e eficácia da compactação, este método é mais comumente utilizado na produção de elementos de betão pré-fabricado. A vibração permite o processamento de uma série de misturas de betão em vários graus de exequibilidade atingindo desde muito fluido (F6) a sólido (F1). Desde que os parâmetros de processamento sejam optimamente adaptados ao tipo de mistura de betão a ser compactado, o método de vibração atinge graus de compactação que não podem ser ultrapassados por qualquer outro método em termos da sua eficácia e fiabilidade técnica. A definição dos parâmetros de processamento favorável é relativamente simples dado que a frequência e amplitude de aceleração podem variar no momento de introdução no betão.

As grandes desvantagens do método de vibração residem no elevado ruído e vibração criado durante o processo, o elevado grau de tensão colocado na maquinaria (o que resulta num desgaste significativo) e a introdução não uniforme de energia de vibração em caso dos moldes de vibração flexível.

Compactación vibratoria de baja frecuencia (temblorosa)

Una aproximación interesante a la reducción de ruido en la compactación vibratoria es aplicar bajas frecuencias, como el umbral de audición humana, que depende muy de la frecuencia. Un proceso de compactación vibratoria utilizando frecuencias de excitación por debajo de los 20 Hz no será percibido por la oreja humana. Estas consideraciones resultaban en la introducción del llamado método « tembloroso », que utiliza baja frecuencia, principalmente vibración mecánica horizontal que se transfiere a la mezcla de hormigón a través del molde. Este procedimiento se ha convertido en el más ampliamente aceptado durante los pasados 15 años, principalmente por sus significativas ventajas en lo que respecta a su compactación de ruido bajo. Los fabricantes de este equipamiento ofrecen varias soluciones en este campo.

El método tembloroso se aplica con buenos resultados para fabricar elementos de hormigón tipo losas y delgadas paredes prefabricadas, así como para el uso de mezclas de hormigón muy compactantes.

Para elementos altos y sólidos, es mucho más difícil de aplicar y de transferir la energía de vibración en el interior de la mezcla de hormigón. Como consecuencia, la tarea era cambiar los límites de aplicabilidad para el ventajoso método tembloroso. Al mismo tiempo, la baja emisión de sonido se tiene que mantener.

El actual estado de la tecnología de fabricación llama así a un proceso de compactación mejorado que combina los excelentes resultados del método vibrante con el ruido bajo favorable medioambientalmente del método tembloroso, en la forma más ventajosa para llegar a una compactación vibratoria de mezclas de hormigón muy efectiva, flexible y de ruido bajo. En el proyecto de investigación realizado por IFF Weimar e.V., varias cuestiones se han investigado e incorporado en el desarrollo de un método de compactación innovador, flexible y de ruido bajo. El propósito de la investigación era desarrollar un proceso de moldeado y compactación mejorado, y la maquinaria necesaria para fabricar elementos de hormigón utilizando un método flexible y de ruido bajo con un impacto de vibración de baja frecuencia.

Solución para un método de fabricación flexible y de ruido bajo

Sobre la base de la situación esbozada arriba, se ha desarrollado una posible solución para un método de fabricación flexible y de ruido bajo de elementos prefabricados, que está basado en lo siguiente:

- » Combinación de vibración de baja frecuencia horizontal con otras direcciones de excitación, así como con excitación de baja frecuencia.
- » Combinación de vibración de baja frecuencia horizontal con vibración de frecuencia media y alta, y varias direcciones de excitación (preferiblemente con periodos de impacto requeridos tan cortos como sea posible, para retener la ventaja del ruido bajo).
- » Variación de horarios de varios impactos de vibración.

Compactação vibratória de baixa-frequência (agitação)

Uma abordagem interessante para reduzir o ruído na compactação vibratória é aplicar baixas frequências visto que a entrada para a audição humana é altamente dependente da frequência. Um processo de compactação vibratória que utilize frequências de excitação abaixo dos 20 Hz não irá mais ser detectado pelo ouvido humano. Estas considerações ocorreram na introdução do denominado método « agitação », que utiliza baixas frequências, principalmente vibração mecânica horizontal que é transferida para a mistura de betão através do molde. Este procedimento tornou-se rapidamente aceite durante os últimos 15 anos, em particular devido as suas significativas vantagens relativamente à compactação de baixo ruído. Os fabricantes de equipamento oferecem várias soluções neste campo.

O método de agitação é aplicado com bons resultados ao fabrico de elementos de betão pré-fabricado tipo laje e parede fina bem como ao uso de misturas de betão altamente compactável.

Para elementos elevados e sólidos é muito mais difícil aplicar e transferir a energia de vibração para dentro da mistura de betão. Como consequência a tarefa foi mudar os limites de aplicabilidade para o vantajoso método de agitação. Simultaneamente, a emissão de baixo ruído tem de ser mantida.

O moderno estado da tecnologia de fabrico apela por isso a um processo de compactação melhorado que combine os excelentes resultados do método de vibração com características ambientalmente favoráveis e de baixo ruído do método de agitação na forma mais vantajosa para obter uma compactação vibratória altamente eficaz, flexível e de baixo ruído das misturas de betão. Num projecto de investigação efectuado na IFF Weimar e.V, foram investigadas e incorporadas várias questões no desenvolvimento de um método de compactação inovador, flexível e de baixo ruído. O objectivo da investigação foi desenvolver um processo melhorado de moldagem e compactação e maquinaria necessária para fabricar elementos de betão utilizando um método flexível e de baixo ruído com impacto de vibração de baixa frequência.

Solução para um método de fabrico flexível e de baixo ruído

Com base na situação acima sublinhada, foi desenvolvida uma eventual solução para um método de fabrico de elementos pré-fabricados flexíveis e de baixo ruído, que se baseia no seguinte:

- » Combinação da vibração horizontal de baixa frequência com outras direcções de excitação, bem como com excitação de baixa frequência.
- » Combinação de vibração horizontal de baixa frequência com vibração de media e alta frequência e variando as direcções de excitação (preferencialmente com periodos de impacto necessários tão curtos quanto possível de forma a reter a vantagem de baixo ruído).
- » Variação dos horários de vários impactos de vibração.



Dr.-Ing. Jörg-Henry Schwabe, Instituto de Técnicas de Prefabricación y Construcción Prefabricadas (IFF), Weimar. Nacido en 1969. Jefe de Investigación de Técnicas de Elementos Prefabricados del Instituto de Técnicas de Prefabricación y Construcción Prefabricadas Weimar, especialista en el sector de dinámica de máquinas para materiales de construcción.

j-h.schwabe@iff-weimar.de

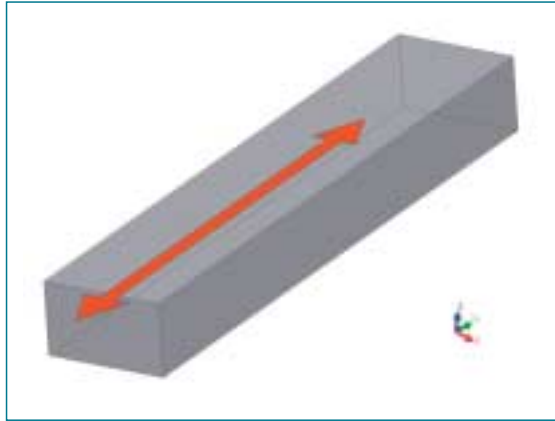


Fig. 1 Viga 1 – Excitación en el plano x-y en dirección y (a lo largo de la viga).

Fig. 1 Viga 1 – Excitação no plano x-y na direcção y (longitudinal à viga).

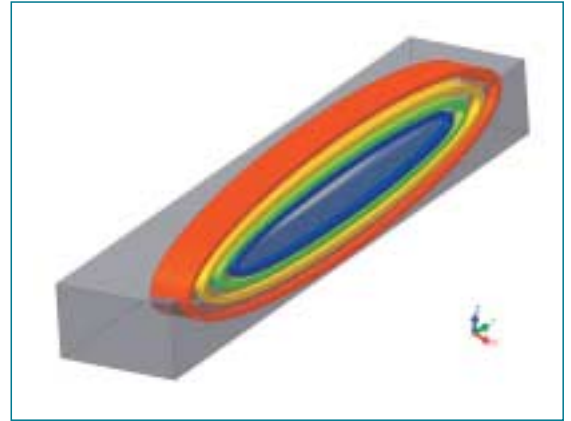


Fig. 2 Viga 2 – Excitación de rotación elíptica en el plano y-z (a lo largo de la viga).

Fig. 2 Viga 2 – Excitação rotativa elíptica no plano y-z (longitudinal à viga).

Durante las pruebas iniciales de tratamiento, realizadas como parte de un proyecto de investigación anterior [2], la compactación resultante conseguida utilizando un patrón de baja frecuencia puramente lineal (horizontal) se comparó con los de una vibración de baja frecuencia esférica (multidimensional, normalmente tridimensional). Se utilizó una plataforma piloto de pruebas para compactar dos muestras de dimensiones idénticas aplicando la vibración ilustrada en **Fig. 1** y **Fig. 2**.

Como medida de los efectos de vibración, los cambios dinámicos a presión que se determinaron en la mezcla de hormigón difirieron significativamente.

Estas pruebas para examinar la « introducción esférica » llevaron a unos cuantos resultados importantes. Se encontró que el componente adicional de impacto vertical ocasionaba un significativo incremento en el cambio de presión dinámica, y que la muestra producida por el impacto esférico mostraba una mayor y más

No curso dos testes de processamento inicial efectuados como parte de um anterior projecto de investigação [2], os resultados de compactação obtidos através da utilização de um padrão de baixa frequência puramente linear (horizontal) foram comparados com aqueles da vibração de baixa frequência (multidimensional, isto é, normalmente tridimensional). Foi usada uma plataforma de teste piloto para compactar dois espécimes de dimensões idénticas aplicando a vibração conforme ilustrado nas **Fig. 1** e **Fig. 2**.

Como uma medida dos efeitos de vibração, as alterações dinâmicas na pressão que foram determinadas dentro da mistura de betão diferem significativamente.

Estes testes para examinar a « introdução esférica » conduziram a vários resultados importantes. Concluiu-se que o componente de impacto vertical adicional resultou num aumento significativo na alteração da pressão dinâmica e que o espécime produzido através do impacto esférico mostrou uma densidade de volume de betão maior e de solidez mais consistente. Além disso, observou-se que as densidades de volume de betão endurecido correlacionavam – se com as alterações dinâmicas medidas na pressão.

Com base nas opções possíveis sublinhadas e retiradas da experiência até agora, foi estabelecido um plano de trabalho como parte da investigação que compreendeu as seguintes actividades:

- » Modelação e simulação do comportamento de processamento das misturas de betão típicas sob impacto de vibração combinado e aplicação de um processo de baixo ruído.
- » Verificação dos resultados da simulação através de testes de laboratório.
- » Desenvolvimento de uma solução piloto para implementar o método nas instalações de fabrico e testes numa escala piloto.
- » Desenvolvimento e montagem de um protótipo.
- » Testar o protótipo e provar a funcionalidade do método de fabrico de baixo ruído.

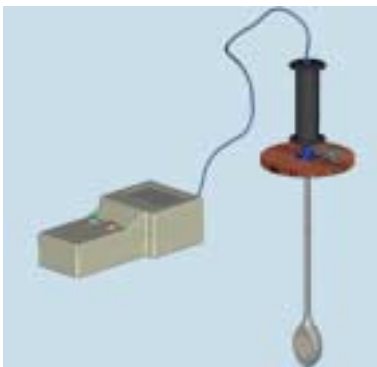


Fig. 3 Instrumento de medición utilizado para determinar cambios dinámicos a presión.

Fig. 3 Instrumento de medição usado para determinar as alterações da pressão dinâmica.



Fig. 4 Medición de cambios dinámicos a presión en hormigón fresco durante el proceso de compactación.

Fig. 4 Medição das alterações dinâmicas na pressão em betão fresco durante o processo de compactação.

	Hormigón normal	Hormigón ligero
Densidad aparente [kg/m ³]	2.300	1.300
Trabajabilidad	F3 (blando)	
Máxima medida de partícula	32 mm (elementos de pared y puerta)	
	5 mm (elemento de prisma)	

Tabla 1 Propiedades del modelo de mezclas de hormigón utilizado en simulaciones.

consistente densidad aparente del hormigón endurecido. Además, se encontró que las densidades aparentes de hormigón endurecido conseguidas se relacionaban con los cambios dinámicos medidos a presión.

Sobre la base las opciones posibles esbozadas y dibujadas hasta ahora, se estableció un programa de trabajo como parte de la investigación que se constituía de las siguientes actividades:

- » Modelación y simulación del comportamiento del procesamiento de típicas mezclas de hormigón bajo la combinación de impacto de vibración y aplicación de un proceso de ruido bajo.
- » Verificación de resultados de simulación mediante testeo de laboratorio.
- » Desarrollo de una solución piloto para implementar el método en plantas de fabricación, y probándola en una prueba piloto a escala.
- » Desarrollo y montaje de un prototipo.
- » Testeo de prototipo y prueba de funcionalidad del método de fabricación de ruido bajo.

Estudios de ingeniería del proceso

Los estudios de ingeniería del proceso, se llevaron a cabo para determinar impactos de vibración favorables del método combinado sobre mezclas típicas de hormigón y para dimensiones de elementos consideradas problemáticas en lo referente a la aplicación de una vibración de baja frecuencia. Los impactos de vibración favorables incluyen aquellas frecuencias de excitación, amplitudes de aceleración y direcciones de vibración que aseguran un grado suficiente de compactación dentro del volumen entero del elemento, tanto en términos de magnitud como de uniformidad. En un primer paso, los estudios de ingeniería del proceso se hicieron utilizando un sistema con tecnología punta para modelar y simular materiales granulares. Con este propósito, se desarrollaron y programaron, en la herramienta de simulación del código del flujo de la partícula

	Betão Normal	Betão Leve
Densidade volume [kg/m ³]	2.300	1.300
Maneabilidade	F3 (suave)	
Tamanho máximo da partícula	32 mm (elementos de parede e porta)	
	5 mm (elemento prisma)	

Tabela 1 Propriedades das misturas de betão modelo usado nas simulações.

Estudos de engenharia do processo

Foram efectuados estudos de engenharia do processo para determinar os impactos de vibração de método combinado favorável em misturas de betão típicas e para dimensões do elemento consideradas problemáticas em termos de aplicação de vibração de baixa frequência. Os impactos de vibração favorável incluem as frequências de excitação, amplitudes de aceleração e direcções de vibração que garantem um grau suficiente de compactação dentro de todo o volume do elemento, quer em termos de magnitude como uniformidade. Numa primeira etapa, os estudos de engenharia do processo foram efectuados utilizando um sistema de desenvolvimento moderno para modelar e similar materiais granulares. Para este fim, os modelos do material de mistura de betão com as suas propriedades de processamento e modelos geométricos dos elementos a serem fabricados são desenvolvidos e programados na ferramenta de simulação de código de fluxo de partículas (PFC).

Modelagem e simulação

Em linha com as especificações do projecto, foram desenvolvidos dois modelos materiais e as suas propriedades reflectiram-se no programa de simulação através de testes de calibração. A **Tabela 1** mostra as propriedades dos modelos de betão seleccionados, os quais são representativos das misturas típicas usadas para fabricar elementos pré-fabricados em larga escala.

Foram definidas várias exigências para os modelos geométricos: O elemento geométrico tinha de corresponder a uma viga; as suas dimensões deviam ser realistas; os cantos deviam ter um design macho-fêmea e os elementos deviam ter recortes (elementos porta). A **Fig. 5** ilustra os modelos geométricos desenvolvidos e usados para os subsequentes exercícios de simulação.

Antes das simulações que utilizaram modelos geométricos realistas, foram efectuados cálculos para os espécimes em forma de cubo de dimensões mais pe-



Fig. 5 Vistas de modelos geométricos utilizados para simulaciones de proceso (de izquierda a derecha: elemento de pared, elemento de prisma, elemento de puerta).

Fig. 5 Vistas dos modelos geométricos usados para simulações de processo (esquerda para a direita: Elemento parede, elemento prisma, elemento porta).

la, modelos de material de mezcla de hormigón con sus propiedades de procesamiento y modelos geométricos de los elementos a fabricar.

Modelaje y simulación

En la línea de las especificaciones del proyecto, se desarrollaron dos modelos materiales y se reflejaron sus propiedades en el programa de simulación a través de un testeo de calibración. La **Tabla 1** muestra las propiedades de los modelos de hormigón seleccionados, que son representativos de las típicas mezclas utilizadas en la fabricación de elementos prefabricados a gran escala.

Se definieron unos cuantos requisitos para los modelos geométricos: la geometría de elemento correspondía a una losa; sus dimensiones deberían ser realistas; los cantos deberían tener un diseño de ranura y lengüeta; y los elementos debían tener siluetas (elementos de puerta). La **Fig. 5** ilustra los modelos geométricos desarrollados y utilizados para los consiguientes ejercicios de simulación.

Antes de las simulaciones utilizando modelos geoméricamente realistas, se hicieron cálculos para muestras con forma de cubo en pequeñas dimensiones para establecer, en un paso inicial, áreas favorables por los parámetros de impacto. Las subsiguientes simulaciones de partículas se realizaron para modelar varias patentes de impactos de vibración, además de para analizar el efecto de compactación.

Como resultado de las simulaciones de partículas, la densidad material del modelo de mezcla compactada conseguida, se obtiene como un valor dependiente que sirve de medida del efecto de compactación. Este parámetro puede convertirse en la densidad aparente prevista del hormigón utilizando los factores determinados en las pruebas de calibración. La **Fig. 6** y la **Fig. 7** muestran los resultados de la simulación del proceso, obtenidos de numerosos cálculos y que son instantáneas de movimientos de partículas (izquierda) y la compactación conseguida expresada como un grado de compactación (derecha).

La **Fig. 8** muestra ejemplos de resultados obtenidos de los análisis de simulación llevados a cabo por un impacto de vibración multidimensional que hace visible la influencia de la vibración esférica. El diagrama mostrado en la **Fig. 9** ilustra los grados de compactación calcu-

quenas de forma a establecer, numa etapa inicial, áreas favoráveis para os parâmetros de impacto. As subseqüentes simulações de particular foram efectuadas para modelar vários padrões de impacto de vibração e para analisar o efeito de compactação.

Como resultado das simulações de particular, a densidade material da mistura do modelo compactado que foi alcançada é obtida como um valor dependente do local que serve como uma medida do efeito de compactação. Este parâmetro pode ser convertido para a densidade de volume do betão antecipada utilizando os factores determinados nos testes de calibração. A **Fig. 6** e **Fig. 7** mostra os resultados da simulação do processo seleccionados de numerosos cálculos que são instantâneos de movimentos de partícula (esquerda) e a compactação dependente do local obtida expressa como um grau de compactação (direita).

A **Fig. 8** mostra exemplos dos resultados obtidos das análises de simulação efectuadas para um impacto de vibração multidimensional que faz a influência da vibração esférica visível. O diagrama exibido na **Fig. 9** ilustra os graus de compactação calculados para várias posições no elemento em estudo.

Os resultados obtidos do cálculo podem ser resumidos da seguinte forma:

- » A aplicação da vibração de baixa frequência com um impacto puramente horizontal (uni ou bidimensional) mostra uma profundidade de impacto limitada. Isto resulta em variações na compactação, dependentes do local, o que se aplica em especial aos elementos pré-fabricados com maior espessura.
- » No caso da vibração horizontal unidimensional e dimensões do produto com grandes recortes (elementos porta), são frequentemente encontradas áreas com um baixo grau de movimento da mistura. Estas zonas mostram um efeito vibração menos significativo e por isso uma densidade de volume do betão endurecido mais fraca.
- » Quando se aplica um movimento vertical de baixa frequência para além da excitação horizontal, podem se alcançar graus elevados de compactação nos elementos comparáveis.
- » No caso de especificação das densidades de volume elevadas ou muito elevadas ou de elementos pré-fabricados muito complexos, a vibração de baixa frequência por si só não conduz a resultados satisfató-

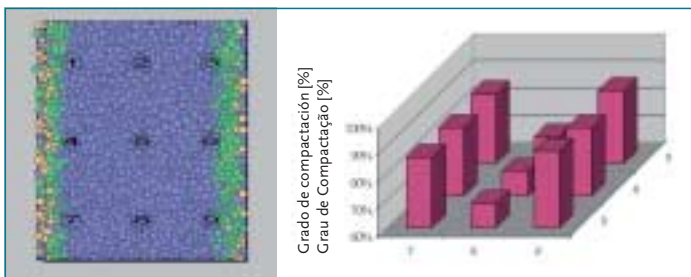


Fig. 6 Resultado de simulación con excitación horizontal a baja frecuencia; movimiento de partículas (izquierda); grado de compactación (derecha).

Fig. 6 Resultado da simulação a excitação horizontal de baixa frequência; movimento da partícula (esquerda); grau de compactação (direita).

