BFT INTERNATIONAL
2016
01
www.bft-international.com
Бетонный завод
Concrete Plant + Precast Technology

Промышленность сборных элементов 4.0

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 24

09 **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**
→ Заметки
Цифровое облагораживание бетона

38 **БЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА**
→ Репортаж с предприятия
Благородная брусчатка

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА 44
→ Наука и исследования
Моделирование характеристик бетонной смеси в турбинном смесителе

EIRICH

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.

реклама

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

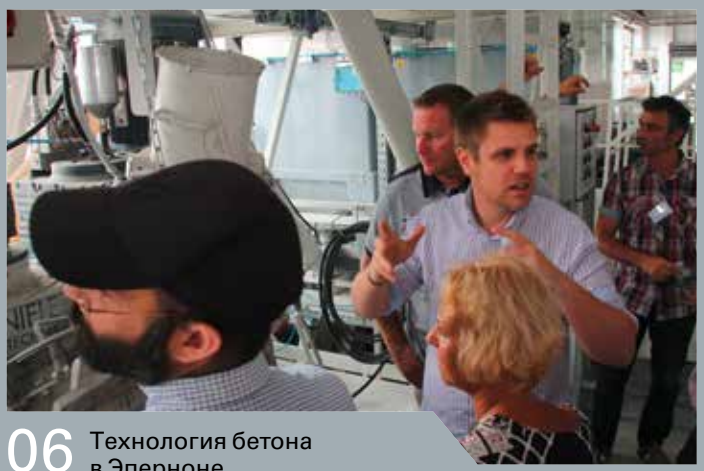
The Pioneer in Material Processing®

Новатор в приготовлении смесей

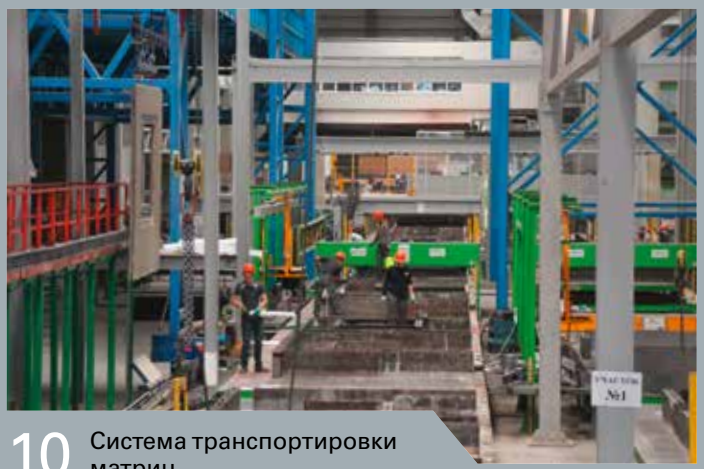
На обложке номера:

Установка промывания брусчатки от компании Masa в составе новой линии циркуляции на заводе Kost Bet, Польша

www.masa-group.com



06 Технология бетона в Эперноне



10 Система транспортировки матриц

20 Третья по величине мечеть мира

НОВОСТИ

02 **Короткие сообщения**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

08 **Заметки**

Репортаж с объекта

10 Автоматизированная система транспортировки матриц

14 Таиланд использует в крупных проектах железнодорожного строительства шпалы из железобетона

17 **Продукция**

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

18 **Заметки**

Репортаж с объекта

20 Более 600 бетонных опор для третьей по величине мечети мира

Информационные технологии

24 Промышленность сборных элементов 4.0: отрасль в развитии

БЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА

Репортаж с предприятия

30 Производство самых современных бетонных изделий у Женевского озера

34 Современное производство бетонных изделий на 62,6° северной широты

38 Благородная брусчатка

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА

Наука и исследования

44 Моделирование характеристик бетонной смеси в турбинном смесителе принудительного действия

50 Реконструкция и укрепление строительных бетонных элементов карбоном

СЕРВИС

56 **Календарь событий / Выходные данные**

MASA

110-летний юбилей: рейнско-вестфальское празднество

Фото: BFT International

Совладелица Masa Ольга Веркаммен рада возможности приветствовать 300 гостей и партнеров фирмы, которые сотрудничают с предприятием из Андернаха с 1980-х гг.

Можно быть укорененным на родине, что не мешает быть искушенным в своем деле. Это подтверждает своим опытом фирма Masa GmbH, которая торжественно отпраздновала 110-летие. На юбилей руководство пригласило заказчиков и партнеров со всего мира в Андернах на Рейне, где была основана фирма и где по сей день располагается ее штаб-квартира. Около 300 гостей собрались на территории предприятия на Масаштрассе 2, чтобы отпраздновать это событие.

