

2013

➔ [www.bft-international.com](http://www.bft-international.com)

02

Бетонный завод  
Concrete Plant + Precast Technology

HUSSELBAUER

**BFT**

INTERNATIONAL

Современный подход к ускорению  
набора прочности

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА 26



**PERFECT PIPE**

[www.perfectsystem.eu](http://www.perfectsystem.eu)

**20** ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
→ производство сегодня

Автоматизация производства  
железобетонных изделий

**38** ИТ → короткие сообщения

Расширение аэропорта Франкфурта

ИТ → метод конечных элементов (МКЭ) **42**

Оптимизация бетонных конструкций



## Смесительная техника для производства высококачественных строительных материалов



## Бетон – Сухие смеси – Силикатный кирпич

**С уникальной во всем мире системой смешивания**

- Вы сможете переработать материал любой консистенции
- Вы сможете сократить количество брака
- Вы сможете воспроизводить качество на высочайшем уровне
- Вы получите широкие возможности быть достаточно гибкими в развитии новой продукции

**Решайтесь, как это сделали многие другие, на приобретение новой системы для Вашего производства.**

**Так как Ваш конечный продукт никогда не будет лучше, чем смесь для его изготовления.**

**ООО Айрих Машинентехник**  
ул. Уржумская, 4, строение 2  
129343 Москва, Российская Федерация  
Телефон: (495) 7716880, факс: (495) 7716879  
E-mail: info@eirich.ru, Internet: www.eirich.ru

**ООО Айрих Машинентехник**  
ул. Стартовая 20, офис 302  
49041, Днепропетровск, Украина  
Телефон: (056) 794 31 45; Факс: (056) 794 31 46  
E-mail: info@eirich.ua

**Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG**  
E-mail: eirich@eirich.de, Internet: www.eirich.com

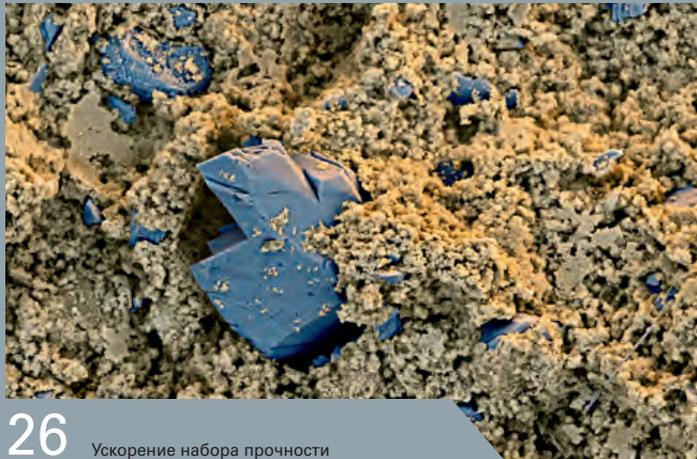


PERFECT PIPE – Долговечная, высокопрочная система канализации была представлена австрийской компанией «Шлюсселбауер» на выставке BAUMA2013. Эта новая система включает в себя бетонные трубы с полиэтиленовой футеровкой и соединительный элемент – PERFECT коннектор. Прокладку таких труб можно осуществлять и методом продавливания и открытым траншейным способом.

[www.perfectsystem.eu](http://www.perfectsystem.eu)



14 Производство с опрокидывающимися столами



26 Ускорение набора прочности



38 Расширение аэропорта

## НОВОСТИ

02 Короткие сообщения

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

14 Короткие сообщения  
**Производство сегодня**  
 20 Автоматизация производства железобетонных изделий  
 24 Продукция

## ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА

### Наука и исследования

26 С-S-N: современный подход к ускорению набора прочности, Часть 1  
 32 Образование этtringита при различных условиях хранения и механической нагрузке

## ИТ

38 Короткие сообщения  
**Метод конечных элементов**  
 42 Метод конечных элементов: программное обеспечение оптимизирует бетонные конструкции  
 48 Продукция

## СЕРВИС

50 Продукция  
 56 Календарь мероприятий/Выходные данные



Основатель компании H-Bau Герхард Хорстман (в центре) остался доволен после получения грамоты и поздравлений (справа налево) проф. доктор-инженер Ганс-Вольф Райнхардт, председатель жюри, доктор Ульрих Лотц, генеральный директор Ассоциации предприятий производящих бетон и сборные конструкции земли Баден-Вюртемберг и организатор конгресса Дни бетона и Кристиан Ян, главный редактор журнала BFT International

фото: Photodesign Buhl

**Компания H-Bau Technik GmbH**

из немецкого города Клеттгау получила награду за инновации в промышленности поставляющей строительные конструкции из бетона в 2013 году. Она была награждена за свой новый продукт Rapidobal Cretcon HD. Это новое активное внутреннее покрытие для труб опалубки, которое при бетонировании колонн позволяет получать ранее недостижимое высокое качество наружной поверхности бетона. Используемый в виде пасты для обработки опалубки продукт Cretcon также подходит в качестве разделительного состава и для всех других обычных видов опалубки, имеющих не впитывающую поверхность. Церемония награждения состоялась 5 февраля 2013 года во время открытия 57-го конгресса Дни бетона в Ной-Ульме.

Труба для опалубки Rapidobal Cretcon HD создает благодаря своей новой композиции «HD» высокую плот-

Основатель компании H-Bau Герхард Хорстман, который и по сей день в компании занимается разработкой новых продуктов, выступает со своей благодарственной речью

**ДНИ БЕТОНА 2013**

**Компания H-BAU получила награду за инновации**

ность бетонной поверхности и используется в тех случаях, когда заказчики выступают за безупречное качество архитектуры наружной бетонной поверхности, и где имелись опасения в связи с портящими внешний вид порами, пустотами и мраморностью поверхности.

**Идея разработки продукта**

Для получения поверхности бетона без пор, отвечающей самым высоким требованиям



фото: Photodesign Buhl

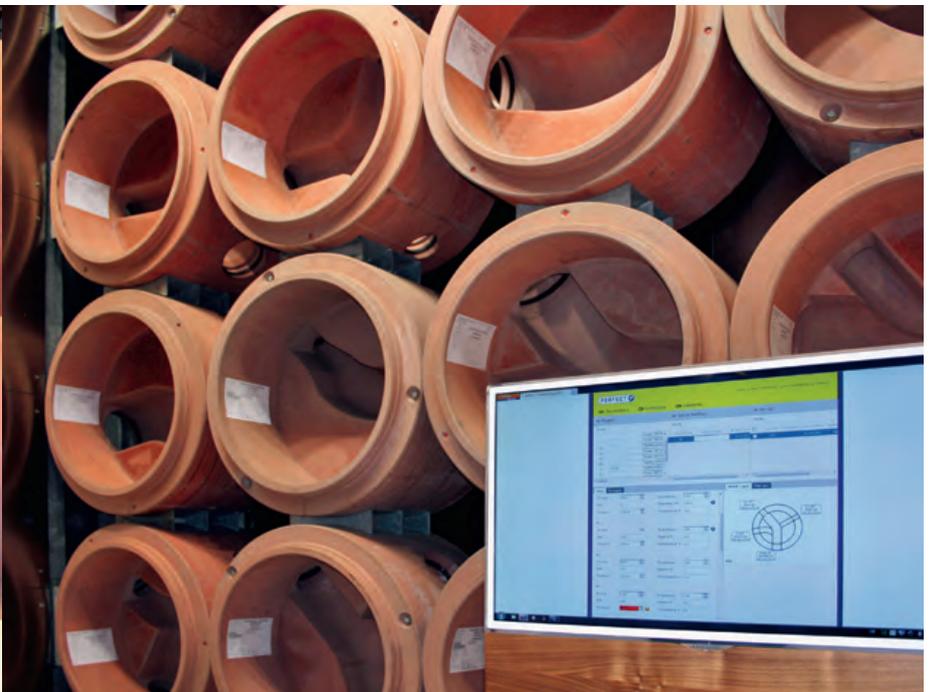
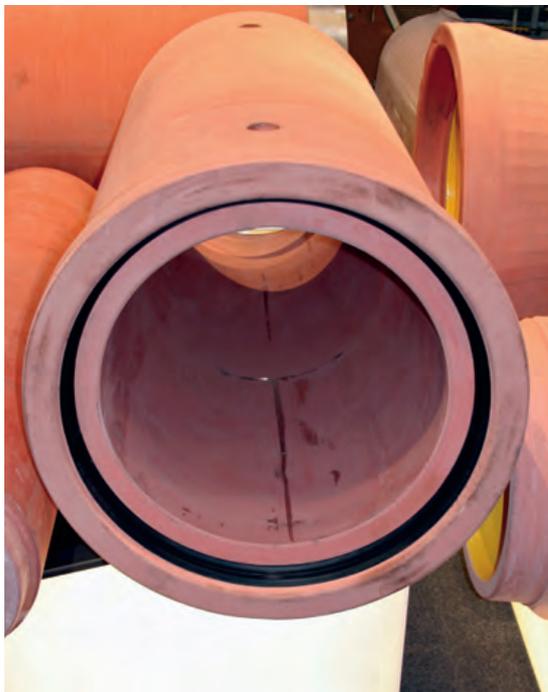
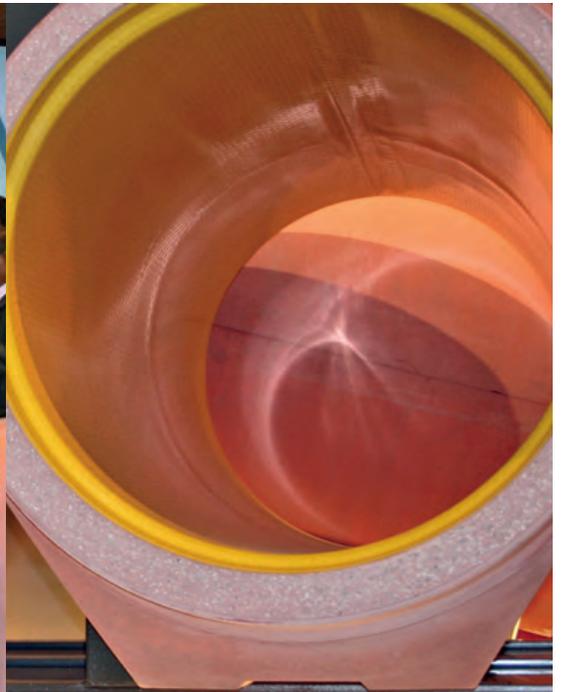
класса SB4, нормативный документ DBV «облицовочный бетон» регламентирует использование опалубки с всасывающей поверхностью для создания бетонных колонн. В действительности, на строительных площадках доступны в основном опалубки с не впитывающей поверхностью, состоящие из стали, пластика или фанеры с высококачественным покрытием. Разделяющие составы, которые ранее наносились на поверхности опалубки для того, чтобы бетон во время затвердевания не прилипал к опалубочной форме, не могли обеспечить поверхность бетона без пор и дефектов.

Целью компании H-Bau Technik GmbH являлась разработка совершенно гладкой опалубки в форме трубы, в которой не впитывающая поверхность опалубки будет впитывающей и это обеспечит решение не

удовлетворительной исходной ситуации. С использованием нового продукта выполняются все требования по классу бетона SB4 в конструкции, а в дополнение к последующим преимуществам также улучшается качество бетона в торцах, увеличивается стойкость к истиранию и улучшаются показатели по морозостойкости.

**Технология использования и принцип действия**

После того как уложенный в трубу опалубки Rapidobal свежеприготовленный бетон вступает в контакт с разделяющим продуктом Cretcon HD, активируется гидрогель, которая включена в состав разделяющего вещества: она всасывает в себя избыточные жидкие компоненты, которые впоследствии могут прилипнуть к опалубке. Таким образом, предотвращается образование водоцементных пор на поверхности и «скрытых» пор, т.е. пор, которые отделены от поверхности только тонкой плёнкой из цементного клея. Результатом является улучшенная твердость поверхности бетона, отсутствие пор и лунок на бетонной поверхности, однород-



#### Премия за инновации

Премия за инновации в размере 3000 евро ежегодно вручается представителю промышленности поставляющей бетонные конструкции со стороны организации FBF Betondienst GmbH, организатора Дней бетона, и профессионального журнала BFT International Betonwerk + Fertigteil-Technik. Награждаются обычно инновации в областях технологии бетона, оборудования для изготовления, оборудования для армирования и закрепления, машиностроения, автоматизации и сферы услуг. Критерии оценки включают степень новаторства и оригинальность предложений, имеющих отношение к промышленности сборного железобетона, потенциал на рынке и при использовании, а также учёт технологических стандартов.

ность по цвету и отсутствие мраморности. После пребывания бетона в трубе опалубки в течение не менее 24 часов её можно снимать. В специальной дополнительной обработке с целью косметических исправлений нет необходимости.

За счёт добавления гидрофобизирующих веществ, микро-силикатов и красителей свойства разделительного состава могут индивидуально регулироваться в зависимости от специфики объекта.

#### КОНТАКТЫ

**FBF Betondienst GmbH**  
Gerhard-Koch-Str. 2+4  
73760 Ostfildern / Germany  
☎ +49 711 32732-300  
✉ [fbf@betonservice.de](mailto:fbf@betonservice.de)  
➔ [www.betonservice.de](http://www.betonservice.de)

#### КОНТАКТЫ

**H-Bau Technik GmbH**  
Am Güterbahnhof 20  
79771 Klettgau/Germany  
☎ +49 7742 9215-20  
✉ [info@h-bau.de](mailto:info@h-bau.de)  
➔ [www.h-bau.de](http://www.h-bau.de)

**Компания из города Клеттау** H-Bau GmbH выиграла с продуктом Rapidobat Cretcon HD на Днях бетона в Ной-Ульме награду за инновации в промышленности поставляющей строительные конструкции из бетона в 2013 году. Маркус Глаттфельдер (генеральный директор) и Бенджамин Хап (руководитель отдела исследований и развития) дали интервью и ответили на

**H-BAU TECHNIK GMBH**

## Инновационные разработки во всех видах продукции

вопросы редакции журнала BFT International.

**BFT International:** Господин Глаттфельдер, Ваша компа-

ния только что в третий раз получила приз за инновации в номинации партнёра промышленности, поставляющей железобетонные конструкции.

В связи с этим мы Вас сердечно поздравляем.

**М.Г.:** Большое спасибо, мы гордимся этой наградой и счастливы по этому поводу. Так как Rapidobat Cretcon HD как продукт готов для представления его на рынке, мы уже с нетерпением ждем реакции от рынка.

**BFT International:** Продукт Rapidobat Cretcon HD был убе-



Фото: H-Bau Technik GmbH

Партнёры по интервью из компании H-Bau Technik GmbH: Маркус Глаттфельдер, генеральный директор (справа) и Бенджамин Хап, руководитель отдела исследований и развития

Первоначально основанная Герхардом Хорстманом как торговая фирма, компания начала в 1980 году свою производственную деятельность с первой партии распорок между арматурными стержнями и сейчас успешно на протяжении 35 лет производит весь спектр продукции для строительства. Это продукция в области герметизации и гидроизоляции, армирования, звукоизоляции, опалубки и теплоизоляции. Компания предлагает инновационные решения для самых высоких стандартов качества.

Перспективные разработки, такие как удостоенный награды материал Rapidobat Cretcon HD, универсальная программа выпускаемой продукции и партнерские отношения с сотрудниками, клиентами и поставщиками являются основой для продолжения успешной деятельности компании H-Bau GmbH во всём мире.

дительным для жюри. У кого пришла в голову идея относительно этого продукта, и что, по Вашему мнению, делает это новый продукт таким особенным?

**Б.Х.:** Идея этого инновационного продукта исходит от Герхарда Хорстмана, основателя нашей компании, который, как и прежде, активно воплощает свой новаторский дух и творческие и дальновидные идеи в компании.

Продукт Rapidobat Cretcon HD характеризуется в основном простотой его применения. За счёт бетонирования опалубки автоматически осуществляется активизация гидрогеля инновационной облицовки опалубки.

Строительный подрядчик может почти наверняка достичь самого высокого класса бетона по пористости и качеству поверхности в соответствии с нормативным документом DBV «бетон для наружных поверхностей». Это подтверждают испытания, которые проводились с соответствующими результатами в ТУ города Дрездена.

Архитектор может быть уверен в том, что наружные поверхности бетонных элементов почти не имеют пор и за счёт матового внешнего вида они соответствует самым высоким эстетическим

требованиям современной архитектуры.

**BFT International:** Как поставщик широкого спектра продукции, начиная от элементов тепло- и звукоизоляции и заканчивая решениями в области армирования, опалубки и гидроизоляции, включая относящиеся к ним материалы, Вы находитесь в рынке в течение длительного времени. Какой процент от общего оборота средств Вы ожидаете в будущем от продукта Rapidobat Cretcon HD?

**М.Г.:** В историческом плане Rapidobat является очень важным продуктом для нас. Его значение может выражаться не только в качестве дохода. Целью было и в настоящее время является то, чтобы быть лидером рынка в области качества. С новой разработкой продукта Rapidobat Cretcon HD у нас в руках появился продукт, с помощью которого в течение ближайших двух лет мы сможем добиться значительного увеличения количества выпускаемой продукции и взять на себя роль лидера на рынке этой продукции.

**BFT International:** Ваша компания имеет девиз: «инновационные разработки во всех видах продукции», который написан на флагах. В каких

сегментах продукции в краткосрочной или среднесрочной перспективе можно ожидать дальнейших инноваций от Вашей компании?

**Б.Х.:** В области герметизации стыков мы с нашей металлической пластиной Pentaflex KB являемся лидером на рынке. Для дальнейшего укрепления наших позиций, мы идем также и здесь новыми, инновационными путями. Мы уже представили на выставке BAU 2013 нашу новую разработку пластины для стыков, которая может быть использована в двойной функции – в качестве герметизирующего элемента и в роли заземления фундамента. Испытания в лаборатории высокого напряжения Университета вооружённых сил показали, что металлические пластины легко могут выдерживать самые вы-

сокие классы нагрузок от тока молнии. Представление этого продукта на рынке состоится на выставке Bauma 2013 в Мюнхене.

Также и в других областях мы стабильно развивается. Например, скоро наши элементы для соединения консольных плит будут оборудоваться упорными подшипниками HLB, которые позволяют обеспечить дальнейшую оптимизацию теплопроводности при сохранении статической прочности. Другие идеи пока остаются в секрете.

**КОНТАКТЫ**

**H-Bau Technik GmbH**  
Am Güterbahnhof 20  
79771 Klettgau/Germany  
☎ +49 7742 9215-20  
info@h-bau.de  
➔ [www.h-bau.de](http://www.h-bau.de)



Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

## Исключительная гибкость.



### Производство пустотных плит

**Компания PAUL поставляет**

- Установки предварительного напряжения, включая проектные работы
- Натяжные анкерные устройства
- Оборудование предварительного напряжения (одно-/ многопроволочные домкраты для натяжения арматуры)
- Оборудование для проталкивания и резки арматуры
- Автоматические устройства для предварительного напряжения ж/д шпал
- Оборудования предварительного напряжения для строительства мостов (натягиваемые ванты и мостовые ванты)

**Компетентность в технологии преднапряженного бетона.**





Max-Paul-Straße 1 • 88525 Dürmentingen / Germany  
☎ +49 (0) 73 71 / 500 - 0 • 📠 +49 (0) 73 71 / 500 - 111  
✉ [spannbeton@paul.eu](mailto:spannbeton@paul.eu)

[www.paul.eu](http://www.paul.eu)



фото (4): BFT INTERNATIONAL

**До начала мероприятия** «Международный симпозиум. Инновационные бетонные технологии» в фойе учебного центра компании «MC Bauchemie» в немецком городе Боттроп звучала смесь английского, русского, испанского, немецкого, литовского и польского языков. У столов собрались в общей сложности около 120 экспертов из девятнадцати стран и многих перспективных рынков производителя строительной химии компании «MC». В течение двух дней мероприятия на десяти лекциях с последующим круглым столом вопросов и ответов должны были обсуждаться инновации бетонных технологий и текущее состояние технического регулирования и стандартизации в различных европейских странах.

После приветствия Франка Хуппертца, руководителя направления строительной химии для бетона компании «MC Bauchemie» со стороны европейской ассоциации строительной химии EFCC в Брюсселе с обзором современного состояния технического регулирования в рамках ЕС выступила Элиза Сетин. В настоящее

MC BAUCHEMIE

## Европейский симпозиум посвящённый бетону

время стандарты в области бетона имеют еще добровольный характер (т.е. добровольный стандарт). Поэтому, к примеру, стандарт в области цемента должен был дополнен таблицей, которая содержит ссылки на различные национальные приложения. Цель своей работы, госпожа Сетин видит в окончательном введении Евро норм EN 206-1 без учёта национальных стандартов.

### Стандарты ЕС даже в России

Доктор Томас Зибер от принимающей стороны «MC Bauchemie» разъяснил различия в стандартизации в различных европейских странах на примере классов экспозиции в соответствии с Европейскими нормами 206 и различными национальными приложениями. В качестве конкретного примера эксперт привел класс экспозиции XF. В бетоне этого класса в Германии должно быть проведено испытание на

«воздухововлечение» в качестве мероприятия по защите от переменного замораживания и оттаивания. В Испании, по информации Зибера, это вероятно не нужно.

Профессор Серна Рос из Университета науки и технологии, города Валенсия, представил в своем выступлении результаты исследования прочности на сдвиг SCFRC бетона. Профессор Збигнев Гиргизный из Силезийского Технического

Около 120 специалистов из 19 стран и перспективных рынков компании «MC Bauchemie» приехали в Боттроп

университета, города Гливице, изложил информацию по внедрению стандартов ЕС в польской цементной промышленности. Профессор Вячеслав Фаликман, представитель российского агентства по стандартизации Росстандарт, обратил внимание на нынешние усилия членом основанного в 2009 году таможенного союза между Россией, Белоруссией и Казахстаном по гармонизации национальных стандартов строитель-



«Европа – едина или разделена?», – спросил в своем выступлении доктор Клаус Мюллер совладелец компании «MC Bauchemie»



Профессор Серна Рос из Университета Науки и Технологии в Валенсии, Испания.

ной отрасли. Кроме того, три члена этого союза хотят гармонизировать свои стандарты с Еврокодами.

#### Европейская ночь искусств

Не менее интересной, была программа и на второй день: «Европа – едина или разделена?», – спросил в своей вступительной речи доктор Клаус Мюллер совладелец компании «MC Bauchemie». За этим последовали выступления профессора Димитара Назарского из Университета архитектуры, строительства и геодезии в Софии о производстве товарного бетона по Еuronормам EN 206 в Болгарии, доктора Юргена Креля о новых правилах технологии бетона в соответствии с Еuronормами EN 206, доктора Роланда Хютла из Центра испытаний материалов земли Берлин-Бранденбург о правилах



Деревянные фигуры скульптора Бреле Шольца украшали вечернее мероприятие «Европейская ночь искусств»

по устойчивости строительных материалов и дипломированного инженера Ральфа Хардта из немецкой строительной компании Bilfinger Berger о бетонных технологиях в Нигерии.

Также и сопроводительная программа на вечер первого дня была организована под девизом Европы: в учебном центре участников симпозиума приветствовали представители ис-

кусств с программой «Европейская ночь искусств». Скульптор Бреле Шольц изготовила 27 деревянных фигур «европейцев» и ствола бревна, на которых художник вырезала лица. Мастер словесного жанра Яап Блонк поразил всех своей поэзией, а музыкальные группы Eukestra и Grupo Oito вместе с DJ First Claas пригласили иностранных гостей потанцевать.

#### КОНТАКТЫ

**MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG**

Am Kruppwald 1-8  
46238 Bottrop / Germany  
☎ +49 2041 101-0  
info@mc-bauchemie.de  
➤ [www.mc-bauchemie.de](http://www.mc-bauchemie.de)



«Технологические решения для производства ЖБИ от Vollert с новой перспективой.»

Испытайте вновь ключевые моменты выставки **bauma 2013** на [www.precast-success.com](http://www.precast-success.com)!»

Игорь Чуков  
Тел. +49 7134 52 359  
igor.chukov@vollert.de



Перейти на сайт



[www.precast-success.com](http://www.precast-success.com)



[www.vollert.com](http://www.vollert.com)



[www.youtube.com/VollertAnlagenbau](http://www.youtube.com/VollertAnlagenbau)

На конгрессе Дни бетона в Ной-Ульме британская компания British Precast представляла принимающую страну Великобританию. Президент Ассоциации Энди Дикс поговорил в кафе с главным редактором BFT о падении цен, переработке и сотрудничестве с Германией.



После своего выступления на конгрессе Дни бетона в Ульме новый председатель правления ассоциации British Precast Энди Дикс (справа) дал интервью главному редактору журнала BFT Кристиану Яну (слева)

фото: BFT INTERNATIONAL

## BRITISH PRECAST

# Переработка старых зданий

**BFT International:** господин Дикс, Вы были избраны в прошлом году, президентом компании British Precast, принадлежащей ассоциации промышленности сборного железобетона в Великобритании. Какие цели вы хотите достичь во время Вашей работы на этом посту?

**Э. Дикс.:** Четыре: первая цель – это чтобы число аварий в области безопасности труда и охраны здоровья была равна нулю. Вторая цель заключается в укреплении сотрудничества во всём мире с другими ассоциациями, связанного с обменом передовым опытом. В-третьих, это использование лучших продуктов. И четвертая цель очень хорошо подходит к первой, здоровье и безопасность. Речь идёт о том, чтобы работать в гармонии с природой.

**BFT International:** Каковы основные задачи стоят в Великобритании перед промышленностью сборных изделий в краткосрочной и среднесрочной перспективе?

**Э. Дикс:** Также и здесь темы «здоровье и безопасность» стоят на первом месте. Особенно в области использования предварительно напрягаемой арматуры по всему миру произошло несколько аварий и несчастных случаев. Поэтому я создал рабочую группу, чтобы этому противостоять и подготовить соответствующие стандарты.

Вторая проблема заключается в гармонизации и согласовании, а также в том, чтобы нынешнее правительство Великобритании лучше понимало процессы, происходящие в строительной отрасли. Я имею в виду реальное согласование

и гармонизацию во всех представляющих интерес областях.

**BFT International:** В Германии выполняется много исследований в области инновационных технологий, к примеру таких, как самоуплотняющийся бетон или ультра-высокофункциональный бетон. Каковы основные импульсы для развития этой отрасли промышленности в Великобритании?

**Э. Дикс:** Они такие же. И так как Великобритания в области повторного использования материалов для высокофункционального бетона не является лидером, это еще одна причина для более тесного сотрудничества между немецкими организациями и нашей ассоциацией. Мы должны гармонизировать наши законы и стандарты, чтобы раскрыть эти темы.

**BFT International:** В Германии цены на конструкции из сборного бетона из-за кризиса упали. А какая ситуация в Великобритании?

**Э. Дикс:** У нас ситуация такая же. Рынок расти не будет, поэтому речь идёт о создании более высокой ценности, ценности для клиента – во всём!

Особенно для жилых зданий и домов престарелых в последние двадцать лет на рынке наметилась тенденция более частого использования деревянных рамных конструкций. Мы пренебрегали аспектом теплоизоляции и накоплением тепла по сравнению с древесиной, а также вопросами стойкости и продолжительности эксплуатации.

Нам известно, что дома с деревянными рамами имеют срок службы от 60 до 80 лет. Мы так-

Энди Дикс (возраст 51 год) в 2012 году был избран президентом Британской Ассоциации сборного железобетона (BPCF - Ассоциация производителей сборного железобетона в Великобритании). Он начал свою профессиональную карьеру в 1982 году в компании Marshalls PLC и проработал там 21 год. Господин Дикс в 2002 году основал компанию по производству тротуарной плитки и строительных материалов, которую он в 2005 году продал компании Aggregate Industries (AI), принадлежащей группе Holcim. В настоящее время господин Дикс является генеральным директором фирмы Charcon Construction Solutions со штаб-квартирой в Чиппенгеме, это 45 миль на восток от Бристоля в Великобритании.

же знаем, что срок возможного использования дома из бетона составляет более 100 лет. Следовательно, нам необходимо инвестировать больше времени для рассмотрения расходов на жизненный цикл внутри здания.

**BFT International:** В среднесрочной перспективе не будет роста объемов. Помимо того, что Вы хотите создать ценности за счёт инноваций и качества продукции – с помощью чего вы хотите сохранить свою долю рынка или, возможно, даже его расширить?

**Э. Дикс:** Через три года у нас в Великобритании выборы. На позапрошлой неделе я встречался с кандидатом на пост канцлера от оппозиции. Он хочет иметь план строительства большего количества новых домов. Задача, стоящая перед ним: модернизировать устаревший жилищный фонд в социальное жильё. Финансируются не только старые жилые здания, но и поддерживаются текущие расходы, т.е. оплата за энергию для отопления этих домов. Кандидат в канцлеры от оппозиции предпочёл бы новый, более современный вид строительства, в котором эксплуатационные расходы намного меньше, и где имеют место продажи существующих домов в частную собственность.