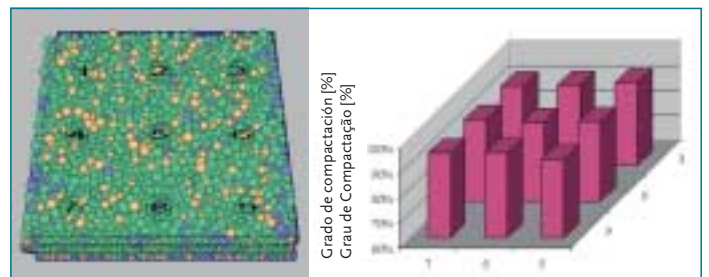


Fig. 7 Resultado de simulación vertical a 50 Hz; movimiento de partículas (izquierda); grado de compactación (derecha).

Fig. 7 Resultado da simulação a 50 Hz, vertical; movimento da partícula (esquerda); grau de compactação (direita).

lados para varias posiciones en el elemento bajo estudio.

Los resultados de cálculo obtenidos se pueden resumir así:

- » La aplicación de la vibración de baja frecuencia con un impacto puramente horizontal (unidimensional o bidimensional) muestra una profundidad de impacto limitada. Esto ocasiona variaciones en la compactación dependiente de localización, que se aplica especialmente en los elementos prefabricados de mayor espesor.
- » En el caso de la vibración horizontal unidimensional y dimensiones de producto con grandes siluetas (elementos de puerta), se encuentran frecuentemente áreas con un bajo grado de movimiento de la mezcla. Estas zonas muestran un efecto de vibración menos significativo y, por tanto, una densidad aparente del hormigón endurecido más baja.
- » Pueden conseguirse grados más altos de compactación en elementos comparables cuando se aplica un movimiento vertical de frecuencia baja además de excitación horizontal.
- » En el caso especificado de densidades aparentes altas o muy altas, o elementos prefabricados muy complejos, la sola vibración de baja frecuencia no conduce a resultados satisfactorios, incluso si hay implicada una dirección de vibración. Una opción a considerar es una combinación de impacto de vibración incluyendo un componente adicional vertical de media o alta frecuencia. No obstante, los niveles de ruido pueden reducirse también en este caso restringiendo la duración del impacto al tiempo mínimo requerido en el proceso.
- » Las densidades aparentes de hormigón endurecido más altas fueron obtenidas cuando se aplicó una vibración vertical de frecuencia media (50 Hz) y vibración combinada (baja frecuencia horizontal, 50 Hz vertical).

Testeo de laboratorio

Inicialmente, las pruebas de laboratorio se realizaron

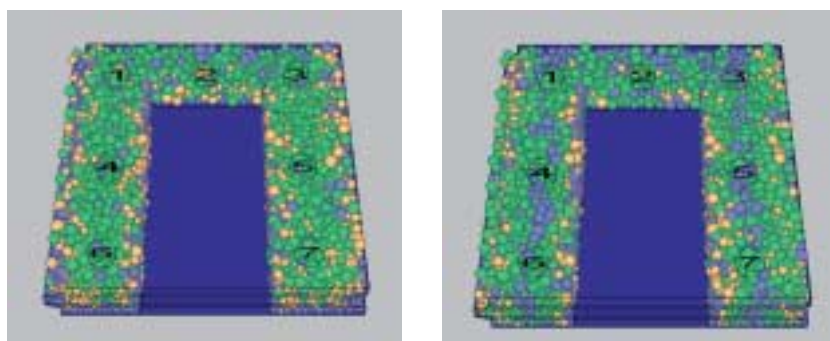


Fig. 8 Resultado de simulación (movimiento de partículas) para impacto esférico de vibración en un elemento de puerta; horizontal y vertical a baja frecuencia (izquierda); horizontal a baja frecuencia y vertical a 50 Hz (derecha).

Fig. 8 Resultado da simulação (movimento da partícula) para impacto de vibração esférica num elemento porta; esquerda: a baixa frequência horizontal e vertical; direita: baixa frequência horizontal e 50 Hz vertical.

rios mesmo se estiver envolvida mais do que uma direcção de vibração. Uma opção a considerar é um impacto de vibração combinado incluindo um componente vertical adicional de média ou alta frequência. Não obstante, os níveis de ruído também podem ser reduzidos neste caso através da limitação da duração do impacto para o período mínimo exigido no processo.

- » As maiores densidades de volume de betão endurecido foram obtidas quando se aplicou vibração vertical de média frequência (50 Hz) e vibração combinada (baixa frequência horizontal, 50 Hz vertical).

Testes de laboratório

Inicialmente, os testes de laboratório foram efectuados para verificar os resultados EX obtidos das anteriores simulações de compactação vibratória. Numa primeira etapa, foi estabelecida uma plataforma de teste para efectuar testes de vibração unidimensional (ver Fig. 10). Os espécimes a serem compactados eram do tamanho 150 x 150 x 150 [mm].

Uma segunda plataforma de testes foi então desenvolvida e instalada para efectuar testes de processamento que envolvessem um impacto de vibração multidimensional.

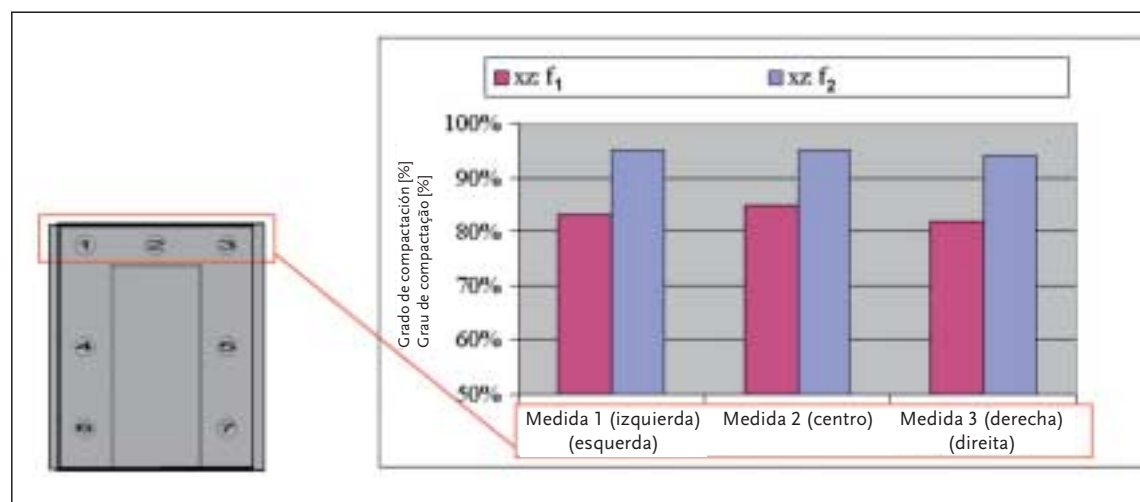


Fig. 9 Grados de compactación para simulaciones ilustradas.

Fig. 9 Graus de compactação para simulações ilustradas.



Fig. 10 Vista de la plataforma del laboratorio de prueba para vibración unidimensional (izquierda); molde de prueba con mezcla de hormigón (derecha).

Fig. 10 Vista da plataforma de teste de laboratório para vibração unidimensional (esquerda), molde de teste com mistura de betão (direita).

para verificar los antiguos resultados obtenidos en las simulaciones de compactación vibratoria precedentes. En un primer paso, se montó una plataforma de testeo para hacer una prueba de vibración unidimensional (ver Fig. 10). Las muestras para compactar hacían unas medidas 150 x 150 x 150 [mm].

Entonces se desarrolló e instaló una segunda prueba para realizar pruebas de procesamiento implicando un impacto de vibración multidimensional, y para incluir muestras más grandes. Esta instalación se muestra en la Fig. 11.

En ambas plataformas de testeo, las pruebas se llevaron a cabo bajo condiciones de impacto comparables a aquellas previamente determinadas en las simulaciones de partículas. El propósito de este laboratorio y de los programas pilotos de testeo era verificar que la simulación resultaba, pero también desarrollar soluciones técnicas para implementar esos impactos de vibración que fueron considerados favorables en un prototipo, permitiendo la fabricación de elementos prefabricados de hormigón en dimensiones realistas por la aplicación del método mejorado.

Los resultados de la prueba fueron en gran parte coherentes con los resultados de la simulación de mezcla. En relación con los distintos impactos investigados (frecuencias, aceleraciones), los grados de compacta-



Fig. 11 Vista de la plataforma del laboratorio de prueba para vibración multidimensional (izquierda) y molde de prueba (derecha).

Fig. 11 Vista da plataforma de teste de laboratório para vibração unidimensional (esquerda) e molde de teste (direita).

cional e que incluísemos espécimes maiores. Esta instalação é exibida na Fig. 11.

Em ambas as plataformas de teste, foram efectuados teste sob condições de impacto comparáveis àquelas anteriormente determinadas nas simulações de partículas. O objectivo destes programas de teste laboratorial e piloto foi verificar os resultados da simulação mas também desenvolver soluções técnicas para implementar aqueles impactos de vibração que foram considerados favoráveis num protótipo permitindo o fabrico de elementos de betão pré-fabricado em dimensões realísticas através da aplicação do método melhorado.

Os resultados do teste foram amplamente consistentes com os resultados de simulação da mistura. Em relação aos vários impactos investigados (isto é, frequências, acelerações), os graus de compactação calculados e terminados nos testes, bem como as distribuições locais dentro dos espécimes, indicam uma tendência para a consistência. Desde que o modelo material usado na simulação de particular esteja calibrado com exactidão, as densidades de volume antecipadas podem ser previstas para os impactos de vibração assumidos no exercício de simulação.

Aspectos mecánicos

Uma outra parte da investigação incluiu o desenvolvimento de equipamento de fabrico que pudesse transformar os impactos favoráveis determinados nas investigações num método de compactação flexível e de baixo ruído usado para fabricar elementos pré-fabricados.

Na fase preparatória, os sistemas de compactação vibratoria existentes foram examinados relativamente à sua adaptabilidade para utilização para o método de compactação melhorada. Utilizando o método de elemento finito, a dinâmica da vibração das instalações típicas foram estudadas quanto à sua compatibilidade com os novos requisitos.

Concluiu-se que os sistemas existentes não foram capazes de satisfazer as exigências em termos do padrão de movimento desejado. O principal critério a definir a sua incompatibilidade foi o seu grau inadequado de rigidez. Esta rigidez é necessária para alcançar uma introdução uniforme suficiente da vibração vertical. Como exemplo, a Fig. 13 ilustra a distribuição da aceleração na superfície do deque de um molde de vibração de moldura aberta com paleta a baixa frequência.

Estudos adicionais de equipamento estabeleceram um sistema de compactação com um padrão de movimento que garante, para impacto de vibração a baixa frequência, uma aplicação da vibração suficientemente uniforme em todas as direcções de excitação necessárias. As eventuais soluções incluem um padrão de movimento vertical parcialmente orientado.

Com base nos resultados obtidos do estudo da dinâmica dos sistemas de molde de vibração existentes, foram desenvolvidos e avaliadas soluções temporárias, em termos de satisfação das exigências, como parte de uma comparação que incluía várias opções. O protótipo pretendia permitir uma vibração de baixa frequência combinada na direcção horizontal e vertical. A vibração

ción calculados y determinados en las pruebas así como las distribuciones locales en las muestras, muestran una tendencia hacia la consistencia. Siempre y cuando el modelo del material utilizado en la simulación de la partícula sea calibrado con precisión, las densidades aparentes previstas se pueden predecir para los impactos de vibración asumidos en el ejercicio de simulación.

Aspectos de la maquinaria

Otra parte de la búsqueda incluía el desarrollo de un equipamiento de fabricación, que podría transformar los impactos favorables determinados en las investigaciones a un método de compactación flexible y de ruido bajo utilizado en la producción de elementos prefabricados.

En la fase preparatoria, se examinaron sistemas de compactación vibratoria ya existentes para ver si eran apropiados para el mejorado método de compactación. Utilizando el método de elemento finito, las dinámicas de vibración de las típicas instalaciones fueron estudiadas para ver su compatibilidad con los nuevos requisitos.

Se encontró que los sistemas existentes no estaban capacitados para satisfacer las exigencias en cuanto al patrón de movimiento deseado. El criterio principal que define su incompatibilidad fue su insuficiente grado de rigidez. Esta rigidez es necesaria para conseguir una introducción de vibración vertical suficientemente uniforme. Como ejemplo, la Fig. 13 ilustra la distribución de aceleración en la superficie de un molde de estructura abierta de vibración con un palet a una frecuencia más baja.

Los estudios de equipamiento adicional eran para establecer un sistema de comparación con un patrón de movimiento que asegurara, para un impacto de vibración de frecuencia baja, una aplicación suficientemente uniforme en todas las direcciones necesarias de excita-

devia ser introducida na mistura de betão com um grau de uniformidade suficiente.

Como resultado, de entre as várias opções propostas foi seleccionado o protótipo que melhor satisfaz todo o conjunto de exigências. A Fig. 14 ilustra o sistema cinemático da drive de vibração desenvolvida para o protótipo.

A vibração horizontal é gerada por excitação da força direccional utilizando excitadores desequilibrados, de tamanho bastante e comercialmente disponíveis. O componente vertical é gerado através da orientação da mesa de vibração através de vários mecanismos de manivela equipados com uma ligação de acoplamento curta. Preferencialmente, a ligação de acoplamento assume a forma de uma coluna excêntrica. Os cálculos da dinâmica de vibração efectuados para este design reflectem o comportamento melhorado em termos do grau de uniformidade da distribuição da aceleração (Fig. 15). A análise do movimento efectuada para a excitação da força harmónica conduziu aos resultados exibidos na Fig. 16.

O curso do movimento já não é mais harmónico. Para além das frequências fundamentais, foram encontrados componentes de vibração significativos na primeira (em menor extensão) e na segunda harmónica. Dado que a maior parte destes componentes de frequência continua a ser no intervalo baixo, a vantagem do baixo ruído deve ainda ser retida.

O design do protótipo de compactação vibratória foi detalhado e transformado numa especificação de design de fabrico. A Fig. 17 e Fig. 18 ilustram as vistas do componente excêntrico para orientação vertical e a vista geral (modelo CAD).

Com base na documentação de design de fabrico, o protótipo foi construído e colocado em funcionamento na instalação de betão da Rekers GmbH & Co. em (Fig. 19 e Fig. 20). O protótipo está actualmente a ser



Fig. 12 Modelos FE de instalaciones típicas examinadas de sistemas de compactación vibratoria existentes (de izquierda a derecha: molde de vibración inmóvil, molde de vibración con estructura cerrada y palet, molde de vibración con estructura abierta y palet).

Fig. 12 Modelos FE de instalações típicas examinadas dos sistemas de compactação vibratórios existentes (esquerda para a direita: Molde de vibração estacionário, molde de vibração com moldura fechada e palete, molde de vibração com moldura aberta e palete).

ción. Las posibles soluciones incluyen un patrón de movimiento vertical parcialmente guiado.

Sobre la base de los resultados obtenidos del estudio sobre las dinámicas de los sistemas existentes de molde de vibración, se desarrollaron y se valoraron, por lo que hace a satisfacer las necesidades, como parte de una comparación que incluía varias opciones. El prototipo era para permitir una combinación de vibración de baja frecuencia en dirección horizontal y vertical. La dirección debería introducirse en la mezcla de hormigón con un grado de uniformidad suficiente.

Como resultado, se seleccionó un prototipo de varias opciones propuestas, el que mejor satisface el conjunto de requisitos. La Fig. 14 muestra el sistema cinemático de conducción de la vibración desarrollado para el prototipo.

La vibración horizontal se genera por la excitación de fuerza direccional utilizando suficiente envergadura; comercialmente hay disponibles excitadores de desequilibrio. El componente vertical se genera guiando la tabla de vibración a través de unos cuantos mecanismos de manivela equipados con un acoplamiento corto. Preferiblemente, el acoplamiento tiene la forma de un eje excéntrico. Los cálculos de las dinámicas de vibración realizados para este diseño, reflejan el mejor comportamiento por lo que respecta al grado de uniformidad de la distribución de aceleración (Fig. 15). Los análisis de movimiento llevados a cabo por la excitación de fuerza armónica llevan a los resultados mostrados en la Fig. 16.

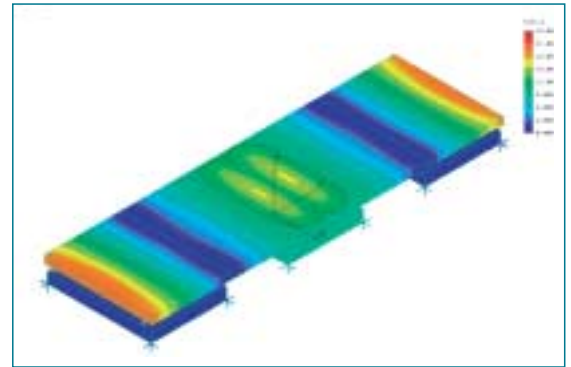


Fig. 13 Distribución de la aceleración en un molde para una vibración de estructura abierta con palet.

Fig. 13 Distribuição da aceleração para um molde de vibração de moldura aberta com palete.

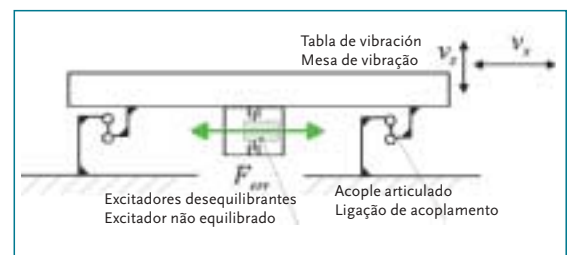


Fig. 14 Sistema cinemático de prototipo.

Fig. 14 Sistema cinemático do protótipo.

testado na Rekers Betonwerk GmbH & Co. em Spelle. Da Fig. 21 à Fig. 24 são visualizadas as actividades e testes actualmente a ser efectuados.

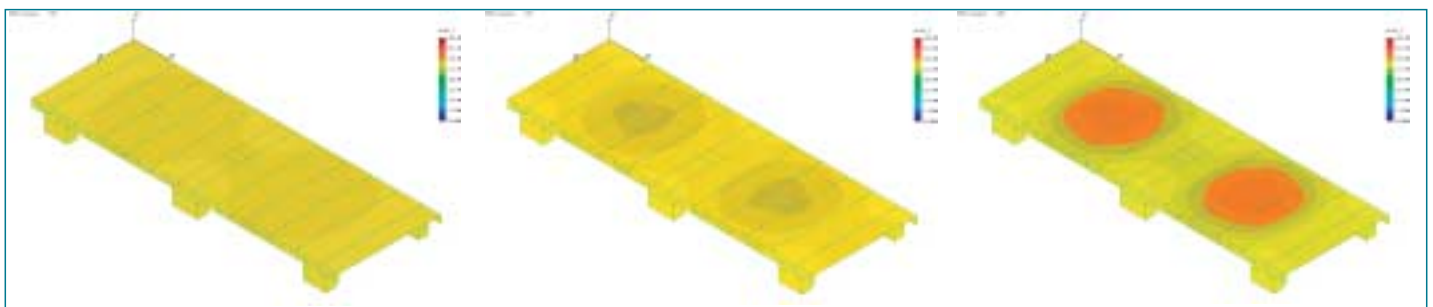


Fig. 15 Distribución de aceleración en superficies de vibración cubiertas.

Fig. 15 Distribuição da aceleração na superfície do deque de vibração.

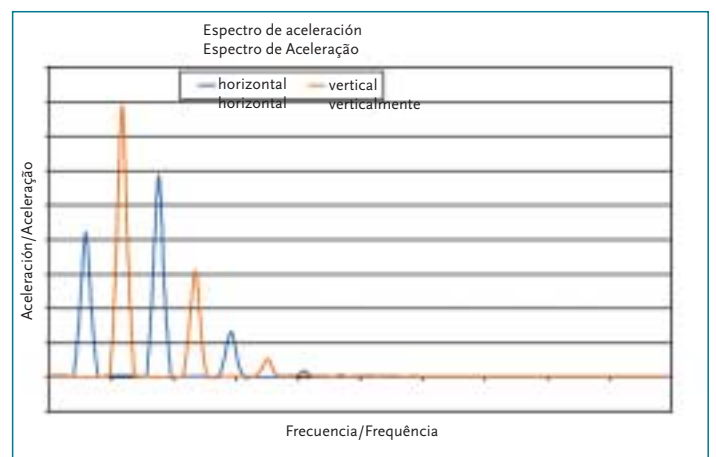
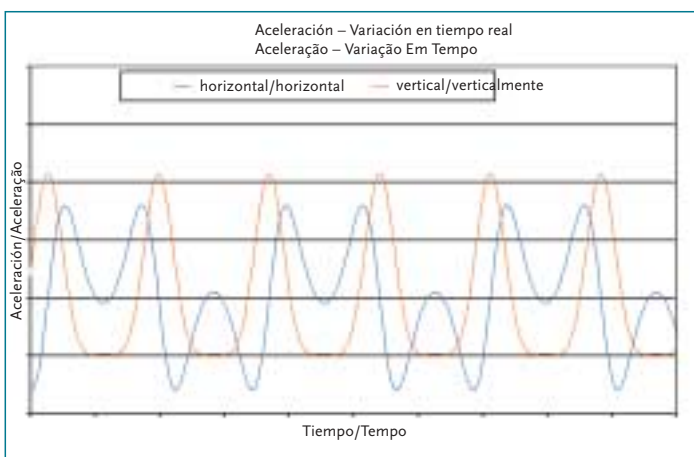


Fig. 16 Aceleración con el tiempo (izquierda) y rango de aceleración (derecha) de la excitación de fuerza armónica del montaje de vibración de la tabla.

Fig. 16 Aceleração ao longo do tempo (esquerda) e intervalo de aceleração (direita) da excitação de força armónica da instalação da mesa de vibração.

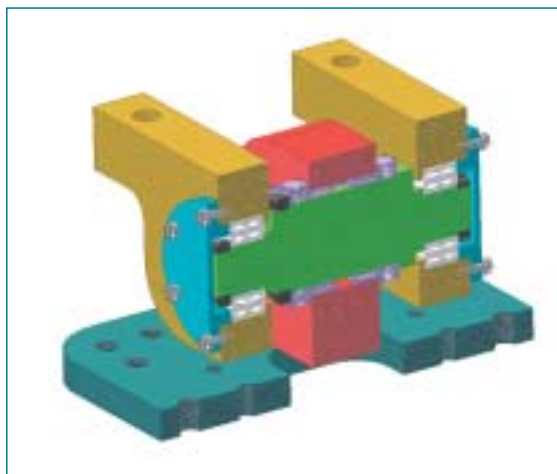


Fig. 17 Vista de componente excêntrico.

Fig. 17 Vista do componente excêntrico.

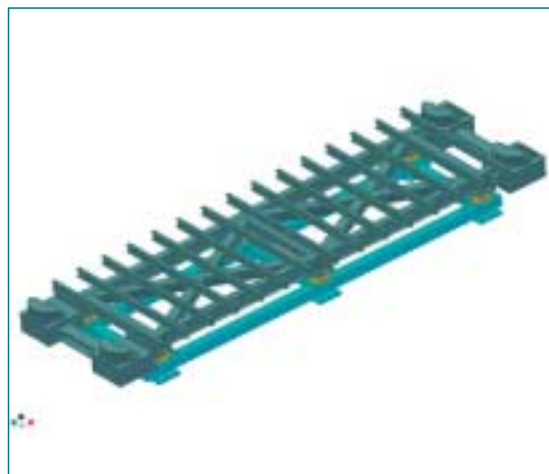


Fig. 18 Vista global del prototipo de tabla de vibración.

Fig. 18 Vista geral do protótipo da mesa de vibração.

La trayectoria del movimiento ya no es harmónica. A parte de las frecuencias fundamentales, se encuentran componentes de vibración significativos en el primer y, en menor medida, segundo armónico. Ya que la mayor parte de estos componentes de frecuencia continúan estando en la parte baja, la ventaja del ruido bajo debería seguir conservándose.

El diseño del prototipo de compactación vibratoria se ha detallado y transformado en una especificación de diseño de fabricación. La Fig. 17 y la Fig. 18 muestran vistas del componente excéntrico para la orientación vertical y vistas generales (modelo CAD).

Basándose en la documentación del diseño de fabricación, el prototipo se construyó y fue puesto en funcionamiento en la planta de hormigón de Rekers GmbH & Co., en Spelle (Fig. 19 y Fig. 20). Actualmente el prototipo está siendo probado Rekers GmbH & Co., en Spelle. De la Fig. 21 a la Fig. 24 muestran las actividades y las pruebas emprendidas.

Análisis de los resultados de las pruebas

Se tomaron muestras del núcleo de los elementos prefabricados producidos, y se determinaron sus densidades aparentes de hormigón endurecido y sus resistencias a la compresión. Los valores obtenidos se



Fig. 19 Vista de componente excêntrico.

Fig. 19 Vista do componente excêntrico.

Análises dos resultados de teste

Foram retiradas amostras do núcleo dos elementos pré-fabricados e das suas densidades de volume de betão endurecido e foram determinadas as suas forças de compressão. Os valores obtidos foram comparados com aqueles dos elementos pré-fabricados fabricados utilizando o método de agitação com um impacto de vibração a baixa frequência puramente horizontal.



Fig. 20 Vista global del prototipo de tabla de vibración.

Fig. 20 Vista geral do protótipo da mesa de vibração.



Fig. 21 Preparación de pruebas utilizando moldes de varias dimensiones.

Fig. 21 Preparação dos testes utilizando moldes em várias dimensões.



Fig. 22 Medición del efecto de vibración dentro de la mezcla de hormigón durante el impacto de vibración.

Fig. 22 Medição do efeito vibração dentro da mistura de betão durante o impacto de vibração.



Fig. 24 Elementos de hormigón fabricados en el prototipo.

Fig. 24 Elementos pré-fabricados fabricados no protótipo.

compararon a esos elementos prefabricados manufacturados utilizando el método tembloroso con uno impacto de vibración puramente horizontal de baja frecuencia.

La significativa reducción del nivel de ruido genera merece una mención especial. Las mediciones iniciales llevadas a cabo en la tabla de vibración nueva-mente desarrollada, documentaron un nivel de presión

Como parte del programa de financiación INNO-WATT, este proyecto de investigación ha sido financiado por el Ministerio Federal de Economía y Tecnología a través del patrocinador del proyecto, Euro-Norm GmbH, con base en Berlín.

Las actividades del proyecto fueron realizadas en estrecha colaboración con la Forschungsvereinigung Bau- und Baustoffmaschinen e.V. (Asociación para Investigación de la Construcción y la Maquinaria de Materiales) en VDMA, y con un comité de supervisión y evaluación de la investigación, que incluía los siguientes socios:

- » Forschungsvereinigung Bau- und Baustoffmaschinen e. V., Frankfurt/Main
- » Knauer Engineering GmbH Industrieanlagen & Co., Geretsried
- » Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG, Spelle
- » So-Con Leit- und Steuerungstechnik GmbH, Asperg
- » Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen
- » Vollert GmbH + Co. KG, Weinsberg



Fig. 23 Procesos de desaerización durante la vibración.

Fig. 23 Processos de deaeração durante a vibração.

Dá-se menção particular à redução significativa do nível de ruído gerado. As medições iniciais efectuadas na recém desenvolvida mesa vibratória documentaram um nível de pressão sonora de aprox. 75 dB (A) enquanto foi registado um nível de aprox. 96 dB (A) (média frequência) para o método de vibração convencional.

Resumo

Como parte de um projecto de investigação foi desenvolvido e testado um método de compactação vibratória para misturas de betão e inclui um processo flexível e de baixo ruído.

Este inovador método faz uso do reconhecido facto de que o ouvido humano é incapaz de perceber os impactos de vibração com frequências abaixo dos 20 Hz, o que também é aplicado nos sistemas que utilizam o método de agitação. Ao contrário do método de agitação convencional estabelecido, o novo processo inclui um padrão vibratório de baixa frequência combinado (em especial na direcção vertical) e pode por isso ser usado

Como parte do programa de fundos INNOWATT, este projecto de investigação foi financiado pelo Ministério Federal da Economia e Tecnologia através do patrocinador do projecto com base em Berlim, Euro-Norm GmbH.

As actividades do projecto foram efectuadas em estreita colaboração com a Forschungsvereinigung Bau- und Baustoffmaschinen e.V. (Associação de Investigação para a Construção e maquinaria de materiais de construção maquinaria) na VDMA e num comité observador e avaliador da investigação, que incluía os seguintes parceiros:

- » Forschungsvereinigung Bau- und Baustoffmaschinen e. V., Frankfurt/Main
- » Knauer Engineering GmbH Industrieanlagen & Co., Geretsried
- » Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG, Spelle
- » So-Con Leit- und Steuerungstechnik GmbH, Asperg
- » Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen
- » Vollert GmbH + Co. KG, Weinsberg

de aproximadamente 75 dB, mientras que se registró un nivel de aproximadamente 95 dB (frecuencia media) por un método de vibración convencional.

Resumen

Como parte de un proyecto de investigación, se ha desarrollado y probado un método de compactación vibratoria para mezclas de hormigón que incluye un proceso flexible y de ruido bajo.

Este innovador método hace uso del conocido hecho que la oreja humana es incapaz de percibir impactos de vibración con frecuencias por debajo de los 20 Hz, que también se aplican en sistemas que utilizan el método tembloroso. A diferencia de éste, el nuevo proceso incluye un patrón combinado de vibración de baja frecuencia (especialmente en dirección vertical), y así puede utilizarse en una gama más amplia de aplicaciones para fabricar elementos prefabricados de hormigón con más espesor y patrones geométricos complejos, así como para compactar mezclas de hormigón con requisitos de procesamiento más sofisticados (es decir, calidad en las caras de hormigón).

El acceso a la vibración combinada realza significativamente las ventajas de los procesos de baja frecuencia. Este método es una alternativa muy interesante al existente (y muy efectivo) método de compactación vibratorio de frecuencia media y alta. Se ha presentado una aplicación evidente para el método de fabricación y el sistema de compactación vibratorio desarrollado [3].

numa ampla série de aplicações para fabricar elementos de betão pré-fabricado com maiores espessuras e padrões geométricos complexos, bem como para compactar misturas de betão com exigências de processamento mais sofisticadas (isto é, para satisfazer a qualidade do betão).

A abordagem de vibração combinada realça significativamente as vantagens do processo de baixa frequência. Este método é uma alternativa muito interessante ao método de compactação vibratória de média e alta frequência existente (muito eficaz). Foi preenchido um pedido de patente para o método de fabrico e para o sistema de compactação desenvolvido [3].

Helmut Kuch, Jürgen Martin, Jörg-Henry Schwabe

PRENSAS VIBROCOMPRESORAS PARA LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

- INSTALACIONES COMPLETAS CON PLANTA DE HORMIGÓN, SISTEMAS DE MANUTENCIÓN Y PALETIZACIÓN.

- AMPLIA GAMA DE PRENSAS FIJAS, CON BANDEJAS DE DIMENSIÓN VARIABLE, DE MADERA O

ACERO, PARA SATISFACER LAS DEMANDAS ESPECÍFICAS DE CADA PROYECTO.

- PROCESOS ESPECIALES: ESPLITADO, ENVEJECIDO DE ADOQUINES, CALIBRADO DE BLOQUES, ETC.



Polígono Industrial Juncaril, P-240
18220 ALBOLOTE, GRANADA, Spain
Tel.: ++34 958 466990, Fax: ++34 958 467118
www.poyatos.com

La « jaula envejecida »

Innovador sistema para envejecer adoquines de hormigón

A « armação envelhecida »

Sistema inovador para blocos de pavimento em betão envelhecido

● Como ya presentamos brevemente en el número 04 de BFT INTERNATIONAL en inglés y alemán, en el siguiente artículo se explica con gran detalle un sistema recién desarrollado para envejecer bloques de hormigón artificialmente. El nombre del sistema, y de la compañía, sale del diseño y del principio tratamiento: Rota Cage (Jaula Rota). « Rota » deriva del procedimiento rotativo, y « cage » describe el concepto de diseño del sistema. El rasgo que distingue mejor el Rota Cage de otros sistemas habitualmente utilizados, es que trata los adoquines en un paquete entero.

La historia que hay tras los inventores del Rota Cage sugiere que los dos responsables tienen un conocimiento muy amplio del oficio de la manipulación y producción de bloques de hormigón. El gerente de Rota Cage BV es Filip Visser, que sabe de producción de hormigón desde su tierna infancia, porque su familia regentó unas cuantas instalaciones de producción de bloques en Holanda y Bélgica. La idea del Rota Cage ya nació hace algunos años en una de esas instalaciones, donde con la ayuda del director de planta y el director comercial se fabricó el primer prototipo. Éste, creado en 2004 y en 2005, implicaba una máquina semiautomática proporcionada con una conducción hidráulica, pero sin sistema de control. En este momento ya se había puesto una patente para ello. En 2005, la familia Visser vendió sus instalaciones de producción, pero el prototipo del Rota Cage, así como la patente del nuevo sistema, fue retenido por la familia, y Filip Visser decidió desarrollar el sistema para la aplicación en serie junto a un socio. Él diseñó una instalación completamente automatizada. Esto se realizó con JKB Transporttechniek BV, a quien se había encargado la fabricación del prototipo.

Desde entonces, el Rota Cage se ha fabricado en la sede central de JKB Transporttechniek B.V. en Budel (Holanda). El gerente de JKB, Joep Kennis, viene de una empresa familiar, y su padre empezó en una empresa de transporte en 1963. La gama de las entregas de Kennis Transport BV creció con los años e incluía, además de las grúas de abordaje y horquillas de toro, remolques con ejes traseros dirigibles de los que la compañía tenía los derechos industriales. En 1989, la compañía empleaba una mano de obra de más de 100 personas. En cualquier caso, en 1991 se vendió la compañía a causa

● Conforme brevemente presentado no número 04 da BFT INTERNATIONAL em inglês e alemão, neste artigo que se segue é descrito em pormenor o sistema recentemente desenvolvido para blocos de betão envelhecidos artificialmente. O nome do sistema, e da empresa, baseia-se no design e no princípio do processamento: Rota Cage. « Rota » deriva do procedimento de rotação e « cage » descreve o conceito de design do sistema. A característica que mais distingue o Rota Cage dos outros sistemas comumente utilizados é que trata de todos os blocos de pavimento em uma única embalagem.

A história para além dos inventores do Rota Cage sugere que os dois responsáveis têm um grande conhecimento da arte de produzir e manusear blocos de betão. O director-geral da Rota Cage BV é Filip Visser, que conhece a produção de betão desde tenra idade já que a sua família possuía várias instalações de produção de betão na Holanda e na Bélgica. A ideia da Rota Cage surgiu pela primeira vez há alguns anos numa dessas instalações com a ajuda do director da instalação e o director comercial do local de produção onde foi fabricado o primeiro protótipo. Este protótipo, criado em 2004 e 2005, envolveu uma máquina semiautomática fornecida com um controlador hidráulico, mas sem sistema de controlo. Nesta altura, já foi feito o pedido de patente. Em 2005, a família Visser vendeu as suas instalações de produção, mas o protótipo do Rota Cage bem como a patente para o novo sistema foram mantidas pela família e Filip Visser decidiu desenvolver o sistema para disponibilidade para os pedidos em série, em conjunto com um sócio. Ele concebeu uma instalação totalmente automatizada. Isto foi feito com a JKB Transporttechniek BV, à qual já tinha sido confiado o fabrico do protótipo.

Desde então que o Rota Cage tem sido fabricada na sua sede em JKB Transporttechniek B.V. em Budel (Holanda). O director-geral da JKB provém de uma empresa de família. O pai do actual director-geral – Joep Kennis – fundou uma empresa de transportes em 1963. A gama de distribuição da Kennis Transport BV cresceu ao longo dos anos e englobou, para além de gruas a bordo e forquilhas de paletes, atrelados com eixos traseiros dirigíveis para os quais a empresa também detinha os direitos de patente. Em 1989, a empresa já empregava mais de 100 trabalhadores. Contudo, em 1991 foi vendi-

de la creciente presión del mercado. En 1993, Joep Kennis fundó su propia empresa en Budel, JKB Transporttechniek B.V. Los productos principales de JKB son horquillas de toro y garras para grúas de ruedas, y garras especiales para toros. Además de esto, la compañía asume la distribución y la venta de grúas HIAB en los Países Bajos. JKB confía completamente en la publicidad boca oreja y, según el dueño y gerente, la cosa funcionó dondequiera que se buscara una solución especial para los problemas de transporte y carga. Los primeros mercados del holandés son los países del Benelux, pero la alta calidad de su equipamiento auxiliar para toros también se da a conocer en Alemania y Francia. El contacto con países más lejanos se estableció a través de algunos clientes, así que los productos de JKB también se pueden encontrar, entre otros países, en Marruecos y Argelia.

Jonker Beton en Ámsterdam

El primer Rota Cage completamente automático se construyó en 2005 y se le entregó a Jonker Beton, que lo puso en funcionamiento. Después de esto, se emplearon ocho meses de trabajo para un mejor desarrollo y optimización del sistema. Jonker Beton ha fabricado adoquines de hormigón y losas para aplicaciones tanto públicas como privadas durante más de 50 años. Siguiendo su reconstrucción 14 años atrás, la compañía se expandió una vez más en el 2000 y ahora tiene una capacidad anual de producción de adoquines de hormigón de 900.000 m²; adicionalmente, fabrican elementos de gran tamaño en las prensas de losas. Hoy día, la compañía pertenece al Grupo Excluton, en los Países Bajos uno de los fabricantes más importantes de adoquines de hormigón y losas, así como de hormigón decorativo y productos de piedra natural para diseño de jardines.

En Jonker Beton, los adoquines de hormigón se fabrican en dos líneas. Una de las máquinas de hormigón es de Masa AG, y la segunda máquina fue suministrada por MAS. Este constructor holandés de maquinaria fue absorbido más tarde por Rekers Maschinen- und Anlagenbau GmbH de Spelle, Alemania, que también suministraba e instalaba el sistema de manipulación de Jonker. Todas las líneas de producción están alimentadas por un sistema transportador de salto desde donde se entrega y distribuye apropiadamente el hormigón de revestimiento y soporte. Los controles en las cámaras de endurecimiento tienen su origen en Rotho GmbH & Co. KG, que pueden contener 9.000 tablas. La producción tiene lugar en una línea sobre tablas de madera; la segunda es una línea sobre palets de producción Wasa Uniplast®. El jefe de fábrica, Michel van Bennekorn, planea pasar, en un futuro cercano, todo el sistema de producción a palets de plástico, sirviéndose de la positiva experiencia que tuvieron utilizando estos palets.

Antes de que se adquiriera el sistema Rota Cage, en Jonker Beton los bloques eran envejecidos artificialmente en un tambor convencional, que se sigue utilizando para parte de los productos. A parte de la desventaja del gran ruido cuando estaba en marcha y el



Fig. 1 JKB es conocido por sus acoples de alta calidad. La compañía continúa fabricando el Rota Cage.

Fig. 1 A JKB é conhecida pelas suas pilhas de alta qualidade; a empresa continúa a fabricar o Rota Cage.

da devido à elevada pressão do Mercado. Em 1993, Joep Kennis fundou a sua própria empresa em Budel – JKB Transporttechniek B.V. Os principais produtos da JKB são forquilhas de paletes e pilhas para gruas rolantes e pilhas especiais para empilhadoras de garfo. Além disso, a empresa assume a distribuição e venda das gruas HIAB na Holanda. A JKB apoia-se totalmente na publicidade passa a palavra e – de acordo com o proprietário e director-geral – tem existo sempre que se procura uma solução especial para o transporte e problemas de elevação. Os mercados primários Dutchman são os países Benelux, mas o seu equipamento auxiliar de alta qualidade para empilhadoras de garfo é também conhecido na Alemanha e França. Foram estabelecidos contactos com países mais distantes através de alguns clientes, por isso, os produtos JKB também podem ser encontrados, entre outros, em Marrocos e na Argélia.

Jonker Beton em Amesterdão

O primeiro Rota Cage totalmente automatizado foi fabricado em 2005 e foi entregue a Jonker Beton, onde foi colocado em funcionamento. Depois disso, oito meses de trabalho conduziram a um outro desenvolvimento e optimização do sistema. Jonker Beton tem fabricado blocos de pavimento placas em betão há mais de 50 anos tanto para uso privado como público. No seguimento da sua reconstrução há 14 anos atrás, a empresa foi novamente alargada em 2000 e agora possui uma capacidade de produção de blocos de pavimento anual de 900.000 m²; adicionalmente, os elementos de tama-

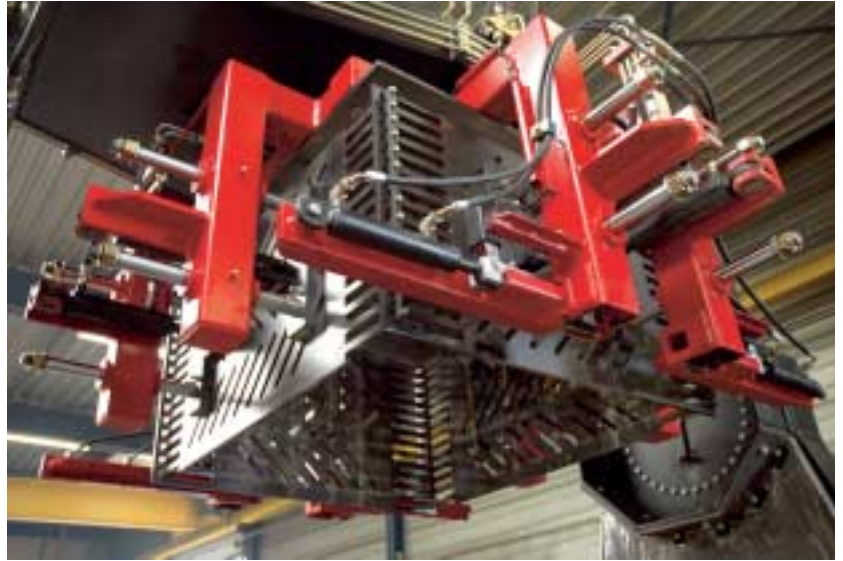


Fig. 2 El « corazón » de la instalación: la jaula actual.