У меня есть предложение к правительству о том, как мы можем это решить. Оно функционирует, как и аналогичное

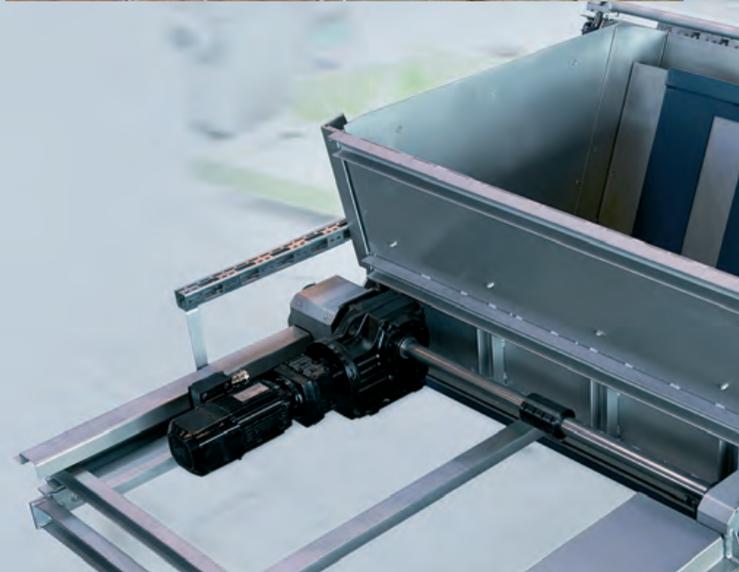
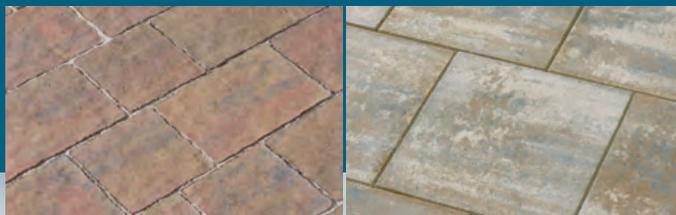
предложение, которое было реализовано пять лет назад для британской автомобильной промышленности. В то время, правительство ввело так называемый утилизационный сбор: кто отдаёт свою старую машину на повторную переработку, т.е. утилизацию, тот получает деньги на новую машину. Эта идея должна быть также применена к жилым домам.

**BFT International:** Компания British Precast празднует в 2014 году свое 50-летие. У Вас появилась здесь в Ной-Ульме идея, пригласить своих коллег из немецкой ассоциации.

**Э. Дикс:** Да, мы это планируем. Мы тесно работаем вместе уже в течение длительного времени и обе организации видят в этом большую пользу. Поэтому мы в начале года решили спросить у Ульриха (доктор Ульрих Лотц, управляющий директор Ассоциации предприятий производящих товарный бетон и сборные конструкции земли Баден-Вюртемберг и организатор Дней бетона, примечание редактора), может ли он приехать на наш 50-летний юбилей и мог бы он представить принимающую страну.

#### КОНТАКТЫ

**British Precast**  
60 Charles Street  
Leicester  
LE1 1FB/United Kingdom  
☎ +44 116 253-6161  
info@britishprecast.org  
➔ [www.britishprecast.org](http://www.britishprecast.org)



## DER COLORIST ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ЦВЕТНЫХ СМЕСЕЙ

- ДО 6 РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВ
- КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ COLORIST ПОЗВОЛЯЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИХ ПРАКТИЧЕСКИ СО ВСЕМИ ПРИСТАВКАМИ
- ЕДИНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИНТЕГРАЦИЮ ПОСРЕДСТВОМ ПРОСТОГО ОБМЕНА СИГНАЛАМИ
- НИКАКОГО ПЕРЕПРОГРАММИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ
- СИСТЕМЫ COLORIST РАБОТАЮТ НА ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЧАСТОТЕ, ОБЕСПЕЧИВАЯ ЧЕТКУЮ НАСТРОЙКУ ОТТЕНЕНИЯ И РАЗЛИЧНУЮ ОПТИКУ COLORMIX
- ВЫСОКУЮ ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ИГРЫ ЦВЕТА
- ВОЗМОЖНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ УСТАНОВОК КАК ГОТОВОЙ РЕЦЕПТУРЫ

**Baustoffwerke  
Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**  
» **KBH Maschinenbau**  
Einoede 2, 87760 Lachen, Germany  
Phone +49 (0) 83 31-95 03-0  
Fax +49 (0) 83 31-95 03-40  
maschinen@k-b-h.de  
[www.k-b-h.de](http://www.k-b-h.de)

LANXESS AG

## Награда за применение цветного бетона присуждена Чиперфильду



фото (3): BFT INTERNATIONAL

Представитель по вопросам строительства фракции FDP в Бундестаге дипл.-инж. Себастьян Кёрбер и руководитель направления неорганических пигментов акционерного общества Lanxess Ёрг Хельвиг вручают награду Дэвиду Чиперфильду



фото: BFT INTERNATIONAL

Почему мы считаем, что бетон всегда должен быть серым? – спросил Чиперфильд в своей благодарственной речи

### Немецкий концерн по выпуску специальной химической продукции Lanxess принял решение

отныне ежегодно награждать архитекторов, которые внесли весомый вклад при использовании цвета в бетонных сооружениях. В 2012 году награду «Colored Concrete Works» за применение цветного бетона 20 ноября присудили архитектору Дэвиду Чиперфильду за его проект «Ciutat de la Justicia» в Барселоне. Жюри, которое состояло из специалистов в области пигментов и маркетинга подразделения неорганических пигментов акционерного общества Lanxess, приняло решение выбрать здание в основном по его многообразию цветового оформления, функциональности и значению.

Церемония награждения состоялась в берлинском представительстве концерна. Изготовленную из окрашенного бетона награду вручил представитель по вопросам строительства фракции FDP в Бундестаге дипл.-инж. Себастьян Кёрбер и руководитель направления неорганических пигментов компании Lanxess Ёрг Хельвиг. «В своём проекте «Ciutat de la Justicia» Дэвид Чиперфильд в сотрудничестве с архитектурным бюро b720 Arquitectos создал натюрморт зданий, которые отличаются и по функциональности и по внешнему виду. Используемый для фасадов цветной бетон придаёт каждому зданию определенную индивидуальность и зрительно смягчает строгий внешний вид», – сказал Хельвиг в своей речи по случаю награждения.

Чиперфильд поблагодарил за награду и в своем выступлении подчеркнул важность цветных проектных решений для архитектуры и инфраструктуры. «Цветной бетон может оптимально сочетаться с другими самыми различными материалами и позволяет интегрировать современные постройки в различных средах и природных территориях», – сказал он. «Это вопрос к нам, как архитекторам, почему мы исходим из того, что бетон всегда должен быть серым?», – сказал Чиперфильд.

### КОНТАКТЫ

#### Lanxess AG

Kaiser-Wilhelm Allee 40  
51369 Leverkusen/Germany  
☎ +49 214 30 33333  
lanxess-info@lanxess.com  
➔ [www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)



Награда за использование цветного бетона

фото: BFT INTERNATIONAL

## Специалист для надежной техники по транспортировке

Langendorf



### Flatliner

Транспортировка сборных элементов на платформах с предварительным нагружением. Больше безопасности для рабочих и материала. Быстрая погрузка и разгрузка без использования крана. Более короткие сроки строительства благодаря оптимальному потоку заготовок.

#### Для внутренней транспортировки

Безопасная и быстрая транспортировка любых известных Платформ. Небольшие разворотные площадки благодаря двухосной сборке и быстрому поднятию и понижению.



Лучшая техника на колёсах

Грузовой Надзор  
Zertifikat  
gem. VDI-Richtlinie 2700  
**TUV NORD**  
Mobilität

www.langendorf.de



Штаб-квартира компании Jordahl

фото: Jordahl GmbH

**JORDAHL GMBH**

## Новое имя, проверенное качество

После более чем 100-летней истории компания Deutsche Kahneisen в Берлине поменяла свое название и теперь переименована в Jordahl GmbH. Компания специализируется во всех областях технологии крепления и армирования.

В декабре 1913 года господин Ёрдал подал акционерам бывшего общества «Deutsche Kahneisen – Gesellschaft Jordahl & Co» заявку на патент «Полая арматура с прорезью для железобетонных сооружений используемая для фиксации крепёжных болтов для опор и т.п.» в Императорское патентное ведомство. Таким образом, родился анкерный рельс. С-образный рельс компании Jordahl стал быстро востребованным продуктом в качестве элемента для крепления железобетона.

### Инновации, эффе́ктное здание

До сегодняшнего дня последовали и другие инновационные продукты для крепления, армирования, а также соединения, например, такие как перфорированная арматура Jordahl, дюбели двойного сдвига Jordahl и элементы для крепления фасадов. Кроме того, Jordahl GmbH предлагает своим клиентам широкий спектр консалтинговых услуг, а

также бесплатного программного обеспечения для применения продуктов марки Jordahl.

Сотрудничество с компаниями Pfeifer-Bautechnik и H-BAU Technik GmbH и дочерними компаниями по всему миру привело к расширению международного присутствия специалистов из Берлина в области строительных технологий. Сегодня продукция компании Jordahl находит применение во многочисленных, зачастую в очень впечатляющих сооружениях. С распространением информации о новом названии компании продукция марки Jordahl будет представляться более ясно и понятно.

### КОНТАКТЫ

**Jordahl GmbH**  
Nobelstr. 51  
12057 Berlin/Germany  
☎ +49 30 68283-02  
info@jordahl.de  
➤ [www.jordahl.de](http://www.jordahl.de)

# Бетон. Форма. И готово.

**НОТ!**  
Встроенный  
в форму  
нагреватель

ОПЫТ РАБОТЫ БОЛЕЕ 50 ЛЕТ  
СДЕЛАНО В ГЕРМАНИИ



## Формы и комплектное оборудование для раскалывания для производства камней из бетона

Проектирование и изготовление форм для пустотелых блоков, бордюрного и мостового камня с максимальной размерной точностью. Более тысячи новых специальных форм были спроектированы совместно с нашими заказчиками.



**Lammers**  
Formen- und Maschinenbau GmbH & Co. KG

Oberlangener Str. 13-15  
D-49733 Haren OT Erika  
FON +49(0)5934 9350-0  
FAX +49(0)5934 9350-50  
INTERNET [www.lammers-formenbau.de](http://www.lammers-formenbau.de)





Holzwerk  
**Vitzthum**  
Хольцверк  
**ВИТЦТУМ**

А-5091 Ункен, №42, Австрия

Телефон: +43-(0)6589/4244-0  
Факс: +43-(0)6589/4344-1  
Мобильный телефон: +43-(0)664/159-24-58

Электронный адрес: [holz.vitzthum@sbg.at](mailto:holz.vitzthum@sbg.at)  
Интернет: [www.holz-vitzthum.at](http://www.holz-vitzthum.at)



**Технологически поддоны**



**ДОЛГОВЕЧНЫ ПРОЧНЫ НАДЁЖНЫ**



Наш опыт - Ваше преимущество

НОВОСТИ → личности

RAMPF FORMEN GMBH

## Петер Даубен новый генеральный директор



Доктор-инженер Петер Даубен хочет, чтобы компания Rampf Formen GmbH была активнее представлена на мировых рынках

**Доктор-инженер Петер Даубен (возраст 56 лет)** будет новым техническим директором компании Rampf Formen GmbH из Алмендингена. Он защитил диссертацию в области машиностроения и был назначен на свой пост 22 ноября 2012 года. Вместе с Ёахимом Ройлем, предыдущим генеральным директором, он возглавит управление компанией.

Доблер, после своего образования по специальности слесарь, изучал в ВУЗе машиностроение и защитил диссертацию в области ядерных исследований. Он имеет обширный опыт управления после 25 лет работы на руководящей должности в металлургической промышленности. Ранее Даубен работал представителем руководства компании ebu Burkhardt GmbH, которая занимается изготовлением форм, и в руководстве компании Отто Kind AG, которая является производителем оборудования для предприятий и магазинов.

### Рост на стабильной основе

Для компании Rampf Formen предсказывает Даубен ясные перспективы предстоящего пути: «Я вижу большой

потенциал в компании Rampf Formen и хочу укрепить и расширить позиции предприятия в качестве лидера на мировом рынке. Но вначале мы будем стабилизировать ситуацию в нашей компании, а затем на этой основе продолжим наш рост».

Предыдущий генеральный директор Ёахим Ройль будет совместно работать и поддерживать Даубена до марта 2013 года. Затем Даубен возьмёт на себя самостоятельное управление компанией. Ройль в последние полтора года консолидировал компанию и направил её в нужное русло и в успешном направлении. Он также сопровождал вхождение в компанию Rampf Formen немецко-голландского инвестора Nimbus, а в настоящее время занимается тем, чтобы передача руководящих функций компании происходила без осложнений.

### КОНТАКТЫ

**Rampf Formen GmbH**

Altheimer Straße 1  
89604 Allmendingen/Germany

+49 7391 505-0

[info@rampf.de](mailto:info@rampf.de)

[www.rampf.com](http://www.rampf.com)

VOLLERT ANLAGENBAU GMBH

## Новый руководитель отдела «Машины и оборудование»



фото: Vollert

Бьёрн Брандт планирует выйти на новые рынки.

**Бьёрн Брандт новый руководитель отдела «Машины и оборудование»** для производства строительных материалов

и изделий в компании Vollert, которая является экспертом в области бетонных заводов и расположена на юге Германии в городе Вайнсберг. На своём посту он сменил Франка Шлоттера, который в конце года решил продолжить свою деятельность за пределами компании.

Брандт, который с 2007 года работает в компании Vollert, уже успешно руководил рядом проектов в секторе бетонных заводов как в Германии, так и за рубежом. В последние годы он активно продвигал эффективные технологии машиностроения в компании Vollert.

Являясь квалифицированным инженером-экономистом, он недавно представил нового робота по установке опалубки «Smart Set».

На своей новой должности Брандт планирует заниматься новыми технологиями и инновациями компании Vollert, а также расширять и развивать новые рынки. Дочерние компании в Азии и Южной Америке уже сейчас разрабатывают с клиентами экономичные концепции оборудования для производства экономически эффективных сборных железобетонных изделий для того,

чтобы предоставить клиентам доступное жильё и продуманные решения по планировке здания с целью удовлетворения спроса в развивающихся странах.

### КОНТАКТЫ

**Vollert Anlagenbau GmbH**  
 Stadtseestr. 12  
 74189 Weinsberg/Germany  
 ☎ +49 7134 52-355  
 info@vollert.de  
 ➔ [www.vollert.de](http://www.vollert.de)

HAWKEYE PEDERSHAAB

## Гил Янсен усилил компанию

**Ведущий производитель оборудования для производства бетонных труб и элементов шахт** компания Hawkeye Pedershaab объявила, что Гил Янсен с начала января 2013 года усилил компанию на должности исполнительного вице-президента по продажам. Господин Янсен должен сосредоточить усилия на росте продаж. При этом многие руководящие сотрудники и занимающиеся продажей коллеги, которые несут ответственность за распределение ключевых мировых рынков, будут подчиняться непосредственно Янсону. Гил Янсен, который совсем недавно был финансовым директором в компании MBK Maschinenbau GmbH, имеет 15-летний опыт работы в области техники и оборудования для армирования бетона и относящихся к этому смежных отраслей. Он обладает опытом и обширными знаниями по предоставлению индивидуальных реше-

ний для производителей во всём мире.

«Мы очень рады, что господин Янсен решил присоединиться к команде Hawkeye Pedershaab», – сказал Ларри Познер. «Профессиональные знания и опыт господина Янсена будут существенным преимуществом для наших клиентов и они помогут компании в деле дальнейшего укрепления сотрудничества с нашими клиентами по всему миру. Янсен благодаря своим профессиональным знаниям будет привлекать на свою сторону производителей бетонных труб не только в Европе, а и во всём мире».

### КОНТАКТЫ

**Hawkeye Pedershaab**  
 506 S. Wapello St.  
 Mediapolis, Iowa/USA  
 ☎ +1 (319) 394-3197  
 hawkeyetech@  
 hawkeyepedershaab.com  
 ➔ [www.hawkeyepedershaab.com](http://www.hawkeyepedershaab.com)

### Новинка: Hydro-View IV

Многофункциональный планшет с сенсорным экраном для датчиков Hydronix



- Калибровка, настройка и отображение работы до 16 датчиков Hydronix
- Высокая точность благодаря функции многоточечной калибровки
- Отображение различных измерений для 1, 2 или 4 датчиков на одном экране

[enquiries@hydronix.com](mailto:enquiries@hydronix.com)  
[www.hydronix.com](http://www.hydronix.com)



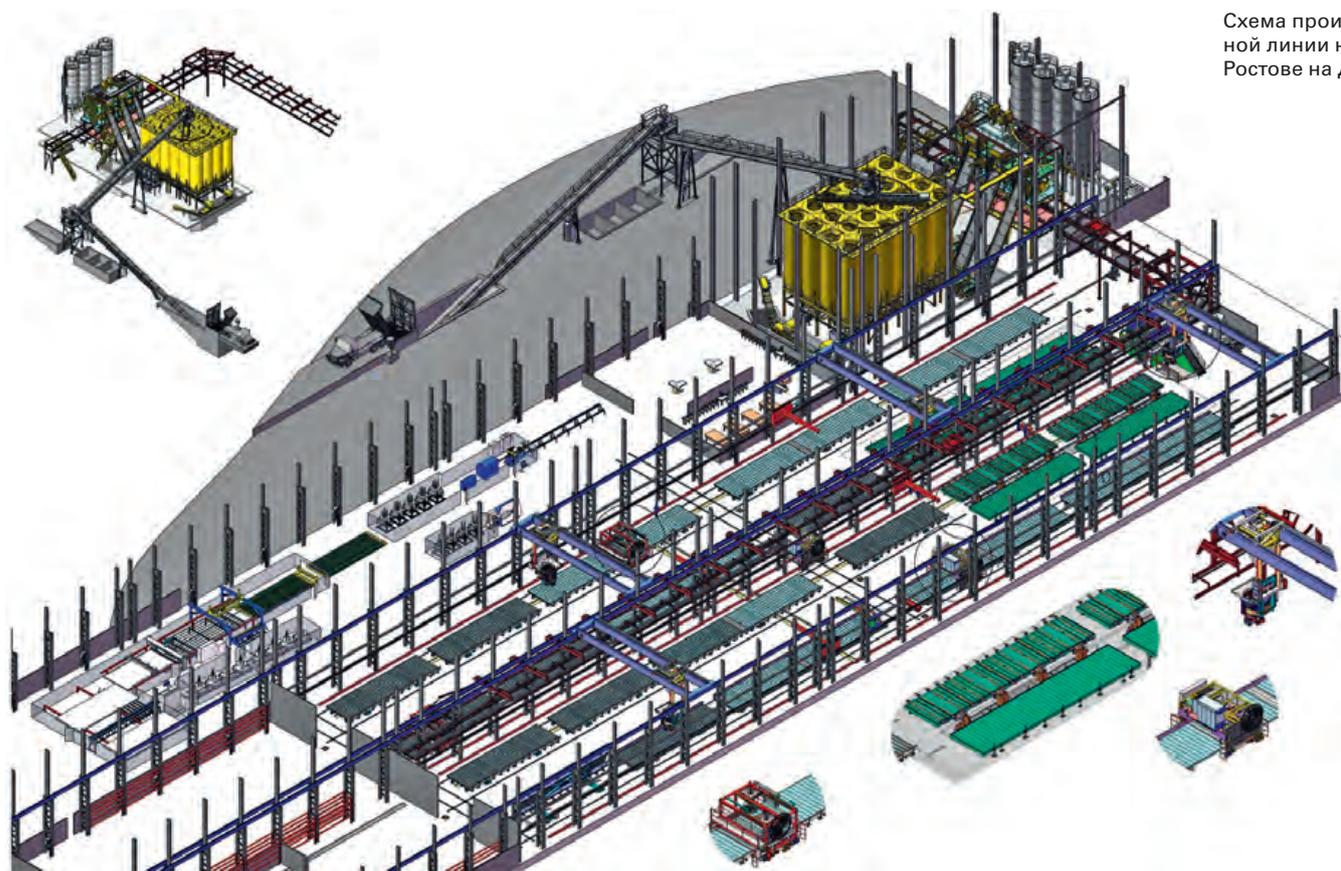


Схема производственной линии на заводе в Ростове на Дону

AVERMANN MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG

## Современное производство с применением опрокидывающих столов в России

По примеру датской образцовой производственной линии Ambercon A/S на юге России в городе Шахты был построен новый завод по производству сборных железобетонных элементов. Важным качеством производственного оборудования является его многофункциональность, позволяющая удовлетворять требования индивидуального жилищного и промышленного строительства.

В 2009 году Вадим Ванеев, владелец и генеральный директор основанной в Ростове на Дону компании Евродон, принял решение инвестировать в производство сборного железобетона. Отправной точкой для его решения являлся тот факт, что в ростовской области на юге России наблюдается острый дефицит жилья.

Вместе со специалистами основанной в немецком городе Оснабрюк компании Avermann Maschinenfabrik были обсуждены и рассмотрены различные концепции производственного оборудования. В результате было принято решение в пользу классической системы производства с использованием опрокидывающих столов похожей на оборудование Ambercon A/S в Дании с помощью применения мощной техники для очистки, смазки и разметки столов для бетонирования и последующего заглаживания бетонных элементов. Решающим фактором для выбора оборудования была его универсальность.

4 декабря новый завод по производству сборного железобетона был запущен в эксплуатацию. Этот завод принадле-

жит фирме Ирдон, которая на 100% является дочерней компанией Евродона. Предприятие предназначено для изготовле-

ния высококачественных стеновых и фасадных элементов, как в цельном виде, так и в виде многослойной конструкции. Кроме того, с использованием этого оборудования может осуществляться производство перекрытий и двойных стеновых панелей, а также различных других специальных конструкций.



Вадим Ванеев (спереди слева) с Василием Голубевым, губернатором Ростовской области, на торжественном открытии завода 4 декабря 2012 года

все фотографии: Avermann



Вид одного из двух производственных цехов, который оборудован опрокидывающими столами, складными поддонами и лопастными заглаживающими устройствами

## 26 гидравлических опрокидывающих столов

В качестве генерального подрядчика компания Avertmann несла ответственность за планирование, координацию стыковок и поставку всех компонентов оборудования. Большую часть компонентов оборудования немецкая компания поставила самостоятельно. Кроме того, было приобретено и дополнительное оборудование, в том числе смеситель, установки для армирования, повторной переработки и отопления.

На 26 гидравлических опрокидывающих столах, выполненных частично в виде тандемных групп, бетонуются самые различные фасадные и стеновые элементы. Все столы оснащены плавной регулировкой высоты опалубки и вибрационной техникой. Таким образом, на них могут изготавливаться стеновые элементы толщиной до 450 мм как из самоуплотняющегося бетона (СУБа) так и из обычного бетона. Кроме того, имеются в распоряжении четыре складных поддона для производства плит перекрытий и стеновых элементов с двойными плитами.

Для производства фасадных и стеновых элементов был использован МДО (модуль деревянной опалубки) фирмы RATEC, используемый в сочетании с системой PSV для устрой-

ства поперечной опалубки и пустот. На складных поддонах была выбрана проверенная система RTU 60 PRO. Обе системы обеспечивают высокую многофункциональность для реализации специфических пожеланий заказчика относительно опалубки.

## Съёмный бетонораспределитель

Для транспортировки бетонных конструкций с производственного участка в соседний просторный склад было установлено всего восемь мостовых кранов с двойными несущими балками грузоподъёмностью 20-тонн каждый. Четыре крана были выполнены в виде специальной конструкции для размещения оборудования для бетонирования. Бетонораспределители подвешиваются на кран и перемещаются с помощью соответствующего адаптера на тележке для того, чтобы иметь возможность использовать эти краны и для других задач. Монтаж и демонтаж оборудования, в том числе и автоматического электропитания, занимает всего две минуты.

Ёмкость каждого бетонораспределителя составляет 2,5 м. С использованием его собственного гидравлического подъёмного механизма в сочетании с поворотным устройством бетон подаётся в точно

определённое место на опрокидывающие столы. Управление всеми функциями осуществляется дистанционно.

После того, как бетон равномерно распределён, две лопастные заглаживающие машины берут на себя задачу заглаживания бетонных поверхностей. Каждая из машин имеет два заглаживающих механизма и в зависимости от размеров бетонной конструкции каждая машина может работать либо отдельно или параллельно. Машины оснащены продольной и поперечной подвеской и поэтому могут быть использованы в любое время и в любом месте на территории двух производственных цехов. Благодаря универсальности оборудования и возможности его использования в любое время и на любой бетонной конструкции, в про-

цессе производства можно избежать простоев. Также и здесь всеми функциями оборудования можно управлять дистанционно.

## Очистка, разметка и распыление осуществляется в полностью автоматическом режиме

Кроме того, используются две машины с автоматическим управлением для очистки, разметки и распыления. После снятия готовых бетонных конструкций опрокидывающие столы подвергаются механической высококачественной очистке. Установленный на машине пылесос осуществляет удаление мелкозернистого мусора через соответствующие фильтры – такие остаточные частицы попадают в отходы в основном при производстве бетона с обнажённым каменным остовом.



Подача бетона с помощью ковшового конвейера в любое место внутри производственного помещения



Полностью автоматическая линия с пылесосом

Распыление специального состава для предотвращения прилипания на очищенные поверхности стола и устанавливаемую по краям опалубку надежно и с нужной интенсивностью осуществляется с использованием специальных вращающихся насадок. После очистки и нового распыления на поверхности стола выполняется точная разметка новых контуров бетонной конструкции, включая вырезы, закладные элементы и т.п.

#### Выбор рецептуры на панели управления

Смесительная установка была приобретена в датской фирме Skako. Так же и в этом случае

главными требованиями при выборе оборудования являлись универсальность и многообразие производимых продуктов сборного железобетона. Установка обладает двумя противоточными смесителями Apollo, каждый из которых имеет ёмкость 3000 литров и одним противоточным смесителем Apollo ёмкостью 1500 литров. Общая производственная мощность составляет 125 кубометров бетона в час – используется в основном для производства сборных элементов, а также при необходимости для изготовления товарного бетона.

Предприятие имеет в распоряжении 24 вертикальных

силоса. В каждом из которых могут складироваться до 60 м<sup>3</sup> самых разнообразных заполнителей. С помощью специальной системы подачи и дозировки они подаются к смесительным установкам. Пять цементных силосов – один из них с белым цементом для производства цветных элементов фасада, – а также различное вспомогательное оборудование, входят в комплект смесительной установки. В производственных цехах бетон транспортируется двумя высокоскоростными ковшовыми конвейерными установками непосредственно к месту бетонирования. Таким образом, время ожидания бетона сводится к минимуму.

Бетонщик выбирает нужный рецепт и количество материала непосредственно с панели управления бетонораспределителя. Все остальные процессы до подачи бетона в бетонораспределитель выполняются в полностью автоматизированном режиме.

#### Индивидуальные арматурные сетки

Компания Progress из Италии поставила оборудование для производства арматурных элементов. Необходимые для изготовления сборного бетона

арматурные сетки изготавливаются в отдельном цеху и доставляются на производственный участок с использованием транспортных стеллажей.

Сердцем оборудования является полностью автоматизированный сварочный аппарат для сеток системы Evolution M для производства арматурных сеток с размерами до 10 x 4 метров. С использованием установки для правки и резки, продольная и поперечная арматура различного диаметра разматывается с катушки, выпрямляется, разрезается на необходимый размер по длине, а затем сваривается между собой. Таким образом, могут изготавливаться отдельные сетки, которые точно соответствуют заданным контурам, диаметру проволоки и размерам ячеек железобетонной конструкции. Кроме того, имеется в распоряжении автоматический станок для изгибания арматуры и изготовления хомутов, установка для сварки арматурных каркасов и оборудование для обработки стержневой арматуры компании Acitvate Irdon Company LLC.

#### Система производственного планирования

Система планирования производства и свободно программируемый контроль отопления были предоставлены компанией SAA Software Engineering GmbH из Австрии. Она соединяет производственные участки по изготовлению арматуры и смесительного оборудования с отделением по производству строительных изделий. Система является непрерывной и начинает своё функционирование с генерации необходимых производственных данных. Это осуществляется с помощью программы базирующейся на AutoCADe компании IDAT из Германии. Для применения этой программы несколько сотрудников компании Irdon LLC прошли обучение. Они создают на двух параллельных рабочих местах схемы расположения ар-



Компания Progress поставила машины для сварки арматуры



Смесительная установка имеет большую универсальность

матуры, планы по загрузке столов и так далее.

Все производственные данные поставляются с главного

компьютера компании SAA соответствующим потребителям, а также записываются. Таким образом, статистические

данные о производительности, расходу материалов и т.п. фиксируются в главном протоколе.

В дополнение к описанному выше оборудованию в поставках компании Avermann была включена система нагрева воды для подачи горячей воды в смесительную установку, а также для отопления производственных зданий и производственных столов. Это оборудование было создано в сотрудничестве со швейцарской компанией Sauter. Кроме того, компанией Bibko было поставлено оборудование для переработки, очистки и повторному использованию воды для промывания (см. журнал BFT INTERNATIONAL 11-12/2012, стр. 15) и других дополнительных компонентов.

#### КОНТАКТЫ

**Avermann**

**Maschinenfabrik GmbH & Co. KG**

Lengericher Landstraße 35

49078 Osnabrück/Germany

+49 5405 5050

info@avermann.de

[www.avermann.de](http://www.avermann.de)

### Специалист по:

- Бетоноформовочному оборудованию
- Бетоносмесительным установкам
- Специфическим роботизированным установкам
- Установкам для обработки поверхности



FRIMA P650



FRIMA GmbH & Co.KG | P.O.box 1144 | 26691 Emden-Germany

Fon: +49 4921 584-0 | Fax: +49 4921 584-128 | post@frima-emden.de | www.frima-emden.de

BIBKO UMWELTECHNIK & BERATUNG GMBH

## Повторная переработка остатков бетона на юге России

**Официальное введение в эксплуатацию** в конце сентября 2012 года вновь построенного завода по производству сборного железобетона в российском городе Шахты явилось важной вехой в успешной истории компании Bibko Umweltechnik und Beratung GmbH. Помимо технического оборудования для бетона, которое как с точки зрения рабочих процессов, так и по техническим характеристикам устанавливает новые производственные стандарты, большое внимание при оборудовании завода было уделено комплексной концепции по повторному использованию.