Fig. 2 O « coração » da instalação: A caixa actual.

intensivo uso de personal, había otra razón que movió a Jonker Beton a investigar en un nuevo sistema de envejecimiento: al procesar losas grandes, con el proceso de tambor se incurría en un índice de artículos defectuosos de hasta un 40 %. Hoy, las losas se tratan en el Rota Cage; los formatos más pequeños continúan tratándose en el tambor convencional. El índice de losas defectuosas se redujo a menos del 5%. Siguiendo un desarrollo

intensivo y una optimización del trabajo, desde la temporada 2006 todos los elementos de gran tamaño han sido tratados generalmente en el Rota Cage.



Fig. 3 Una cadena mueve la placa base llevando el paquete de bloques hasta debajo de la jaula. Ahí es depositada en la jaula por una tabla elevadora.

Fig. 3 Uma corrente move a placa base suportando todo o bloco por baixo da caixa; lá é depositada na caixa pela mesa elevatória.



Fig. 4 La jaula entera rota alrededor de los sistemas de ejes x e y.

Fig. 4 Toda a caixa roda à volta dos eixos x e y do sistema.



El Rota Cage al detalle

Dependiendo de la concepción del conjunto de la instalación, el sistema está provisto con un alimentador automático y un sistema de traslado sobre una cinta transportadora, o de un apilador que deposita el paquete de bloque directamente en la jaula del sistema. Con este sistema, en Ámsterdam, el paquete de bloque se pone en una placa base hecha de acero. Esta tabla entonces se desplaza por un transportador de cadenas hasta que llega debajo de la jaula. Durante esta operación, la mesa circula debidamente sobre cuatro bloques de plásticos corredizos por unos raíles de acero. Esto deja que la tabla permanezca directamente en la posición deseada después de haber completado el transporte, en lugar de necesitar frenos para pararla en su posición final. Si todo el transporte fuera realizado sobre ruedas, serían necesarios unos frenos complejos.

Una vez en la jaula, la placa base y el paquete de bloque son levantados conjuntamente por una tabla elevadora; la placa entonces se acopla a la jaula. Por esta razón, la placa es encajada con cuatro grandes ganchos que entran en la caja con un raíl guía. Después, la jaula se cierra con tornillos que se aseguran con los ganchos. La tabla elevadora se mueve a la posición inicial sobre las cintas del transportador, y después empiezan los movimientos rotatorios de la jaula. Durante la rotación, se golpean los bloques entre ellos por sus cantos, haciendo que estos se « redondeen » para dar a los bloques el deseado aspecto anticuado. No se necesita ninguna herramienta de ningún tipo para este procedimiento, ya que sólo consiste en golpear los cantos de los bloques vecinos entres sí.

Cada eje es encajado con su propio motor hidráulico, pero con engranajes distintos, porque la rotación a

nho grande são fabricados em prensas de placas. Até agora, a empresa pertence ao Grupo Excluton Group, um dos maiores fabricantes de blocos de pavimento e placas bem como betão decorativo e produtos de pedra natural para design de jardins na Holanda.

Na Jonker Beton, os blocos de pavimento são fabricados em duas linhas. Uma das máquinas de blocos provem da Masa AG, a segunda máquina foi fornecida pela MAS. Este construtor de máquinas Holandês foi mais tarde adquirido pela Rekers Maschinen- und Anlagenbau GmbH em Spelle, Alemanha que também forneceu e instalou o sistema de tratamento na Jonker. Todas as linhas de produção são alimentadas por um sistema transportador a partir do qual o betão de superfície e de base é entregue e adequadamente distribuído. Os contornos nas câmaras de tratamento provêm da Rotho GmbH & Co. KG; podem alojar até 9.000 placas. A produção tem lugar em uma linha de placas de madeira; na segunda linha em paletes de produção Wasa Uniplast®. O director da instalação, Michel van Benekom, pretende converter todo o sistema de produção para paletes de plástico num futuro próximo, com base na experiência positiva que tiveram a utilizarem estas paletes.

Antes do sistema Rota Cage ter sido adquirido, na Jonker Beton os blocos eram envelhecidos artificialmente num tambor convencional, que era usado para parte dos produtos. À parte da desvantagem do elevado ruído de funcionamento e uso intenso do pessoal, havia outra razão que levou a Jonker Beton a investir num novo sistema de envelhecimento: Quando se fazia o processamento de lajes grandes, existia uma taxa de rejeição de até 40 % com o processo de tambor. Actualmente, as lajes são tratadas no Rota Cage; os formatos

lo largo del eje x debe realizarse más deprisa que la rotación a lo largo del eje y. Dos balanzas en los extremos del eje x aseguran que el « contador de masa » necesario está disponible para regular la rotación de la jaula y para dar estabilidad de sistema.

Durante el proceso de envejecimiento, los bloques permanecen en su posición en el paquete, pero no obstante se ordenan « adecuadamente » al final de la rotación. Esto se hace girando la jaula una vez más, primero 90° y luego de vuelta (en cualquier caso, de forma muy lenta), así que los bloques se deslizan por la esquina más baja, una vez más formando un paquete estrechamente empaquetado.

El tratamiento de cada paquete lleva unos cinco minutos de tiempo, la mitad del cual se utiliza puramente para la rotación del paquete. Dos minutos y medio se tienen que dejar para la manipulación, 30 segundos de ellos como « recurso ». De esta manera, pueden envejecerse un máximo de doce paquetes en una hora: cuando se ha fijado individualmente con una cinta transportadora. Generalmente el tiempo necesario depende de los productos específicos que tienen que envejecerse y del resultado deseado.

La construcción de soporte del eje con la jaula debería estar suficientemente fijada a la base (si se ancla en la placa base es suficiente). No se requiere otras medidas adicionales.

Ajuste de la medida de jaula e intensidad de envejecimiento

El espacio entre la jaula y el paquete del bloque es de gran importancia para el resultado final. Las medidas de la jaula pueden ser tan variadas, que podría haber un

de blocos mais pequenos continuam a ser processados no tambor convencional. A taxa de rejeição de lajes foi reduzida para menos de 5 % (em experiência). No seguimento de um intenso desenvolvimento e trabalho de optimização, todos os elementos de grandes dimensões têm geralmente sido tratados no Rota Cage desde a temporada de 2006.

O Rota Cage em pormenor

Dependendo da concepção da instalação num todo, o sistema tanto pode ser fornecido com um sistema de alimentação e remoção automático num tapete rolante ou um sistema de depósito de ejeção que coloca o bloco directamente na caixa do sistema. Com o sistema em Amesterdão, o bloco é colocado numa placa base feita de aço; esta mesa é então transportada pelo transportador de correntes para baixo da caixa. Durante esta operação, a mesa trabalha em quatro blocos de plástico com forma apropriada para deslizar num carril de orientação em aço. Isto permite que a mesa permaneça directamente na posição desejada depois de ter concluído o transporte, em vez de exigir travões para parar na sua posição final. Se o transporte completo fosse efectuado nos rolos, seria necessário um travão complexo.

Tendo chegado à caixa, a placa base e o bloco são levantados conjuntamente por uma mesa elevatória; a placa é então acoplada à caixa. Para tal, a placa é equipada com quatro ganchos grandes que entram na caixa através de um carril de orientação. Depois, a caixa é trancada com parafusos que se seguram através de ganchos. A mesa elevatória move-se para a posição inicial no nível do tapete rolante, depois do que os movimentos giratórios da caixa são iniciados. Durante a rotação,



Fig. 5 La placa base es encajada con cuatro ganchos (izquierda) que entran la jaula a través de una estructura. La jaula se cierra con un tornillo hidráulico.

Fig. 5 A placa base é equipada com quatro ganchos (esquerda) que entram na caixa através de uma estrutura. A caixa é trancada com um parafuso hidráulicamente operado.



Fig. 6 La esquina de la jaula al detalle: las paredes están conectadas unas con otras por engranaje; las medidas de la jaula pueden ajustarse fácilmente.

Fig. 6 O canto da caixa em pormenor: As paredes da caixa são ligadas entre si através de um perfil de engate; o tamanho da caixa pode ser facilmente ajustado.

espacio que fuera de los 4 cm a un máximo de 10 cm entre el paquete del bloque y las paredes de la jaula. El espacio se escoge según las medidas de los bloques que se tratan. Un buen consejo es que esta distancia no exceda la mitad de la longitud de los cantos de los bloques que se han arreglado en esta dirección. Esto previene a los bloques ya arreglados de « inclinarse », además de no tenerles que poner una cuña. Para adaptar la medida de la jaula se instalan arandelas de aproximadamente 1 cm de espesor en el lado de las paredes de la jaula, para empujarlas juntas. El tiempo de conversión, con dos trabajadores, es de unos 15 minutos.

Las paredes individuales de jaula están conectadas unas con otras a través de un dentado de acero entrelazado que también permite la posibilidad de desplazarlas. De esta manera, la jaula retiene una cierta medida de flexibilidad, ya que no es completamente rígida, a parte de la posibilidad de hacer variar las medidas de las jaulas.

Se escoge un programa específico dependiendo de la medida del bloque y de la edad de producto. El programa graba el número de rotaciones del eje x y el ajuste respectivo del eje y. Un programa típico, como por ejemplo el utilizado por Jonker Beton, es el siguiente: el paquete rota diez veces sobre el eje x con el eje y en posición 0°. A continuación, sin parar, hay una rotación de 90° sobre el eje y, después de la cual la jaula gira de nuevo diez veces sobre el eje x. De esta manera, al final del



Fig. 7 En Excluton (antes Jonker Beton), en Ámsterdam, la máquina fue cubierta por una caseta.

Fig. 7 Na Excluton (anterior Jonker Beton) em Amesterdão, a máquina foi fechada num armazenamento.

os blocos são empurrados uns contra os outros nos cantos, fazendo com que estes se tornem « arredondados » para dar aos blocos o aspecto antiquado desejado. Não é necessária qualquer « ferramenta » de qualquer género para este procedimento já que este consiste unicamente no batimento dos blocos vizinhos uns contra os outros.

Cada eixo é equipado com o seu próprio motor hidráulico, mas com diferentes engrenagens, já que a rotação ao longo do eixo x deve ser feita de forma muito mais rápida do que a rotação ao longo do eixo y. Dois pesos equilibrados nas extremidades do eixo c garantem que a « contra massa » exigida é disponibilizada para a regulação da rotação da caixa e para dar estabilidade ao sistema.

Durante o processo de envelhecimento, os blocos permanecem na sua posição no pacote mas no entanto, são « apropriadamente » escolhidos no final da rotação. Isto é feito girando a caixa uma outra vez, primeiro a 90° e depois de volta – contudo, a uma taxa muito lenta – para que os blocos deslizem para um canto inferior, uma vez mais formando um pacote bem apertado.

O tratamento de cada pacote leva cerca de 5 minutos, metade dos quais é apenas usado para a rotação do pacote. Devem ser permitidos 2,5 minutos para manuseamento, 30 segundos dos quais para « recorrer ». Desta forma, podem ser envelhecidos um máximo de doze pacotes numa hora – quando colocados individualmente num tapete rolante. O tempo necessário de-



Fig. 8 En Ámsterdam, actualmente los elementos de grandes dimensiones se envejecen principalmente con el sistema Rota Cage. Aquí losas 200 x 400 x 60 mm.

Fig. 8 Em Amsterdão, são actualmente envelhecidos na sua maioria elementos de grandes dimensões com o Rota Cage – neste caso lajes de 200 x 400 x 60 mm.

programa la jaula ha realizado cuatro turnos de diez rotaciones antes de volver a la posición inicial.

El número de rotaciones sobre el eje x es variable, lo que permite la posibilidad de, por ejemplo, tratar los lados largos de los bloques con una intensidad distinta a la de los lados cortos. Además, se puede integrar una « parada » a 45° del eje y, de manera que los cantos puedan procesarse de la forma deseada.

Distintos conceptos del sistema

Por el momento, están bajo consideración tres conceptos distintos del sistema. Uno es por la máquina sin cinta transportadora, para lo que un toro debería cuidarse del manejo. Un sistema que ahora opera y otro que está listo para hacerlo, están equipados con dos cintas transportadoras que circulan en una dirección. Aquí, un toro deposita el paquete de hormigón al final de la primera cinta transportadora y deja este paquete en la misma posición después de haber sido tratado. Para este concepto, no hay periodos provisionales para levantar y cargar la jaula con una apiladora. También se concibe una variante con un sistema gemelo, donde dos jaulas son arregladas en paralelo y cargadas por varias cintas transportadoras. Las jaulas entonces rotarían adecuadamente durante un tiempo escalonado, así que al final podrían surtir aproximadamente 24 cajas por hora. Los costes del sistema sin cintas transportadoras ronda los 150.000 euros; un sistema completo con cintas transportadoras y equipamiento de seguridad (barreras, etc., pero sin instalación para no levantar polvo), requiere una inversión de unos 200.000 euros.

El 90 % del polvo producido durante la rotación se « conduce » al exterior a través de ranuras previstas para ello en las paredes de la jaula, la cubierta superior y los cimientos. Otra posibilidad es proveer a la jaula con otro hoyo. Alternativamente, y esto es cómo lo ha

pende geralmente dos produtos específicos a serem envelhecidos e do resultado desejado.

A construção de suporte de carga do eixo com a caixa deve ser suficientemente fixada à base – será suficiente a ancoragem na placa base no hall ou no exterior. Não são necessárias outras medidas adicionais.

Ajuste do tamanho da caixa e intensidade de envelhecimento

A folga entre a caixa e o bloco é de grande importância para os resultados finais. O tamanho da caixa pode ser tão variado que um espaço de folga de 4 cm até um máximo de 10 cm pode permanecer entre o bloco e as paredes da caixa. A folga é seleccionada com base no tamanho dos blocos a serem tratados. Um método prático é de que esta distância não deve exceder metade do comprimento dos cantos dos blocos que são arranjados nesta direcção. Isto evita que os blocos arranjados nesta direcção se « inclinem » e evita que se tornem cuneiformes. Ajustar o tamanho da caixa pode ser feitos através da instalação de anilhas com aproximadamente 1 cm de espessura no lado das paredes da caixa para as pressionar conjuntamente. O tempo de conversão – com dois trabalhadores – é de aproximadamente 15 minutos.

As paredes da caixa individual estão ligadas entre si através de um perfil de engate nas placas de aço, o que também permite a possibilidade de as mover. Desta forma, a caixa retém uma certa medida de flexibilidade em que não é totalmente rígida, para além da possibilidade de variar o tamanho da caixa.

É escolhido um programa específico dependendo do tamanho do bloco e da idade do produto. O programa regista o número de rotação do eixo x e o respectivo ajuste do eixo y. Um programa típico, como por exemplo, usado na Jocker Beton, é o seguinte: O pacote gira dez vezes à volta do eixo x, com o eixo y na posição 0°. Este é seguido (sem interrupção) por uma rotação de 90° à volta do eixo y, depois do que a caixa é novamente rodada dez vezes em volta do eixo x. Desta forma, a caixa efectuou quatro conjuntos de dez rotações até ao final do programa, antes de retornar à sua posição inicial.

O número de rotações em volta do eixo x é variável, permitindo por isso a possibilidade de, por exemplo, tratar os cantos mais longos dos blocos com diferente intensidade do que os cantos mais curtos. Além disso, pode ser integrada uma « paragem » a 45° do eixo y para que os cantos possam ser processados da forma pretendida.

Conceitos de sistemas diferentes

Actualmente, estão a ser consideradas três concepções do sistema: Uma é para a máquina sem os tapetes rolantes, para o que uma empilhadora trataria do manuseamento. O sistema agora em funcionamento e outro sistema que está pronto para entrega, estão equipados com dois tapetes rolantes alimentadores que correm numa direcção única.

Aqui, uma empilhadora deposita o bloco no final do primeiro tapete rolante e retira este pacote na mesma



Fig. 9 Las diferencias entre los bloques pueden verse después de un año en el área de prueba.

Fig. 9 As diferenças entre os blocos na área de amostra podem ser vistas mesmo depois de um ano de utilização.

hecho Jonker Beton, puede barrerse el suelo al final de la producción. En Ámsterdam el sistema se ha instalado fuera de la sede y se cubre con una caseta para reducir el polvo en el patio de almacenaje. También es importante que los bloques no estén demasiado húmedos.

Ventajas y perspectiva

Un segundo sistema Rota Cage fue vendido recientemente a una planta en Inglaterra y otro está actualmente funcionando en Canadá, donde las pruebas se llevan a cabo en una planta. En una instalación ahora están progresando dos pruebas con ladrillos.

Dependiendo del camino, se apilan y puede procesarse el número de capas de los bloques pequeños. En cualquier caso, en los bloques pequeños que no están apilados entrelazados por una capa, la posibilidad de poner cuñas a los bloques en los paquetes es demasiado alta. Otro punto importante a considerarse es la forma en que los bloques son empaquetados. Por ello la viabilidad de implementación del sistema debería siempre probarse cuidadosamente.

Otra ventaja del envejecimiento en el sistema Rota Cage, es que no se exige ningún tipo de embalaje manual que emplee mucho tiempo al procesarse y repartirse los bloques de diferentes medidas. Los bloques se pueden tratar tal cual llegan de la producción.

El sistema puede ponerse en marcha por sólo una persona. Es importante que el usuario se familiarice con el sistema y tenga un conocimiento detallado del producto que va a envejecer. El programa de almacenaje escogido depende de la medida, la composición del amasado y la edad de los bloques. El sistema de control es de Siemens, y las posiciones de los ejes y el número de rotaciones alrededor del eje x apropiado, pueden determinarse dependiendo de las necesidades. Los desarrollos de la máquina desde luego son manuales cuando se instala el sistema y se programa el número de ciclos de tratamiento. De esta manera, los productos del fabricante y sus deseos respecto al aspecto que quiere obtener, pueden determinarse en ciclos adecuados de pruebas y almacenados en un pequeño programa.

posição após este ter sido tratado. Para esta concepção, não existem períodos internos para elevar e carregar a caixa pela empilhadora. Uma variante com um sistema idêntico é também concebível, onde são arranjadas duas caixas em paralelo e são então carregadas por vários tapetes rolantes. As caixas iriam então girar aproximadamente em tempos alternados para que o desempenho final pudesse atingir aproximadamente 24 embalagens por hora. Os custos para o sistema de desmontagem sem tapetes rolantes rondam os cerca de 150.000 EUR; um sistema completo com tapetes rolantes e equipamento de segurança (barreiras, etc.; mas sem usar instalação de despoeiramento), exige um investimento na ordem dos 200.000 EUR.

90 % do pó produzido durante a rotação é « conduzido » para o exterior através das ranhuras existentes para o efeito nas paredes da caixa, a tampa superior e a laje de fundação. Fornecer a caixa com um fosso adequado é também outra possibilidade. Alternadamente – e isto é como é tratado na Jonker Beton – o chão pode ser varrido para ficar limpo por altura do final da produção. O sistema em Amesterdão está instalado no exterior do local e está situado num armazém para reduzir a criação de pó na zona envolvente. É também importante que os blocos não fiquem demasiado húmidos.

Vantagens e aspecto

Recentemente foi vendido um segundo sistema Rota Cage a uma instalação em Inglaterra; actualmente existe também outro sistema Rota Cage a funcionar no Canadá, onde estão a ser efectuados testes numa instalação. Estão actualmente a serem efectuados dois testes com tijolos em uma instalação.

Dependendo da forma como são empilhados e o número de camadas, podem ser processados pequenos blocos. Contudo, os blocos pequenos que não foram empilhados e encaixados por camada, existe a possibilidade bastante elevada de inserção dos blocos na embalagem. Outro ponto importante a ser considerado é a forma como os blocos são embalados. A fiabilidade de implementação do sistema deve por conseguinte ser sempre cuidadosamente testada.

Otra vantagem do envelhecimento no Rota Cage é que não existe um desperdício de tempo na escolha e embalamento manual quando se processam e entregam blocos de diferentes tamanhos. Os blocos podem ser processados conforme chegam da produção.

O sistema pode ser operado por apenas uma pessoa. É importante que o utilizador se familiarize com o sistema e que tenha um conhecimento profundo do produto a ser envelhecido. O programa guardado escolhe de acordo com o tamanho, composição da mistura e idade dos blocos. O sistema de controlo é da Siemens, e as posições dos eixos e o número apropriado de rotação em volta do eixo x pode ser determinados dependendo das exigências. Os responsáveis pelo desenvolvimento da máquina estão, obviamente, presentes quando o sistema é instalado e quando é programado o número de ciclos de tratamento. Desta forma, os produtos de determinado fabricante e os seus desejos relativamente

Digno de mención es la diferencia del ruido producido comparado con el ruido generado por tambores convencionales. Los valores registrados para un ciclo en el sistema rota estaban entre 90 y 95 dB.

Hace más de un año, Jonker Beton puso áreas de muestra de bloques envejecidos para que se vieran las diferencias. En un área, unos bloques eran arreglados convencionalmente junto a bloques envejecidos en Rota Cage. La diferencia es visible hasta hoy (Fig. 9): los cantos y esquinas de los bloques están « redondeadas », las superficies se mantienen prácticamente intactas y libres de daños. Por otro lado, en los bloques tratados en tambores convencionales, las rayadas y el polvo adherido aún eran visibles incluso después de haberse tratado. A los clientes del fabricante holandés, se les da la oportunidad de comparar el acabado de los productos in situ y decidir qué sistema de envejecimiento prefieren. Su decisión es, desde luego, siempre subjetiva por naturaleza y por cuestiones de gustos personales.

ao aspecto que pretende obter, podem ser determinados nos ciclos de teste apropriados e guardados num pequeno programa.

Digno de se fazer nota é a diferença de desenvolvimento de ruído se comparado com o ruído gerado pelos tambores convencionais. Os valores registados para um ciclo no Rota Cage encontram-se entre os 90 e 95 dB.

Há mais de um ano que a Jonker Beton colocou referências nos blocos envelhecidos. Numa área, os blocos convencionalmente deslocados com ruídos foram colocados próximos a blocos envelhecidos no Rota Cage. A diferença é visível à luz do dia (Fig. 9): Os cantos e extremidades dos blocos estão « arredondados », as restantes superfícies dos blocos estão largamente intactas e sem danos. Nos blocos alterados nos tambores convencionais, por outro lado, foram visíveis arranhões e pó que aderiu enquanto os blocos estiveram ribombantes. Os clientes do fabricante holandês têm por isso a oportunidade de aqui comparar os produtos finais e decidirem sobre qual o sistema de envelhecimento que preferem. A sua decisão é obviamente, sempre subjetiva em natureza e é uma questão de escolha pessoal.

Martina Borghoff, Bielefeld

Producción Perfect – Monolítica Fabricación de piezas de base de pozos en Haba Beton en Teising

Perfect – Monolítico Fabrico de secção base de poços de inspecção na Haba Beton em Teising

Direcciones/Morada

Haba Beton
Johann Bartlechner KG
Langschwert 72
84518 Garching/Germany
Tel.: +49 8634 6240-0
Fax: +49 8634 6240-50
info@haba-beton.de
www.haba-beton.de

Werk Teising:
Holzhauser Str. 16
84576 Teising/Germany
Tel.: +49 8633 50964-0
Fax: +49 8633 50964-50
teising@haba-beton.de

Schlüsselbauer Technology
GmbH & Co. KG
Hörbach 4
4673 Gaspoltshofen/Austria
Tel.: +43 7735 7144-0
Fax: +43 7735 7144-55
sbm@sbm.at
www.sbm.at

www.perfectsystem.eu

Es ampliamente conocido que la fabricación a medida de piezas de base de pozos es una fase crítica de la producción. Cada elemento es distinto, de ahí que el uso del término « producción en masa » para referirse a este proceso esté fuera de lugar. Hace algún tiempo, Schlüsselbauer Technology GmbH & Co. KG había desarrollado una inteligente solución de producción automatizada. Entre otras compañías en la industria, Johann Bartlechner KG (Haba Beton), con sede en Teising, ha estado utilizando exitosamente este llamado proceso Perfecto de producción durante año y medio aproximadamente. Razón suficiente para mirar la producción más de cerca y preguntar a los propietarios sobre su experiencia.

En 1912 Mathias Bartlechner fundó Haba Beton en el sur de Alemania. Incluso en esa época, la compañía ya había estado fabricando tuberías de hormigón a parte de su negocio principal, el comercio de carbón. En la generación siguiente, la compañía regentada y dirigida por Johann Bartlechner entró en una nueva línea de negocio (la actividad de expediciones de carga establecida en ese periodo se considera la fundación de la flota de vehículos que hoy tiene la compañía). Desde 1967, la

É largamente sabido que o fabrico de secções base de poços de inspecção feitas à medida é uma etapa crítica na produção. Cada elemento é diferente, daí que o uso do termo « produção em massa » para referir este processo esteja fora de questão. Há alguns anos atrás a Schlüsselbauer Technology GmbH & Co. KG desenvolveu uma solução de produção automatizada inteligente. Entre outras empresas no ramo, a empresa baseada em Teising, Johann Bartlechner KG (Haba Beton) tem usado com êxito este denominado processo de produção Perfect há pouco mais de ano e meio. Razão bastante para olhar para a produção de forma mais atenta e perguntar as proprietários sobre as suas experiências.

A Haba Beton foi fundada em 1912 por Mathias Bartlechner no Sul da Alemanha. Mesmo nessa altura, a empresa já tinha fabricado tubagens em betão para além da sua actividade principal, comércio de carvão. Na geração seguinte, a empresa detida e gerida por Johann Bartlechner, entrou numa nova linha de negócio – a actividade de transporte de cargas estabelecida neste período é considerada a base da actual frota de veículos da própria empresa. Desde 1967 que a terceira geração – Johann Bartlechner e a sua mulher Gisela – têm gerido o negócio. Em 1970 empregavam sete pessoas. Desde então, a empresa tem estado em contínua expansão. Hoje, Gisela Bartlechner e os seus dois filhos, Johann e Franz, empregam aproximadamente 300 pessoas em sete locais de produção.

A Haba Beton produz tubagens de betão, portas de inspecção, secções base de inspecção e reservatórios na sua sede em Garching, e nas suas instalações de Teising, Aichstetten e Türkheim (todas situadas no Sul da Alemanha), bem como em Grosssteinberg (perto de Leipzig) e em Nussdorf na Áustria. Numa outra fábrica da família, situada em Tüßling, é usada uma linha de produção Omag para fabricar paralelepípedos de betão prémio. Esta instalação de produção está a ser alargada – actualmente encontra-se em construção mais outra ampliação da fábrica. Nos próximos meses, será instalado um Segundo ciclo de produção, com uma nova instalação a ser fornecida pela Masa AG Andernach. De acordo com Johann Bartlechner, todavia, os principais produtos oferecidos pela empresa são elementos de betão para utilização na construção civil.



Fig. 1 Área de almacenaje de Teising. En Haba Beton, el color rojo se aplica a las piezas de base de pozos de hormigón de alta prestación (C60/75) para reconocer fácilmente la línea de producto.

Fig. 1 Zona de armazenamento em Teising: Na Haba Beton, aplica-se o vermelho às secções base de poços de inspecção em betão de elevado desempenho (C60/75) de modo a facilmente reconhecer a linha de produto prémio.

(Figuras: Redakção BFT INTERNACIONAL)

tercera generación – Johann Bartlechner y su esposa Gisela – ha estado dirigiendo el negocio. En 1970 emplearon a siete personas. Desde entonces, la compañía se ha ido expandiendo continuamente. Hoy día, Gisela Bartlechner y sus dos hijos, Johann y Franz, tienen contratadas aproximadamente a 300 personas en siete puntos de producción.

Haba Beton produce tubos de hormigón, pozos, piezas de base de pozos y recipientes en su oficina central en Garching, y en las sedes de Teising, Aichstetten y Türkheim (todas en el sur de Alemania), así como en Grosssteinberg (cerca de Leipzig) y en Nussdorf (Austria). En otra fábrica regentada por la familia, situada en Tüssling, una línea de producción Omag se utiliza para fabricar adoquines de hormigón complementarios. Esta facilidad de producción se está expandiendo: actualmente se está construyendo otra ampliación de la fábrica. Durante los próximos meses, se colocará un segundo ciclo de producción, con la nueva instalación entregada por Masa AG Andernach. Según Johann Bartlechner, en cualquier caso, los productos principales ofrecidos por la compañía son elementos de hormigón para ser utilizados en ingeniería civil.

Para el segmento de negocio del alcantarillado, durante mucho tiempo Haba Beton había buscado oportunidades para mejorar la calidad del producto acabado y crear condiciones de trabajo más favorables para los trabajadores. En el 2005, la compañía finalmente decidió utilizar el sistema de producción Perfect, que se presentó primero en el Bauma 2004 por su suministrador austriaco, Schlüsselbauer Technology GmbH & Co. KG. Siguiendo una detallada planificación, se construyó en Teising, para crear un entorno óptimo para la operación de un sistema completamente nuevo. La planta se instaló el verano. Desde Octubre de 2005, las piezas de base monolíticas de pozos se han fabricado en este sistema. Durante este periodo, Haba Beton y el suministrador del sistema, Schlüsselbauer, han colaborado muy estrechamente, para beneficio de ambas compañías.

Horma negativa como factor crucial

Utilizando el diseño de una pieza de base de pozos como referencia, este artículo dibuja el ciclo completo de producción. Antes de cualquier actividad productiva, se tiene que hacer un ejercicio de diseño: sobre la base de la definición de los parámetros subyacentes – es decir, el número, la posición y el diámetro de entradas y salidas –, se puede preparar un dibujo exacto de la pieza. El software que se requiere ha sido desarrollado por Schlüsselbauer. Después de la aprobación del diseño por parte del cliente, estos datos se introducen en el proceso de fabricación.

Durante el proceso, a cada elemento se le pone una etiqueta adhesiva de producción indicando todos los parámetros subyacentes relevantes pertenecientes al elemento específico del pozo. Esta etiqueta también contiene información como el número de posición, el nombre del cliente y el lugar de la obra, además de características sobre el hormigón.

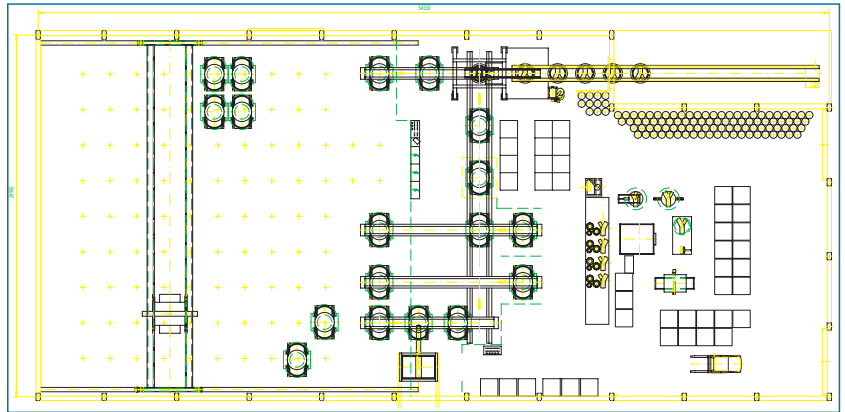


Fig. 2 Visión de conjunto del ciclo productivo de Teising. Las imágenes muestran el área para almacenaje y procesamiento de EPS, las áreas de montaje y hormigonado, la instalación de almacenajes y el área para quitar el molde y finalizar.

Fig. 2 Vista geral do ciclo de produção de Teising. A imagem mostra a área para armazenamento e processamento, áreas de instalação e betonagem, a instalação de armazenamento e a área para remoção de forma e acabamento.

Para o segmento de negócio das portas de inspeção, a Haba Beton há muito que tem procurado actividades para melhorar a qualidade dos produtos finais e para criar condições de trabalho mais favoráveis para os funcionários. Em 2005, a empresa decidiu finalmente usar o sistema Perfect, o qual foi apresentado pela primeira vez na bauma 2004 pelo seu fornecedor austriaco, a Schlüsselbauer Technology GmbH & Co. KG. Seguindo um detalhado exercício de planeamento, foi construído em Teising um novo edifício de produção de um sistema totalmente novo. A fábrica foi instalada no verão. Desde Outubro de 2005 que têm fabricado secções base de poços de inspeção monolíticas no sistema. Ao longo deste período, a Haba Beton e o fornecedor do sistema, a Schlüsselbauer, têm estado em estreita colaboração – para benefício de ambas as empresas.

Forma negativa como factor crucial

Utilizando o design de uma secção base de poço de inspeção como base, este artigo resume o ciclo de produção completo. Antes de qualquer actividade de produção, foi efectuado um exercício de design: Com base na



Fig. 3 Etiqueta con información detallada pegada en una pieza de base de pozos desde el principio de la producción hasta el montaje final.

Fig. 3 Etiqueta com informação detalhada anexada a uma secção base de poço de inspeção desde o início da produção até à montagem final no local.



Fig. 4 El área de «almacenaje de moldes» con módulos básicos hechos de espuma de poliestireno.

Fig. 4 A zona de «armazenamento de molde» com módulos básicos feitos de espuma de poliestireno.

En el primer paso para producir una pieza de base de pozos Perfect, se fabrica el molde, que es de espuma de poliestireno (EPS). Durante el proceso de producción, esta pieza actúa como un elemento de recorte, definiendo la forma de la disposición final del desagüe. Dependiendo del tipo, el diámetro y la posición de entradas y salidas, puede necesitarse un número variable de piezas que se encolan juntas para crear el elemento de recorte. Un cierto número de elementos básicos son suficientes para dar forma a cualquier configuración concebible de desagüe.

Se utilizan unas cuantas «sierras» para cortar el material a medida (de hecho, son alambres calientes que separan el material). Se utiliza un alambre lineal sobre una mesa de corte para simples operaciones de cortar a medida. En cualquier caso, se necesitan cortes adicionales más complejos. Por ejemplo, se necesita un



Fig. 5 Alambres calientes cortan los elementos EPS a medida de acuerdo con los requisitos – en este caso, para la producción de conexiones tridimensionales con formas redondas.

Fig. 5 Fios quentes cortam os elementos EPS para ficarem à medida de acordo com as necessidades – neste caso, para a produção de conexões tridimensionais e de forma redonda.

definição dos parâmetros subjacentes, ou seja, o número, a posição e o diâmetro das entradas e saídas, pode ser preparado um esquema exacto da secção base. O software necessário foi desenvolvido pela Schlüsselbauer. Depois da aprovação do design pelo cliente, estes dados são introduzidos no processo de fabrico.

Ao longo do processo, cada elemento é equipado com uma etiqueta adesiva de produção, que indica todos os parâmetros subjacentes relevantes para o elemento de inspecção específico. Esta etiqueta também contém informação como o número de posição, o nome do cliente e o local de construção e as características de categoria de betão.

Na primeira etapa para produzir uma secção base de poço de inspecção Perfect é fabricado o molde que é composto por espuma de poliestireno (EPS). Durante o processo de produção, esta peça actua como um elemento de cobertura, definindo a forma do aspecto do tubo final. Dependendo do tipo, diâmetro e posição das entradas e saídas, pode ser necessário um variado número de peças individuais que são coladas para criar um elemento de cobertura. Um determinado número de elementos básicos é suficiente para formar qualquer configuração de tubos imaginável.

São usadas várias «serras» para cortar o material para ficar à medida (na verdade, estas são fios de aquecimento que separam o material). É usado um fio linear numa mesa de corte para operações de corte ao comprimento simples. Contudo, são necessários mais cortes complexos, adicionalmente. Por exemplo, uma área de contacto com uma curvatura bidimensional é necessária para ligar uma saída inclinada a uma entrada. O corte necessário será ainda mais modificado dependendo da altura em que a entrada será conectada. É usada uma serra de corte de fio de aquecimento ainda mais complexa para criar esta zona de contacto. Esta ferramenta está equipada com vários fios em formas adequadas.

Estão disponíveis fios de aquecimento adicionais, em vários designs, para efectuar os cortes necessários como resultado do design do elemento de inspecção. Para isso, a complexa unidade de controlo transfere os dados necessários para a serra utilizada. Em cada serra, o operador da instalação visualiza num touchscreen qual o elemento de tubagem a ser cortado de que tipo de elemento básico e o número da posição da secção base de poço de inspecção ao qual esta peça individual será atribuída. É usada uma mesa para juntar as peças individuais pré-fabricadas e para as ligar utilizando uma pistola de cola.

Esta mesa de trabalho tem um formato redondo na sua superfície que é equivalente ao diâmetro interno da secção base, junto com uma escala Gon para que o fabrico das posições das entradas e saídas individuais possam ser visualmente inspeccionados. Para verificar o layout do tubo foi instalado um sistema a laser acima da mesa que projecta os eixos centrais dos tubos em cima da mesa. Esta é apenas outra possibilidade para monitorizar a posição dos tubos.

Além disso, estas formas negativas são equipadas com elementos de ligação, que, por sua vez, estão equi-

área de contacto con curvatura bidimensional para conectar una salida curvada a una entrada. El corte requerido se modificará más dependiendo de la altura a la que la entrada tiene que conectarse. Para crear esta área de contacto, se necesita una sierra más compleja para cortar alambre caliente. Esta herramienta se encaja con varios alambres en formas apropiadas.

Hay disponibles varios diseños de alambres calientes adicionales para realizar los cortes que exige el resultado del diseño del elemento del pozo. Con esta intención, la compleja unidad de control transmite los datos requeridos a la sierra utilizada. El operario de la instalación ve en una pantalla táctil, para cada sierra, qué elemento de desagüe tiene que cortarse y el número de posición de la pieza base para hueco a la que tiene que asignarse cada pieza individual. Se utiliza una mesa para unir las piezas individuales prefabricadas y pegarlas utilizando una pistola de cola.

Esta mesa de trabajo tiene un círculo dibujado en su superficie que equivale al diámetro interior de la pieza base, y junto a una escala gon puede inspeccionarse visualmente la fabricación de las posiciones de las entradas y salidas individuales. Para controlar la disposición del desagüe, se ha instalado un sistema láser sobre la mesa que proyecta los ejes centrales de los desagües encima de la mesa. Esta es sólo otra posibilidad para hacer un seguimiento la posición de los desagües.

Además, estas formas negativas se encajan con los elementos de conexión que, a su vez, se encajan con el correspondiente sello de goma si es necesario. Como resultado, la forma final puede adaptarse a cualquier tipo de tubería de conexión (gres, hormigón, etc.). A cada elemento de recorte fabricado en este proceso se le da el número de posición del pozo correspondiente, y consecuentemente se guarda en un área de almacenaje interna.

Preparación de moldes

En las instalaciones de producción de Teising, hay disponibles unas 100 hormas de acero, que son preparadas para acoger la producción de un día (funcionamiento de un turno), llenas de hormigón y almacenadas para endurecerse. El desmoldeo se realiza después de un periodo de almacenaje de 24 horas, al día siguiente de la producción. En teoría, la horma podría también sacarse después de siete u ocho horas, que permitirían el funcionamiento de dos turnos.

El molde de acero de una pieza base para huecos tiene dos caparzones esféricos montados sobre una plataforma de moldes. La pieza se produce en una posición girada 180 grados respecto al montaje final; o sea, al revés. El núcleo interno está diseñado como elemento de expansión, y se le aplica un forro de goma para conseguir una calidad de superficie incluso mejor.

El núcleo interior de la horma tiene forma de cono, y el elemento de recorte está cortado a una medida oblicua a la superficie del elemento final del pozo. Esto asegura la inclinación exigida de la pieza base. El elemento de recorte prefabricado se monta arriba del núcleo interno y se aguanta por piezas cimbradas.



Fig. 6 Uniendo las hormas negativas a los desagües.

Fig. 6 Juntar a forma negative aos tubos.

pados com os selos de borracha apropriados, se necessário. Como resultado, a forma final pode ser adaptada a qualquer tipo de tubagem de ligação (grés, betão, etc.). Cada elemento de cobertura fabricado neste processo é atribuído com um número de posição da porta de inspeção relevante e subsequentemente mantido e armazenado numa zona de armazenamento provisória.

Preparação da cofragem

Na fábrica de produção de Teising, estão disponíveis cerca de 100 formas de aço, as quais estão preparadas para acomodar a produção de um dia (funcionamento de um turno), cheias com betão e armazenadas para tratamento. A cofragem é removida dos elementos após um período de armazenamento de 24 horas, ou seja, no dia seguinte ao da produção. Em teoria, a forma também poderia ser removida depois de sete ou oito horas, o que iria permitir o funcionamento do segundo turno.

A cofragem de aço de uma secção base de poço de inspeção é composta por dois revestimentos esféricos montados numa plataforma de cofragem. A porta de verificação é produzida numa posição virada em 180 graus se comparada com a montagem final, ou seja, invertida. O núcleo central é concebido como um elemento expansível e é aplicado um calço de borracha para que se obtenha uma qualidade de superfície ainda melhor.

O núcleo central da forma é cónico, e o elemento de cobertura é cortado à medida obliquamente na superfície do elemento de porta de inspeção final. Isto garan-



Fig. 7 Molde abierto antes de insertar el elemento de recorte.

Fig. 7 Cofragem aberta antes da inserção do elemento de cobertura.

Las juntas entre el elemento de recorte y la horma de acero también se tapan para evitar la aparición de cualquier canto indeseado durante los siguientes pasos del proceso. Esto podría no ser necesario, pero en Haba Beton se ha convertido en un procedimiento rutinario por razones de calidad.