На предприятии в городе Шахты производятся в первую очередь элементы фасадов и конструкций лестниц, а также стеновые элементы. В зависимости от пожеланий или проекта заказчика, поверхности бетонных конструкций выполняются в виде бетона с обнажённым каменным остовом или с обычной бетонной поверхностью. Таким образом, система повторного использования компании Bibko подразделяется на два участка:

В цеху № 1 располагается бетоносмесительное оборудование в виде трёх бетоносмесительных установок. После того, как процесс смешивания бетона завершён он попадает в один из двух ковшовых транспортёров и транспортируется в заданное место на заводе. В цеху № 2 осуществляется дополнительная обработка бетонных элементов с целью получения поверхности с обнажённым каменным остовом с использованием водяного кофья высокого давления.

### Снижение затрат на обработку

Так как требования к процессу повторного использования или к оборудованию для этого в обоих цехах отличаются, для

каждого цеха была разработана собственная концепция. Через сопряжение эти две системы соединены друг с другом.

Наибольшее количество отходов бетона образуется в области расположения смесительного оборудования. Поэтому именно там была предусмотрено расположение перерабатывающей установки повторного использования компании Bibko типа ComTec 20. Остаточные количества бетона могут поставляться на эту установку непосредственно из трех смесительных установок или ковшовых транспортёров. Загрязнённая вода, получаемая после промывки смесителя и ковшового транспортёра, также подается непосредственно на перерабатывающую установку по повторному использованию. Расходы на переработку отходов бетона, таким образом, значительно снижаются.

В перерабатывающей установке по повторному использованию происходит фактическая переработка или процесс очистки, при котором образуется фракция с размером частиц  $> 0,2$  мм (в виде песка и гравия), а также вода с содержащимися цементными мелкими частицами размером  $< 0,2$  мм. В то время как более крупные зёрна выходят из системы через установленный на перерабатывающей установке типа ComTec спиральный транспортер, более мелкие частицы вместе с остаточной водой через систему перелива воды попадают в отстойник. Там располагается насос, который перекачивает воду с мелкими частицами в первый резервуар, оборудованный перемешивающим устройством. Это перемешивающее устройство поддерживает мелкие частицы во взвешенном состоянии и предотвращает их

осаждение. Остаточная вода из этого резервуара используется для полоскания бункера, как вода для промывания остаточного материала и ковшового конвейера, а также для снабжения системы транспортировки материала компании Bibko водой.

### Потребность удовлетворена

Для того чтобы получить в распоряжение эффективный процесс перемешивания остаточной воды с равномерными специфическими свойствами, на заводе был предусмотрен второй резервуар с перемешивающим устройством. В то время как первый резервуар служит для приёма неравномерно поступающей остаточной воды и для её временного хранения, через некоторое время, обычно утром на следующий день, оставшуюся воду прокачивают во второй резервуар. Таким образом, при производстве в остаточной воде в течение смены выравниваются возможные колебания по плотности, а также различия по степени вступления в химические реакции (гидратации) частиц цемента.

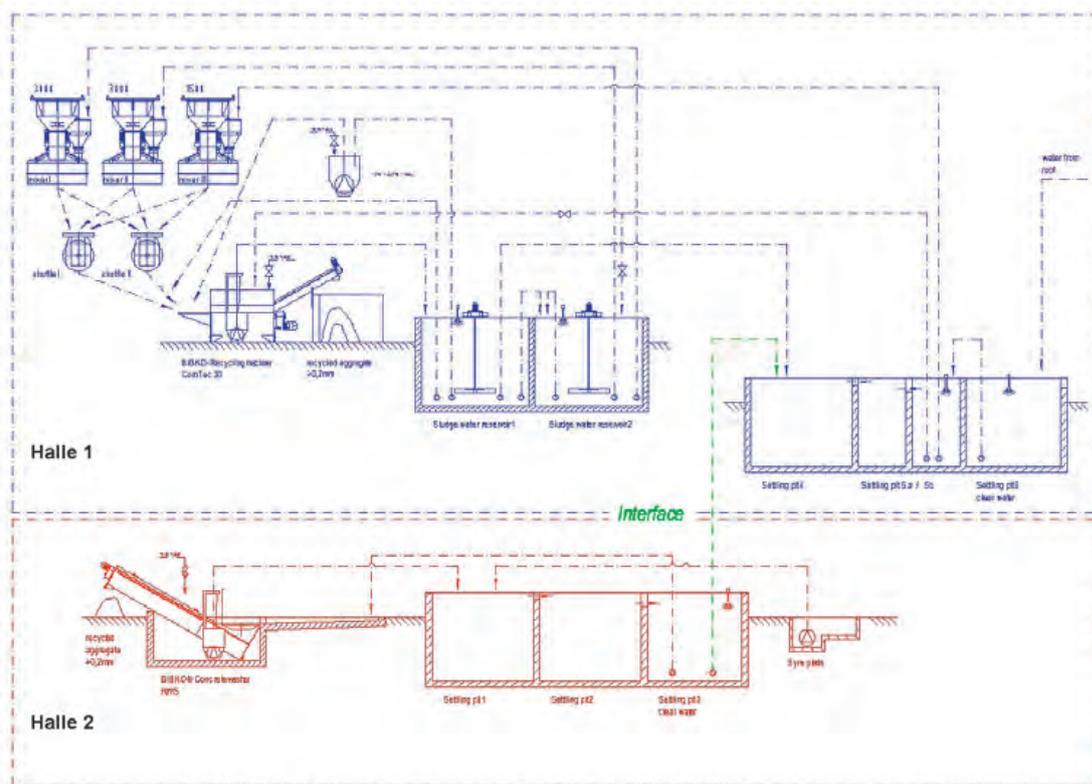


Схема системы повторного использования компании Bibko

фото: Bibko



фото: Bibko

Обзор оборудования компании Bibko

Объемы резервуара запро-ектированы таким образом, чтобы иметь возможность удовлетворить потребность в воде в течение одного производственного дня. Погружные насосы в резервуарах служат для перекачки остаточной воды к смесительной установке или для поддержания водного баланса.

#### Установленные измерения плотности

Ещё одним компонентом для обеспечения качества бетонной продукции является установленная система измерения плотности во втором резервуаре. Текущие показатели измерения плотности постоянно предоставляются в распоряжение для управления смесительной установкой, чтобы в случае необходимости сделать все необходимые исправления.

Для того чтобы иметь возможность осуществлять очистку бетонораспределителя в цеху № 1 был предусмотрен ещё один отстойник на уровне пола. Он является частью системы транспортировки материала компании Bibko и берет на себя все материалы, полученные во время очистки

бетонораспределителя. При использовании воды в качестве транспортной среды оставшийся материал подается для переработки в установку повторного использования типа ComTec.

В случае если при вышеописанном процессе переработки в цеху № 1 возникнет избыток воды, то имеется возможность

перекачивать этот избыток воды в многоступенчатый отстойник. Там осуществляется осаждение мелких частиц, чтобы в последней камере отстойника получить отстаившуюся чистую воду. Отстаившаяся чистая вода используется для пополнения первого резервуара, в качестве воды для промывания перерабатывающей установки для повторного использования, а также при необходимости, в качестве воды для затворения бетонной смеси в смесительной установке.

#### Процесс повторного использования

При обработке бетонных элементов с обнажённым каменным остовом с помощью водяных копий под высоким давлением смываются частицы бетонной поверхности, которые еще не схватились за счёт использования химических добавок. В этом случае размывается самый верхний слой, состоящий из частиц, содержащих цемент, песка и мелких зёрен. Вместе с используемой водой материал собирается в желоб. Оттуда он попадает в перерабатывающую установ-

ку повторного использования компании Bibko типа RWS, где и происходит сам процесс переработки.

Зерна с размером частиц > 0,2 мм подаются с использованием шнекового транспортера в систему, в то время как избыточная вода с мелкими частицами размерами < 0,2 мм через слив машины вместе с избытком воды доставляется в отстойник. Там находится насос, который перекачивает воду вместе с мелкими частицами в многоступенчатый отстойник. В последней камере отстойника рядом с насосом для промывания жёлоба для приёмки материала монтируется перекачивающий насос к установленной в цеху № 1 системе оборудования.

#### Замкнутый кругооборот материала

В дополнение к вышеописанному способу получения бетонных элементов с обнажённым каменным остовом в цеху № 2 осуществляются технологические процессы, в которых используется кислота. При этом возникающая смесь воды и кислоты также собирается и подаётся в первую камеру отстойника. Эта смесь приводит к снижению щелочного показателя pH остаточной воды.

Сопряжением между двумя системами является перекачивающий насос или передаточная линия. Если в цеху № 1 возникнет нехватка воды для производства бетона, тогда вода будет пополняться из отстойника в цеху № 2. Таким образом, для производства бетона всегда будет достаточно воды для затворения.



Желоб для приёмки материала

фото: Bibko

#### КОНТАКТЫ

**Bibko Umwelttechnik & Beratung GmbH**  
Steinbeisstrasse 1+2  
71717 Beilstein / Germany  
+49 7062 9264-0  
info@bibko.com  
www.bibko.com

Сборные железобетонные изделия помогают решать актуальные проблемы 21-го века, особенно в плане постоянно растущего спроса на жильё. Жилые дома должны возводиться сейчас в максимально короткие сроки, иметь не высокую стоимость и с небольшими затратами ресурсов. Предварительное заводское изготовление конструкций может внести весомый вклад в решение этого вопроса.

## Автоматизация производства железобетонных изделий

**Достойная крыша над головой точно** также как и еда и питьё является одной из основных потребностей каждого человека. В настоящее время в мире возникла ситуация, когда население на нашей планете растёт быстрее (сейчас 1% в год, или около 70 миллионов человек) чем возможность удовлетворения для каждого этой основной потребности в жилье. От решения этого конфликта и удовлетворения основной человеческой потребности в жилье зависит социальное спокойствие во многих странах и обществах.

### Проектирование отстаёт

Технический прогресс в настоящее время настолько далеко продвинулся, что требуется массовое изменение в мышлении относительно того, как может быть создано достаточное количество высококачественного, энергосберегающего и долговечного жилья. Традиционные методы основаны на относительно низком уровне проектирования и организации, которые очень часто характеризуются случайным реагированием, а не целостным проектированием процессов. Как сказали немецкие специалисты по строительству: «Наше проектирование отстаёт от строительной площадки примерно на 2 недели».

Это, правда несколько драматическое описание повседневной ситуации на строительной площадке пока-

зывает дилемму, с которой сталкивается строительная отрасль. Строительство было и остается в значительной степени целым рядом выполненных рабочих операций, совершённых в кооперации со многими поставщиками. Это неизменно приводит к сложно координируемым процессам и проблемам на входах в эту систему и, как следствие, ведёт к дефектам, задержкам и неприятностям.

### Часы рабочего времени за квадратный метр

По указанной выше причине, строительство и производство строительных материалов и конструкций в будущем должны быть все более развитыми в промышленном плане. Не только демографический взрыв в развивающихся государствах и странах третьего мира требует переосмысления ситуации. Также и в западном мире есть демографические изменения. Хотя развитие там идёт в противоположных направлениях и число населения уменьшается. Тем не менее, требования к жилью, в том числе и в связи со старением населения, существенно меняются. Более того, в странах западного мира, растущая нехватка строителей приводит к тому, что необходимо будет искать новые методы строительства.

Город-государство Сингапур уже использует новые методы. Там поставили перед собой цель, в течение ближайших нескольких лет, существенно увеличить производительность строительных площадок. В деталях это означает, что количество часов, отработанных за квадратный метр жилья, должно быть значительно сокращено. Сингапuru с населением в 4,8 миллиона человек требуются сотни тысяч рабочих из других городов, которые круглый год будут работать на городских стройках. Для города с очень ограниченным пространством это доставит проблемы самого различного рода. Сразу возникают такие вопросы: «Где будут эти люди жить и в какой социальной среде они нуждаются?» или «Каким образом будут эти люди обучаться?»

### ВМ и сборные конструкции

Вследствие большого количества различных подходов к повышению производительности, в Сингапуре быстро проявились два важных направления: первое, повышение качества и интенсивности проектирования

Многоэтажные жилые дома в России часто строят полностью из сборного железобетона



фото: BFT International



фото: Weckenmann

с использованием BIM (информационного моделирования зданий) и, второе, значительное увеличение использования сборного железобетона. Использование сборного железобетона для строительства жилья преподносится по-разному в различных странах. Наибольшая часть изделий используется в качестве бетонных перекрытий, причём предварительно напряженные пустотные плиты и полуфабрикаты перекрытий, вероятно, составляют в мире самую большую часть.

Стены в виде сборных железобетонных конструкций в процентном отношении производятся гораздо реже. В Германии, например, доля их использования крайне незначительна. Рынок ограничен несколькими производителями, которые производят для строительства сборные конструкции с двойными стенками для подвальных помещений или массивные элементы стен из обычного или легкого бетона для надстройки стен из кладки.

В России ситуация существенно отличается. Многоэтажные жилые здания здесь очень часто строят полностью из сборного железобетона. При этом необходимо отметить, что здесь речь идёт о стандартизированных строительных системах, которые использовались в строительстве на протяжении многих лет в неизменном архитектурном виде. Это привело к тому, что в этой стране с относительно высокой плотностью располагаются мощные заводы по производству сборного железобетона с большими объёмами производства.

### **Предпосылки для использования сборных конструкций**

Для эффективного использования сборного железобетона требуются глубокие знания о преимуществах и возможностях этой технологии. К ним среди других относятся архитектура, статика, динамика, строительная физика, возможности транспортировки и монтаж. Параллельно к этому должно быть создано эффективное производство сборного железобетона. Ясно и то, что без соответствующего производителя, нет вариантов доставки, и без производителей не будет никаких заказчиков. Это интерактивный процесс развития рынка должен быть инициирован и поддержан. В случае Сингапура, государство берет на себя роль инициатора.

Другой важной предпосылкой для использования конструкций из сборного железобетона является использование комплексных процессов проектирования. Автоматизированные производственные процессы требуют данные, которые обрабатываются с использованием современных систем CAD при поддержке программ расчета для оптимизации статике и строительной физики, а также инструментов ERP.

### **Автоматизированные заводы по производству сборного железобетона**

Посетители современных заводов по производству сборного железобетона, как правило, сильно поражаются тому, с какой высокой степенью автоматизации

Мощные заводы по производству сборных конструкций могут во многих странах внести свой весомый вклад в решение жилищной проблемы



Робот по установке опалубки может очень быстро и с невероятной точностью устанавливать на опалубку опалубочные профили

производятся сегодня стеновые панели и элементы перекрытий.

Начиная от массового продукта полуфабриката (плита перекрытия и стеновой элемент с двумя стенками) в последние 30 лет разработаны технические решения, которые за счет механизации и автоматизации существенно повлияли на следующие производственные этапы: проектирование изделия, управление производством, установка опалубки, армирование, производство и переработка бетона, термическая обработка, обработка поверхностей и логистика.

Результатом явилось увеличение производительности до 400%. Например, в 1985 году было необходимо около 0,2 человеко-часа на квадратный метр произведенной плиты перекрытия. В 2010 году на современных предприятиях требуется на это всего лишь 0,05 человеко-часа.

Как могут выглядеть современные решения по автоматизации, кратко описано ниже:

#### Большой плоттер

Плоттер постоянно и без ошибок передает спроектированные при помощи CAD контуры изготавливаемой бетонной конструкции на стол опалубки. Преимущества: этот процесс протекает гораздо быстрее, чем в ручном режиме. Ошибки в значительной степени исключены.

#### Робот по установке опалубки

При взаимодействии с интеллектуальными системами опалубки, которые могут быть использованы для реализации конструкции практически любого размера и различных контуров, робот по установке опалубки стал следующим шагом в эволюции после разработки плоттера. Он в основном используется для плоских сборных железобетонных изделий и может очень быстро и с невероятной точностью устанавливать опалубочные профили на опалубку и активировать встроенные на ней магниты для их фиксации.

#### Автоматическая подача бетона

Автоматическое бетонирование используется в основном при производстве полуфабрикатов для того, чтобы

избежать, в первую очередь, перерасхода бетона. Для оператора не всегда легко вручную осуществлять бетонирование относительно тонкого слоя бетона заданной толщины. Экономия бетона в зависимости от объема выпуска продукции может составлять 50 000 € и более в год. Кроме того, таким образом можно избежать жалоб в связи со слишком тяжелыми плитами, которые уже не в состоянии поднять кран на строительной площадке, или потому, что такие конструкции могут вызвать перегрузку транспортных средств.

#### Армирование

Использование арматурной стали с катушки, которая с использованием машины выпрямляется и нарезается по размеру, является необходимым условием для использования роботов, которые вставляют изготовленные в режиме реального времени армирующие элементы в опалубку. Ещё на один шаг дальше пошли автоматические станки для сварки сеток, которые сейчас в состоянии с высокой производительностью производить по индивидуальному заказу арматурные сетки с необходимыми отверстиями и закруглениями по краям, а затем их складировать и вставлять непосредственно в формы.

#### Что даст автоматизация?

Изготовленные в заводских условиях сборные железобетонные конструкции обладают следующими преимуществами:



фото: Weckmann

- » Стабильно высокое качество, точность размеров при изготовлении, оптимальные наружные поверхности.
- » Высокая скорость производства благодаря большой безопасности проектирования за счёт контролируемых производственных процессов в условиях промышленного предприятия – что означает своевременное выполнение заказа и таким образом сокращение времени строительства.
- » Автоматически произведенная продукция из сборного железобетона в основном не имеет дефектов – это также снижает затраты и ускоряет процесс строительства.
- » Сохранение природных ресурсов: энергия, сырье и отходы – в этих направлениях может быть достигнута экономия.
- » Важным аспектом является также улучшение безопасности труда – предотвращение несчастных случаев, строительные процессы становятся более безопасными.
- » Улучшение имиджа строительства и промышленности строительных материалов.

#### Необходимость автоматизированного производства

Резкий рост рождаемости во многих частях нашей планеты и демографические изменения в западном мире подтверждают необходимость развития промышленного и автоматизированного производства строительных материалов и конструкций. Это требует переос-

мысливания для всех участников процесса строительства – начиная с архитекторов, концепции которых адаптированы к техническим возможностям устойчивых строительных систем.

Чтобы найти оптимальное сочетание сборного железобетона с традиционными методами строительства подрядчики должны активно использовать преимущества применения сборного железобетона. Этот процесс должен рассматриваться в долгосрочной перспективе, так как строительство имеет много общего с традициями, и они не могут быть изменены за один день.

И, наконец, только тогда будет эффективное производство сборного железобетона, когда заказчики, архитекторы и строители будут готовы использовать эту перспективную технологию. Так как без спроса не будет производителей, и без производителей не будет развиваться широкий диапазон элементов из сборного железобетона.

#### КОНТАКТЫ

**Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG**

Birkenstraße 1

72358 Dormettingen/Germany

+49 7427 9493-0

info@weckenmann.com

[www.weckenmann.com](http://www.weckenmann.com)

С использованием автоматического бетонораспределителя можно обеспечить точную дозировку необходимого количества бетона



фото: Weckenmann

KBH BAUSTOFFWERKE GEBHART &amp; SÖHNE GMBH &amp; CO. KG

## Новое устройство по замене форм компании KBH как дополнительное оборудование для всех используемых производственных линий

### Условия производства бетонной тротуарной плитки

в последнее время существенно изменились. На производственных предприятиях расширяется многообразие видов и разнообразие цветов каждого вида этой продукции. Отдельные виды плитки для покрытия больших площадей, как правило, продаются только в небольших объемах. Таким образом, при производстве затребованы в основном небольшие партии продукции. Производственные линии, особенно имеющие длительный срок эксплуатации, в своём большинстве не приспособлены или в недостаточной степени оборудованы для осуществления гибкого и универсального производства. Это приводит к увеличению объёмов произведенной продукции на складе, так как продукция, имеющая средний или небольшой объём заказа, производится всё таки в достаточно большом (или слишком большом) объеме партии. В результате этого увеличивается объём связанных финансовых средств. Большие запасы и низкая частота оборота продукции на складе увеличивают риск выцветания хранящейся там продукции и приводят к «гниению» пакетов, в частности, упаковочных материалов. Зачастую просто (больше) нет в распоряжении достаточного объёма помещений для хранения на заводском складе, что ограничивает производственный процесс и стратегические позиции предприятия на рынке. Также и соединённые в сеть поставщики продукции с несколькими производственными предприятиями не могут иг-

норировать увеличивающиеся транспортные расходы. Если, с одной стороны производственные объёмы должны быть меньше, то с другой стороны частые перевооружения уменьшают производительность и доходность. Последствия этого явления однозначны и заключаются в том, что следующим стратегическим фронтом является увеличение универсальности и многофункциональности производственных предприятий.

### Замена формы возможна за 100 секунд

Двумя наиболее трудоёмкими и продолжительными процессами при переходе на новый вид продукции являются изменение её цвета и формы. Частые изменения цвета и формы продукции приводят к существенному

сокращению производительности. Как раз в этом случае целесообразно использовать устройство по замене форм компании KBH. Это устройство минимизирует продолжительность остановки оборудования для замены формы. Как следствие, производительность оборудования остается высокой, несмотря на частые замены формы. Одновременно могут реализовываться новые стратегии производства. Если раньше чаще сохранялась форма брусчатки, а изменялся цвет, то теперь возможна и обратная стратегия. Другая стратегия заключается, как правило, в том, что производятся более мелкие партии продукции, что позволяет значительно сократить связанный оборотный капитал. Даже кра-

ткосрочные изменения производственного плана теперь не вызывают каких-либо проблем. Кроме того, вся производственная стратегия может быть четко согласована и способна быстрее реагировать на фактическую ситуацию по сбыту продукции со склада. Возможно ежедневное планирование производства для оптимизации безпроблемной работы склада. В результате значительно снижается уровень запасов продукции и имеет место отсутствие «мертвого запаса» на складе. Кроме того, возможна организация специальных производств с гораздо меньшими затратами на оборудование и небольшими партиями выпускаемой продукции. Производство «нишевых» продуктов осуществляется гораздо проще.

Внедрение нового устройства на собственном заводе по производству брусчатки прошло успешно: компания KBH на своём предприятии с начала 2012 года успешно использует устройство по замене форм. С тех пор количество замен форм удвоилось, а производительность, несмотря на значительное расширение ассортимента и многообразие продуктов, не упала.



Новое устройство по замене форм компании KBH позволяет осуществить замену формы всего за 100 секунд

фото: KBH Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG

### Компактная пропорция с модульной конструкцией

Конструкция устройства для замены форм характеризуется очень компактной структурой. Требуемая площадь поверхности непосредственно на оборудовании производящем брусчатку составляет всего 3,5 м<sup>2</sup>. Минимальная необходимая потребность в пространстве, как правило, допускает размещение устройства для замены форм внутри защищающей от шума в кабины. Устройство имеет модульную конструкцию, так что она также может быть адаптирована к различным ситуациям в пространстве и при замене формы. Каждое предприятие имеет различные возможности доступа к устройству по замене формы. Благодаря универсальной конструктивной базовой концепции, отдельные модули могут быть собраны в различных конфигурациях, так что для каждой ситуации относительно доступа имеется готовое решение. Кроме того, устройство для замены форм устроено таким образом, что оно может быть удалено в течение нескольких минут. Это важно для того, чтобы обеспечить доступность для ремонта в зимние месяцы, а также для быстрого капитального ремонта в течение всего сезона.

Самая простая интеграция управления и концепция безопасности «подключи и играй»: концепция управления и концепция безопасности устройства по замене формы, как правило, не требует обмена сигналами с оборудованием по производству брусчатки. Интеграция по управлению и безопасности, таким образом, очень проста. Несмотря на простую возможность по интеграции процесс по замене форм осуществляется полностью автоматически.

### Отдельный павильон для очистки форм в качестве дополнения

На некоторых предприятиях, форма очищается еще во вре-

мя её нахождения в производственном оборудовании, т.е. до того, пока она будет снята. На многих предприятиях, форма очищается после снятия. Зачастую средства, с помощью которых шаблон извлекается из формы, являются недостаточными. Имеют место зацепления и другие повреждения, особенно при использовании высоких форм. Компанией КВН был специально разработан отдельный павильон для форм подходящий к устройству по замене форм. Это позволяет быстро, безопасно, без зацеплений и использования вилочного погрузчика или иного подъемника вытащить шаблон из формы и после очистки обеих частей опустить их вниз в поддерживающую конструкцию формы. Подъём шаблона и блокировка в верхнем положении также дополнительно оснащено механизмом безопасности, который исключает его опускание.

### Частота оборачиваемости на складе по сравнению с износом форм

С появлением устройства для замены форм также возникла необходимость в обслуживающем сотруднике и проектировщике производства. Как правило, у обоих прослеживается привычка, оставлять форму как можно дольше в производственном оборудовании. Многие системы стимулирования и вознаграждения состоят из двух составляющих: производительности и качества. Ещё одним составляющим в системах стимулирования должна стать: частота оборачиваемости на складе для каждой группы продукции.

Надо рассчитывать на то, что контраргументом является износ формы, так как частые замены формы как известно, увеличивают износ. Здесь необходимо иметь дифференцированный подход: Было бы идеально на практике производить большие объемы продукции с высокими суммами прибыли. Это успешно получается толь-

ко на развивающихся рынках с несовершенной конкуренцией или для продуктов одного производителя с сильной позицией на рынке продаж. В устоявшихся рынках и среди большинства продуктов, как правило, имеется высокая корреляция между объемом и ценой. Продукты с высоким объемом часто имеют низкие цены, и наоборот. Таким образом, при более точном рассмотрении на каждом предприятии заметна тенденция в том, что имеется лишь несколько сортов, которые имеют большие объемы и низкие цены. Основное количество сортов имеют средние объемами и средние цены, и появляется всё большее число сортов с низкими объемами, но высокими ценами и суммами прибыли.

### Выводы

При подключении устройства по замене форм должны производиться сорта с высокими объемами производства и все еще большими партиями, так как возможно, что будет целесообразным осуществить оптимизацию стоимости формы. Следует, однако, при этом помнить, что в 60 до 80% случаях требования к устройству по замене форм и деятельность как раз необходимо направлять на продукцию среднего или низкого объема, но зато с гораздо большей прибылью. Если в этом случае необходимо часто менять форму и имеется тенденция к возрастанию стоимости цикла на несколько центов, тогда будут преобладать продукты, которые имеют выгоду при небольших партиях и будут предотвращены вышеупомянутые периферические расходы.

Другой аргумент, который часто упоминается, является возможность поставки. Часто, высказываются опасения, что при небольшом сроке хранения продукции на складе возникает большая опасность, что при отказе машины или других трудностях в производственном процессе предприятие уже не в состоянии будет обеспечить

очень быструю поставку продукции. На самом деле, получается так, что при гибком производстве и укороченных сроках хранения на складе доступность всей системы выходит на передний план. Это обозначает, что при использовании устройства для замены форм прерывания производства будут гораздо быстрее видны. 80% перерывов в производственном процессе часто связаны недостаточным профилактическим плановым техническим обслуживанием или с отсутствием необходимой запасной детали оборудования. Но и здесь также возникает вопрос, является ли это поводом для радости или расстройства, когда производство осуществляется с низким сроком хранения на складе? Тогда неожиданно в центре внимания окажутся именно области технического обслуживания и ремонта, именно в том плане, чтобы при производстве нужно не ждать, пока производственное оборудование не выйдет из строя. Существует старая мудрость о том, что запланированный перерыв для технического обслуживания и ремонта, в конечном счете, вызывает гораздо меньше затрат, чем не запланированные перерывы. В любом случае, требуется переосмыслить работу оператора и обслуживающего персонала в этом плане.

Вывод: компания КВН разработала уникальное устройство по замене форм, которое может успешно использоваться на существующих и новых предприятиях, а также способно оказывать положительное влияние на конкурентоспособность производственного предприятия.

### КОНТАКТЫ

**KBH Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**

Einöde 2

87760 Lachen/Germany

+49 8331 950320

info@k-b-h.de

➔ [www.k-b-h.de](http://www.k-b-h.de)

Добавки для ускорения схватывания бетона в Германии до сих пор оставались в тени, прежде всего, из-за их возможного коррозионного воздействия на стальную арматуру в процессе их применения. В связи с введением концепции «кристалл – скорость – схватывание» и доступностью суспензий на основе наноразмерных C-S-H-фаз представляется целесообразным переоценка значения этой группы добавок.

## C-S-H: современный подход к ускорению набора прочности, Часть 1

ТЕКСТ: Себастьян Диттмар, доктор Х. Г. Хаук, Рональд Кёниг

**Замешать бетон, доставить его** к месту укладки, подать в форму, уплотнить, подождать, снять опалубку и готово. Об этом уже мечтали поколения учёных и технологов бетонного производства. С изобретением самоуплотняющегося бетона понятие «залить в форму» без последующей необходимости вибрировать и уплотнять стали обычным делом на строительной площадке. Только с понятием «подождать» все ещё, к сожалению не всегда получается. Для производителя бетона это означает: либо ждать, пока бетон сам по себе не наберёт достаточную прочность, для того чтобы снять опалубку, или принять меры по ускорению набора прочности. Традиционно к этим мерам относится целый ряд технологических возможностей, таких как использование цементов с быстрым набором прочности, низкое водоцементное соотношение (показатель в/ц) и достижение желаемых показателей за счёт выбора высококачественных добавок. Среди производственно-технических мероприятий наиболее распространённым является термообработка.

Использование добавок в бетон для ускорения схватывания до настоящего времени имело в Германии только второстепенное значение, так как высокоэффективные добавки не были доступны или при их использовании нельзя было предотвратить нежелательные побочные эффекты. Для обеспечения долговечности и устойчивости железобетонных конструкций в Германии определённое количество эффективных сырьевых материалов, используемых в добавках, запрещены национальными правилами для применения в армированном железобетоне.