Cuando se prepara el molde, una pantalla táctil hace que el sistema sea fácil de regular por el operario:

te a inclinação necessária da secção base. O elemento de cobertura pré-fabricado é montado no topo do núcleo interior e mantido na posição por peças de centralização.

As juntas entre o elemento de cobertura e a forma de aço são também mascaradas para evitar a ocorrência de qualquer borda indesejada durante as etapas seguintes do processo. Isto não seria necessariamente exigido mas tornou-se num procedimento de rotina na Haba Beton, por motivos de qualidade.

Quando se prepara a cofragem, o sistema é facilmente controlado pelo operador através de um touch-screen: A secção base relevante é mostrada conforme previsto na sequência de produção para que possa ser excluída qualquer possibilidade de confusão. Esta etapa fornece uma oportunidade adicional de verificar a posição e dimensionar os tubos.

As etapas de produção seguintes são então determinadas na unidade de controlo do sistema geral. Por exemplo, parece razoável preparar as formas totalmente mas armazená-las até serem necessárias para a produção actual de portas de inspeção. Isto dá a opção de usar tempo de processamento curto das secções base simples para criar um « amortecedor » em termos de elementos em stock ou de preparar formas intermédias que são necessárias para uma etapa tardia para uma categoria de betão diferente. Uma grua portal situada na zona de armazenamento do edificio da fábrica, recoloca automaticamente a cofragem, movendo assim as peças



Fig. 8 Los moldes se desplazan con transportador de cadena desde el desmoldado al moldeado, y luego a la estación de hormigonado.

Fig. 8 Os moldes são transportados através de um transportador de corrente desde a desmoldagem à moldagem e depois para a secção de betonagem.



Fig. 9 Grúa portal para el transporte de hormas rellenas con hormigón o preparadas para la producción.

Fig. 9 Grua portal para o transporte de formas cheias com betão ou preparadas para produção.



Fig. 10 Esparcidora de hormigón con dos salidas. La inserción de estas mangas previene que entre demasiado aire en el hormigón.

Fig. 10 Espalhador de betão com duas saídas. A inserção destes canos inclinados evita que se armazene muito ar no betão.

la pieza base pertinente se muestra como programada en la secuencia de producción, lo que excluye cualquier posibilidad de confusión. Este paso ofrece una oportunidad extra para comprobar la posición y la medida de los desagües.

Los siguientes pasos de la producción están determinados en la unidad de control del sistema en conjunto. Por ejemplo, parece completamente factible preparar hormas pero para almacenarlas hasta que sean necesarias para la producción de la pieza de pozo real. Esto proporciona las opciones de agotar el corto tiempo de procesamiento de las piezas base para crear una « memoria » en términos de elementos en stock, o de preparar hormas intermedias que son requeridas en una fase posterior para distintos grados de hormigón. Una grúa portal situada en el área de almacenaje de la fábrica reubica automáticamente los moldes, moviendo las piezas base hasta la posición requerida junto a las hormas de pozo.

Relleno del molde

En el siguiente paso, varios transportadores de cadena llevan la horma preparada para la colocación de hormigón hasta la estación de relleno. Se utiliza hormigón autocompactante para fabricar las piezas de base de pozos. La estación de colada de hormigón también fue diseñada por Schlüsselbauer. Un rasgo especial son dos pequeñas mangas de longitud ajustable encajadas a la esparcidora.

de cofragem inferiores para a posição necessária em conjunto com as formas de portas de inspeção.

Enchimento da cofragem

Na próxima etapa, vários transportadores de corrente movem a forma preparada para a colocação de betão na estação de enchimento. O betão auto compactado é usado para fabricar as secções base de poços de inspeção. O espalhador de betão também foi concebido pela Schlüsselbauer. Uma característica especial são os dois « canos inclinados » pequenos e de comprimento ajustável equipados no espalhador.

Numa primeira etapa, os dois canos inclinados são relativamente movidos para dentro da forma, enchem a forma da porta de inspeção no lado esquerdo e direito da saída e são elevados novamente no curso da colocação do betão. Isto minimiza a entrada de ar no betão e previne a segregação. Para além disso, as duas saídas laterais evitam que o betão bata no elemento de cobertura no seu centro durante a colocação. Se não for este o caso, o elemento pode ser danificado. Dependendo da secção base específica, a quantidade de betão necessária é determinada e controlada de forma automática. Durante a colocação do betão, a forma é gentilmente retrocedida e avançada para garantir um enchimento uniforme. Demora cerca de dois minutos e meio a encher uma forma.

A Haba Beton utilizou uma série de recursos internos para desenvolver uma forma adequada para o SCC mas também consultou uma equipa da Universidade Técnica de Munique. « Primeiro de tudo, o nosso pessoal teve de aprender como lidar com o SCC. É óbvio que é também um tipo de betão mas as propriedades de processamento do material são diferentes do que temos usado até aqui », afirmou Johann Bartlechner. « Instalámos a fábrica de batentes mesmo próximo da linha de produção para evitar longas rotas de transporte interno.»

Remoção da cofragem e acabamento da porta de inspeção

A grua portal transporta automaticamente os elementos tratados para a unidade de remoção da cofragem. Um dos funcionários remove manualmente a forma e afrouxa a peça expansível do núcleo. Depois, o elemento porta de inspeção pode ser facilmente retirado da forma por elevação. A garra concebida para efectuar esta operação vira a porta de inspeção e coloca-a num transportador, que a desloca até à estação de acabamento.

Na última etapa de produção, o elemento de cobertura é cortado: O operador usa um fio de corte para criar « vazios ». Depois desta etapa, a espuma de poliestireno pode ser facilmente retirada. O transportador desloca então a porta de inspeção acabada para fora do edifício da fábrica. Uma empilhadora transporta o elemento para a zona de armazenamento externa.





Fig. 11 Transportador de salida.
Fig. 11 Transportador do retira.



Fig. 12 Estación de girado de pozos.
Fig. 12 Estação de curvatura da porta de inspecção.

En un primer paso, las dos mangas se mueven relativamente a una buena profundidad dentro del molde, lo llena a los lados derecho e izquierdo de la salida, y se mueven de nuevo hacia arriba durante la colocación de hormigón. Esto minimiza la incorporación de aire en el hormigón y previene la segregación. Además, dos salidas de lado previenen al hormigón de golpear el elemento de recorte en el centro durante su colocación.

Si no fuera el caso, el elemento podría dañarse. Dependiendo de la pieza base específica, la cantidad de hormigón necesaria está determinada y controlada automáticamente. Durante la colocación del hormigón, la horma se mueve suavemente hacia delante y hacia atrás para asegurar un relleno uniforme. Se tarda sobre dos minutos y medio para llenar un molde.

Haba Beton utilizó muchos recursos internos para desarrollar una fórmula adecuada al hormigón autocompactante, pero también consultó a un equipo de la Universidad Técnica de Munich. « Primero de todo, nuestra gente tuvo que aprender cómo tratar con el hormigón autocompactante. Desde luego que también es un tipo de hormigón, pero las propiedades del procesamiento del material son distintas de las que hemos utilizado antes », dice Johann Bartlechner. « Hemos montado la instalación de dosificación junto a la línea de producción para evitar largas rutas de transporte internas ».

Desmoldeo y acabado de elemento base

La grúa portal transporta automáticamente los elementos endurecidos a la unidad de desmoldeo. Uno de los empleados abra el molde manualmente y afloja la pieza del núcleo expandida. Entonces el elemento del pozo pudo levantarse fácilmente fuera del molde. El brazo

Qualidade

De forma a avaliar a resistência à abrasão das secções base de pozos de inspecção Perfect, foi utilizado o método de teste de oscilação Darmstadt. Aos 100.000 ciclos de carga, o grau de desgaste encontrava-se dentro da linha habitual registada para as tubagens de betão. Depois de 200.000 ciclos de carga, contudo, as secções base monolíticas mostraram um grau de abrasão inferior ao registado para as portas de inspecção de linha grés. « Presumivelmente, a abrasão significativamente inferior deve-se em particular, à elevada qualidade da superfície do elemento: Não existem de todo quaisquer turbulências, contrariamente ao observado, por exemplo, nas juntas das linhas usadas em produtos alternativos.

A qualidade das secções base fabricadas neste processo é realmente muito elevada. Mas continuamos a esforçarmo-nos em vender os produtos. É claro que é nosso objectivo persuadir as autoridades contratantes a especificarem as nossas secções de base Perfect », afirmou Johann Bartlechner. « A produção convencional exige demasiado trabalho e também envolve imenso stress físico e esforço dos funcionários envolvidos. Existem muitas fontes de erro e, em muitos casos, os layouts de tubos complexos não podem ser produzidos pelo que o trabalho adicional necessita de ser efectuado no local. Também as entradas e saídas inclinadas não podem ser fabricadas pelo método de pressão de vibração que é utilizado para o elemento porta de inspecção central. Isto teria de ser cinzelado e acabado. Todos estes pontos falam a favor da produção monolítica », acrescenta Johann Bartlechner. « Até agora, temos fornecido todas as secções base Perfect a partir de Teising, o que limita é claro o nosso alcance de mercado. Mas

diseñado para realizar este trabajo le da la vuelta a la pieza y la pone sobre un transportador, que lo lleva a la estación de acabado.

En el último paso de la producción, el elemento de recorte se recorta: el operario utiliza un alambre cortante para crear « vacíos ». Después de este paso, la espuma de poliestireno puede sacarse fácilmente. El transportador se lleva entonces el pozo ya finalizado fuera de la fábrica. Un toro transporta el elemento al área externa de almacenaje.

Calidad

Para evaluar la resistencia de abrasión de las piezas de base de pozos de producción Perfect, se utilizó el método de prueba para rocas de Darmstadt. A 100.000 ciclos de carga, el grado de desgaste estaba dentro de los parámetros habituales registrados para tuberías de hormigón. Después de 200.000 ciclos, en cualquier caso, la pieza de base monolítica mostraba un grado más bajo de abrasión que el documentado para pozos revestidos de gres. « Presumiblemente, la abrasión menos significativa se debe especialmente a la alta calidad de la superficie del elemento: no hay ninguna turbulencia, a diferencia de esas que, por ejemplo, utilizaban productos alternativos en las juntas de los forros. La calidad de las piezas base fabricadas en este proceso realmente es muy alta. Pero aún tenemos que dedicar mucho esfuerzo a vender los productos. Desde luego este es nuestro propósito, convencer a las autoridades contratantes que precisan nuestras piezas base de producción Perfect », dice Johann Bartlechner. « La producción convencional está muy lejos de la intensidad laboral, y también implica mucho estrés físico y presión sobre los empleados implicados. Hay muchas fuentes de los errores y, en muchos casos, no se pueden producir trazados complejos de alcantarillado y se necesita hacer trabajos adicionales in situ. También, las entradas y salidas inclinadas no pueden fabricarse por el método de vibración de presión utilizado para elementos base de pozos. Éstas tendrían que tallarse fuera y finalizarse. Todos estos puntos hablan a favor de la producción monolítica », añade Johann Bartlechner. « Hasta ahora, hemos estado suministrando todas las piezas de base de producción Perfect desde Teising, lo que por supuesto limita nuestro mercado. Pero ya estamos pensando en invertir en otra línea de producción en otra sede. Ofreciendo una calidad tan alta, ciertamente podremos convencer a clientes de otras regiones de Alemania », concluyen los miembros de la familia Bartlechner.

Conclusión

La calidad de la superficie es realmente muy alta, y no puede compararse con la calidad de pozos producidos utilizando un método convencional. De nuevo en el bauma 2007, los visitantes fueron muy positivos con el stand montado por Schlüsselbauer, el suministrador austriaco del sistema, que presentaba una enorme pared para exhibir piezas de base de producción Perfect, que pueden verse en la página frontal.

estamos já a pensar em investir numa outra linha de produção em um dos nossos outros locais. Ao oferecer uma tão elevada qualidade, somos certamente capazes de persuadir os clientes em outras regiões da Alemanha », concluem os membros da família Bartlechner.

Conclusão

A qualidade da superfície é realmente muito elevada e não pode ser comparada com a qualidade das portas de inspeção produzidas através do método convencional. De volta à bauma 2007, os visitantes estavam muito contentes com o stand instalado pela Schlüsselbauer, o fornecedor de sistemas austriaco, que ocupou uma parede enorme para exibir as secções base Perfect, que podem ser vistas na capa.

Martina Borghoff, Bielefeld

Posibilidades de la dosificación de pigmentos en polvo

Possibilidades de dosear os pigmentos de pó

Dirección/Morada

Würschum GmbH
Hedelfinger Straße 33
73760 Ostfildern/Germany
Tel.: +49 711 44813-0
Fax: +49 711 44813-110
info@wuerschum.com
www.wuerschum.com

● Hay varias posibilidades para dosificar los pigmentos en polvo cuando coloreamos hormigón, y éstas se han utilizado durante muchos años en un amplio número de plantas. Con los sistemas dosificadores de color para pigmentos que han llegado recientemente al mercado, sin embargo, hay incluso más oportunidades para la utilización de pigmentos en polvo. Esto no quiere decir que los sistemas establecidos desaparecerán completamente. Al contrario, los fabricantes siempre deberían considerar con precisión cuál es la solución más práctica, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

El método de dosificación más simple es ubicar una o varias unidades de dosificadores espirales alrededor de una balanza de polvo directamente encima de la hormigonera. Después de pesar la dosis respectiva de pigmento, éste se vacía en caída libre directamente sobre la amasadora. También es posible vaciar el pigmento en un montacargas o en cintas transportadoras, pero esto siempre implica una cierta cantidad de polvareda. El vaciado directo es interesante desde el punto de vista del precio inicial, y también es sin duda lo más simple cuando hay que hacer mantenimiento. La desventaja para este tipo de dosificación es que se necesita una

● Existen várias possibilidades para dosear os pigmentos de pó quando se cora betão e estas têm sido usadas num largo número de fábricas, há já muitos anos. Com os sistemas de doseamento de cor para os pigmentos que saíram recentemente no mercado, contudo, existem agora ainda mais oportunidades para fazer uso dos pigmentos de pó. Isto não significa que os sistemas estabelecidos irão desaparecer por completo. Pelo contrário, os fabricantes devem sempre considerar cuidadosamente qual a solução mais prática do ponto de vista técnico e económico.

O método de doseamento simples é o de situar uma ou várias unidades de doseamento de parafuso à volta das escalas de pó, directamente por cima da misturadora de betão. Depois de pesar o respectivo lote de pigmentos, este é esvaziado directamente e em queda livre na misturadora de betão. É também possível esvaziar o pigmento num guincho de salto ou numa correia transportadora, mas isto envolve sempre uma determinada quantidade de pó. O esvaziamento directo é interessante do ponto de vista do preço inicial e é também, sem sombra de dúvida, mais simples no momento da manutenção. A desvantagem é que a plataforma necessita de estar directamente por cima da misturadora para



Fig. 1 Balanzas de polvo PW 100 para el vaciado gravimétrico en la amasadora.

Fig. 1 Escalas de pó PW 100 para esvaziamento gravimétrico na misturadora.



Fig. 2 Dosificador de polvo espiral PB 120 para pesaje de polvo en balanza.

Fig. 2 Parafuso de doseamento de pó PB 120 para medir em escalas de pó.

plataforma situada directamente encima de la amasadora, y el pigmento se tiene que transportar a este nivel. También es problemático suministrar dos amasadoras desde un sistema cuando se utiliza un vaciado gravimétrico, ya que el mecanismo dosificador de color tiene que estar ubicado en la correspondiente posición, para que las mangas o tubos de descarga puedan colocarse con una pendiente suficiente.

Si el sistema dosificador de color se instala a ras de suelo por las necesidades particulares de una instalación de hormigón (porque se tienen que suministrar varias hormigoneras que están algo distanciadas, o el sistema de dosificación de pigmento tiene que ser abastecido por un Big-Bag y un toro), el pigmento en polvo tiene que transportarse activamente hasta la amasadora. Hasta ahora la única posibilidad había sido mezclar los pigmentos en polvo con agua, para entonces bombear la lechada coloreada a distancias más largas. Para ello, desde los 80 se han estado utilizando grandes vasijas amasadoras, en las que puede mezclarse con agua el contenido entero de un Big-Bag. Entonces es posible abastecer completamente diferentes amasadoras de forma automática desde varios tanques (Fig. 3), y la dosificación se realiza a través de balanzas electrónicas de líquidos (Fig. 4). Incluso hoy, este tipo de dosificación de color es práctica común en aplicaciones donde se necesita una gran cantidad de pigmento. A principios de año, Würschum GmbH suministró una gran instalación con ocho tanques de amasado a una gran planta de Florida para la producción de placas para techos. Sin embargo, la desventaja de esta instalación es que un color que no es requerido durante algún tiempo, sigue teniendo que estar circulando constantemente para impedir que se seque.

Durante los años 90, Würschum desarrolló un sistema dosificador seco/húmedo que evita el problema de que se seque almacenando el polvo en seco (Fig. 5). El pigmento en polvo sólo se convierte en líquido cuando es necesario –en otras palabras, justo antes de que se introduzca en la hormigonera–, y entonces es bombeado inmediatamente a la amasadora (Fig. 6). Utilizando este sistema es posible transportarlo por distancias

este tipo de doseamento e o pigmento tem primeiro de ser transportado para este nível. É também problemático fornecer duas misturadoras de um sistema quando se utiliza o esvaziamento gravimétrico, dado que o dispositivo de doseamento da cor tem de estar situado numa posição correspondentemente alta, para que as mangueiras ou tubos de descarga possam estar situados numa inclinação suficiente.

Se o sistema de doseamento de cor estiver instalado ao nível do chão devidos às exigências de uma determinada fábrica de betão (devido a ter que se manter uma certa distância das várias misturadoras de betão ou o sistema de doseamento de pigmento é fornecido através do Big Bag e da empilhadora), o pigmento de pó tem de ser activamente transportador para a misturadora. Até agora, a única possibilidade era a de misturar os pigmentos de pó com água para depois bombear a mistura colorida por distâncias mais longas. Os grandes reservatórios de mistura têm sido usados para este fim desde os anos 80, nos quais uma determinada quantidade de um Big Bag completo pode ser misturada com água. É então possível fornecer diferentes misturadoras totalmente automatizadas a partir de vários tanques de mistura (Fig. 3) e o doseamento é feito através de escalas líquidas electrónicas (Fig. 4). Mesmo actualmente, este tipo de doseamento de cor é uma prática comum em instalações onde é necessária uma grande quantidade de pigmento. No início do ano, uma grande instalação com oito tanques de mistura da Würschum GmbH foi fornecida a uma grande fábrica para a produção de telhas na Florida. Contudo, a desvantagem de uma tala instalação é que uma cor que não seja necessária durante algum tempo, continua a ter de circular constantemente de forma a evitar que seque.

Na década de 1990, a Würschum desenvolveu um sistema de doseamento a seco/húmido que evita o problema da secagem, guardando o actual pó num estado seco (Fig. 5). A cor do pó apenas é feita em líquido quando é necessário, por outras palavras, imediatamente antes de ser introduzida na misturadora de betão, e é então bombeada na misturadora, sem demora (Fig. 6). É possível transportar por distâncias mais longas, até



Fig. 3 Vasijas amasadoras MDI 1000 y MDI 2000 para colorear placas de techo, en Florida, EE UU.

Fig. 3 Reservatórios de mistura MDI1000 e MDI 2000 para colorir as telhas na Florida/EUA.



Fig. 4 Cuatro balanzas de pintura Type KFW con tres cilindros cada una.

Fig. 4 Quatro escalas de cor Tipo KFW com três cilindros cada.



Fig. 5 Sistema dosificador de polvo seco/húmedo Type PB 120 con cuatro dosificadores espirales, para colorear adoquines, en Armstrong, Reino Unido.

Fig. 5 Sistema de Pó Seco/Líquido com 4 parafusos de dosagem, Tipo PB 120, para coloração de blocos de pavimento na Armstrong no Reino Unido.

largas, hasta los 100 m, y en muchos casos permite tener un sistema central dosificador de color para fábricas separadas. Al principio, sólo se construyeron sistemas con un contenedor de pesaje, pero con el tiempo se han desarrollado numerosas variantes distintas con vasijas intermedias y de almacenaje, que también pueden suministrar aplicaciones complejas de dosificación de color con Color Mix o abastecer varias amasadoras completamente de forma automática. Naturalmente, en la receta del hormigón se debe tener en cuenta el volumen de agua que hay dentro del volumen de la mezcla de color, como es el caso en cualquier sistema dosificador de líquido.

Para atender los deseos de los clientes respecto a los sistemas dosificadores de color que trabajan con consideraciones completamente en seco, en primer lugar se desarrollaron sistemas de granulado, y éstos ahora están siendo continuados con el desarrollo de nuevos sistemas dosificadores de polvo con transporte neumático a la amasadora. En principio, estos sistemas funcionan de la misma manera que los sistemas neumáticos para pigmentos en grano y compactos que han



Fig. 7 Instalación neumática de polvo Type FLEX 70, utilizada para colorear placas de techo, en una instalación amasadora de la empresa Kniele en Rumania.