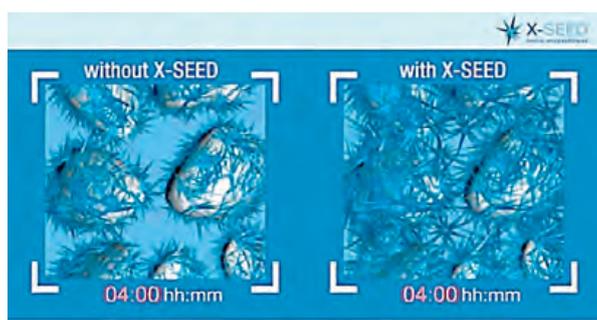
Разработка и развитие добавок в бетон для ускорения схватывания на основе синтетических гидратов силиката кальция открывают новые возможности для

экономической и экологической оптимизации этих процессов со стороны производителей бетона при производстве сборного железобетона и товарного бетона, а также потребителей на строительной площадке. Они будут изложены ниже и проиллюстрированы примерами из практики.

### Предыдущие возможности для ускорения схватывания

Формирование механических свойств бетона на основе портландцемента, по существу, связано с гидратацией силикатов дикальция и трикальция. Полученные при этом гидраты силиката кальция (C-S-H) в значительной степени отвечают за набор прочности. Скорость, с которой осуществляется реакция образования гидрата силиката кальция, зависит от состава цемента или связующей смеси и ряда внешних факторов, таких как температура реакции. После добавления воды для затворения часть клинкера очень быстро переходит в раствор, пока он не достигнет насыщения. Дальнейшее его растворение приведёт к перенасыщению. В этой среде спонтанно образуются кристаллические ростки (субкластеры), которые не разваливаются после достижения ими критического радиуса кристаллизации (стабильные кластеры), а продолжают расти до создающих прочностные характеристики C-S-H-фаз. Непрерывный прогрессирующий рост этих C-S-H-кристаллов затем макроскопически воспринимается как упрочнение и связанный с этим набор прочности [1].

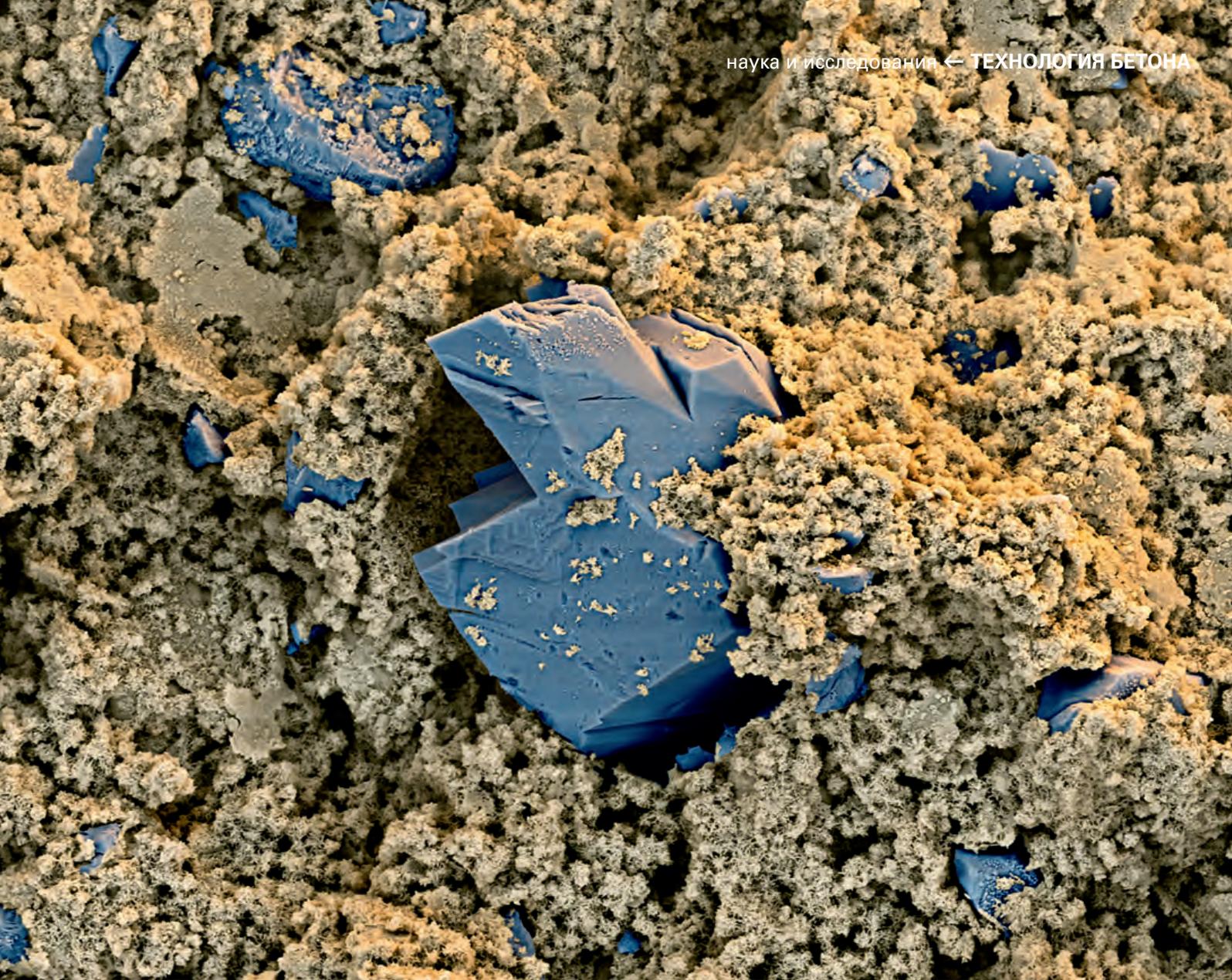
Формирование стабильных кристаллизационных ростков может быть ускорено путем подачи тепла, так как в процессе реакции должен быть преодолен энергетический барьер. Тем не менее, термообработка требует повышенного внимания и тщательного управления технологическими процессами (предварительное хранение, нагрев, выдерживание и охлаждение) так как из-за неправильной процедуры термообработки в бетоне могут произойти разрушительные химические реакции, такие как запоздалое образование этtringита. Это может привести к значительному ухудшению долговечности бетона. Кроме того, такие вмешательства в процессы протекания гидратации, как правило, также связаны с уменьшением достигаемой конечной прочности и изменением микроструктуры, что может



все фотографии: BASF

1

Добавление синтетических C-S-H-фаз ведёт к ускоренной гидратации за счёт роста кристаллов также и в поровом растворе



привести к усиленному образованию микротрещин и повышенной пористости.

И из-за резкого и продолжающегося роста затрат на энергию тепловая обработка представляет существенную статью расходов при производстве бетона. В связи растущей важностью аспектов устойчивости, таких как потребление ресурсов и выбросы  $\text{CO}_2$ , при оценке строительного материала бетон также и термообработке уделяется всё больше и больше внимания.

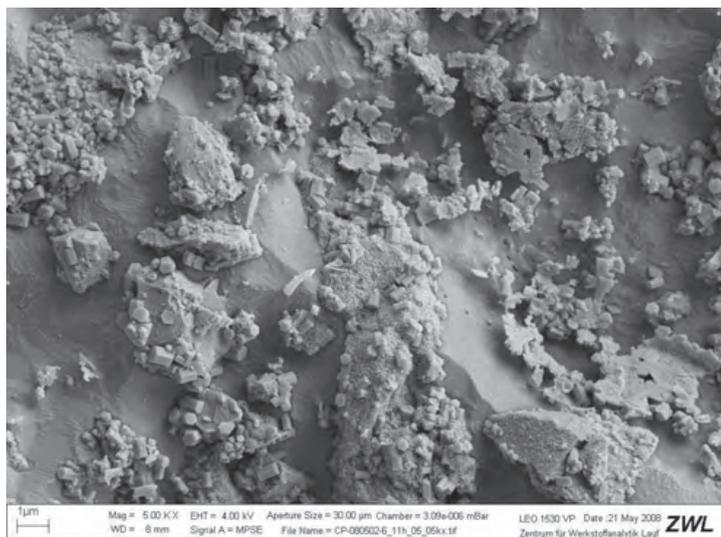
Также и за счёт более тонко измельчённого цемента и оптимизации распределения частиц по размерам можно получить ускорение набора прочности. При этом важную роль в формировании ранней прочности играет наружная поверхность цемента, реагирующая с водой, от которой зависит масса образующихся продуктов гидратации. С этим также связано и увеличение развития последующей прочности, хотя это и реже встречается, чем раннее увеличение прочности. Это происходит из-за увеличения образования продуктов гидратации на поверхности цементных частиц, что вызывает уплотнение структуры материала и замедляет дальнейшую реакцию. Тем не менее, увеличение прочности этим путём можно достигнуть только до определенного предела, так как она существенно зависит от состава цемента [2] [3].

С 2006 года в Германии на рынке представлены специальные быстрые цементы, относящиеся к стандартным цементам в соответствии с DIN EN 197-1, которые прежде всего используются в области изготовления сборных конструкций. Благодаря использованию очень тонких добавок, например, на основе гидроксида кальция ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), можно достигнуть того, что набор прочности начнётся вскоре после окончания перемешивания. Обычно имеющийся период многочасового «перерыва» в процессе гидратации портландцемента в этом случае резко сокращается. Высокое содержание тонких частиц  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  действует как кристаллические ростки, которые вызывают ускорение формирования и рост создающих прочность C-S-H-фаз при гидратации цемента. Свойства изготовленных на этих цементах бетонов сопоставимы с обычными бетонами [4].

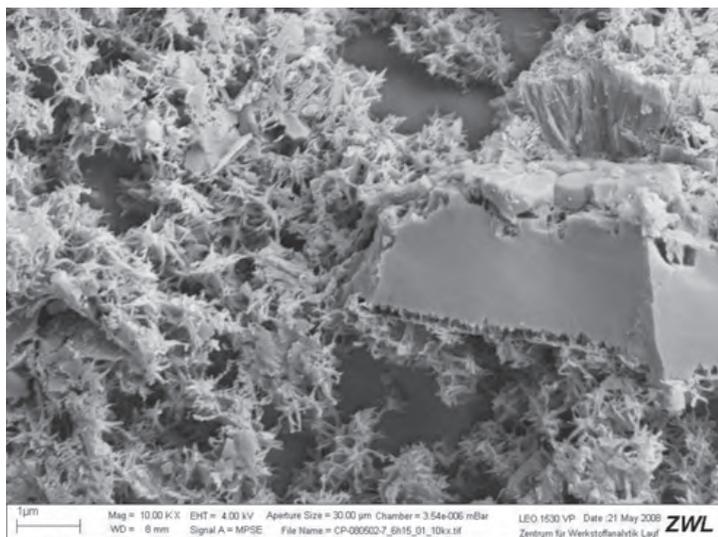
Ускоряющие схватывание добавки в бетон, которые влияют на равновесие реакции и реакционных процессов, также известны. Тем не менее, до настоящего времени они играют лишь незначительную роль в производстве бетона.

Хороший ускоряющий эффект может быть получен с использованием хлорида кальция. Уже в конце 19-го века это свойство было описано в патенте

**2**  
Экономическая и экологическая оптимизация: ускоряющие схватывание добавки, такие как, например, X-Seed открывают новые возможности



**3**  
Развитие процесса образования C-S-H-фаз с использованием добавок для ускорения схватывания и без их применения. Указатель: без добавки для ускорения схватывания через одиннадцать часов ...



**4**  
... с использованием добавки для ускорения схватывания X-SEED через шесть часов

Великобритании. Но так как хлорид очень сильно способствует развитию коррозии стальной арматуры, его использование в железобетоне в Германии не допускается. По этой же причине роданиды (тиоцианаты) как ускоряющие схватывание добавки, используемые в железобетоне, также запрещены к применению [5].

Используемые в ряде европейских стран добавки на основе нитрата кальция, согласно DIN 1045-2 также не допускаются к использованию с целью обеспечения безопасности, потому что нитраты при неблагоприятных условиях и при высоких концентрациях могут способствовать возникновению процесса коррозии под напряжением [6].

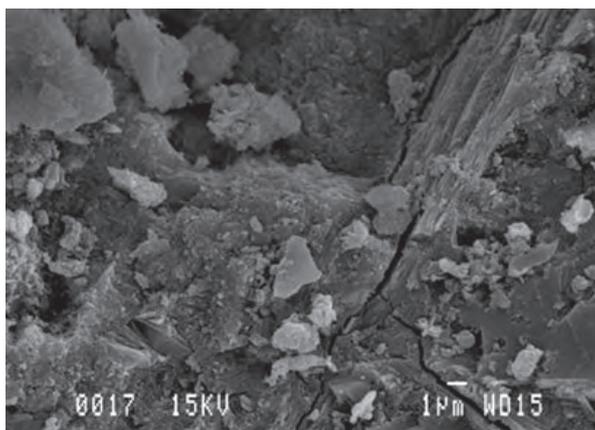
Только формиат кальция используется в Германии в качестве добавки для ускорения схватывания, хотя он запрещён к применению в предварительно напряженном бетоне из-за способствования возможной коррозии под напряжением, которая вызывает растрескивание. Поскольку он доступен только в виде порошка и, таким образом, может быть слабо интегрирован в обычные операции по дозированию, его применение не нашло широкого распространения.

### Использование C-S-H ростков кристаллов

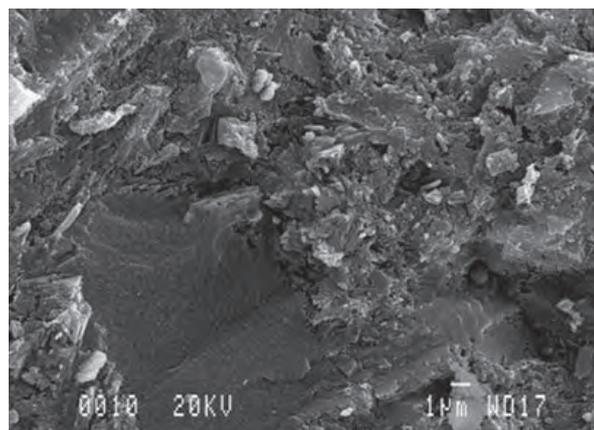
Уже с 1950 года известно, что набор прочности бетона с портландцементом может быть ускорен за счёт добавления схватившегося и затем тонко измельчённого цементного камня [7]. В качестве механизма было использовано предположение о воздействии измельчённого цементного камня как кристаллизационного ростка. Хотя этот принцип используется во многих отношениях для инициирования и ускорения образования кристаллов из насыщенных или перенасыщенных растворов путем добавления подходящих ростков кристаллов в других областях, таких, как химическая промышленность, в бетонных технологиях он до сих пор не нашёл распространения. Экономически обоснованное увеличение ранней прочности за счёт применения измельченного, гидратированного цементного камня до сих пор не используется.

Если же используются синтетическим образом созданные C-S-H-ростки, то можно получить значительное ускорение гидратации портландцемента [8], [9]. Если же бетону с портландцементом при нормальных условиях хранения требуется несколько часов для образования стабильных кластеров, которые действуют

**5**  
Изображения цементного камня через 28 дней с использованием электронного микроскопа показывают аналогичные структуры с использованием добавки для ускорения схватывания X-SEED и без её применения. Указатель: без использования добавки для ускорения схватывания (слева);



**6**  
с использованием добавки для ускорения схватывания X-SEED (справа)



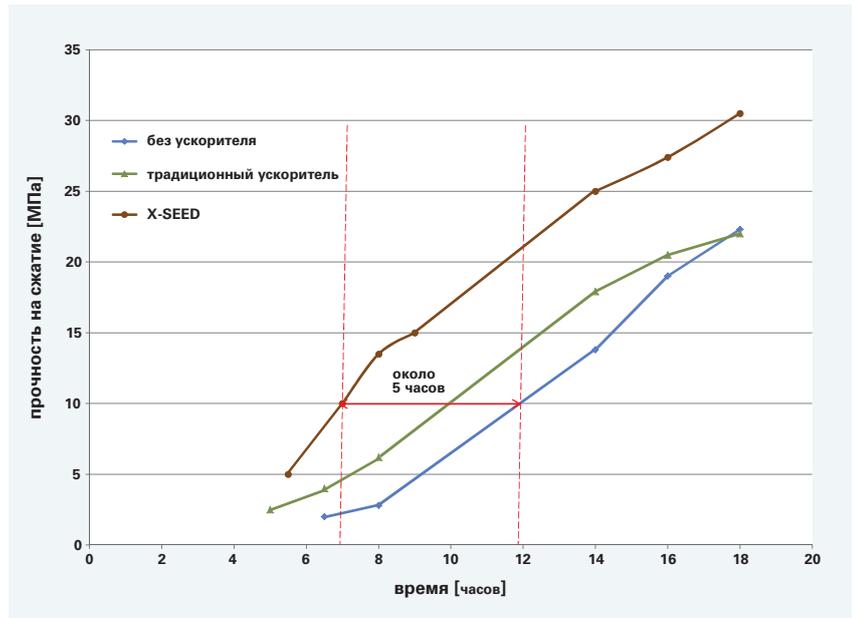
в качестве ростков для дальнейшего возрастания создающих прочность C-S-H-фаз, они будут добавлены непосредственно при смешивании бетона в виде добавки-суспензии. Это сэкономит для бетона долговременный процесс и рост кристаллов может сразу генерироваться на внешне созданных ростках. Рисунок 1 иллюстрирует этот процесс с использованием графика. В результате процесс набора прочности наступает с задержкой на несколько часов. В этой реакции, обычные продукты гидратации образуются таким образом, что состав и морфология матрицы не отличается от нормального бетона. Так как образование кристаллов не ограничивается поверхностью цемента или приповерхностной областью, то это также может иметь место в поровом растворе между частицами и экранирование поверхности частиц цемента уменьшается за счет возникающих продуктов реакции. Это проявляется в дополнительной ускоренной гидратации и более высокой степени гидратации (рис. 2) [10] [11].

За счёт промышленного производства наноразмерных ростков кристаллов на основе C-S-H фаз и их стабилизации в водной суспензии технологам по производству бетона предоставлены в распоряжение ускоряющие схватывание продукты серии X-SEED химической компании BASF, которые обеспечивают существенный рост набора прочности бетона в период первых двенадцати часов после смешивания. При этом не следует ожидать негативные последствия для формирования микроструктуры в течение процесса гидратации (см. рисунок 3). В зависимости от процесса изготовления, продукты можно получить также и без нитрата как второстепенного компонента, так что они могут быть также использованы в рамках нормативного документа DIN 1045-2, поскольку вопросы коррозии стальной арматуры не будут при этом затрагиваться.

#### Концепция «кристалл – скорость – схватывание»

При использовании добавок для ускорения схватывания для современной технологии бетона открывается широкий спектр новых возможностей. Потому что даже при низких температурах процесс набора прочности начинается гораздо раньше и происходит интенсивнее (см. рисунок 4). Как для завода сборного железобетона, так и для производителя товарного бетона использование универсальной добавки для ускорения схватывания может принести технические и экономические преимущества. Некоторые основные аспекты будут изложены ниже.

В литературе уже сообщалось о процессе оптимизации при производстве труб с применением добавки X-SEED 100. Благодаря использованию добавок для ускорения схватывания стало возможным отказаться от термической обработки и увеличить оборачиваемость опалубки в течение рабочего дня. При необходимости оборачиваемость опалубки можно довести до трёх раз в день. Таким образом, в приобретении новой опалубки для увеличения производительности нет необходимости. Кроме того, было достигнуто равномерное качество наружной поверхности. Достигнутое таким образом универсальное сокращение технологи-



ческого цикла привело к значительному улучшению производственной эффективности.

Добавки для ускорения схватывания могут быть также использованы для экономической и технологической оптимизации состава бетона. Часто для достижения высокой начальной прочности используется более высокое содержание цемента, чем это было необходимо для достижения требуемой конечной прочности. Кроме того, чтобы увеличить начальную прочность часто уменьшают водоцементное соотношение бетонной смеси. Хотя это и является очень эффективным для достижения ранней прочности, в той же степени растёт также и конечная прочность, что не всегда желательно. Кроме того, вязкость цементного теста увеличивается, что в свою очередь приводит к ухудшению способности заглаживания поверхности бетона.

Замена термообработки на использование кристаллических ростков C-S-H для увеличения начальной прочности наряду с экономическим аспектом по экономии затрат также приносит пользу окружающей среде. В связи с возможной экономией энергии, а также ориентированной на устойчивость оптимизации рецептуры бетона, баланс CO<sub>2</sub> бетона может быть значительно улучшен, как это показано на основе расчетов с использованием модели-анализатора жизненного цикла, разработанной компанией BASF Construction Chemicals [12].

Улучшение экологических показателей бетона с помощью целевой оптимизации рецептуры и экономии ресурсов также может быть использовано в товарном бетоне. Использование добавок для ускорения схватывания может там применяться, особенно в холодное время года, для рационального использования опалубки на строительной площадке. Более ранние сроки снятия опалубки позволяют иметь в наличии меньшее количество элементов опалубки, что, в частности, при использовании арендуемой опалубки может существенно снизить затраты на её аренду. Суммарное сокращение сроков строительства за счёт этого даёт также значительную экономию финансов.

#### 7

Набор прочности на сжатие бетона (350 кг CEM I 52,5 R) при температуре 10°C с использованием добавки для ускорения схватывания и без её применения

АВТОРЫ



Дипломированный инженер Себастьян Диттмар с 2011 года работает заведующим отделом и лаборатории в немецкой компании BASF Construction Polymers GmbH. С 2008 по 2010 год он участвовал в разработке новых продуктов, выполнении различных видов проектных работ и в обслуживании клиентов. Свои первые шаги в карьере он делал в качестве менеджера лаборатории, руководителя отдела контроля качества и инженера-технолога по производству товарного бетона на производстве BETON LANA GmbH, в городе Лана, Италия. Учился в Инженерно-строительном университете в городе Веймаре и получил образование в Институте строительных материалов имени Фингера в 2002 году.



Доктор Ханс Гюнтер Хаук учился по специальности химия в Технологическом Университете города Карлсруэ и Университете имени Филиппса в Марбурге, где он защитил диссертацию в 1986 году. С 1987 по 1991 год работал в акционерном обществе Brockhues AG, в городе Валлуф, в качестве руководителя лаборатории по разработке и применению пигментов для строительных материалов. В 1991 году он перешёл на работу в компанию Woermann Betonchemie GmbH & Co. KG в качестве руководителя лаборатории по разработке и применению добавок для бетона и вспомогательных материалов для строительства. В настоящее время он работает в компании BASF Construction Polymers GmbH в качестве технического менеджера по системам материалов для Германии, Австрии и Швейцарии. Он является членом национальных и международных экспертных органов и комитетов по стандартизации в области добавок для бетона.

Доктор Ханс Гюнтер Хаук учился по специальности химия в Технологическом Университете города Карлсруэ и Университете имени Филиппса в Марбурге, где он защитил диссертацию в 1986 году. С 1987 по 1991 год работал в акционерном обществе Brockhues AG, в городе Валлуф, в качестве руководителя лаборатории по разработке и применению пигментов для строительных материалов. В 1991 году он перешёл на работу в компанию Woermann Betonchemie GmbH & Co. KG в качестве руководителя лаборатории по разработке и применению добавок для бетона и вспомогательных материалов для строительства. В настоящее время он работает в компании BASF Construction Polymers GmbH в качестве технического менеджера по системам материалов для Германии, Австрии и Швейцарии. Он является членом национальных и международных экспертных органов и комитетов по стандартизации в области добавок для бетона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Locher, F. W.: Zement: Grundlagen der Herstellung und Verwendung; Verlag Bau und Technik, Düsseldorf, 2000
- [2] Kayser, W.: über den Einfluss der Korngrößenverteilung auf die Eigenschaften von Hütten- und Portlandzementen; Dissertation; TH Karlsruhe (1965)
- [3] Keienburg, R.-R.: Korngrößenverteilung und Normfestigkeit von Portlandzement, in: Schriftenreihe der Zementindustrie H. 42 (1976); Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf
- [4] Ludwig, H.-M.; Neumann, Th.; Rothenbacher, W.: Eigenschaften und Anwendung eines Schnellzementes für konstruktive Bauteile, in: Beton 2008, H. 1 +2, 10–17
- [5] DIN 1045-2, 08-2008, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, DIN Deutsches Institut für Normung e. V.; Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [6] U. Nürnberger: Korrosion und Korrosionsschutz im Bauwesen Bd. 1; Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1995
- [7] M. Duriez et al.: Possibilités nouvelles dans le durcissement rapide des ciments, mortiers et bétons, in: Ann. de l'Inst. Tech. B.T.P., N° 98, 1956
- [8] J.J. Thomas et al.: Influence of nucleation seeding on the hydration mechanisms of tricalcium silicate and cement, in: J. of Phys. Chem. C 113 (11), 2009
- [9] L. Nicoleau: The acceleration of cement hydration by seeding. Influence of the cement mineralogy, 18. Ibausil, Weimar, 2012
- [10] Magarotto, R.; Zeminian, N.; Roncero, J.: Innovativer Beschleuniger für Fertigteilbeton, in: BFT 02/2010, 4–9
- [12] Ludwig, H.-M.; Dressel, D.: Moderne Beschleunigungstechnologien für Fertigteilbetone, in: BFT International 02/2011, 24–25
- [14] Klügge, J.: Chancen und Herausforderungen auf dem Weg zur nachhaltigen Produktion und Anwendung von Beton; Kolloquium 2012 Forschung und Entwicklung für Zement und Beton; Verein der Österreichischen Zementindustrie, Wien, 2012

Во второй части статьи будут представлены возможности использования ускорителей схватывания на основе наноразмерных C-S-H-суспензий на некоторых примерах.



Посетите наш новый сайт

[www.peikko.ru](http://www.peikko.ru)



Узнайте больше о технологиях Рейко для сборного железобетона!



Download PEIKKO DESIGNER®  
[www.peikko.com](http://www.peikko.com)



## Производственное оборудование и автоматизированные системы для производства сборных бетонных конструкций и изделий

- | Стационарное поточное производство
- | наклоняемые столы
- | установки оборота поддонов
- | транспортные и погрузочно-разгрузочные системы
- | системы раздачи бетона для любого производственного назначения
- | машины для правления
- | опалубочные системы
- | Опалубка для особых конструктивных элементов
- | Опалубка для гаражей / Опалубка для объёмных элементов / Опалубка для особых случаев
- | Опалубка для каркасных конструкций
- | Опалубка для опор / Опалубка для связной кладки / Опалубка для технических деталей



NOMINATED FOR:

**Bauma**

Innovation Award 2013



SOMMER Anlagentechnik GmbH | Benzstraße 1 | D-84051 Altheim/Germany  
телефон: +49(0)87 03 / 9891-0 | факс: +49(0)87 03 / 9891-25  
info@sommer-landshut.de | www.sommer-landshut.de

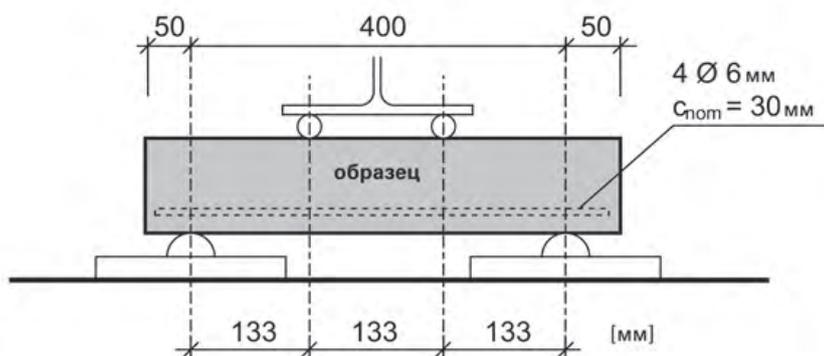
**SOMMER**  
Anlagentechnik GmbH

В Институте строительных исследований Университета RWTH города Ахена были изучены повреждения и дефекты строительных конструкций, изготовленных из бетона с высокой прочностью на сжатие. Причинами повреждений предположительно являлись совокупность свойств исходных материалов, образование микротрещин вследствие динамической нагрузки и воздействия погодных условий.

## Образование этtringита при различных условиях хранения и механической нагрузке

ТЕКСТ: Ясон Лаффан, генеральный менеджер, компания Hydronix

**1**  
Образец во время испытания на изгиб в четырёх точках при статическом и динамическом нагружении



все фотографии: RWTH

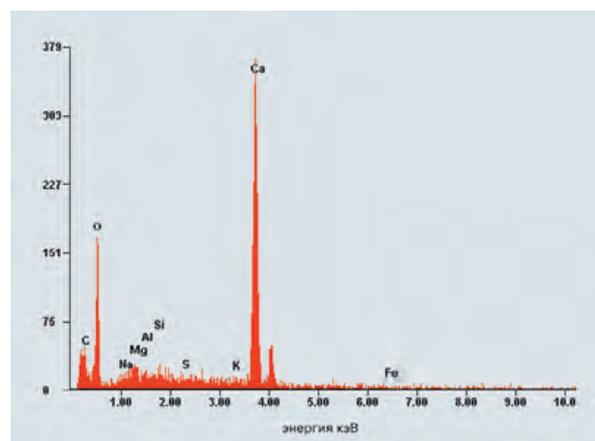
В Институте строительных исследований Университета RWTH города Ахена были исследованы повреждения динамически нагруженных железобетонных конструкций. Несмотря на высокую прочность на сжатие исследуемые строительные конструкции имели трещины и отслаивание материала. С помощью электронного микроскопа в структуре цементного камня в больших количествах был найден этtringит. Причины дефектов предположительно были следующими: сочетание свойств исходного сырья, в частности, относительно высокое содержание сульфата и щелочи в используемом портландцементе, образование микротрещин из-за высоких динамических нагрузок и погодных условий во время эксплуатации. На основе описанных повреждений были проведены исследования этого комбинированного механизма образования дефектов.