Fig. 7 Instalação de pó pneumática, Tipo FLEX 70, usada numa instalação de firma Kniele, na Roménia, para colorir as telhas.



Fig. 6 Sistema dosificador de polvo seco/húmedo Type TFW 90.

Fig. 6 Sistema de doseamento de pó seco/líquido, Tipo TFW 90.

aos 100 m, utilizando este sistema, que em muitos casos, possibilita ter um sistema de doseamento de cor central para fábricas separadas. Inicialmente apenas foram construídos sistemas de pesagem com um só contenedor, mas ao longo do tempo, foram sendo desenvolvidas variantes com reservatórios intermédios e de armazenamento, os quais também podem fornecer aplicações complexas de doseamento de cor com Color Mix ou podem fornecer várias misturadoras totalmente automatizadas. Naturalmente que o volume de água dentro do volume da mistura de cor tem de ser considerado no recipiente de betão, como é o caso no sistema de doseamento líquido.

De forma a considerar os desejos dos clientes em ter sistemas de doseamento de cor que trabalhem totalmente a seco, primeiramente foram desenvolvidos os sistemas de granulado e estes estão agora a ser continuados com o desenvolvimento de novos sistemas de doseamento de pó com transporte pneumático para a misturadora. Estes sistemas de pó funcionam, em principio, da mesma forma que os sistemas pneumáticos para granulado e pigmentos compactos que têm sido utilizados desde o início da década de 1990. Através de contínuos desenvolvimentos dos sistemas de transporte pneumático e de acordo com a experiência adquirida com os pigmentos de pó, os sistemas pneumáticos para pigmentos de pó que oferecem quase o mesmo desempenho que as instalações de granulado, estão agora disponíveis no mercado (Fig. 7).

Dado que o granulado é o pigmento de alta qualidade em termos de características mecânicas, contudo, no futuro, também existirão aplicações onde é essencial ou pelo menos, melhor, utilizar os sistemas de granulado. Um aspecto importante diz respeito às distâncias que têm de ser percorridas através do sistema de cor e a misturadora de betão e um outro aspecto é a necessidade de ciclos mais rápidos que possam ser facilmente obtidos com o uso do granulado. O armazenamento de lotes de pigmento em ciclones por cima da misturadora (Fig. 8) para esvaziamento imediato na misturadora ainda continua a ser possível com o granulado.

estado en uso desde principios de los años 90. Gracias a un mayor desarrollo de los sistemas de transporte neumático y a los consiguientes largos años de experiencia con pigmentos en polvo, ahora hay en el mercado sistemas neumáticos para pigmentos en polvo (Fig. 7) que ofrecen casi las mismas prestaciones que las instalaciones de granulado.

Como el granulado es el pigmento con una calidad más alta hasta donde las características mecánicas nos incumben, sin embargo, en el futuro también habrá aplicaciones donde esto sea esencial, o al menos mejor, para hacer uso de sistemas de granulado. Un aspecto importante concierne a las distancias que el sistema de color y la hormigonera tienen que recorrer, y otro aspecto más es la necesidad de tiempos cíclicos más rápidos, que pueden alcanzarse más fácilmente con el uso de granulado. El almacenaje de pigmentos en ciclones encima de la amasadora (Fig. 8) para el inmediato vaciado sobre ésta, sólo sigue pudiéndose lograr fiablemente con granulado.

También deberíamos mencionar otros dos puntos que son importantes en el transporte neumático de polvo. Por un lado, es esencial utilizar instalaciones eliminadoras de polvo en hormigoneras donde los pigmentos son añadidos en forma de polvo. Además, la mayor parte de la hormigonera debe estar cerrada, de manera que pueda evitarse que el polvo escape. Por otro lado, cuando utilizamos un sistema neumático, debe tenerse en cuenta que tiene que haber disponible suficiente aire seco comprimido. Esto puede significar que se necesite un compresor más grande o uno nuevo con secador de aire.

Finalmente, debería mencionarse que la introducción de sistemas neumáticos de polvo ha extendido considerablemente la posibilidad de utilizar pigmentos en polvo más baratos en instalaciones completamente automáticas. No obstante, cada caso debe considerarse individualmente cuando llega, para decidir cuál es la instalación dosificadora correcta. Puede ser que una instalación dosificadora de color a un precio mucho más razonable, ofreciendo los beneficios de un funcionamiento más sencillo y unos costes de mantenimiento más bajos, satisfaga todos los requisitos necesarios. ■



Fig. 8 Filtro ciclón para color en grano Type CF 40, utilizado para colorear placas de techo, en una instalación amasadora de la empresa Jessop en Sudáfrica.

Fig. 8 Ciclone de filtro para granulado de cor, Tipo CF 40, usado numa instalação de firma Jessop na África do Sul para colorir telhas.

Devem ser referidos outros dois pontos no transporte pneumático do pó. Por um lado, é essencial usar instalações de remoção de pó para misturadoras de betão, onde os pigmentos são adicionados na forma de pó. Além disso, a misturadora de betão deve estar, na maior parte das vezes, fechada, para assim evitar que o pó saia. Por outro lado, quando se utiliza um sistema pneumático deve considerar-se que existe ar comprimido seco suficiente. Isto significa que pode ser necessário um compressor com um secador de ar maior ou novo.

Por último, deve referir-se que a introdução dos sistemas de pó pneumáticos alargou consideravelmente a possibilidade de usar pigmentos de pó mais baratos em instalações totalmente automatizadas. Contudo, cada caso deve ser considerado individualmente quando chegar a altura de decidir que instalação de doseamento é a mais adequada. Pode ser que seja mais indicada uma instalação de doseamento de cor com um preço muito mais razoável e que ofereça os benefícios de um funcionamento mais fácil e cujos custos de manutenção sejam mais reduzidos. ■

Oportunidades para los elementos prefabricados de hormigón Una nueva tecnología de producción para SCC

Oportunidades para elementos de betão pré-fabricado Uma nova tecnologia de produção para SCC

Dirección/Morada

Reymann Technik GmbH
Karlsruher Straße 32
68766 Hockenheim/Germany
Tel.: +49 6205 94070
Fax: +49 6205 940720
info@reymann-technik.de
www.reymann-technik.de
www.upcrete.com

● Las plantas modernas de producción de elementos prefabricados necesitan hacer frente a la competencia. Ser competitivo y colocar nuevos productos en el mercado requiere abrir nuevos caminos. En las plantas de elementos prefabricados actualmente se puede encontrar un hormigón de altas prestaciones con características reológicas especiales. Y para utilizar eficazmente las características positivas del material, se ha desarrollado la nueva tecnología Upcrete®.

El SCC puede definirse como el consiguiente avance de un hormigón fluido a uno robusto, manejable al trabajarlo y compatible medioambientalmente. Gracias al destacado desarrollo en la química del hormigón y a los nuevos conocimientos respecto a la materia, mientras tanto la investigación puede proporcionar hormigón autocompactante fácil de utilizar.

En el pasado, el principal foco de este desarrollo era la robustez de la mezcla. Las dificultades técnicas de una mezcla robusta están en el equilibrio de las características frescas del hormigón, el buen funcionamiento de la desaeración, la alta estabilidad de segregación y la alta propiedad de autonivelación. Mientras tanto, este



Fig. 1 Las características de los elementos prefabricados son los bordes afilados y las superficies lisas.

Fig. 1 Características dos elementos pré-fabricados são pontas afiadas e superfícies macias.

● As instalações modernas de pré-fabricado necessitam de encarar a concorrência. Ser competitivo e estabelecer novos produtos no mercado exige entrar em novos terrenos. Os betões de elevado desempenho com características reológicas especiais podem ser actualmente encontrados na parte de pré-fabrico das fábricas. Para utilizar as características positivas do material de forma eficiente foi desenvolvida a nova Tecnologia Upcrete®.

SCC pode ser definido como um avanço consequente do betão fluído num betão ambientalmente compatível, de fácil manuseio e robusto. Devido ao excelente desenvolvimento na química do betão e o novo conhecimento relativo ao material, a investigação pode entretanto fornecer betão auto-compactante de fácil utilização.

No passado a atenção principal deste desenvolvimento centrava-se na robustez da mistura. As dificuldades técnicas de uma mistura robusta consistem no equilíbrio das características de betão fresco de bom comportamento de areação, alta estabilidade de segregação e alta propriedade de auto-nivelamento. Entretanto, estes betões estão disponíveis. Contudo, os responsáveis pelo desenvolvimento orientam-se sempre pela tecnologia de produção e de máquinas relativamente às características desejadas a serem atingidas.

A alta estabilidade de segregação em combinação com a baixa viscosidade e conteúdo reforçado de pó aumenta significativamente o raio de aplicação. A deareação do betão antes de enchê-lo nas cofragens e garantir que não absorve ar durante o processo de betonagem, o betão pode ser « injectado » nas formas e geometrias, similar ao que se sabe acontecer para os plásticos.

Upcrete é o processo de betonar elementos de betão pré-fabricado mais complexos através do Sistema Die-Cast-Flush-Rising-Concreting-System (DFCS). Este processo combina superfícies de betão claras de todos os lados e a produção em posição erecta com um máximo de eficiência económica.

- » Agora as estações de trabalho estão limpas porque o Upcrete bombeia totalmente o betão nas cofragens de fechamento.
- » Podem se produzidos elementos de superfícies totalmente macias com a máxima precisão.
- » Um outro tratamento de superfícies limpas como o alisamento e a rebarbação escorregam totalmente.
- » A equipa de moldagem já não trabalha no topo da cofragem, mas principalmente perto dela, porque esta está na vertical.



Fig. 2 Upcrete tiene en cuenta la producción de elementos de filigrana.

Fig. 2 O Upcrete permite a produção de elementos filigrana.

hormigón está disponible. En cualquier caso, por lo que respecta a los rasgos que se desean conseguir, los investigadores siempre se orientan en la máquina y la tecnología de la producción.

La alta estabilidad de segregación, en combinación con una baja viscosidad y el elevado contenido en polvo, amplía significativamente el rango de aplicación. Desaireando el hormigón antes de rellenarlo en el encofrado, y asegurándose que durante el proceso de hormigonado no absorbe aire, puede « inyectarse » el hormigón con formas y geometrías. Algo similar a lo que se conoce de los plásticos.

La tecnología Upcrete es el proceso de hormigonado de elementos prefabricados más complejo, por el sistema Die-Cast-Flush-Rising-Concreting (DFCS). Este proceso combina el dejar lisas todas las caras de la superficie del hormigón y la producción en vertical con la máxima eficacia económica.

- » Las terminales ahora están limpias, porque Upcrete bombea completamente el hormigón en encofrados cerrados.
- » Se pueden producir con máxima precisión elementos de superficie totalmente lisa.
- » Otro tratamiento de superficies limpias, así como completamente lisas y en buen estado.
- » El equipo de hormigonado no trabajará sobre el encofrado, sino más bien al lado, porque es vertical.

» A emissão de ruído por agregados de vibração pertence ao passado.

O sistema Upcrete será o centro principal da feira para profissionais da Reymann Technik GmbH e da Ratec GmbH. Os desafios de engenharia mecânica essenciais baseiam-se nos inovadores sistemas de cofragem, tecnologia de bombeamento orientada para a prática e deareação obrigatória bem como numa técnica de mistura adaptada para a tecnologia e para o betão. Uma função chave essencial é a entrada de betão. Não tem qualquer volume de folga. Por conseguinte, depois de remover a cofragem nenhum betão endurecido necessita de ser obtido da conexão de fornecimento. Além disso, o elemento pré-fabricado não mostra qualquer defeito de superfície, pode ser visto um betão circular uniforme. Esta conexão de fornecimento pendente de patente pode ser montada em cofragens de construção habituais de forma a bombear as cofragens de betão moldado no local bem como as cofragens por bombagem especial (por exemplo cofragens de túnel).

As inovações dos sistemas envolviam geralmente ensaios práticos com o padrão de desempenho 1:1 durante todo o processo de desenvolvimento. Foram construídas paredes de betão leve filigranado de 6 cm bem como módulos monolíticos e elementos de fachada arquitectónicos. As novas considerações teóricas foram sempre transmitidas para o conhecimento prático.

» La emisión de ruido por la vibración del conjunto pertenece al pasado.

El sistema Upcrete fue el foco principal en las ferias de muestras Reymann Technik GmbH y Ratec GmbH. Los esenciales desafíos de la ingeniería mecánica se basan en innovadores sistemas de encofrado, pruebas orientadas a la tecnología del bombeo y la obligada desaeración, así como en una técnica de amasado adaptada a la tecnología y al hormigón. Una función clave esencial es la entrada de hormigón, que no tiene ninguna capacidad de evacuación. Por eso, después de eliminar el encofrado no endurecido, el hormigón necesita moldearse fuera de la conexión de suministro. Además, el elemento prefabricado no muestra ningún defecto en la superficie, sólo puede verse un hormigón uniforme. Esta patente pendiente de la conexión de suministro, puede ser montada en los habituales encofrados de la construcción para bombear los encofrados de hormigón producido en el lugar, así como los encofrados especiales bombeables (por ejemplo los de túneles).

Las innovaciones de los sistemas generalmente incluían pruebas en prácticas con el punto de referencia 1:1 durante todo el proceso de desarrollo. Se han construido paredes de hormigón ligero de 6 cm, así como módulos monolíticos y piezas arquitectónicas de fachada. Las nuevas consideraciones teóricas siempre se pasaron a un conocimiento práctico.

El desarrollo en Hockenheim, Alemania, no sólo conduce a una nueva técnica de producción, sino que también implica desarrollos para un completo sistema de construcción. Las nuevas posibilidades de aplicación para los componentes prefabricados han introducido el material SCC en combinación con esta nueva tecnología.



Fig. 3 La entrada universal de hormigón UCI 65.

Fig. 3 A admissão universal de betão UCI 65.

1. Adaptación universal en varias superficies.
Adaptação universal em várias superfícies.
2. Manejo con manivela a presión o de rosca, o electromotora.
Drive através de manivela de ajuste ou electromotriz.
3. Posibilidad de adaptar varios acoplamientos.
Possibilidade de adaptação de vários acoplamentos.
4. Cierre limpio, sin restos de hormigón en la entrada del relleno.
Fechamento limpo sem vestígios de betão na entrada de enchimento.

O desenvolvimento em Hockenheim/Alemanha não só conduz a uma nova técnica de produção como também implica desenvolvimentos para um sistema de construção completo. As novas possibilidades de aplicação para componentes pré-fabricados são introduzidas para complementar o material SCC em combinação com esta nova tecnologia.

Markus Brück, Reymann Technik GmbH

EDICIÓN ESPECIAL

Había considerado que una edición especial le ofrece la posibilidad de:

- ▶ ¿ Informar a sus clientes
- ▶ ¿ Mejorar la calidad de los actos de presentación
- ▶ ¿ Intensificar la propaganda corporativa
- ▶ ¿ Formar a sus empleados

¿ Desea información adicional?
¡ Póngase en contacto con nosotros por teléfono o fax y le atendemos con gran placer

☎ +49 (0) 52 41 80 89 364
Fax: +49 (0) 52 41 80 94 115
Redacción BFT

TIRAGENS ESPECIAIS

Já pensou que uma tiragem especial lhe oferece a possibilidade de:

- ▶ Informar os parceiros comerciais?
- ▶ Reavaliar a qualidade dos eventos de apresentação?
- ▶ Intensificar a publicidade da imagem?
- ▶ Treinar os colaboradores?

Quer saber mais pormenores?
Telefone-nos ou envie-nos um fax, temos todo o prazer em o aconselhar!

☎ +49 (0) 52 41 80 89 364
Fax: +49 (0) 52 41 80 94 115
A Redacção da BFT

52ª edición de BetonTage Encuentro de la industria europea de elementos prefabricados de hormigón

52ª Edição do BetonTage Encontro da indústria europeia de elementos pré-fabricados de betão

Del 12 al 14 de febrero de 2008 se celebrará en el centro de congresos Edwin-Scharff-Haus de Neu-Ulm, Alemania, la 52ª edición del encuentro de la industria europea de elementos prefabricados de hormigón. En este encuentro todos los interesados podrán informarse sobre las nuevas tendencias en el área de la tecnología de hormigón y el área de la construcción con elementos prefabricados de hormigón. Habrá numerosos foros y conferencias, algunos de los cuales se traducirán simultáneamente al inglés. El mayor encuentro de esta industria, en el que se espera a unos 2.000 participantes, se verá acompañado con una extensa e informativa exposición de la industria de las maquinarias, el software y los proveedores.

Para más información, a partir de octubre consulte en www.betontage.com o directamente a los organizadores.

De 12 a 14 de Fevereiro de 2008 irá realizar-se no Centro de Congressos Edwin-Scharff-Haus de Neu-Ulm, na Alemanha, a 52ª Edição do Encontro da indústria europeia de elementos pré-fabricados de betão. Neste encontro todos os interessados poderão informar-se sobre as novas tendências na área a tecnologia do betão e na área da construção com elementos pré-fabricados de betão. Existirão vários fóruns e conferências, alguns dos quais serão traduzidos simultaneamente para inglês. O maior encontro desta indústria, no qual se espera cerca de 2.000 participantes, será acompanhado por uma extensa e informativa exposição da indústria das maquinarias, o software e os fornecedores.

Para mais informações, a partir de Outubro pode consultar www.betontage.com ou contactar directamente os organizadores. ■

Dirección/Morada

FBF Betondienst GmbH
Gerhard-Koch-Str. 2 + 4
73760 Ostfildern/Germany
Tel.: +49 711 327 32-300
Fax: +49 711 327 32-350
info@betontage.de
www.betontage.com



Zollverein School, Essen; www.zollverein-school.de © Thomas Mayer

Concrete Solutions
52. BetonTage
12. – 14. Februar 2008, Neu-Ulm

www.betontage.com



Producción de hormigón para West End Cement Bricks Nueva planta completamente automatizada en Johannesburgo, Sudáfrica

Produção de betão para a West End Cement Bricks Nova fábrica totalmente automatizada em Joanesburgo, África do Sul

Dirección/Morada

Pan Mixers SA
Innes Road, Jet Park
Johannesburg/Gauteng
Tel.: +27 11 397 3754
Fax: +27 11 397 4721
michael@panmixers.co.za
www.panmixers.co.za

Finke GmbH
Niemeierstraße 14
32758 Detmold/Germany
Tel.: +49 5231 91520
Fax: +49 5231 915234
info@finke-gmbh.de
www.finke-gmbh.de

Lanxess Deutschland GmbH
Inorganic Pigments
Rheinuferstr. 7-9
47829 Krefeld/Germany
Fax: +49 2151 88 4133
www.lanxess.com
www.bayferrox.de

● West End Cement Bricks, con sede en el sur de Johannesburgo, ha instalado una planta de fabricación de ladrillos, bloques y adoquines de hormigón completamente automatizada suministrada por Pan Mixers South Africa (Pty) Ltd. El productor exigía una planta con la suficiente flexibilidad como para ser capaz de fabricar una amplia gama de productos, con alturas que fueran de los 40 a los 400 mm, con y sin la utilización de un segundo accesorio de alimentación.

Se decidió instalar un sistema doble, amasador y dosificador de peso, utilizando un contador PMSA: el amasador P500 para la mezcla de hormigón de cara a vista y el amasador planetario de 2.250 l. para amasar hormigón granulado. Cada uno tiene su propio sistema dosificador de peso para asegurar que no se contaminen los materiales (áridos) en la parte superior de la mezcla suministrada. El correcto control de la humedad en las amasadoras está asegurado por medio de humidímetros Franz Ludwig.

Para asegurar tanto la eficacia del coste como la alta calidad en el coloreado de los productos de hormigón, se ha instalado el Sistema Universal Finke 4-color. Este patentado sistema de dosificación de pigmentos colorantes, tiene la facilidad de alimentar las amasadoras de hormigón de cara a vista y las de hormigón granulado

● West End Cement Bricks, situada no Sul de Joanesburgo, instalou uma fábrica totalmente automatizada de fabrico. De tijolos, blocos e pavimentos de betão fornecida pela Pan Mixers South Africa (Pty) Ltd. O produtor de betão exigiu uma fábrica com a flexibilidade de ser capaz de fabricar uma ampla gama de produtos com alturas desde os 40 mm até aos 400 mm com e sem a utilização de um segundo anexo de alimentação.

Decidiu-se instalar um sistema de distribuição de mistura e pesagem duplo utilizando um misturador P500 de contra-corrente PMSA para a mistura plana e um misturador planetário de 2.250 litros para a mistura base. Cada misturador tem o seu próprio sistema de distribuição de peso para garantir que não ocorre contaminação dos materiais de curso (agregados) na mistura de alimentação superior. É garantido um controlo de humidade exacto através das sondas de humidade Franz Ludwig.