Из литературы известно взаимное усиление одновременно воздействующих агрессивных химических и механических воздействий на коррозионную стойкость материалов на основе цементных вяжущих [1, 2, 3]. В этих работах, однако, не выявлено влияние тепловых воздействий на механизм коррозии под напряжением. Для настоящего исследования образцы бетона подвергались воздействию комбинации тепловых, гигроскопических и механических воздействий.

### Разрушающее образование этtringита

Этtringит (гидросульфат алюмината кальция) образуется из портландцементов при достаточном количестве сульфатов в качестве продукта реакции в течение первых часов гидратации. Реакция СЗА, сульфата и воды по образованию этtringита связана с увеличением объема в восемь раз. Пластичный свежеприготовленный бетон

**2**  
ЭРС-анализ фазовых компонентов на поверхности трещины динамически нагруженного образца серии 2 (20/5 °С): карбонат кальция



имеет возможность за счёт деформаций предоставить вновь образованным фазам этtringита пространство таким образом, что его структура не повреждается. В противоположность к этому, как правило, структурные повреждения происходят в затвердевшем бетоне, если образование этtringита при этом задерживается на несколько дней или недель из-за массивного внутреннего источника сульфата и оставшегося не гидратизированного СЗА. Эта реакция известна как последующий основной процесс образования этtringита [4, 5, 6].

Во время гидратации основной этtringит обычно превращается в моносульфат. Кроме того возможно дополнительно возникают другие алюминатные гидраты. Эти фазы могут при внешнем воздействии сульфата преобразовываться в этtringит. Внутренний источник ионов сульфата может возникнуть при неправильной термической обработке. В этом случае внутренние сульфат-ионы связаны с CSH-фазами адсорбции и выпускаются в более старшем возрасте бетона, так что они реагируют с названными фазами алюмината. Эти процессы называют последующим образованием этtringита [4, 5].

Кроме того, за счёт повторяемой сушки и смачивания бетона основной или последующий этtringит может растворяться и транспортироваться к существующим слабым местам структуры бетона (к трещинам, порам, пустотам) где он перекристаллизуется в форму грубо-кристаллического этtringита. Пока не ясно, в какой степени это вторичное образование этtringита способствует процессу разрушения, к примеру, за счет расширения трещин. [4, 5]

### Стабильность этtringита

Стабильность этtringита в зависимости от температуры и показателя pH порового раствора играет решающую роль в механизме повреждения последующего образования этtringита. В строительных материалах на основе цемента, верхний предел термической стабильности этtringита, в зависимости от содержания щелочи порового раствора имеет температуру примерно 70°C. В этих условиях этtringит разлагается на моносульфат, гипс и воду. Перекристаллизация этtringита возможна также при температурах ниже теплового предела стабильности. [7]

Соотношение длины и ширины кристаллов этtringита и их устойчивости зависит по [8] также от pH порового раствора. В диапазоне pH от 11 до 12 этtringит имеет форму иглы. При более высоких значениях pH морфология этtringита изменяется в пользу более тонких и коротких кристаллических волокон. Согласно [8] от pH 13 этtringит представляет из себя рентгеноаморфные или гелеобразные, зернистые структуры. Это противоречит многочисленным литературным источ-

исходный материал	единица измерения	содержание
CEM I 52,5 R <sup>1)</sup>	кг/м <sup>3</sup>	370
вода		148
заполнители		1.916
воздух	процент по объёму	1.0

<sup>1)</sup> химический состав см. таблицу 2

Таблица 1

Рецептура бетона для образцов (100 · 100 · 500 мм<sup>3</sup>)

никам, согласно которым этtringит был обнаружен в сильно щелочной среде цементного камня с помощью электронной микроскопии и/или рентгеновской дифракции. Также в рамках представленных исследований часто обнаруживался хорошо выкристаллизованный этtringит. Причина этого расхождения, вероятно, обусловлена ионной силой порового раствора.

Если показатель pH гидратационной среды снижается, происходит уменьшение соотношения длины и толщины кристаллов, в котором этtringит при pH ниже 9 полностью или частично разлагается. Такое снижение может произойти во время карбонизации или при процессах выщелачивания (см., например, [9, 10, 11]).

### Экспериментальная программа

Согласно указанной в таблице 1 рецептуры поврежденных бетонных строительных конструкций были изготовлены армированные образцы и после их предварительного хранения в течение 28 дней при температуре 20°C и относительной влажности 65% они подверглись испытаниям в четырёх различных температурных режимах. Для того чтобы определить, что тепловая граница стабильности этtringита в бетоне образцов превышена, была применена температура 70°C. Так как перекристаллизация или новообразование этtringита происходит преимущественно при низких температурах, в качестве нижнего температурного диапазона был выбран уровень температуры 5°C. В качестве рекомендованного использовался уровень температуры 20°C. В первой серии экспериментов циклическое температурное воздействие на образцы проводили при температурах 70 или 5°C, во второй при 20 и 5°C, а в третьей и четвертой серии температуру поддерживали на постоянном уровне на протяжении всей продолжительности испытания в режиме 5°C или 20°C.

В каждой серии экспериментов осуществлялись различные механические нагрузки по различным сценариям. Для этого было использовано испытание на изгиб с приложением усилий в четырёх точках, в котором образцы (100 x 100 x 500 мм<sup>3</sup>) в растянутом состоянии подвергались статическим или динамическим нагрузкам (см. рис. 1). Для сравнения образцы, которые механически не испытывались, подвергались испыта-

Таблица 2

Химический состав цемента CEM I 52,5 R

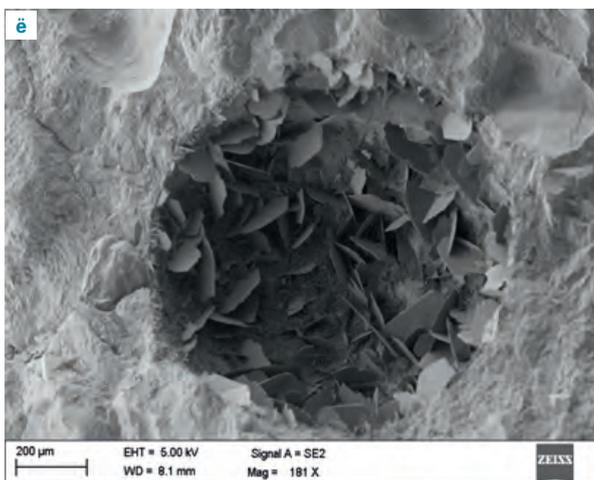
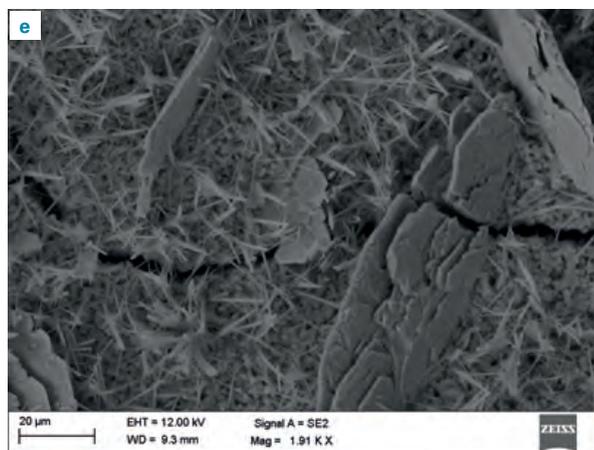
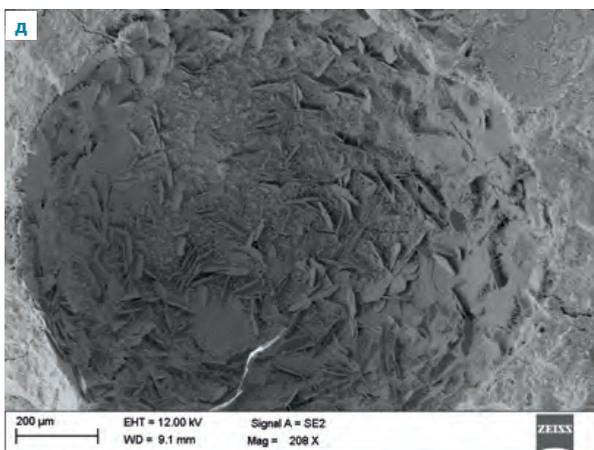
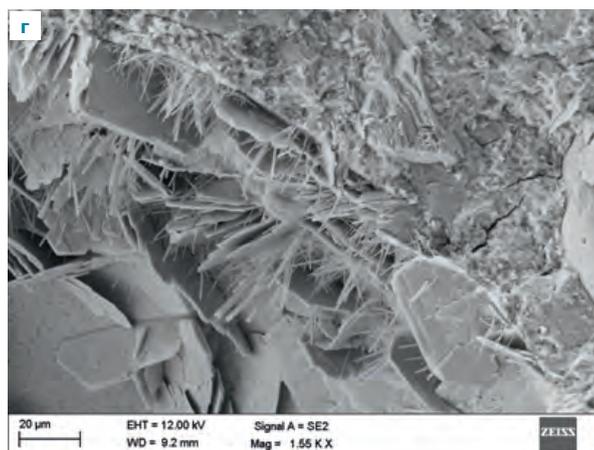
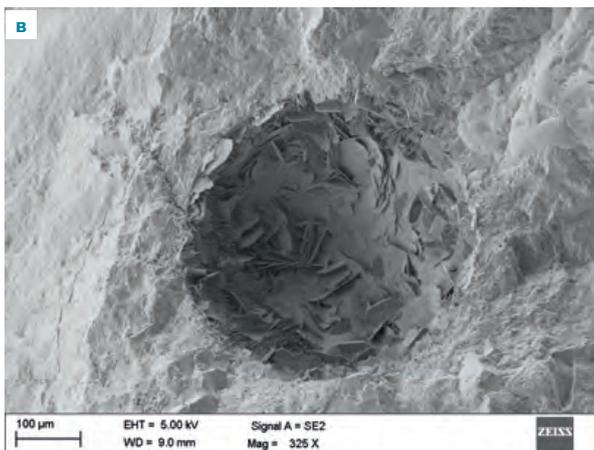
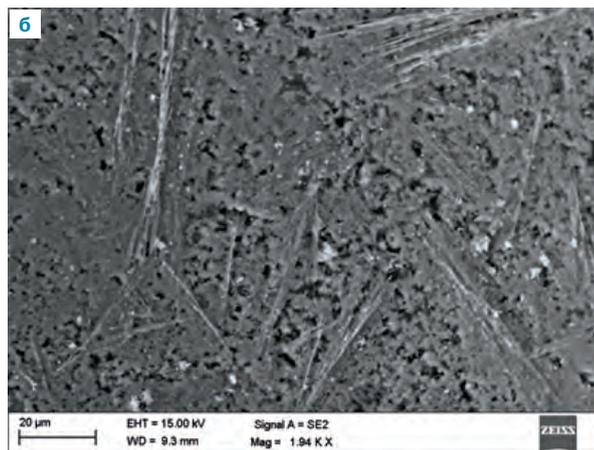
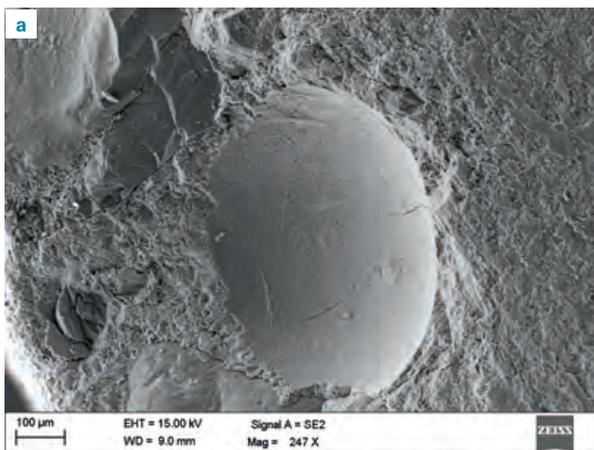
потери при обжиге	всего серы в виде SO <sub>3</sub>	хлорид	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
w.-% <sup>1)</sup>												
-2,60 <sup>2)</sup>	3,91	0,063	0,07	1,29	0,92	1,47	5,53	20,9	65,0	0,18	0,05	2,99

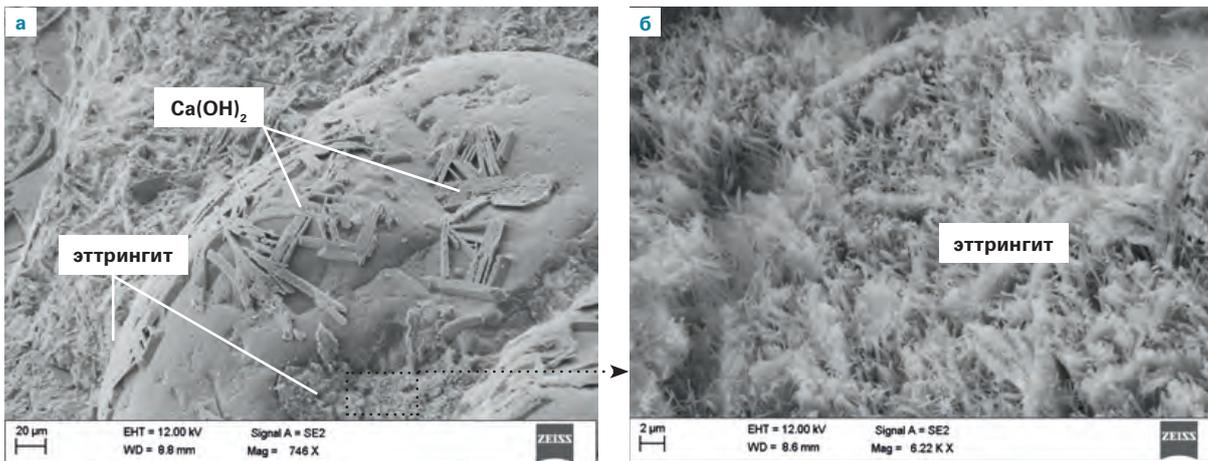
1) по отношению к высушенной пробе

2) окисление сульфида

3

Снимки воздушных пор в цементной матрице динамически нагруженного образца выполненные с использованием электронного микроскопа: (а, б) серия 1 (70/5 °С), (в, г) серия 2 (20/5 °С), (д, е) серия 3 (5 °С), (ё, ж) серия 4 (20 °С)





**4**  
Снимки поверхности зерна заполнителя с увеличенной концентрацией гидроксида кальция (а) и этtringита (б) в зоне контакта выполненные с использованием электронного микроскопа

ниям в таком же температурном режиме. Кроме того, все образцы в течение всего периода эксперимента, были подвергнуты разным попеременным вариантам хранения: в воде и в сухом виде. В этих условиях испытаний можно было рассчитывать на высокие и часто изменяющиеся градиенты влажности в поперечном сечении конструкции, которые мобилизуют реагент реакции для образования этtringита в поровом растворе. Кристаллизация первичного или вторичного этtringита обычно происходит в слабых местах структуры цементного камня, таких как воздушные поры или зона контакта между матрицей цементного камня и заполнителя.

#### Экспериментальная оценка

Изготовленные образцы были после завершения экспериментального периода исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с энерго-дисперсивной рентгеновской спектроскопией (ЭРС). Для этой цели из образцов всех серий из зон образования трещин и с разным расстоянием от поверхности бетона были вырезаны кубики размерами 12 x 12 x 12 мм<sup>3</sup>. В начале сканирующего электронного анализа было проверено, возможно ли непосредственное исследование поверхности трещин в образцах. Для этой цели были исследованы поверхности трещины динамически нагруженного образца и статически нагруженного образца для серии № 2 (20/5 °С). В обоих образцах на поверхности трещины было установлено истирание зёрен заполнителя в результате механического напряжения и накопления карбоната кальция.

На рис. 2 представлен снимок поверхности сканирующим электронным микроскопом с помощью контраста вторичных электронов и относящегося к маркировке спектра ЭРС. На основе ромбоэдрического габитуса и распределения элементов отмеченная фаза могла быть идентифицирована как карбонат кальция.

На всей поверхности трещин исследованных образцов обнаружился непрерывный слой из карбоната кальция и кварцитных компонентов. Никаких других там минералов выявлено не было. Поэтому для дальнейших исследований были отобраны разрушенные поверхности образцов из области вблизи трещины на расстоянии от 5 до 10 мм от поверхности трещины. За счёт повторного проникновения влажности и динами-

ческой нагрузки в образце для испытаний можно было ожидать наличие влажности по сечению, которая обеспечивает перенос влаги также и в эти более глубокие области от поверхности трещины.

Репрезентативный обзор воздушных пустот в динамически нагруженных образцах всех четырех серий представлен на рисунке 3. В образцах серии 1 (70/5 °С) этtringит был обнаружен только в очень небольших количествах (см. рис. 3 а и б). Вполне вероятно, что в температурном режиме этой серии или не была образования новых фаз или первично или вторично образовавшиеся кристаллы этtringита разложились из-за высоких температурных воздействий и не перекристаллизуются.

При исследованиях динамически и статически нагруженного бетона в области структуры и рядом с трещинами в серии 3 и 4 было обнаружено увеличение концентрации этtringита и гидроксида кальция почти во всех порах воздуха (см. рис. 3 от в до ж) и также частично в зоне контакта (см. рис. 4).

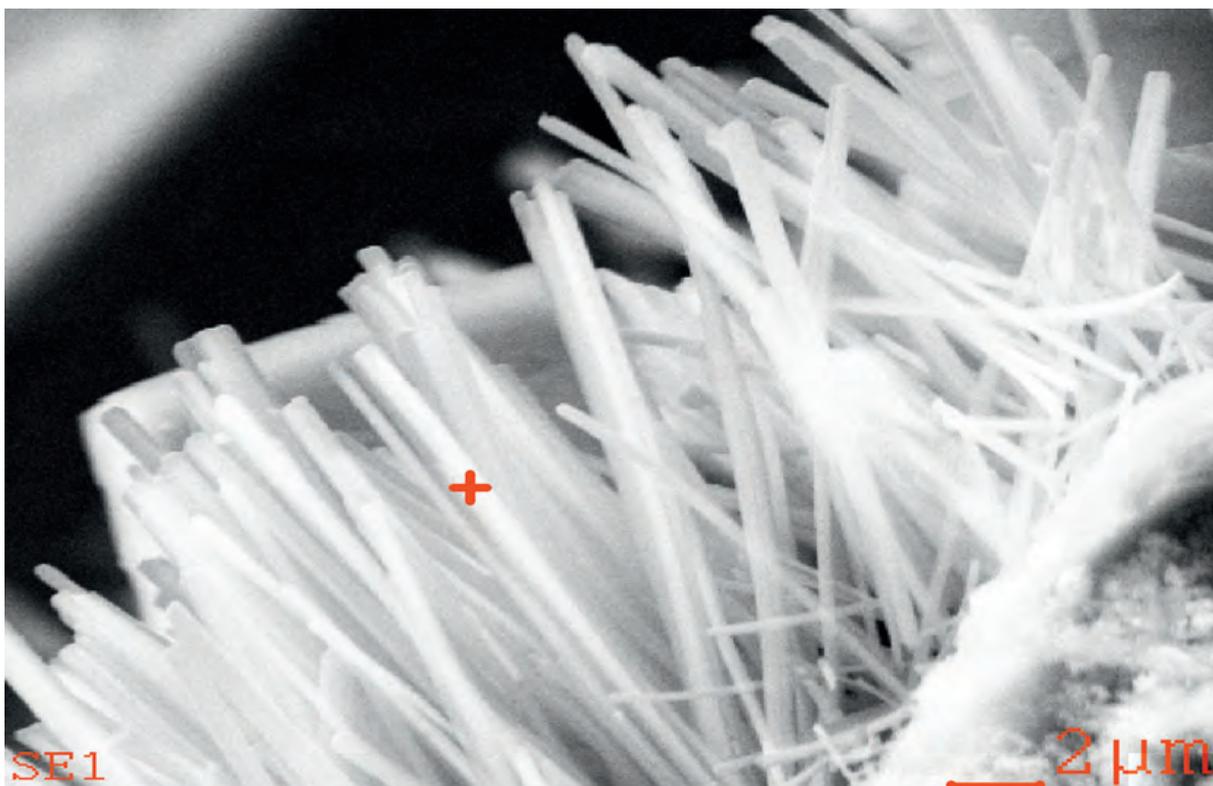
На рис. 5 показан пример ЭРС-анализа распределение по конструкции игольчатых кристаллов этtringита.

В исследуемых областях ненагруженного образца не смогли быть обнаружены увеличения концентрации этtringита или портландита. Это сравнение между механически нагруженными и не нагруженными образцами показывает, что кристаллические фазы не связаны с первичным образованием этtringита при гидратации, поскольку в этом случае можно было бы найти этtringит в одинаковых количествах во всех образцах независимо от сценария нагружения. Обнаруженные фазы должны были образоваться на более позднем этапе в уже затвердевшем бетоне. Не было определено никакого существенного различия между типом нагрузки, т.е. статической или динамической. Отсюда ясно, что предварительное повреждение и связанное с этим повышенное потребление воды является ключевым фактором для фазовых новообразований.

Обогащения портландита можно объяснить последующей гидратацией не гидратированных частиц цемента и повышенной транспортировкой воды в нагруженных механической нагрузкой образцах. При установленном водо-цементном соотношении величиной 0,40 изготовленного бетона в цементной

5

ЭРС-анализ фазовых компонентов структуры вблизи трещин динамически нагруженных образцов серии 2 (20/5 °C): эттрингит



дипл.-инж. Кристина Нобис, Институт строительного материаловедения Университета RWTH города Ахена (ibac)



университетский проф. доктор-инженер Вольфганг Брамесхубер, Институт строительного материаловедения Университета RWTH города Ахена (ibac)

матрице находятся негидратизированные зерна цемента, которые при контакте с водой в затвердевшем бетоне могут вступать в реакцию (последующее первичное образование эттрингита). Поскольку кристаллы могут быть обнаружены в особо уязвимых местах бетонной структуры, таких как воздушные поры и зона контакта, вторичное образование эттрингита также возможно. Концентрацию кристаллов эттрингита в порах и зоне контакта можно объяснить за счёт процессов разложения и рекристаллизации. Оба механизма, то есть первичное и вторичное образование эттрингита, могут также происходить одновременно. В какой степени высокое содержание сульфата цемента отвечает за образование эттрингита, не может быть оценено. Для этого необходимы исследования этого параметра с цементами, которые имеют различное содержание сульфата.

### Выводы

Изложенные исследования показывают, что первичное или вторичное образование эттрингита может иметь место в строительных материалах на основе цементных вяжущих без внешних источников сульфата. Это явление может быть создано в сравнительно короткий период времени, в данном случае за 16 недель. Однако этого промежутка времени не достаточно, чтобы вызвать макроскопично видимые структурные повреждения. Однако, вполне вероятно, что наблюдаемое образование новых фаз эттрингита является индикатором возникновения структурных повреждений на более поздней стадии.

**Опубликовано на основе официального разрешения института строительных исследований ibausil.**

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] SCHNEIDER, U.; NÄGELE, E.; DUMAT, F.; HOLST, S. Der Einfluß mechanischer Spannungen auf den Korrosionswiderstand zementgebundener Baustoffe. Berlin-Köln: Beuth Verlag, 1992. In: Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (1992), Nr. 429
- [2] SCHNEIDER, U.; CHEN, S.-W. Deterioration of High-Performance Concrete Subjected to Attack by the Combination of Ammonium Nitrate Solution and Flexure Stress. In: Cement and Concrete Research 35 (2005), No. 9, 1705–1713
- [3] WERNER, K.-C.; CHEN, X.; ODLER, I.: Investigations on Stress Corrosion of Hardened Cement Pastes. In: Cement and Concrete Research 30 (2000), No. 9, 1443-1451
- [4] ODLER, I. Letter to the Editor. Ettringite Nomenclature. In: Cement and Concrete Research 27 (1996), No. 3, 473–474
- [5] BOLLMANN, K. Ettringitbildung in nicht wärmebehandelten Betonen. Weimar: Bauhaus-Universität, Fakultät Bauingenieurwesen, Dissertation, 2000
- [6] COLLEPARDI, M. Concrete Sulfate Attack in a Sulfate-Free Environment. Farmington Hills, Michigan: ACI International, 1999 – ACI SP-186 – In: CANMET/ACI. Second International Conference on High Performance Concrete: Performance and Quality of Concrete Structures, Gramado, Brazil, 1999
- [7] STARK, J.; WICHT, B. Dauerhaftigkeit von Beton. In: Schriften der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Nr. 100, 1995
- [8] CHARTSCHENKO, I. Theoretische Grundlagen zur Anwendung von Quellzementen in der Baupraxis. Weimar: Bauhaus-Universität, Fakultät Bauingenieurwesen, Habilitationsschrift, 1995
- [9] LOCHER, F.W. Zement: Grundlagen der Herstellung und Verwendung. Düsseldorf: VBT Verlag Bau + Technik, 2000
- [10] HESSE, C.; GOETZ-NEUNHOEFFER, F.; NEUBAUER, J. A New Approach in Quantitative In-Situ XRD of Cement Pastes: Correlation of Heat Flow Curves with Early Hydration Reactions. In: Cement and Concrete Research 41 (2011), No. 1, 123-128
- [11] SCRIVENER, K. L.; FÜLLMANN, T.; GALLUCCI, E.; WALENTA, G.; BERMEJO, E. Quantitative Study of Portland Cement Hydration by X-Ray Diffraction/Rietveld Analysis and Independent Methods. In: Cement and Concrete Research 34 (2004), No. 9, 1541–1547



## ➔ Upcrete® – революционное явление в производстве сборного железобетона

Инновативная система Upcrete® компании RATEC, воплотилась в новом решении перемещаемого насоса и усовершенствованной модели кассетных установок. С технологией Upcrete® можно вертикально реализовать любую геометрию железобетонного изделия, причем прекрасного качества. Самоуплотняющийся бетон нагнетается в форму снизу вверх и позволяет идеально, без каверн, без помощи вибрации заполнить самые сложноармированные участки. В принцип системы заложена инновативная идея для создания идеальной геометрии и структуры.

Upcrete® гарантирует великолепное качество всех видимых поверхностей изделия. Используйте преимущества выбора технологии Upcrete®.



# **RATEC**



Meet the better ideas!  
[www.ratec.org](http://www.ratec.org)

Спросите нас:  
Телефон +49 6205 9407 15

В октябре 2011 года эксплуатирующая аэропорт города Франкфурта на Майне организация акционерное общество Fraport AG приняла в эксплуатацию мировую инновацию в области инфраструктуры аэропортов: в общей сложности две соединительные рулёжные дорожки с пятью мостовыми сооружениями, по которым к двум терминалам аэропорта через автобан и железнодорожные пути перемещаются приземлившиеся самолеты.

## Расширение аэропорта Франкфурта позволит организовать новые рейсы

План строительства в аэропорту Франкфурта



все фотографии: RIB

Таким образом, аэропорт намного лучше сможет удовлетворить непрерывно растущие потребности со стороны пассажиров и авиакомпаний. Согласно нынешним прогнозам к 2020 году около 90 миллионов пассажиров в год будут иметь возможность прилетать, вылетать или делать пересадку в аэропорту Франкфурта.

### Сжатые сроки строительства

Акционерное общество Fraport AG для выполнения строительных работ выбрала три самые крупные строительные компании в Германии. А именно Max Bögl, представительство в Сентентале, STRABAG дочернее предприятие Züblin AG представительство во Франк-

Движение по мосту в аэропорту Франкфурта на Майне

После завершения строительных работ в аэропорту Франкфурта появилась возможность организовать параллельное перемещение самолётов.



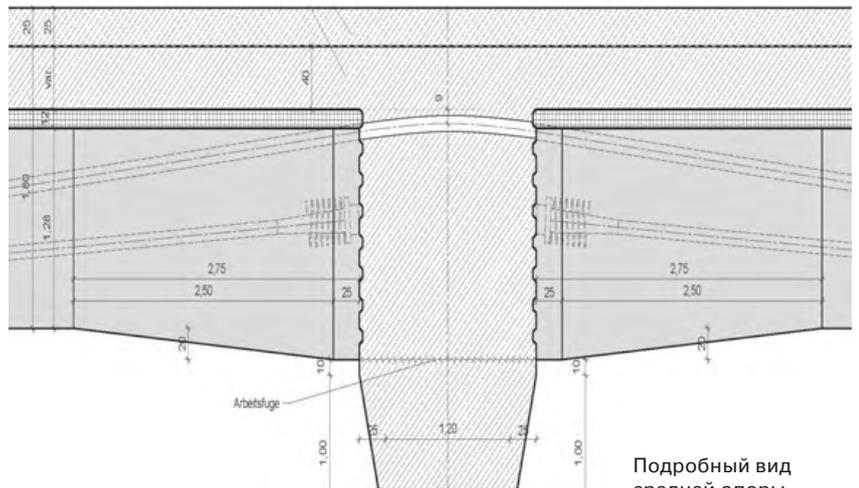
фурте на Майне и Leonhardt Weiss GmbH & Co. KG представительство в Саттельдорфе.

Для того чтобы не сорвать установленные сроки завершения строительства при разработке и осуществлении проектирования от экспертов потребовалось использовать все известные новые технологии в этой области. Сроки осуществления работ были очень сжатыми. В апреле 2008 года было начато проектирование пяти очень сложных мостовых сооружений в аэропорту Франкфурта с общей площадью мостов 40 000 м<sup>2</sup>. Проектному инженерному бюро доктора Биневис из Гамбурга была поставлена задача, всего за 16 месяцев подготовить, начертить и своевременно доставить на строительную площадку около 600 схем устройства опалубки и 800 планов расположения арматуры.