Para garantir quer a eficiência de custos e a coloração de alta qualidade dos produtos de betão, foi instalado o « Universal System » (Sistema Universal) de 4 cores da Finke. Este sistema doseador de pigmentação a pó patenteado tem a capacidade de alimentar os misturadores de betão base e face a partir de uma única estação de pesagem de superfície. O conceito do Sistema Universal é trabalhar com quatro pigmentos de cor primários de alta qualidade que podem ser doseados individualmente ou misturados conjuntamente em diferentes proporções para produzir uma vasta gama de sombras intermédias. O uso de cores primárias tem o benefício de minimizar os níveis de registo de pigmentos e no entanto retém a máxima flexibilidade da gama de produtos de betão colorido.

A instalação de dispensa do Sistema Universal é optimizada para pigmentos Bayferrox® da Lanxess GmbH, o principal fornecedor mundial de pigmentos de óxido de ferro sintético. Os pigmentos de pó são fornecidos em sacos a granel que são colocados em estruturas de suporte galvanizado especiais utilizando uma empilhadora de garfo. As mangas de descarga dos sacos a granel estão ligadas ao sistema utilizando uma estação de ancoragem selada especial para ligação sem poeiras. O nível de pigmentos dentro dos sacos é continuamente monitorizado e exibido no painel de controlo da unidade para permitir ao operador de produção determinar quando é necessário um novo saco de pigmento e evitar qualquer interrupção da produção.

Podem ser armazenadas na memória do controlador do Sistema Universal um vasto número de receitas de pigmentos e podem ser seleccionadas quando ne-



desde una única estación de pesaje situada a nivel del suelo. El concepto del Sistema Universal es trabajar con cuatro pigmentos de colores primarios de alta calidad que puedan ser tanto administrados individualmente, como mezclados en distintas proporciones para producir una amplia gama de tonalidades intermedias. La utilización de colores primarios tiene la ventaja de minimizar los niveles de pigmentos en existencia y, mejor aún, mantener la máxima flexibilidad de las gamas de coloreado en los productos de hormigón.

La planta dispensadora del Sistema Universal está optimizada por pigmentos Bayferrox® de Lanxess GmbH, el proveedor líder mundial en pigmentos sintéticos óxidos. Los pigmentos colorantes están suministrados en Big-bags que se colocan con un toro en estructuras de soporte galvanizadas especiales. Las mangas de descarga de las Big-bags están conectadas al sistema con una estación especial de acoplamiento sellada, para tener una conexión libre de polvo. El nivel de pigmentación en los sacos está continuamente controlado y es mostrado en el panel de control de la unidad para permitir al operario de producción determinar cuando se necesitará un nuevo saco de pigmentación, evitando cualquier interrupción de la producción.

En la memoria del controlador del Sistema Universal puede almacenarse un gran número de recetas de pigmentos que pueden seleccionarse cuando se necesitan. Después de seleccionar la receta requerida, los pigmentos se pesan automáticamente en las proporciones correctas utilizando un sistema informatizado de carga de celdas. Después del pesaje, el pigmento se descarga en un recipiente a presión y se trasvase neumáticamente a cualquier amasadora que necesite el pigmento. Este proceso sellado de pesaje y trasvase asegura que no se libere ningún pigmento en el ambiente de trabajo.

En la fabricación de productos de hormigón, con la recién desarrollada máquina de bloques PMSA RE1400/950 se está utilizando un palet de madera de 1.400 x 950 x 50 mm. Con el alimentador único tiene ciclos temporales de 10 segundos, y con el añadido del segundo alimentador, de 13 segundos. Estos tiempos varían en función de los productos que se manufacturan y los materiales utilizados. Todas las operaciones



Fig. 1 Silos y amasadoras en el West End Cement Bricks.

Fig. 1 Silos e misturadoras na West End Cement Bricks.

cessário. Após a selecção da receita necessária, os pigmentos são automaticamente pesados nas proporções correctas, utilizando um sistema carregamento de células controlado por computador. Depois da pesagem, o pigmento é descarregado num recipiente de pressão é transportado pneumáticamente para qualquer um dos misturadores que necessitem de pigmento. Este processo de pesagem e transmissão selado



Fig. 2 Máquina de bloques de hormigón, suministrada por Pan Mixers South Africa (PMSA).

Fig. 2 Máquina de blocos de betão, fornecida pela Pan Mixers South Africa (PMSA).



Fig. 3 Empaquetadora de los bloques fabricados.

Fig. 3 Paletização de blocos fabricados.

hidráulicas de la máquina se controlan con transductores lineales que permiten un funcionamiento de la máquina rápido, suave y preciso. La potente vibración se controla electrónicamente con la modulación de frecuencia y fuerza. La máquina con un segundo alimentador pesa aproximadamente 32 toneladas.

El producto fabricado y los palets se acumulan y alimentan en una estructura apiladora de palets de 16 x 2. La automatizada plataforma corredera y transportadora tiene un sistema automático de almacenaje dual que permite la fabricación de productos altos con la utilización de plataformas de 8 x 2.

Después de endurecerse, se desapilan los productos y se empaquetan en una cinta transportadora con máquinas flejadoras verticales y horizontales. Los palets vacíos son cepillados, tratados, girados y acumulados en un mecanismo de apilar palets. También se ha instalado un sistema amortiguador de palets (hasta los 1.000) que además permite sacar y añadir fácilmente paquetes de palets.

Pan Mixers South Africa se fundó en 1976 y se ha convertido en el mayor fabricante de ladrillos, bloques y adoquines de hormigón, hace plantas en África y exporta maquinaria en todo el mundo. PMSA también fabrica una amplia variedad de amasadoras de hormigón y equipamientos dosificadores de pesaje, utilizados de forma extensa en el hormigón húmedo y las industrias de construcción.

Los 22.000 m² que PMSA dedica a una producción sencilla y moderna, están situados a unos minutos del Aeropuerto Internacional de Johannesburgo, y están equipados con centros automatizados de maquinaria, un departamento interno de diseño CAD, un gran almacén de recambios, así como un staff interno de soporte técnico e informático. ■

garante que não é libertado nenhum pigmento no ambiente de trabalho.

O fabrico do produto betão é feito com a recém desenvolvida máquina de blocos PMSA RE1400/950, utilizando uma paleta de Madeira de 1.400 x 950 x 50 [mm]. O ciclo de alimentação único é de 10 segundos e, com o segundo anexo de alimentação, 13 segundos. Estes tempos variam dependendo dos produtos a ser fabricados e os materiais usados. Todas as operações hidráulicas da máquina são monitorizadas através de transdutores lineares que permitem um funcionamento rápido, sem problemas e exacto da máquina. A ponderosa vibração é controlada electronicamente para modulação da frequência e força. A máquina com segunda alimentação pesa aproximadamente 32 toneladas.

O produto e as paletes fabricados são acumulados e colocados num empilhador de paletes de plataformas de 16 x 2. O dedo automatizado e carro de transferência têm um sistema de passo dual que permite o fabrico de grandes produtos utilizando plataformas de 8 x 2.

Depois do tratamento, os produtos são desempilhados e embalados num transportador de ripas com robustas máquinas verticais e horizontais. As paletes vazias são escovadas, tratadas e viradas e acumuladas num dispositivo de empilhamento de paletes. Um sistema de amortecedor de paletes de até 1.000 paletes foi igual modo instalado, assim como permite uma remoção e adição de paletes ao sistema mais fácil.

A Pan Mixers South Africa foi criada em 1976 e tornou-se no maior produtor de instalações de fabrico de tijolos, blocos e pavimentos de betão em África, exportando maquinaria para todo o mundo. A PMSA também fabrica uma vasta gama de equipamento de mistura e distribuição de peso do betão utilizando largamente nas indústrias de construção e moldagem húmida.

Os 22.000 m² da moderna fábrica de produção da PMSA estão situados a apenas alguns minutos do Aeroporto Internacional de Joanesburgo e estão equipados com centros de maquinaria automatizados, um departamento de design CAD interno, grande conservação de peças sobressalentes bem como de pessoal de apoio técnico e de software interno. ■

Placas de techo de hormigón de Jessop & Associates

Telhados com telha de betão de Jessop & Associates

● En contraste al extenso estilo « europeo » de las plantas de placas de techo de hormigón, Jessop & Associates, establecidos en Sudáfrica, diseñan y construyen instalaciones altamente eficaces específicamente para el mercado africano, tomando en consideración la naturaleza sumamente volátil del mercado y la consecuente susceptibilidad a la capitalización.

En el bauma 2007, en Munich, una máquina de extrusión en su stand atrajo mucha atención del sector de la Europa Oriental. El equipo PROTILE es conocido por su rendimiento, y a menudo se consigue una rentabilidad de la inversión a muy corto plazo si Jessop & Associates se encargan de asumir un proyecto, llave en mano, desde el sistema de manejo de materiales hasta completar la planta de extrusión, incluyendo un sistema de endurecimiento. Dos proyectos similares que se completaron recientemente en Sudáfrica son ejemplos típicos. Ambos clientes querían una capacidad final de 50.000 placas por día sobre una base de doble turno.

● Em contraste com as grandes instalações de telhados com telha de betão ao estilo « Europeu », a Jessop & Associates, com sede na África do Sul, conceba e fabrica eficientes instalações especificamente para o Mercado africano, tendo em consideração a elevada natureza volátil do Mercado e a susceptibilidade resultante para a sobre capitalização.

Na bauma 2007, em Munique, uma dessas máquinas de extrusão que estava no seu stand, foi alvo de muita atenção pelo sector do Leste Europeu. O equipamento PROTILE é bem conhecido pela sua eficiência e uma taxa de rentabilidade a curto prazo do investimento é muitas vezes obtida se a Jessop & Associates for comisionada para empreender um projecto chave-na-mão desde o sistema de manuseamento de matérias a uma instalação de extrusão completa incluindo o sistema de tratamento. Recentemente, foram concluídos dois projectos semelhantes na África do Sul, como exemplos típicos. Ambos os clientes queriam uma capacidade

Direcciones/Morada

Jessop & Associates
(Pty) Ltd.
PO Box 265398
Three Rivers 1935/Southafrica
www.jessop.co.za



Fig. 1 Fase 1 del módulo PROTILE P45HD para 25.000 placas por shift recientemente instalado en RSA.

Fig. 1 Fase 1 do módulo PROTILE P45HD para 25.000 telhas por turno, recentemente instalada na RAS.

Esto se consiguió utilizando un módulo de expansión P45HK empezando a 60 placas por minuto y con un toro operando en las cámaras de endurecimiento. Esta máquina de extrusión y combinación amasadora puede expandirse hasta las 80 placas por minuto sin interrupción y hasta producir cualquier cosa, y a partir de entonces se puede añadir una máquina automática que

pone y quita las piezas de las estanterías, además de un recopilador y flagelador de placas secas. Todo esto puede conseguirse por menos de 1,25 millones de euros.

Estas dos plantas, una de las cuales era una segunda instalación para un cliente existente, fueron suministradas, instaladas y encargadas en seis meses desde la confirmación del proyecto, incluyendo los edificios. Este tipo de estructura de proyecto permite a los clientes de Jessop & Associates conseguir rápidamente un flujo de fondos positivo, dándoles una ventaja competitiva de mercado y una temprana entrada en su target de mercado. ■

final alvo de 50.000 telhas por dia, numa base de turnos duplos. Isto foi conseguido utilizando um módulo de expansão P45HD começando em 60 telhas por minutos e câmaras de tratamento operadas por empilhadoras. Esta máquina de extrusão e combinação de mistura pode ser expandida até 80 telhas por minuto sem interrupção para produzir o que quer que seja e depois disso, uma máquina de emprateleirar e desemprateleirar automática com colagem de telha seca e adesivos adicionados, o que pode ser obtido por menos de 1.25 milhões de euros.

Estas duas instalações, uma das quais foi a segunda instalação para um cliente actual, foram fornecidas, instaladas e comissionadas dentro de seis meses após a confirmação do projecto, incluindo as construções. Este tipo de estrutura de projecto permite aos clientes da Jessop & Associates' atingir rapidamente um fluxo de capital positivo, dando aos seus clientes, uma vantagem de Mercado competitiva e uma entrada antecipada no seu Mercado alvo. ■

Eventos
Eventos

Más eventos: www.bft-online.info
Outros eventos: www.bft-online.info

Fecha/Data	Lugar/Local	Eventos/Eventos	Información/Informação
17.-18.09.2007	Beijing China	5 th International conference on current and future trends Bridge Design, Construction and Maintenance	www.bridgemanagement2007.com
16.-19.09.2007	Lillehammer Noruega	International Conference on Sustainability in the cement and concrete industry	www.sustainableconcrete.no
16.-20.10.2007	Buenos Aires Argentina	FEMATEC	www.fematec.com
21.-24.10.2007	Phoenix AZ/EE. UU.	2007 PCI Convention	www.pci.org
23.-27.10.2007	Porto Portugal	CONCRETA – Internationale Ausstellung für Baumaterialien	www.exponor.pt
26.-29.10.2007	Maui HI/EE. UU.	NPCA Industry Outlook Conference	www.concrete.org/EVENTS/EventResults.asp
02.-06.11.2007	Bangalore India	EXCON 2007	www.excon.in
20.-23.11.2007	Hanoi Vietnam	Con-Build Vietnam 2007	www.conbuild-vietnam.com
25.-29.11.2007	Dubai EAU	BIG 5 Show	www.dmgdubai.com
06.-07.12.2007	Wien Austria	Engineering Days	www.saa.at
07.-09.02.2008	Denver EE. UU.	MCPX	www.mcp.org
12.-14.02.2008	Ulm Alemania	52. BetonTage	www.betontage.de

Life needs
concrete
solutions



Part of Springer Science+Business Media

Concrete Plant + Precast Technology
BFT Betonwerk + Fertigteile-Technik

 73rd Volume 2007
 73. Jahrgang 2007

ISSN 0373-4331

Bauverlag BV GmbH
 Avenwedder Straße 55
 Apartado de Correos 120/Caixa postal 120
 33335 Gütersloh
 Alemania/Alemanha
 USt-IdNr.: DE 813 38 24 17
Redactor jefe/Chefe de redacção
 Dipl.-Ing. Martina Borghoff (bo) Tel. +49 5241 8089363
 martina.borghoff@bauverlag.de
 (Responsable del contenido/Responsável pelo conteúdo)
Redacción/Redacção
 Dipl.-Ing. Andrea Janzen (aj) Tel. +49 5241 8089103
 andrea.janzen@bauverlag.de
Oficina de redacción/Escritório de redacção

bft@bauverlag.de Fax +49 5241 8094115

Monika Kämmerer

monika.kaemmerer@bauverlag.de

Tel. +49 5241 8089364

Sabine Anton

sabine.anton@bauverlag.de

Tel. +49 5241 8089365

Director de publicidad/Director de publicidade

Jens Maurus Fax +49 5241 8089278

 jens.maurus@bauverlag.de
 (Responsable de publicidad/Responsável pela publicidade)

Andrea Krabbe

andrea.krabbe@bauverlag.de

Tel. +49 5241 8089393

Fax +49 5241 80689393

Lista de precios para publicidad no 46 del 1.10.2006

Lista de preços de publicidade n.º 46 de 1.10.2006

Representaciones/Representantes

Italia:

 Vittorio C. Garofalo
 CoMediA srl. Tel. +39 01 85323860
 Piazza Matteotti, 17/5, 16043 Chiavari/Italy Mobile +39 335 346932
 com.dia@libero.it Fax +39 01 85323104

Rusia:

 Dipl.-Ing. Max Shmatov
 Event Marketing Ltd.
 PO Box 150 Moskau/129329 Russia Tel. +7 095 7824834
 Shmatov@event-marketing.ru Fax +7 095 9132150

EE. UU. y México

 Mr. Paul Schnabel
 Dicomm Media
 333 West 39th Street Suite 904
 New York, NY 10018, USA Tel. +1 800 6135205
 pschnabel@dicommintl.com Fax +1 905 7130928

Canadá

 Mr. Paul Schnabel
 Dicomm Media
 12 Steeplechase Avenue
 Aurora, Ontario L4G 6W5 Canada Tel. +1 800 6135205
 pschnabel@dicommintl.com Fax +1 905 7130928
Director general/Director Geral

Monica Sawhney Tel. +49 5241 805497

Director de la edición/Director da edição

Helmut Hentschel Tel. +49 5241 802148

Director de ventas de publicidad/Director de Venda de Publicidade

Reinhard Brummel Tel. +49 5241 802513

Producción/Produção
 Gerhard Hökenschnieder Tel. +49 5241 802187
 Fax +49 5241 806070
Director de suscripciones y circulación/Chefe de vendas

Mike Röttgen Tel. +49 5241 8058 71

Marketing de suscriptores/Direcção de publicidade
 Marco Rieso Tel. +49 5241 8045834
 marco.rieso@bauverlag.de Fax +49 5241 73055
Servicio al lector

Cada número de la revista puede encargarse directamente a la editorial o en cualquier librería

Bauverlag BV GmbH
 Postfach 120, 33311 Gütersloh, Germany

 El servicio al lector está disponible de lunes a viernes de 9.00 a 12.00 h y de 13.00 a 17.00 h (viernes hasta las 16.00 h)
 Tel. +49 1805 5522533* Fax +49 1805 5522535*
 * 0,14 €/min de la red fija alemana
 leerservice@bauverlag.de
Tasas y periodo de suscripción de los números regulares de BFT

Una edición regular de la revista BFT se publica en alemán e inglés con 12 números por año. Suscripción anual (incluidos costes de envío):

Alemania	211,80 €
Estudiantes	141,60 € (acreditación del acmet de estudiante actualizado)
Extranjero	230,40 € (envío por correo aereo contra sobrecargo)
Número unitario	21,00 € (más costes de envío)

La suscripción es válida por 12 meses tras los cuales puede ser cancelada dando el aviso correspondiente por escrito no después de 4 semanas antes del final de un cuarto.

Publicaciones

Según la Ley, los editores adquieren los derechos de elaboración y publicación sobre los artículos e ilustraciones aceptados para su publicación. Revisones y recortes quedan a discreción de los editores. Los artículos presentados en esta revista no pueden haber sido publicados con anterioridad en Alemania o fuera del país. Excepciones a esta norma pueden tener lugar únicamente mediante acuerdo escrito entre el autor y los editores. La redacción y la edición no aceptan ninguna responsabilidad sobre manuscritos no solicitados. El autor asume la responsabilidad del contenido de los artículos identificados con su nombre. Los honorarios de publicación sólo pueden ser entregados al depositario de los derechos. La revista y todos los artículos e ilustraciones contenidos en ella están sujetos a copyright. Con la excepción de los casos permitidos por la Ley, la utilización o copia sin el consentimiento de los editores está castigada por la Ley. Esto último también se aplica a la copia y transmisión en forma de datos. Los términos y la condiciones generales de Bauverlag se pueden encontrar impresas adentro por completo en www.bauverlag.de.

Servico do leitor

Cada número de revista pode ser encomendado directamente à editora ou em qualquer livraria.

Bauverlag BV GmbH
 Postfach 120, 33311 Gütersloh, Germany

 O serviço do leitor pode ser contactado, pessoalmente, de 2ª a 6ª, entre às 9.00 às 12.00 e entre às 13.00 às 17.00 h (às sextas-feiras até às 16.00)
 Tel. +49 18055522533* Fax +49 1805 5522535*
 * 0,14 €/min desde o linha de terra alemão
 leerservice@bauverlag.de
Preços e período de subscrição dos números regulares da BFT

A edição regular da revista BFT é publicada em alemão e ingles, com 12 números por ano. Subscrição anual (incluindo custos de envio):

Alemanha	211,80 €
Estudantes	141,60 € (contra apresentação de atestado lectivo)
Estrangeiro	230,40 € (envio por correio aéreo contra sobretaxa)
Número unitário	21,00 € (acrescido de custos de envio)

A subscricão é válida inicialmente por 12 meses, podendo ser cancelada por escrito, depois disso, com um pré-aviso de 4 semanas no final de cada trimestre.

Publicações

No âmbito das disposições legais, os editores adquirem os direitos de publicação e processamento sobre os artigos e as ilustrações aceites para publicação. As revisões e abreviações ficam ao critério dos editores. Os artigos apresentados nesta revista não podem ter sido publicados anteriormente noutro local, nem na Alemanha, nem no estrangeiro. As exceções a esta regra requerem o acordo correspondente entre o autor e a redacção. Os editores e a redacção não assumem qualquer responsabilidade pelos artigos não solicitados. O autor assume a responsabilidade pelo teor dos artigos identificados com o seu nome. Os honorários de publicação só serão pagos ao titular dos direitos. A revista e todos os artigos e ilustrações aí contidos estão protegidos pelos direitos de autor. Exceptuando os casos permitidos pela lei, a utilização ou reprodução sem o consentimento dos editores é punida por lei. Isto também se aplica ao registo e transmissão sob a forma de dados. As condições negociando gerais e os termos da Bauverlag encontram-se completamente sob www.bauverlag.de.

Literatura y litografía/Composição e litografia

Westermann GmbH, 27305 Bruchhausen-Vilsen, Alemania/Alemanha

Editores/Editores

HB Medien, 32584 Löhne, Alemania/Alemanha

Audited by IVW German Audit Bureau of Circulations



www.bft-online.info