Обе соединительные рулежные дорожки проложили путь для самолетов от новой взлетно-посадочной полосы расположенной к северу от автобана А3 и скоростной железнодорожной линии между Франкфуртом и Кельном до расположенной в южном направлении территории по обслуживанию самолётов. Для восточной дорожки инженеры запроектировали три мостовых сооружения, а для дорожки на западе еще два – и всё это в очень сложных условиях для строительства: углы пересечения равные почти 30° чрезвычайно остры, мостовые сооружения имеют ширину более 200 м и номинальная нагрузка от самолета составляет впечатляющие 750 тонн. К этому добавляются ограничения по высоте равные 200 см и тот факт, что строительные работы должны были осуществляться над идущим транспортным потоком. Нельзя забывать также и о сложности геометрии строительных сооружений, и кроме того, все пять сложных инженерных сооружений значительно отличаются друг от друга.

### Более короткие сроки строительства за счёт использования сборных элементов

При более пристальном рассмотрении принципа проектирования мостового сооружения ВОСТОК 1, кото-

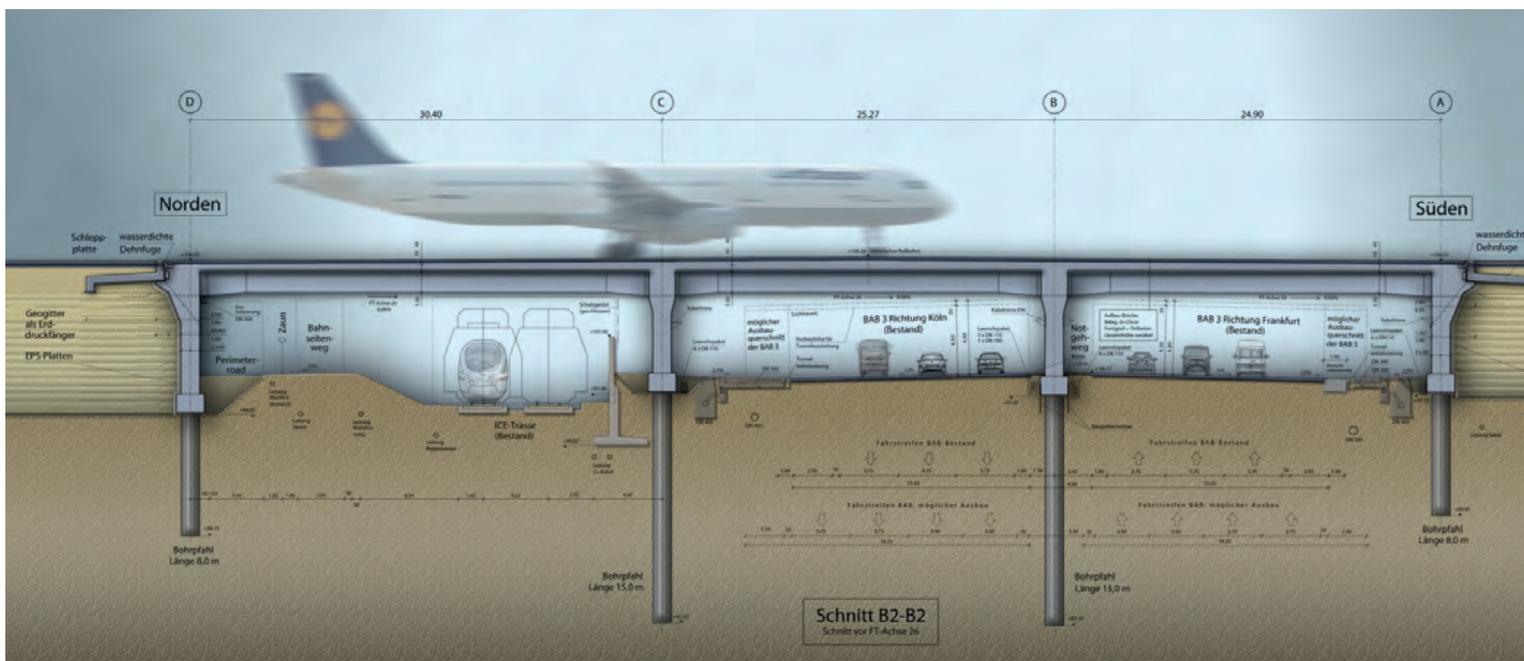


Подробный вид средней опоры

рый затем был использован для мостовых сооружений ЗАПАД 1 и ВОСТОК 2, инженеры столкнулись с высокой сложностью поставленной задачи. Бюро Биневис пришлось разработать новую концепцию проекта. Оригинальный проект включал в себя монолитную бетонную конструкцию с массивной (толщиной 200 см) надстраиваемой плитой. Этот проект был отклонён частично из-за более длительных сроков строительства. Новая идея экспертов из Гамбурга, которая позже была реализована в аэропорту: предварительно напряженные железобетонные рамные конструкции со сборными конструкциями Т-образного сечения и дополнительные элементы из монолитного бетона.

В качестве фундаментов для опор и опорных стен были использованы зажатые буронабивные сваи. На них были построены бесшовные опорные стены. Надстройка была выполнена из предварительно напряженных сборных конструкций, дополнений из монолитного бетона и непрерывного предварительного напряжения. На первом этапе, были установлены опоры для сборных конструкций. Они были доставлены с завода с предварительным натяжением и с последую-

Поперечное сечение рамной несущей конструкции





Бетонирование площадки на мостовом сооружении

щим соединением вместе с трубами-оболочками для последующего непрерывного предварительного напряжения.

#### Необходимо идеальное проектирование

Соединительная арматура стен и сборных конструкций были отлично подобраны и должны были быть очень точно изготовлены. Для мостового сооружения ВОСТОК 1, который имел общую площадь 20 000 м<sup>2</sup>, строительные фирмы должны были смонтировать в

Монтаж бетонной балки для мостовых сооружений

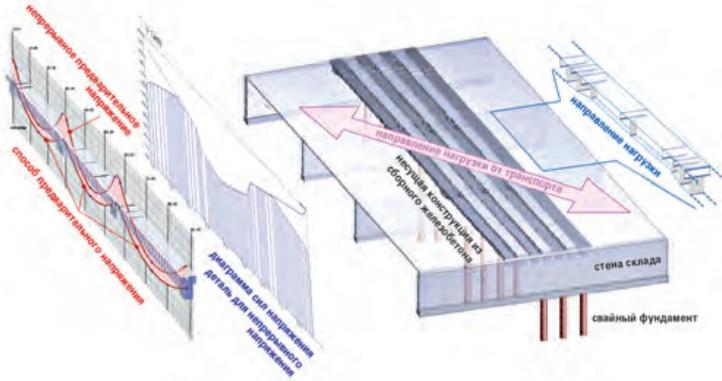
общей сложности 275 сборных несущих конструкций. Некоторые из этих конструкций имели вес до 95 тонн. Каждая из изготовленных сборных конструкций является уникальной.

Процесс проектирования и строительства были согласованы: Перед тем, как изготавливать монолитную плиту, необходимо было вначале реализовать рамную систему общей мостовой конструкции. Поэтому вначале необходимо было армировать и забетонировать участки в верхней части стен.

Еще одним испытанием явилось бетонирование поверхности моста: тут на одном участке необходимо было уложить около 20 000 м<sup>3</sup> в течение всего 60 часов. В конце необходимо было обеспечить включение и предварительное напряжение непрерывного напряжённого элемента. Проектирование должно было быть совершенным во всех отношениях, для того чтобы три строительные компании были в состоянии выполнить свои работы в заданные сроки и в рамках определённого бюджета.

Дипломированный инженер Штефан Шмидт, руководитель проекта по разработке и выполнению из инженерного бюро доктора Биневис подчеркивает важность простоты документации при высокой сложности строительства и объекта. Это стало возможно только тогда, когда почти все задачи, обрабатывались с помощью программного обеспечения, и на основе этого принималось решение. Только таким образом можно было осуществить экономическую обработку проекта,





Модель конечных элементов

так как обмен данными между различными программами был сокращён до минимума.

### Простота в использовании

Инженеры из Гамбурга рассматривали различные системные решения для проектирования конструкций сооружений. Было принято решение использовать новое и до этого времени ещё редко опробованное на практике решение из предложения создателя программного обеспечения из Штутгарта компании RIB. Для общего моделирования мостовых сооружений для рулёжных дорожек, проектирования ширины оголовков свай и опорных стен, а также для дополнительных монолитных элементов была использована система компании RIB «PONTBetonverbund». «Мы уделили большое внимание тому, чтобы создать модель, которая является одновременно простой в использовании, но в то же время имеет необходимую сложность для того, чтобы оптимально выполнить поставленную задачу», - сообщил руководитель проекта из инженерного бюро доктора Биневиса господин Шмидт.

Для того чтобы иметь возможность работать в реальных условиях в оптимальном режиме с помощью программного обеспечения, эксперты команды R & D компании RIB Engineering GmbH господин Шмидт и его команда осуществляли активную поддержку по созданию программного обеспечения. Сложным испытанием даже для профессионалов из компании RIB явилось то, что новая программа должна была продемонстрировать свою практичность и эффективность в экстремальных условиях. Успех при выполнении проектных работ с одной стороны подтверждает высокое качество программного продукта, а с другой стороны хорошие связи между производителями программного обеспечения и инженерами. Только подробные доказательства и свидетельства необходимо было выполнять вручную, например, документацию, связанную пожарной безопасностью или возможным воздействием землетрясения. Для проектирования свай была использована программа ZWAX – другой продукт создателя программного обеспечения из Штутгарта компании RIB.

### КОНТАКТЫ

#### RIB Software AG

Vaihinger Straße 151  
70567 Stuttgart/Germany  
☎ +49 711 7873-0  
info@rib-software.com  
➔ www.rib-software.com



Новая универсальная машина RS 1 KV фирмы Rekers в сочетании с новой концепцией манипуляторов создаёт возможность экономичного производства широкого спектра бетонных изделий с высотой от 30 до 300 мм.



made  
in  
Germany



REKERS GmbH  
Maschinen- und Anlagenbau  
Postfach 1165,  
D - 48478 Spelle  
Tel. 05977/936-0  
Fax. 05977/936-250  
www.rekers.de  
info@reakers.de

REKERS Gus-Länder  
Galina Posdnyakova  
Mob.: + 7 925 5143528  
+ 49 172 2359257  
reakers-gus@reakers.de

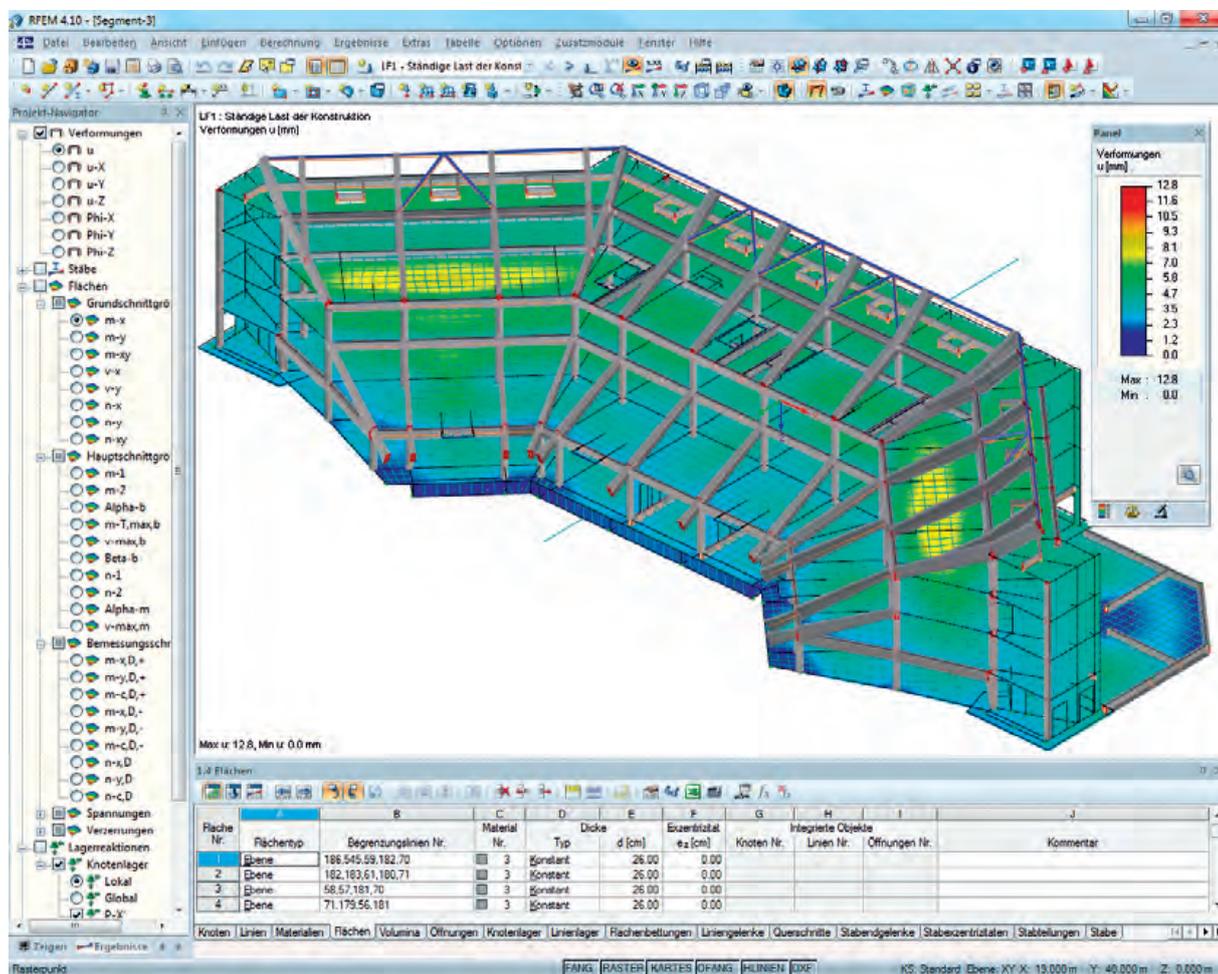
Кто хочет статически, формально и экономически оптимизировать бетонные конструкции сталкивается сегодня со специальными расчетными и МКЭ-программами. Эта статья даёт обзор возможностей, преимуществ и ограничений в компьютерном проектировании.

# Метод конечных элементов: программное обеспечение оптимизирует бетонные конструкции

Автор: Мариан Беханек

При производстве самолётов, кораблей, автомобилей, машин и оборудования – во многих областях техники, метод конечных элементов (МКЭ) уже давно является стандартом. Особенно целесообразно его использование в массовом производстве, при оптимизации формы и минимизации массы и расхода материалов. Для промышленности сборного железобетона, статический и динамический расчёт отдельных и составных несущих конструкций в виде стержней, плит, дисков или оболочек с использованием метода

конечных элементов представляет особый интерес. С помощью этого метода можно в настоящее время ответить на целый ряд вопросов по статике и динамике: может ли здание выдержать собственный вес и все полезные нагрузки, как оно себя поведёт при порывах ветра или землетрясении, как повлияет нагрев отдельных конструкций в случае пожара на несущую способность или какие статические последствия могут произойти при изменениях в общей конструкции и многое другое.



Программное обеспечение МКЭ помогает инженерам в их поиске официального, статического и экономически оптимального решения

Фото: Dlubal



Фото: Dicad

### Метод конечных элементов – способ решения

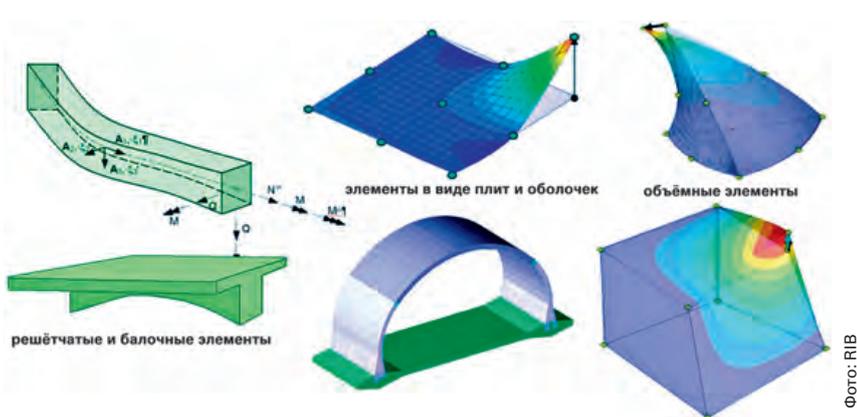
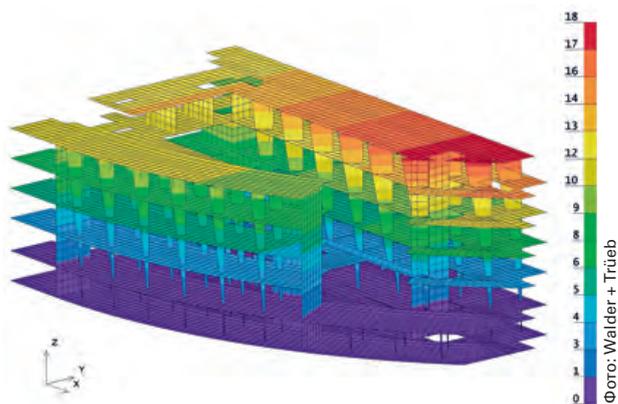
Метод конечных элементов представляет собой, разработанный в 1960-х годах, математический метод для решения дифференциальных уравнений, при помощи которого может быть описано поведение от нагрузок различных конструкций. Основным принципом метода конечных элементов является простым, но гениальным: реальные проблемные случаи со сложными граничными условиями раскладываются на много боль-

ших конечных, соединенных между собой через их вершины (узлы), элементов – так называемых «конечных элементов», имеющих простую форму (треугольники или прямоугольники). Для этих элементов, проще сформулировать соответствующие математические законы, чем для всей системы. Сложная глобальная проблема, таким образом, превращается во множество небольших местных проблем. Искусство заключается в выборе правильной плотности сети конечных элемен-

Особенно в массовом производстве оптимизация формы и минимизация веса и затрат материалов окупаются

### Что такое метод конечных элементов?

Метод конечных элементов, сокращённо МКЭ, численный метод расчета, при помощи которого могут быть определены местные нагрузки, такие как напряжения и деформации как последствия внешнего нагружения. Применение метода конечных элементов может осуществляться практически во всех структурах и конструктивных элементах, поэтому этот метод используют во многих областях техники. Исследуемая структура должна подразделяться на воображаемую сеть поверхностей – так называемых «конечных элементов». Их структурное поведение может быть лучше описано, чем сложные формы. Если поведение частичных структур и через связи и граничные условия взаимосвязь с общей системой математически определена, то можно получить комплексную общую систему уравнений, которая может быть впоследствии решена с использованием компьютерной поддержки. Таким образом, можно представить практически любую инженерно-техническую проблему, что делает МКЭ универсальным инструментом.



Как раз необычные дизайнерские идеи с использованием программного обеспечения метода конечных элементов могут быть статически определены и оптимизированы

Для определения структуры несущей конструкции должны быть в наличии важные конструкционные элементы и они должны комбинироваться друг с другом

тов. Это оказывает существенное влияние на точность результатов.

Так как с большей плотностью сети объёмы вычислений увеличиваются, задача состоит в разработке более интеллигентных сетевых решений. С помощью дифференциальных уравнений описывается поведение подструктур при определенных физических воздействиях (деформационное поведение, термическое поведение и т.д.). Если поведение частичных структур и через связи и граничные условия взаимосвязь с общей системой математически с достаточной точностью определена, мы получаем общую систему уравнений, которая затем может быть решена с помощью компьютерной поддержки. За счёт этого можно получить локальные напряжения во всех элементах.

Системы уравнений для комплексных строительных конструкций могут быть очень объёмными и сложными. Поэтому они не могут быть решены без помощи компьютерной техники. Отсюда становится ясно, почему развитие МКЭ было тесно связано с развитием компьютерной техники. В связи с быстрым развитием вычислительной техника ситуация существенно изменилась. Если раньше расчеты с использованием МКЭ выполнялись специалистами в центрах обработки данных с компьютерными системами, которые имели размеры шкафов для одежды, то сегодня практически каждое инженерное бюро обладает достаточной вычислительной мощностью в виде компьютеров, на которых могут быть обработаны, просчитаны,

Так как с увеличением размера объекта и плотности сети также увеличивается и сложность вычислений, задача заключается в разработке максимально интеллигентного сетевого решения

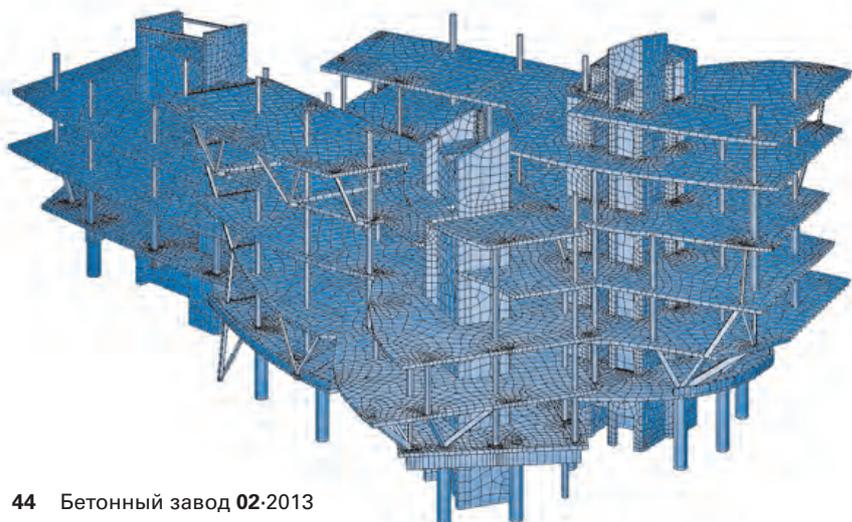
представлены графически и проанализированы и более сложные модели.

### МКЭ – возможности

Строительные конструкции в зависимости от цели их использования должны удовлетворять различные требования. Также как и в ёмкости необходима высокая жесткость, так и конструкция башни должна обладать определенной эластичностью, чтобы выдерживать ветровые нагрузки в течение длительного времени. Для решения этих задач могут быть использованы в тоже время формулы из сопротивления материалов. Сложность возникающих на практике проблем, зачастую превосходит возможности таких вычислительных подходов. Поэтому в прошлом сложные конструкции выкладывались в определенной степени также на основе показателей из практического опыта. Модели для статической и формальной оптимизации были использованы лишь в исключительных случаях, так как они дорого стоят и отнимают много времени. Это не всегда приводило к экономически выгодным и формально удовлетворительным решениям, так как из соображений устойчивости сооружения принимались решения по использованию конструкций большего размера.

С использованием метода конечных элементов ещё на стадии проектирования можно на мониторе компьютера в деталях исследовать и оптимизировать конструкции, например, такие как, например, места опирания или расположения балок. С соответствующим программным обеспечением на этапе планирования можно избежать использования дорогих моделей, сократить продолжительность проектирования и улучшить его качество.

Далее могут быть сэкономлены издержки производства, материалов и ресурсов. Поскольку затраты на производство и на строительство в значительной степени определяются на этапе проектирования конструкций, именно здесь можно также получить значительную экономию средств. Программное обеспечение МКЭ помогает проектировщику в разработке и оценке вариантов используемых конструкций для статической оптимизации необходимых размеров и сведения к минимуму расхода используемых материалов. Также



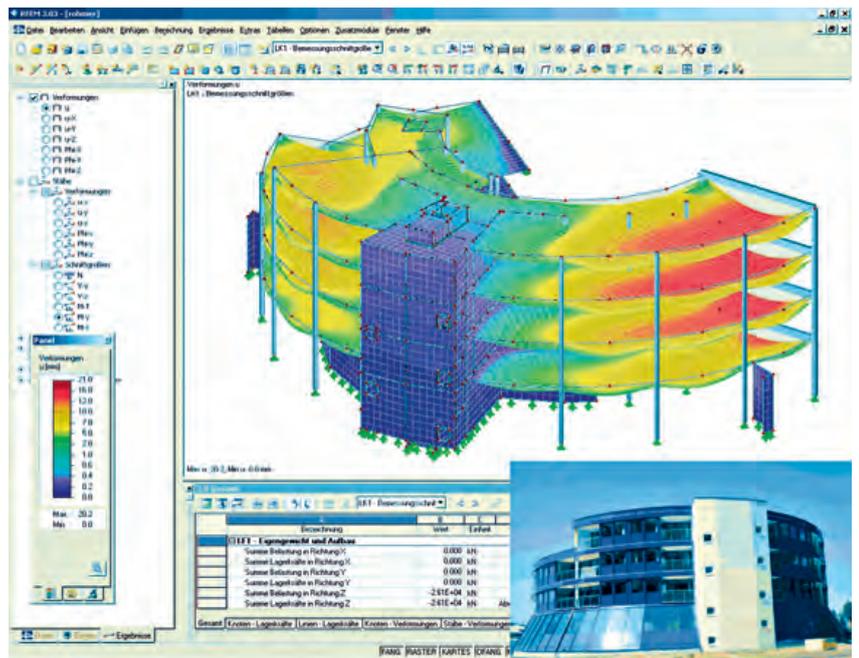
можно детально сравнивать сборный и в монолитный вариант возведения бетонных конструкций [4]. Слой бетона может быть изучен на его поведение по отношению к нагрузке (см. BFT International 01/2010, стр. 23-36) или за счёт изменений в деталях конструкции можно сохранить производственные затраты.

Последнее, что позволяют программы МКЭ, это создавать тонкие и элегантные формы конструкции, которые без компьютера и МКЭ-приложений не могли бы быть реализованы на практике. Всё что сегодня можно запроектировать при помощи компьютера – а это практически все до свободных органических форм, можно также статически вычислить и оптимизировать с помощью решений метода конечных элементов.

### МКЭ – шаг за шагом

Для того чтобы осуществить анализ методом конечных элементов в экономически разумных рамках различные исследуемые структуры – балка, панель перекрытия, стеновой элемент или блочная конструкция – должны быть по возможности представлены в цифровом виде. Программы CAD и МКЭ предоставляют с этой целью соответствующие стандартные интерфейсы (DXF, IFC и др.), касающиеся прямого доступа к отдельным программам. Многие решения МКЭ располагают своим собственным графическим и числовым редактором, при помощи которого может быть создана структура.

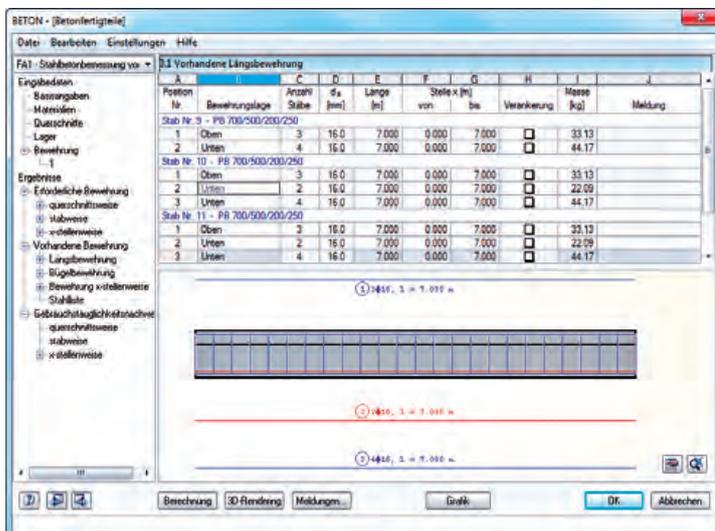
Прежде чем исследуемая конструкция разделяется на конечные элементы, должна быть проанализирована проблема и разработана стратегия её решения. Кроме того, должны быть определены граничные условия (нагрузки, опоры, деформации и т.д.) и свойства материала (размер, толщина, момент сопротивления и др.). Сетка конечных элементов создаётся системой либо полностью вручную или автоматически в фоновом режиме. С учетом существующих нагрузок и условий опирания для всех углов этих элементов могут быть определены деформации. Из деформаций рассчитываются возникшие в строительной конструкции напряжения и возможные удлинения. Также может быть смоделировано и динамическое поведение конструкции, также как и



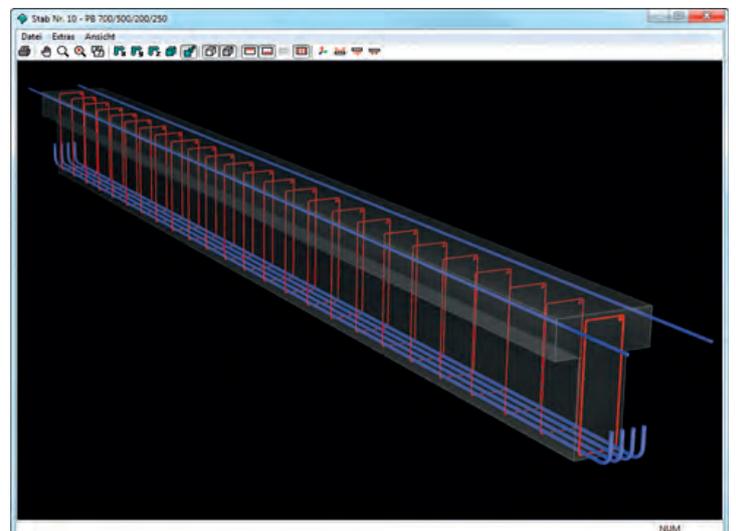
распределение температуры при поступлении тепла, и в результате этого возникающие термические напряжения. Результаты исследований (напряжения, моменты, поперечные силы, поддерживающие силы и т.д.) отображаются в табличной форме или в виде изолиний или графиков изоповерхностей.

Для выявления конкретной строительной конструкции доступны дополнительные модули, которые учитывают связанные с материалом и нормами условия. Использование интерфейсов позволяет процесс проектирования строительной конструкции интегрировать в BIM-процесс (см. BFT International 01/2011, стр. 38-43, 48). Таким образом, информация о геометрии и данные об армировании могут передаваться в CAD-программы для создания планов расположения арматуры и производственных планов. Через CAD/CAM-интерфейс возможна частичная автоматизированная передача планов армирования на производственные автоматы, такие как роботы для

Деформации выра- зительно показыва- ют места с наибольшим нагружением



Дополнительные модули обеспечивают соответствующий материал и стандартам расчёт и армирование ...



... которое может быть трёхмерно визуализировано до стадии производства конструкции.

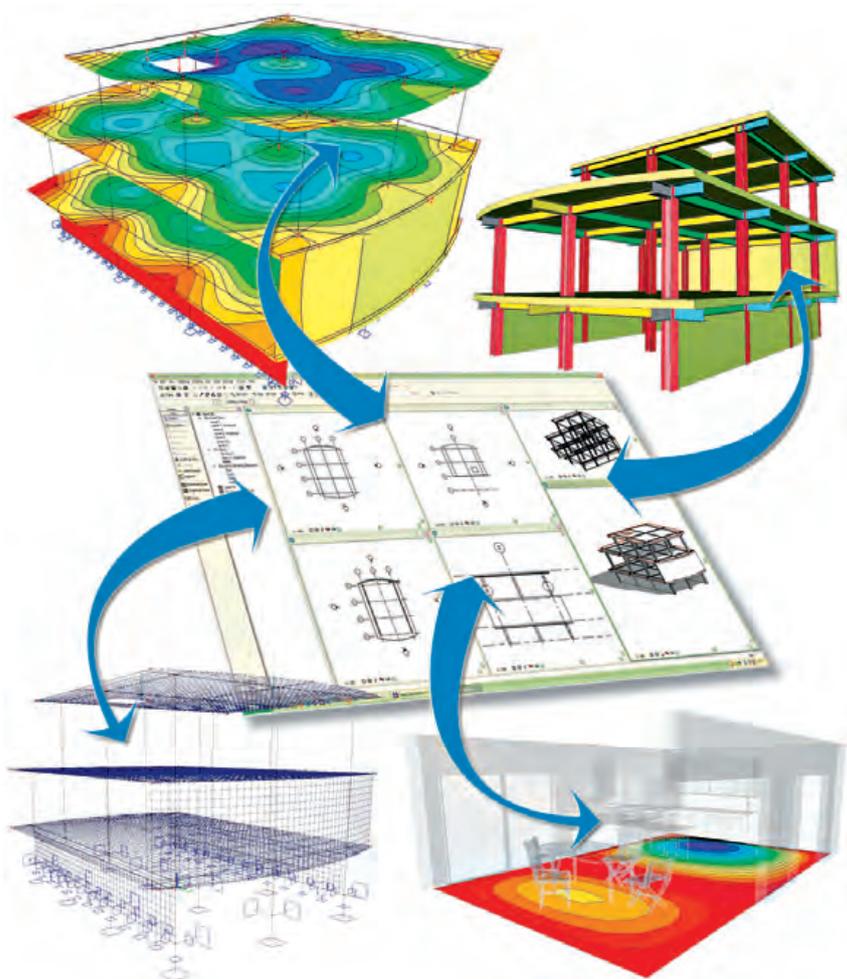


Фото: scia-online

Через интерфейсы расчет МКЭ и проектирование конструкции строительной детали интегрируются в BIM-процесс

изгибания и сварки арматуры (например: ZEICON компании RIB).

### Программное обеспечение МКЭ

Какой статус имеет программное обеспечение МКЭ можно представить, проанализировав количество фирм, которые его предлагают. Многочисленные компании предлагают программные решения с использованием метода конечных элементов. В дополнение к большому, универсально используемому, пакетам программ, таким как Abaqus, Ansys, Means и другие, существует многочисленные решения для строительных проблем (см. раздел «Программы и их разработчики»). Есть даже программное обеспечение для расчётов в интернете в среде «Cloud» и простая программа МКЭ для смартфонов (Tripla-онлайн, Frame дизайн 2D и т.д.). Модульно структурированные програм-

мы МКЭ могут использоваться для всех или отдельных областей проектирования несущих конструкций: для плоских / пространственных ферм, плит, дисков, сложенных пластин, оболочек или предварительно напряженных структур в железобетонных конструкциях, а также в строительстве из стали, дерева или каменной кладки.

Программное обеспечение МКЭ многофункционально применимо и может быть за счет модульного построения индивидуально подобрано в соответствии с областями деятельности проектного бюро: В то время как базовый модуль определяет величину сечения, деформации и опорные реакции плоской или пространственной структуры, для последующих измерений в соответствии с DINами, Еврокодами, ÖNORM, SIA и так далее доступны дополнительные модули, которые учитывают особенности материала и специфику стандартов. Тем не менее, программные продукты показывают зачастую явные различия, которые также оказывают влияние на качество результатов [1].

При оценке и выборе программы следует обратить внимание на несколько моментов: Для определения структуры несущих конструкций должны иметься в наличии важные конструкционные элементы, которые должны сочетаются друг с другом (узлы, линии, круги, арки, плиты, вращающиеся поверхности, отверстия и т.д.). Стандартные форматы обмена данных соответственно прямые связи со специальными CAD-программами должны обеспечить возможность передачи конструкций в программу МКЭ. В дополнение к табличному выводу данных должно быть также и графическое представление, которое значительно облегчает интерпретацию результатов. Стандартом является представление контурных линий, поверхностей и векторов, на выбор в трех измерениях или в разрезе. Стоимость большинства модульных структурированных систем МКЭ составляет от 1000 до 5000 евро. К этому добавятся затраты на обучение, обновление и модернизацию.

### МКЭ – границы

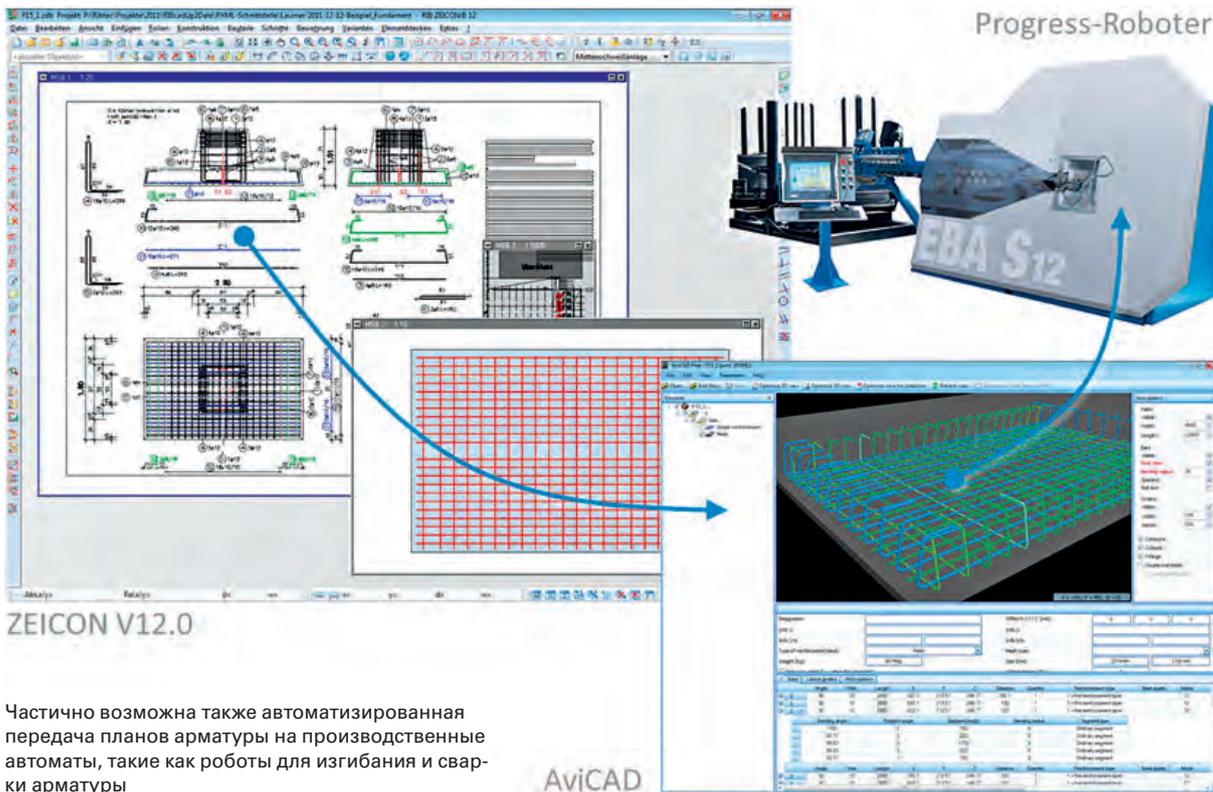
В отличие от решений в пионерские времена программы МКЭ теперь относительно просты в использовании, являются мощными инструментами, которые подготовлены с учетом конкретных проблем и продаются по доступным ценам. В связи с текущим стандартом, таким как интерфейс Windows, программное обеспечение МКЭ в настоящее время сравнительно легко освоить и продуктивно использовать. Однако это создает определённую опасность: Несмотря на отсутствие глубоких знаний в вычислительной технике – в каждом конкретном случае требуются фундаментальные знания о свойствах, возможностях и границах применения МКЭ, понимание конкретной системы, лежащее в основе концептуальных представлений модели и не в последнюю очередь нужны знания в области статике.

Даже если решения кажутся настолько совершенными, но являются только приближениями, интерпретация которых требует специальных знаний, программное обеспечение МКЭ не заменит инженерных

#### Программы и их разработчики\*

4H-Alfa ([www.pcae.de](http://www.pcae.de)), AbisStatik FEM ([www.abis-software.com](http://www.abis-software.com)), Axis-VM ([www.technosoft-deutschland.de](http://www.technosoft-deutschland.de)), Cedrus ([www.cubus.ch](http://www.cubus.ch)), CS-Statik Finite Elemente ([www.graitec.com](http://www.graitec.com)), Tripla ([www.tripla.de](http://www.tripla.de)), Fenas ([www.waldetrueeb.ch](http://www.waldetrueeb.ch)), Feps ([www.pbs.de](http://www.pbs.de)), Finite Elemente ([www.infograph.de](http://www.infograph.de)), IdeCAD Statik ([www.idecad.de](http://www.idecad.de)), MicroFe ([www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)), Minea ([www.minea-design.de](http://www.minea-design.de)), RFEM ([www.dlubal.de](http://www.dlubal.de)), Trimas/Ponti ([www.rib.de](http://www.rib.de)), SCIA Engineer ([www.scia-online.com](http://www.scia-online.com)), Staad.Pro ([www.reig.de](http://www.reig.de)), BIM Suite Finite Elemente ([www.sofistik.de](http://www.sofistik.de)), diverse ([www.die.de](http://www.die.de))

\* Информация не претендует на полноту



Частично возможна также автоматизированная передача планов арматуры на производственные автоматы, такие как роботы для изгиба и сварки арматуры

Фото: scia-online

знаний и проверки достоверности результатов обязательно требуются: Является ли модель МКЭ правильной? Соответствуют ли деформации и величина поперечного сечения профиля ожидаемым поведением в плане несущей способности? Имеет ли сетка конечных элементов достаточную густоту, чтобы охватить все важные позиции? – Это те вопросы, на которые должен ответить пользователь программы.

В случае необходимости в критических точках конструкции, размер «ячейки» сетки конечных элементов может изменяться для того, чтобы получить достаточно точные результаты. За создание модели, анализ затрат и выгод (время окупаемости – точность данных), а также проверку и интерпретацию результатов ответственность несёт пользователь.

Критические точки конструкции можно детально рассматривать и конкретно оптимизировать

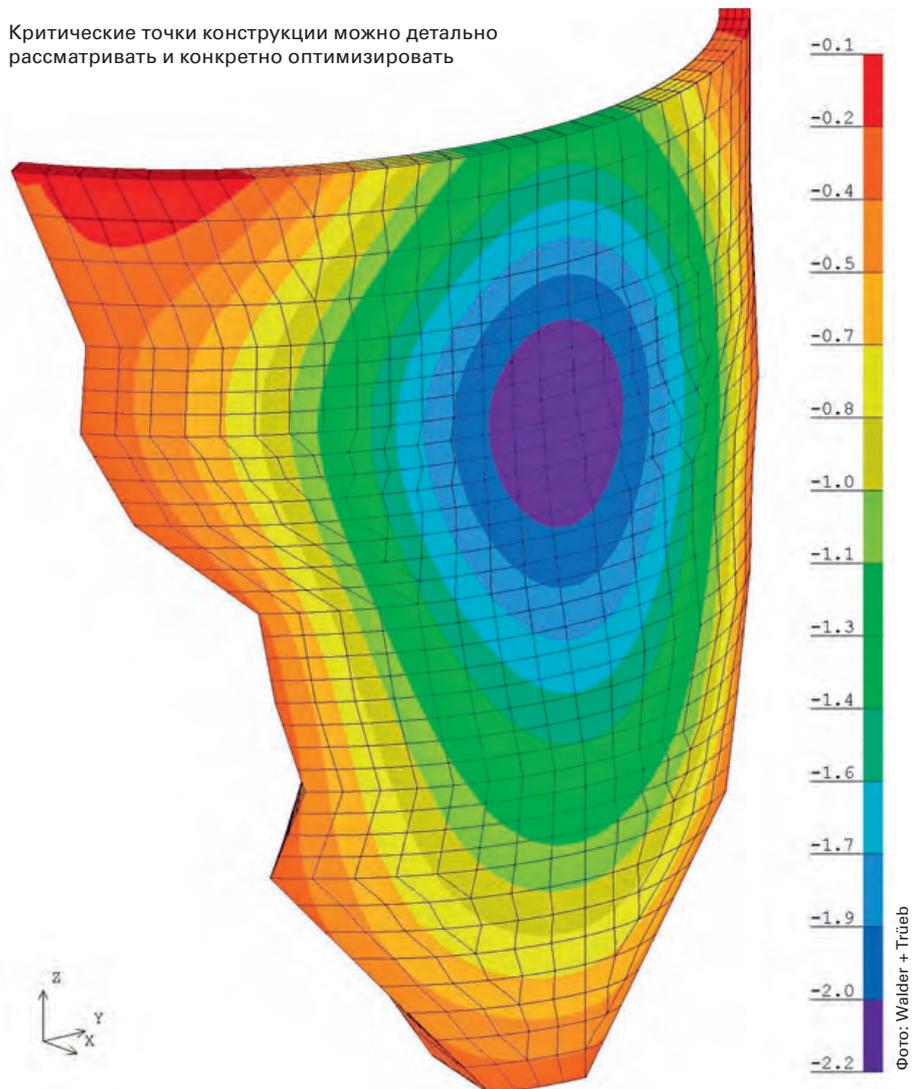


Фото: Walder + Trüb

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Barth, Ch., Rustler, W.: Finite Elemente in der Baustatik-Praxis, Bauwerk-Verlag, Berlin 2010
- [2] Bechert, H., Furche, J.: Bemessung von Elementdecken mit der Methode der Finite-Elemente, in: Betonwerk + Fertigteil-Technik 59, 1993, No. 5
- [3] Bindseil, P.: Stahlbetonfertigteile: Konstruktion – Berechnung – Ausführung, Werner-Verlag, Köln 2012
- [4] Curbach, M.; Brückner, A.: FEM-Studie über Durchbiegung und Tragverhalten von Flachdecken aus Elementplatten. – Abschlußbericht, Institut für Massivbau, Technische Universität Dresden 2004
- [5] Rombach, C.: Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau: Fehlerquellen und ihre Vermeidung, Ernst & Sohn, Berlin 2007
- [6] Wittel, F.K.: FEM for 4, Eine kurze Einführung in die Finiten Elemente, ETH Zürich, Institut für Baustoffe, Zürich 2010

DLUBAL GMBH

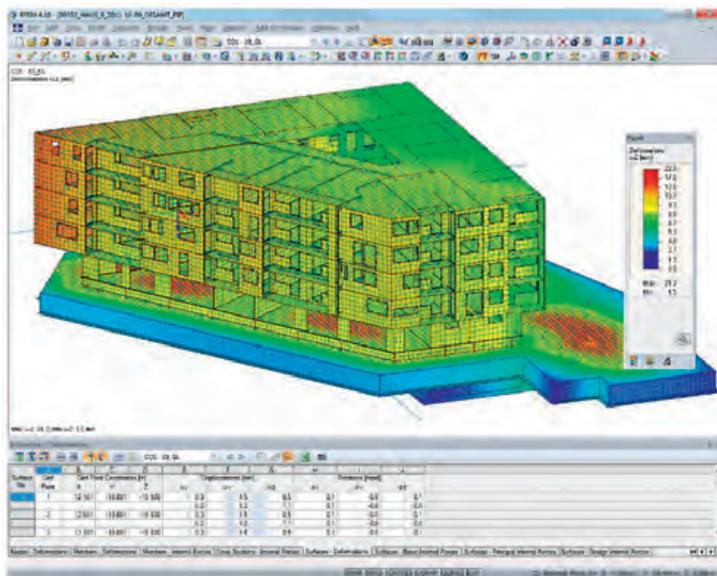
## BIM-ориентированное проектирование с Autodesk Revit и RFEM

**В австрийском городке Вёргл** в настоящее время строится жилой комплекс, в котором общее проектирование, т.е. статические расчёты, проектирование конструкций, проведение тендеров и т.д., по желанию заказчика было выполнено с использованием BIM-модели (т.е. информационного моделирования зданий).

Для этого были использованы программные продукты компании b.i.m.m GmbH, которые позволили архитекторам, инженерам-проектировщикам строительных конструкций и коммуникаций совместно эффективно работать в объёмной 3D-модели. В качестве базового программного обеспечения для этого проекта были использованы RFEM и Autodesk-программы Revit Architecture и Revit Structure, к которым компания Dlubal имеет прямое отношение. Весь проект зданий включает в себя жилые помещения объёмом около 40 000 куб.м. Он разделен на две секции: дом А и дом Б. Создание общей модели осуществлялось с использованием программы Revit. Модель содержит в себе в общей сложности около 1 000 000 строительных конструкций. В программу Revit Structure были введены все статические нагрузки и данные по местам их приложения. Затем модель была передана в RFEM при помощи прямого интерфейса. Статический расчёт и проектирование железобетонных конструкций осуществлялись в программе RFEM.

### Двусторонний интерфейс между программами RFEM и Revit Structure

Программа RFEM соединяется при помощи прямого интерфейса с программой Revit Structure, что позволяет осу-



Снимок экрана программы Autodesk Revit

ществлять обмен данными в обоих направлениях. Смоделированные с использованием программы RFEM несущие конструкции могут простым нажатием кнопки передаваться в программу Revit Structure. Там могут создаваться поэтажные планы или подготавливаться модель для конструктора. И, наоборот, имеется возможность прочесть модели программы Revit в программе RFEM и работать с ними. При этом созданные в программе Revit статические объекты, такие как сопряжения, опоры и нагрузки легко переносятся. Качественные показатели структурной модели конструкции всегда сопровождаются физической архитектурной моделью. Таким образом, источники ошибок сведены к минимуму.

Так как программы компании Dlubal основаны на объектно-ориентированных моделях здания, а программа Revit Structure на параметрическом моделировании здания, вся информация объектов при обмене данными не будет потеряна. Независимо от того, в каком

направлении осуществляется обмен данными, пользователь получает в качестве опоры, стены или балки эквивалентный объект, а не просто набор линий. Интерфейс решает типовые проблемы, возникающие при выводе расчетных моделей и переходе от физических моделей к архитектурным. Благодаря направляющим, несущие конструкции автоматически переходят в идеализированную математическую модель, даже если они не совпадают с линиями центра тяжести колонн, балок, стен и перекрытий. Изменения в моделях, например профилей, толщины перекрытия или стены, можно легко обновлять в другой программе. Новые строительные конструкции будут автоматически добавлены, а убранные части строительных конструкций будут удалены.

### Прямой интерфейс программы RFEM для программы AutoCAD Structural Detailing

Приложение к программе AutoCAD Structural Detailing программа Autodesk позволя-

ет осуществлять автоматизированный подбор арматуры. Для этого данные по арматуре должны передаваться в специальном формате. В прямом интерфейсе с модулем ASD программа RFEM предоставляет такую возможность комплексного проектирования. С помощью этого интерфейса результаты модуля RF-CONCRETE Surfaces вместе с геометрией могут непосредственно экспортироваться в программу AutoCAD Structural Detailing. При этом можно одновременно передавать вертикальные и горизонтальные поверхности. Таким образом, могут быть переданы, например, вычисленные результаты значений для требуемой верхней и нижней арматуры, и в модуле ASD создаются соответствующие схемы расположения арматуры. Модуль конечных элементов программы RFEM имеет, в дополнение к уже названным, также прямые интерфейсы с программами AutoCAD и Tekla Structures. Возможен обмен данными и в других форматах, например DXF IFC, STP (например, для Intergraph, Advance Steel, SEMA, Cadwork, HSB-Cad и т.д.), DSTV (например, Vocad и Frilo), GEO (Glaser) и CFE (Strakon). Благодаря бесперебойному обмену данными с этими программами RFEM поддерживает проектирование по принципу информационного моделирования зданий (BIM).

### КОНТАКТЫ

**Ing.-Software Dlubal GmbH**  
Am Zellweg 2  
93464 Tiefenbach / Germany  
☎ +49 9673 9203-0  
info@dlubal.com  
➔ [www.dlubal.ru](http://www.dlubal.ru)

TEKLA GMBH

## CRH использует программное обеспечение BIM компании Tekla

Компании CRH Железобетон Европа и Tekla решили заключить договор о стратегическом партнерстве. В будущем компания CRH будет использовать программное обеспечение информационного моделирования зданий (BIM) Tekla Structures для повышения производительности и эффективности своей деятельности.

Ирландская компания CRH имеет производственные предприятия по всей Европе и специализируется на конструкционном железобетоне. Наряду с производством и поставкой строительных материалов компания CRH занимается дизайном и инженерным проектированием зданий. Решению компании CRH заключить договор о стратегическом партнерстве с компанией Tekla и сервисным партнером Construsoft предшествовала обширная оценка различных программных продуктов на европейском рынке.

### Повышение производительности

Одним из преимуществ программы Tekla Structures яв-

ляется увеличение производительности в процессе проектирования. Например, это позволяет производителям за короткое время и с минимальными затратами разрабатывать любые типы сборных железобетонных изделий и предоставлять их клиенту в нужном месте. Кроме того программное обеспечение интегрирует развитие и связь с производством, а также управление проектом в единую модель. Компания Tekla дополнительно предлагает сопряжения с системами управления производством (ERP) и программным обеспечением для автоматизации, а также для коммуникации с другими приложениями. Благодаря встроенному и открытому интерфейсу прикладного программирования (API) пользователи могут проектировать приложения «Plug-In» для платформы Tekla и интегрировать их в свою собственную систему. Для компании CRH это являлось важным критерием для принятия решения: «Мы занимаемся в настоящее время развитием нашего цен-

тра передового опыта, в котором мы будем развивать наши собственные методы работы. В связи с этим, мы будем поэтапно вводить программное обеспечение информационного моделирования зданий (BIM) компании Tekla в наших европейских представительствах», – разъяснил Дэвид Дюпонт, который работает менеджером по программному обеспечению компании CRH в Европе.

### Интеграция приложений

Так как компания Tekla поддерживает открытый стандарт «BIM», программное обеспечение позволяет интеграцию различных приложений. За счёт этого возможно активное взаимодействие. Кроме того, пользователи могут сами решать, какие приложения они хотят использовать. Производители продукции из сборного железобетона для базирующегося на модели проекта сотрудничества могут, например, координировать свои действия с помощью бесплатного программного обеспечения Tekla BIMsight, общаться со строительной компанией и, таким

образом, координировать производство со строительной площадкой.

«Стратегическое решение компании CRH в будущем работать на основе модели, является новаторским подходом для промышленности сборного железобетона в Европе. Постоянное развитие со стороны компании Tekla в последние годы теперь имеет долгосрочные перспективы на этом рынке. От партнерства с CRH мы надеемся укрепить важность программного обеспечения BIM и еще больше расширить наши лидирующие позиции на рынке», – говорит Ристо Рети, исполнительный вице-президент корпорации Tekla. Компания CRH Железобетон Европа имеет производства в 19 странах, в том числе Ergon Бельгия, Prefaco Houthalen + Lommel и Schelfhout в Бельгии, IB во Франции, акционерное общество Elements в Швейцарии, Ferrobeton в Венгрии, Ergon в Румынии, Ergon Польша, Alvon-Heembeton и Calduran в Нидерландах, а также Betonelement, Dalton и Expan в Дании.

### КОНТАКТЫ

#### Tekla GmbH

Helfmann-Park 2  
65760 Eschborn / Germany  
Billie Kaufman  
☎ +49 6196 4730-830  
billie.kaufman@tekla.com  
➔ [www.tekla.com/de](http://www.tekla.com/de)



[www.BFT-international.com](http://www.BFT-international.com)

HEBAU GMBH

## Агрессивные, но в результате благородные

**Особенно для архитектурного бетона требования** к внешнему состоянию наружной поверхности очень высоки. Необходимо не только обеспечивать стабильное качество, т.е. однородную текстуру наружной поверхности, но и её единый цвет. Кроме того, необходимо осуществлять мероприятия по предотвращению появления возможных нежелательных внешних признаков старения.

В настоящее время, бетон в первую очередь должен внешне визуально воздействовать как камень. В частности, в конструкциях вентилируемых фасадов, с использованием предварительно изготовленных элементов, архитекторы стремятся обычно к тому, чтобы бетонные элементы имели естественный вид камня. Для того чтобы получить убедительные результаты, требуется использование продуктов строительной химии.

### Агрессивное дело

Бетонные элементы имеют сильно щелочную среду. Соответственно, их поверхность подвержена атакам со стороны кислот. Они разрушают верхние слои цемента, за счёт чего мелкие заполнители теряют своё сцепление с основанием, например, такие как отдельные песчинки. Они вымываются с поверхности, и ранее гладкая поверхность становится шероховатой и приобретает матовый цвет. Наружная поверхность готовой сборной железобетонной конструкции в связи с этим может обрабатываться до максимальной глубины проникновения 0,5 мм.

Шероховатая поверхность образует бетон с обнажённым каменным остовом. Она соз-

даётся специальными агрессивными веществами, так называемыми средствами для вымывания, которые наносятся на опалубку перед бетонированием вместо минерального масла для опалубки. Они предотвращают в ещё жидком бетоне формирование поверхностной сетки, т.е. регулярный процесс схватывания у самой поверхности, а также допускают полный смыв несвязанных частиц сразу после снятия опалубки.

Кислотная промывка обычно осуществляется на заводе на следующий день после бетонирования, в свежем и не полностью набравшем прочность состоянии. Производитель



Ещё не обработанная сборная железобетонная конструкция непосредственно перед отделкой поверхности



все фотографии: Роберт Мель

Микрогель компании Hebau поставляется на завод сборного железобетона в распространённых на рынке ёмкостях на поддонах

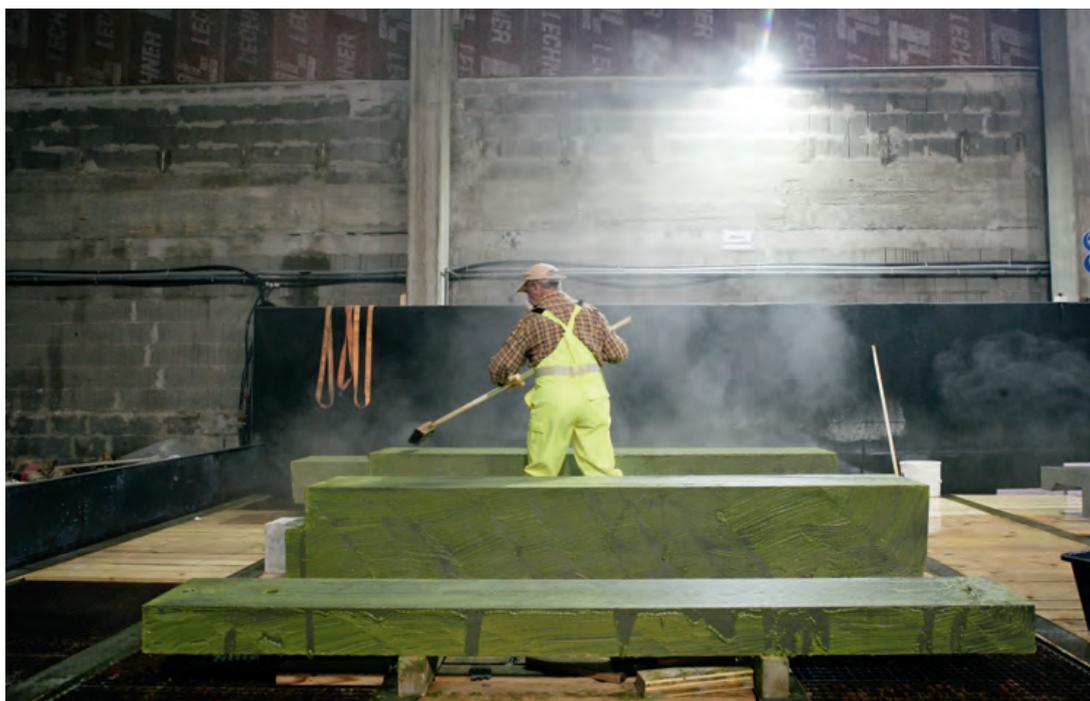
строительной химии компания Hebau намеренно разработала протравливающий продукт «микрогель», имеющий гелеобразную консистенцию. Густая смесь значительно облегчает обработку, так как она позволяет равномерное нанесение вещества также на объекты

трёхмерной формы, или на вертикальные поверхности, не допуская при этом разводов и стекания её вниз.

### Резиновый скребок или пистолет-распылитель

Это особенно важно для строительных изделий, имеющих значительную площадь поверхности и которые после распалубки устанавливаются в вертикальное положение для дальнейшей обработки. Это правило применяется независимо от того, осуществляется ли производство с использованием опрокидывающих столов или циркуляционных систем, так как элементы всегда должны транспортироваться на крюке крана в вертикальном положении. Жидкий и текучий химический продукт для травления в этом положении равномерно нанести на поверхность очень трудно и на это потребуется много времени. Кроме того, имеется опасность возникновения повреждений.

На самом деле существует возможность, нанести химический продукт для травления, как и лак, с использованием распылителя. Для этой цели химический продукт «микрогель», произведённый компанией Hebau, доступен также и в виде текучей жидкости, которая может быть нанесена на поверхность с использованием кислотоустойчивых распыляющих краскопульты. Маркус Херфельд из



Обработка кислотосодержащим микрогелем компании Nebau сборной железобетонной конструкции. В зависимости от цвета бетона плёнка приобретает ярко зеленый оттенок

компании Nebau сообщил, что распыление кислот имеет много преимуществ, особенно для крупноформатных элементов, и меньше для трёхмерных выступающих деталей. Трудозатраты между собой сравнимы: в обоих случаях, рабочий должен быть относительно близко к объекту и доставать до его выступающих отдельных контуров, не зависимо от того, работает ли он с помощью губки, резинового скребка или пистолета-распылителя.

Сразу после того как был применён химический продукт, начинается реакция. Агрессивное вещество воздействует 15 минут. Затем его смывают пресной водой из шланга. Использование водоструйных установок высокого давления при этом не требуется. Для того чтобы изменять глубину проникновения и получить поверхность различной степени шероховатости или матовости используются различные концентрации кислотосодержащего вещества или процедура повторяется до трёх раз.

#### Охрана окружающей среды

Опасным для здоровья выглядит ситуация, когда рабочий в кислотостойком костюме с за-

щитой органов дыхания наносит на бетонные компоненты изначально бесцветный кислотосодержащий гель с использованием валика на длинной ручке. Реакцию легко можно распознать по вспениванию и она даже может превратить используемый кислотный гель в вязкую, ярко-зеленую плёнку.

После завершения реакции смесь является рН-нейтральной. Её смывают пресной водой с бетонного компонента и при этом оставшиеся остатки кислоты уже сильно разбавлены. Загрязнённая вода собирается и, как все сточные воды производства сборных конструкций, отводится в отстойник. В связи с цементным происхождением смываемых материалов и мелких частиц среда отстойника является щелочной. Остатки кислотосодержащего геля там нейтрализуются. Господин Херрфельд указал ещё и на то, что продукты компании Nebau не содержат тяжелых металлов и нитритов.

#### Пропитка вместо гидрофобизации

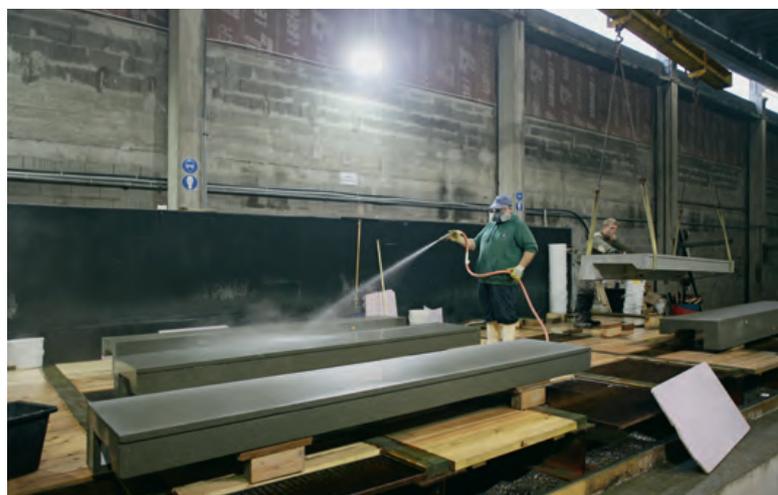
Гидрофобизация бетонных конструкций уже давно считалась лучшим методом обеспечения

надёжной защиты поверхности от внешних погодных воздействий. Однако проблема заключается в значительной продолжительности выполнения этого метода защиты. В действительности сборные железобетонные элементы должны были полностью набрать прочность, т.е. по крайней мере, согласно требованиям учебников, иметь возраст 21 день и максимально низкие показатели влажности. С этой целью эти элементы должны храниться необходимое количество времени в защищенном от погодных воздействий месте. Вряд ли какой из заводов сбор-

ного железобетона располагает для этой цели необходимыми площадями и может позволить себе такие длительные сроки изготовления.

Компания Nebau предлагает с использованием своего продукта Colortec эффективную альтернативу. Вместо того, чтобы элемент гидрофобизировать в подсушенном состоянии, он может быть пропитан непосредственно после обработки кислотосодержащим составом, имея при этом влажность около 70%. Ключевой особенностью пропитки является ее воздухопроницаемость. Поверхность «молодых» бетонных изделий не должна быть закрыта водонепроницаемыми составами, чтобы иметь возможность в дальнейшем высохнуть.

По словам господина Херрфельда компания Nebau из своей истории сделала выводы – не повторять ошибки первых лет и не использовать водоотталкивающие покрытия на поверхности бетона. В начале 1970-х было глубоко ошибочным подходом с позиций сегодняшнего дня устраивать водонепроницаемый барьер на поверхности бетонной конструкции. Хотя этот барьер никогда не был столь безупречным, как этого хотели. Всегда где либо имелась волосая трещина, через которую могла проникать вода. Не говоря уже об имеющейся собственной влаге, которая уже присутство-



Примерно через 15 минут агрессивная плёнка просто смывается водой

ВСЕМИРНАЯ ИЗВЕСТНОСТЬ  
КОМПЕТЕНТНОСТЬ

## СИСТЕМЫ АДРЕСНОЙ ПОДАЧИ БЕТОНА БЕТОНОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



Монорельсовая тележка с опрокидной бадей



Монорельсовая тележка с донной разгрузкой



Двухрельсовая тележка с опрокидной бадей



Двухрельсовая тележка с донной разгрузкой



Полупортальный бетонораздатчик



Наклонный подъемник



Полупортальный бетонораздатчик

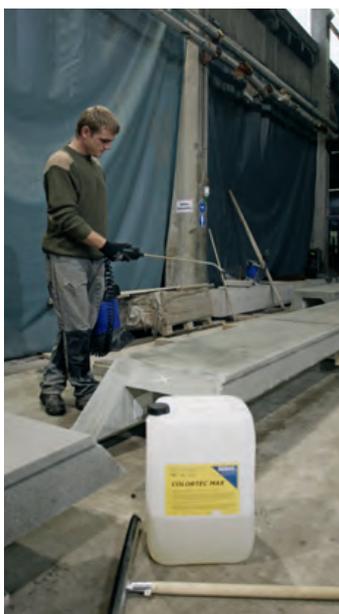


Бетонораздатчик



**KÜBAT**  
Förderanlagen GmbH  
Max-Planck-Str. 14  
D-88361 Altshausen

Telefon: +49 7584 9209-0  
Telefax: +49 7584 9209-0  
E-Mail: info@kuebat.de  
Internet: www.kuebat.de



кислотосодержащим составом поверхность с показателем шероховатости 0,5 мм. В последнем случае предположительный расход состава для пропитки может составлять примерно 200 мл/м<sup>2</sup>. Химические составы распыляются с использованием типичной ёмкости с насосом для распыляемого материала в виде аэрозоля при помощи которой также разбрызгивается масло для опалубки. После нанесения материала необходимо дать возможность материалу впитаться и всё – поверхность готова.

В компании Hebau исходят о долговечности этих дышащих покрытий по крайней мере десять лет. Существенное влияние на сроки сопротивления имеет позиция установки строительной конструкции по отношению к воздействующим на неё погодным условиям. Расположенный с внешней стороны элемент разрушается под воздействием внешних погодных воздействий гораздо быстрее, чем расположенный в защищённом углу.

**Роберт Мель**

В ещё влажном состоянии бетон может быть пропитан составом

вала в бетонном камне. Оба этих явления вместе приводили к скоплению влаги вблизи поверхности бетонной конструкции, что в свою очередь зимой заканчивалось внешне уродливыми откалываниями бетонных частей в результате воздействия мороза.

### Обработка на заводе

Необходимое для пропитки количество материала сильно различается в зависимости от текстуры наружной поверхности. Не обработанная гладкая поверхность самоуплотняющегося бетона требует значительно меньшего расхода материала, чем активно обработанная

### КОНТАКТЫ

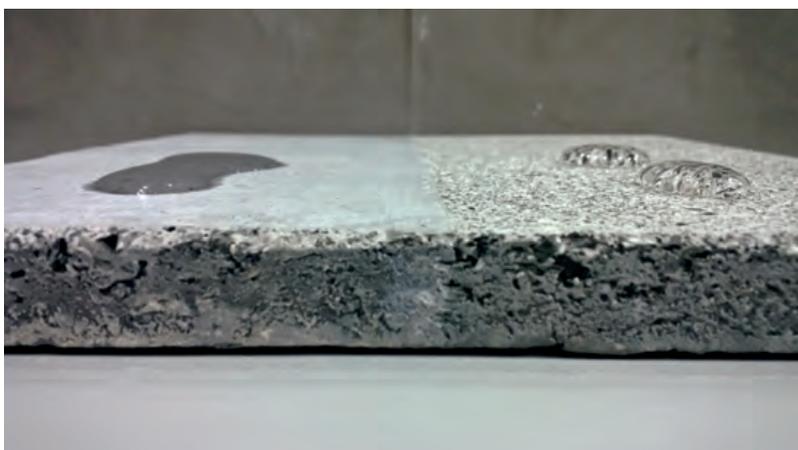
**Hebau GmbH**

An der Eisenschmelze 13  
87527 Sonthofen/Germany

+49 8321 6736-0

mail@hebau.de

➔ [www.hebau.de](http://www.hebau.de)



слева поверхность без гидрофобной пропитки, справа поверхность защищена материалом COLORTEC



BRUGG CONTEC AG

## Двухкомпонентное макроволокно Concrìx устанавливает новые стандарты

**Бетон в настоящее время** стал строительным материалом № 1. По всему миру всё чаще используются конструкции из сборного железобетона. Предварительно изготавливаются элементы фасадов, шумопоглощающие стены вдоль дорог, трубы, а также сегменты для устройства туннелей, так называемые, туббинги и т.д.

Тем не менее, такие готовые изделия ставят высокие требования к производственному процессу. Для того чтобы сэкономить вес, компоненты должны быть всё тоньше и тоньше. При этом иногда не выдерживается минимальная толщина защитного слоя конструктивной арматуры, так как правильная установка не так проста, а это в свою очередь приводит к коррозии стали и, таким образом, к отслаиваниям бетонного покрытия.

В зависимости от вида и назначения строительной конструкции высокое содержание арматуры в ней вызывает, помимо значительных затрат на сталь также и большие затраты на её установку и, следовательно, ведёт к высоким затратам на опла-

ту рабочей силы. И если в конструкции требуется установить два слоя арматуры, это в свою очередь, значительно усложняет укладку бетона. По краям конструкции, наоборот, имеет место расслаивание бетона вследствие отсутствия в нём арматуры.

Высокотехнологичные рецептуры бетонных смесей относительно прочности и усадочных свойств хотя и могут эти проблемы уменьшить, но, в свою очередь, они зачастую намного дороже, чем обычный бетон.

### Простое решение благодаря двухкомпонентным макроволокнам Concrìx

Простым способом избавиться от обычной стальной арматуры полностью или, по крайней мере, значительно уменьшить её содержание, является использование макроволокон Concrìx. При их использовании затраты на установку обычной арматурной стали или полностью исчезнут или, по крайней мере, уменьшатся вследствие того, что волокна заранее замешиваются в бетон и вместе с ним заливаются в опалубочную форму.

В связи с очень высокой плотностью расположения фиброволокон в бетоне при использовании двухкомпонентных макроволокон Concrìx (120 000 волокон на 1 кг Concrìx) и их небольшое сечение (всего 0,5 мм в диаметре) эти волокна значительно укрепляют сборные бетонные элементы, включая и их края. Таким образом, неприглядное расслаивание бетона в таких чувствительных областях конструкций может быть предотвращено, что является преимуществом по сравнению с использованием обычных жестких, синтетических макро-

Concrìx в сборных предварительно изготовленных элементах.

волокон, имеющих толщину до 1 мм и, тем более, по сравнению со стальными волокнами. Высокая гибкость фиброволокон Concrìx в сочетании с их высокой работоспособностью связаны с сопротивлением ползучести базирующемся на основе их двухкомпонентной структуры.

Так как волокна распространяются до поверхности бетона, но внешне не видны, важным является и тот факт, что коррозии на поверхности не будет. Рыжие пятна ржавчины на фасадных элементах были бы, конечно, совершенно неприемлемыми. Так как коррозия в синтетических волокнах, в отличие от стальных, не является проблемой, то этот повод для волнений отпадает.

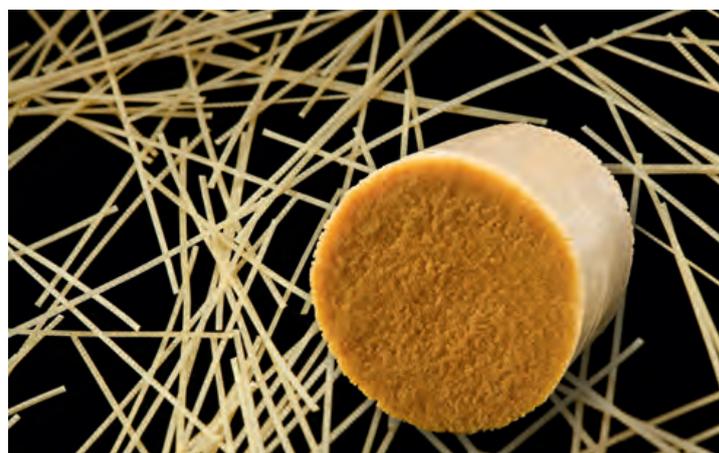
Другими преимуществами применения этих фиброволокон являются такие как защита и бережное отношение к опалубке, смесителю и другим устройствам, а также снижение риска получения травмы.

Для получения дополнительной информации и статических расчётов строительных конструкций Вы можете обратиться к инженерам акционерного общества Brugg Contec AG.

### КОНТАКТЫ

#### Brugg Contec AG

Aachstrasse 11  
8590 Romanshorn / Switzerland  
☎ +41 71 46612-12  
info@bruggcontec.com  
➔ [www.bruggcontec.com](http://www.bruggcontec.com)



Отдельные волокна и PowerPak Concrìx

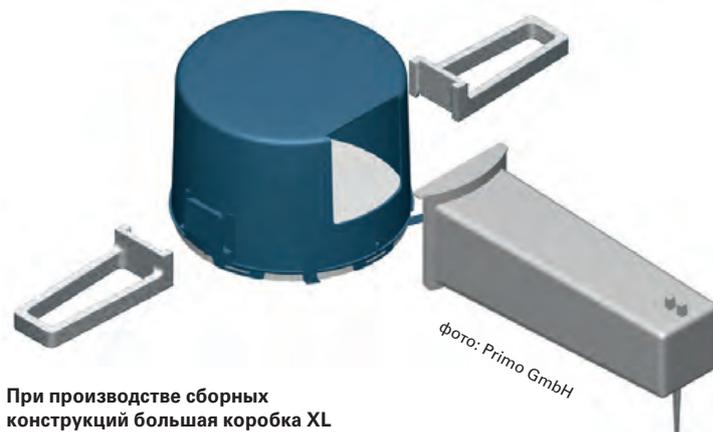
PRIMO GMBH

## Большая коробка XL экономит время и усилия

**Независимо от того,** где монтируется большая коробка XL 170 выпускаемая компанией Primo GmbH при бетонировании монолитных конструкций перекрытий и стен или в сборных конструкциях перекрытий и стеновых панелях на заводе сборного железобетона, она всегда быстро и легко устанавливается и крепится, что значительно экономит время. В стеновых элементах большая коробка монтируется с «крыльями» на металлический арматурный каркас, для того чтобы при бетонировании стены она не сдвинулась. При монолитном строительстве большая коробка крепится гвоздями к деревянной опалубке.

При использовании на заводе сборного железобетона большую коробку XL 170 приклеивают горячим клеем на стол опалубки. Если большая коробка устанавливается с туннелем, тогда для монтажа инсталляционных труб или кабелей должно вырезаться отверстие. Затем укладывается арматурная сетка и заливается бетон. При монтаже сборных элементов необходимые отверстия вырезаются специальным инструментом и закрываются плитой из минерального волокна.

В индивидуально применяемой, безгалогенной, и до 650 градусов огнестойкой большой коробке XL 170 могут устанавливаться самые разнообразные лампы освещения, а также



При производстве сборных конструкций большая коробка XL 170 приклеивается при помощи горячего клея на стол опалубки.

встраиваемая техника. Большая коробка с плитой из минерального волокна особенно хорошо подходит для галогенных, высоковольтно-галогенных, светодиодных, низковольтно-галогенных, энергосберегающих, галогенно-металлогасящих и компактно-люминесцентных ламп, а также для динамиков. При этом на плите из минерального волокна возможны индивидуальные вырезы. Точно

так же могут быстро изготавливаться вырезы для установки коробки на лицевой поверхности бетона.

### КОНТАКТЫ

**Primo GmbH**

Raiffeisenweg 1  
84544 Aschau am Inn / Germany  
Thomas Wintersteiger  
☎ +49 8638 88684-94  
info@primo-gmbh.com  
➔ [www.primo-gmbh.com](http://www.primo-gmbh.com)

## Укладчик верхнего слоя Power Plan PP

**Фирма Wölfel из города Эрланген** с 2004 года активно занимается благоустройством садовых территорий, ландшафтным строительством, а также предоставляет сельско-

хозяйственные услуги в регионах городов Нюрнберг, Фюрт и Эрланген. Как инновационное и передовое предприятие эта фирма всегда старается использовать самую эффективную и

современную технику. Именно с таким подходом к производству, была приобретена машина для подготовки основания-стяжки PowerPlan PP компании Probst.

Немаловажно учесть тот факт, что это была первая машина для подготовки основания-стяжки, которую мировой лидер в области производства техники для укладки и монтажа продал в Баварии. Первым участком, где была применена эта машина, стала строительная площадка по сооружению места отдыха для автомобилистов на автобане Эрланген / Штойдах. Здесь на прилегающей к складу территории площадью 1200 м<sup>2</sup> была проведена стяжка поверхности рациональным и высокотехнологическим способом. Владелец фирмы Марк Вёлфель по окончании работ был положительно впечатлен эффектив-

ной работой машины, которая очень быстро и чисто справилась с поставленной задачей. Машина для подготовки основания-стяжки осуществляет за один рабочий цикл распределение материала по поверхности и его идеальную стяжку. Независимо от вида материала: щебень, балласт или жесткий бетон, он будет ровно уложен на абсолютно правильной высоте. На протяжении многих лет фирма Wölfel успешно использует на экскаваторе гидравлический захват HVZ uni компании Probst, при помощи которого была выложена брусчаткой территория в Штойдах.

### КОНТАКТЫ

**Probst Greiftechnik**

**Verlegesysteme GmbH**

Gottlieb-Daimler-Str. 6  
71729 Erdmannhausen/Germany  
☎ +49 7144 3309-0  
info@probst.eu  
➔ [www.probst.eu](http://www.probst.eu)



Укладчик верхнего слоя Power Plan PP в работе при сооружении покрытия площадки для отдыха автомобилистов на автобане

В компании ТЕКА всё вращается вокруг смешивания

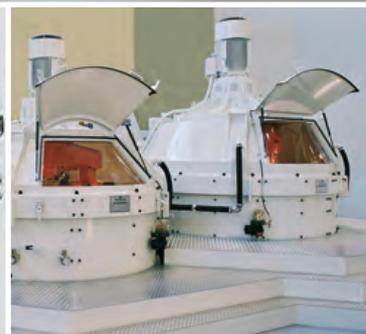
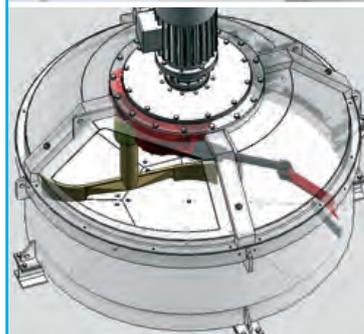
# TeKa

## Кольцевые лотковые смесители – противоточные планетарные смесители Двухвалковые смесители

А также смесители специального изготовления для целенаправленного производства облицовочного бетона, фибробетона, самоуплотняющегося бетона, особо высокопрочного бетона

Более чем 50-летний опыт в разработке и внедрению смесительных и дозирующих технологий на мировом рынке. Надёжное технологическое оборудование, долгосрочный срок службы.

Дополнительно к нашей программе смесителей мы предлагаем: мобильные или стационарные смесительные установки, модернизацию установок, консультации, проектирование, изготовление, монтаж, сервис.



TEKA Maschinenbau GmbH, In den Seewiesen 2, D-67480 Edenkoben  
Tel.: +49 (0) 63 23 8 09-0, Telefax: +49 (0) 63 23 8 09-10, [info@teka-maschinenbau.de](mailto:info@teka-maschinenbau.de), [www.teka.de](http://www.teka.de)

**CTT Moscow 2013**

04.-08.06.2013 Москва → Россия

[↗ www.ctt-moscow.com](http://www.ctt-moscow.com)**Eco Crete 2013**

19.-21.06.2013 Рейкьявик → Исландия

[↗ www.ecocrete.is](http://www.ecocrete.is)**Concrete Show China 2013**

26.-28.06.2013 Шанхай → Китай

[↗ www.concreteshowchina.com](http://www.concreteshowchina.com)**Concrete Show São Paulo 2013**

28.-30.08.2013 Сан-Паулу → Бразилия

[↗ www.concreteshow.com.br](http://www.concreteshow.com.br)**The Big 5 Construct India 2013**

02.-04.09.2013 Мумбаи → Индия

[↗ www.thebig5constructindia.com](http://www.thebig5constructindia.com)**bauma Africa 2013**

18.-21.09.2013 Йоханнесбург → ЮАР

[↗ www.bauma-africa.com](http://www.bauma-africa.com)**Concrete Show South East Asia 2013**

24.-26.10.2013 Джакарта → Индонезия

[↗ www.concreteshowseasia.com](http://www.concreteshowseasia.com)**Batimat Paris 2013**

04.-08.11.2013 Париж → Франция

[↗ www.batimat.com](http://www.batimat.com)**The Big 5 Dubai 2013**

25.-28.11.2013 Дубай → ОАЭ

[↗ www.thebig5.ae](http://www.thebig5.ae)**Engineering Days 2013**

03.-04.12.2013 Вена → Австрия

[↗ www.engineeringdays.at](http://www.engineeringdays.at)**The Precast Show 2014**

13.-15.02.2014 Хьюстон → США

[↗ www.precast.org/theprecastshow](http://www.precast.org/theprecastshow)**Ulmer Betontage 2014**

18.-20.02.2014 Ной-Ульм → Германия

[↗ www.betontage.de](http://www.betontage.de)**bau|||verlag**

We give ideas room to develop

**БЕТОННЫЙ ЗАВОД**BFT Betonwerk + Fertigteile-Technik  
Concrete Plant + Precast Technology  
[www.bft-online.info](http://www.bft-online.info)**Издательство Bauverlag BV GmbH**Avenwedder Strasse 55  
33311 Guetersloh  
Germany/Германия  
[www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de)  
[www.bauverlag.ru](http://www.bauverlag.ru)**Главный редактор**Кристиан Ян  
☎ +49 5241 80 893 63  
[christian.jahn@bauverlag.de](mailto:christian.jahn@bauverlag.de)  
(ответственный за содержание)**Редактор**Сильвио Шаде  
☎ +49 5241 80 891 03  
[silvio.schade@bauverlag.de](mailto:silvio.schade@bauverlag.de)**Ассистент редакции**Моника Кеммерер  
☎ +49 5241 80 893 64  
[monika.kaemmerer@bauverlag.de](mailto:monika.kaemmerer@bauverlag.de)  
Забине Антон  
☎ +49 5241 80 893 65  
[sabine.anton@bauverlag.de](mailto:sabine.anton@bauverlag.de)**Перевод**

Доктор-инженер Олег Болотских

**Дизайн и верстка**

Даниела Штендер

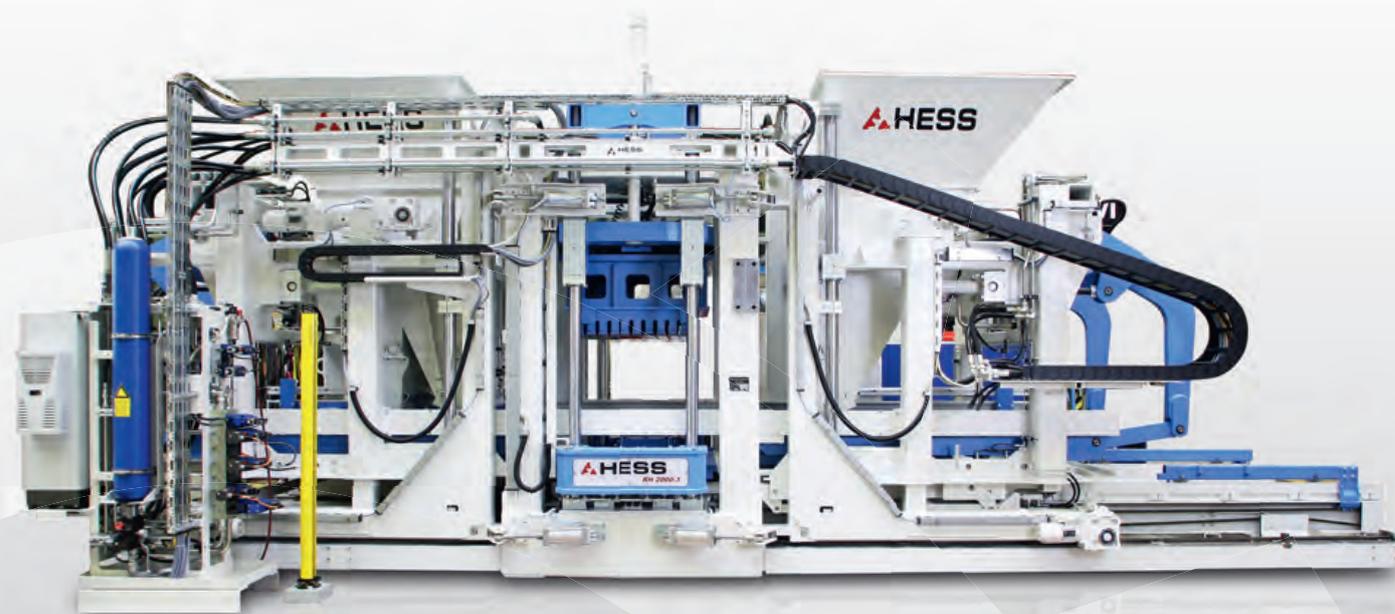
**Директор по рекламе**Йенс Маурус  
☎ +49 5241 80 892 78  
[jens.maurus@bauverlag.de](mailto:jens.maurus@bauverlag.de)  
(ответственный за рекламу)  
Андреа Краббе  
☎ +49 5241 80 893 93  
[andrea.krabbe@bauverlag.de](mailto:andrea.krabbe@bauverlag.de)**Представитель в России и СНГ**Максим Шматов  
☎ +7 495 782 48 34  
[bft@bauverlag.ru](mailto:bft@bauverlag.ru)  
факс: +7 495 913 21 50  
Россия, 129329, Москва, а/я 150  
(реклама, подписка и  
распространение по России и СНГ)**Директор издательства**Карл-Хайнц Мюллер  
☎ +49 5241 80 247 6**Руководитель отдела**маркетинга и подписки  
Михаил Остеркамп  
☎ +49 5241 80 21 67  
[michael.osterkamp@bauverlag.de](mailto:michael.osterkamp@bauverlag.de)**Цена 900 рублей.**Подписной индекс в каталоге  
«Почта России» – 18925.  
ISSN 1865-6552  
Тираж 3000 экз.  
Заказ № 1201870Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного  
электронного оригинал-макета в  
ОАО «Ярославский  
полиграфкомбинат», 150049,  
Ярославль, ул. Свободы, 97Перепечатка и распространение  
любой информации, содержащейся  
в журнале в любом виде, возможны  
только с письменного разрешения  
издательства. Все права на статьи  
принадлежат авторам и/или  
издателю. Ответственность за  
содержание статей несут авторы.  
Мнение редакции может не  
совпадать с мнением авторов.  
Ответственность за информацию,  
содержащуюся в рекламных  
материалах, несут рекламодатели.  
Автор и рекламодатели отвечают за  
корректность использованных  
логотипов, торговых марок и  
иллюстраций в соответствии с  
законом об авторских правах.

»В жизни,  
как правило,  
преуспевает больше  
других тот, кто  
располагает лучшей  
информацией.«

Бенджамин Дизраэли (1804–81 гг.)

На странице [www.zkg.de/specials](http://www.zkg.de/specials) Вы найдете технические решения на тему: Вентиляторы для цементной, известковой и гипсовой промышленности





## Мы придаем бетону форму

Долгосрочная политика постоянных инноваций и неизменное применение только передовых технологий, ориентированных на будущее, - вот что делает компанию Hess Group мировым лидером среди поставщиков производственных систем в области бетонной промышленности.

Поэтому наши зарубежные производственные мощности играют важную роль, также как и наши крупные независимые филиалы, каждый из которых способствует развитию своих инновационных продуктов Hess Group.

-  **Машины для производства бетонных блоков**
-  **Отделка поверхности**
-  **Системы для производства бетонных труб**
-  **Бетоно-смесительные системы**
-  **Производство автоклавного газбетона**
-  **Системы транспортировки и манипуляций**
-  **Производство форм**

www.hessgroup.com