Гости смогли почувствовать менталитет и традиции региона происхождения Masa GmbH на ежегодной рейнской ярмарке, которую организаторы выбрали в качестве тематического оформления мероприятия. На открытом воздухе здесь были установлены пивные ларьки и прилавки для сахарной ваты и миндаля, жаренного в сахаре, и даже карусели с качелями. На время мероприятия прилегающие производственные цеха были освобождены от оборудования и выступали в роли пивных палаток. Здесь гости заняли места за длинными столами и выслушали приветственные речи.

Совладелица фирмы Ольга Веркаммен в доверительной и остроумной речи описала богатую событиями историю Masa GmbH с момента основания в 1905 г., через интернационализацию 1970-х и 1980-х, и до изменения структуры собственности в 2014 г. По ее словам, лишь привлечение швейцарского инвестиционного фонда CGS позволило окончательно решить вопрос наследования. Веркаммен поблагодарила всех заказчиков и партнеров, некоторые из которых уже многие десятилетия сотрудничают с предприятием из Андернаха.

Фото: BFT International

Директор по оптовым продажам Франк Решке приветствует заказчиков и партнеров со всего света.

Историческая экскурсия

Управляющий директор, дипл. экон. Удо Клаусснер и директор по оптовым продажам Франк Решке выразили благодарность коллективу, заказчикам и партнерам за успешную совместную работу и направили внимание на будущие требования и возможности. Дочь Ольги Веркаммен, Виктория, которая уже много лет живет в США, переводила все речи на английский язык для зарубежных гостей.

После непринужденных разговоров с пивом, вином и блюдами национальной и мировой кухни состоялась историческая экскурсия про производственным цехам. На многих остановках с информационными табло гости смогли проследить историю развития Masa GmbH с момента основания Алоизом Смаричником до успешного на мировом рынке предприятия.

Кроме того, на остановках были выставлены машины, среди которых была и современнейшая машина для изготовления бетонных блоков XL 9.2, которая демонстрировалась в действии. Сотрудники отвечали на вопросы гостей, показывали и объясняли многие подробности оборудования и технологии.

Речная прогулка по Рейну

Удачным завершением дня стала прогулка по Рейну – реке, которая определяет как окружающий ландшафт, так и самосознание людей, живущих в этом регионе. Теплоход

Фото: Masa

Гостей со всего света...

Фото: BFT International

...встретил прекрасный прием со стороны сотрудников службы сбыта (на фото – гости из Турции).

Фото: BFT International

Среди прибывших гостей были даже гости из Палестины.

Фото: BFT International

Бернхард Эль, основатель известной фирмы по производству брусчатки, также прошел по производственным цехам.

неторопливо проследовал от пристани в Андернахе мимо памятника императору Вильгельму I в «Немецком углу» в Кобленце до Браубаха, где над Рейном возвышается замок Марксбург, и вернулся к пристани.

После того как теплоход пришвартовался в Андернахе, гости еще долго сидели на верхней палубе с холодным пивом, наслаждаясь теплым летним вечером.

Помимо этих торжеств персонал заводов в Андернахе и Порта-Вестфалика отмечал юбилей фирмы со своими семьями в своих городах.

КОНТАКТЫ

Masa GmbH
Masa-Straße 2
56626 Andernach/Germany
✆ +49 2632 9292-0
info@masa-group.com
↗ www.masa-group.com

Фото: Masa

Посетители юбилейного торжества могли «позаниматься спортом», сыграв в настольный футбол.

WÜRSCHUM

Торжественное открытие нового производственного цеха

Фото: Würschum

Новый производственный цех площадью около 500 кв. м.

Фото: BFT International

12 июня управляющий директор Фолькер Вюршум приветствовал гостей в новом цехе, расположенном в районе Остфильдерн-Руйт

54 года с момента своего основания компания Würschum GmbH располагалась в центре городского района Остфильдерн-Руйт; весной 2015 года настало время переезжать в недавно построенный производственный цех, расположенный в промышленной зоне города.

Уже давно руководство фирмы искало возможность расширить производственные площади. В 2013 г. компании удалось приобрести земельный участок промышленного назначения площадью в 3 тыс. кв. м. Этот участок расположен на расстоянии всего 800 метров от основного здания компании Würschum, что позволяет добраться до него за считанные минуты.

Одновременная сборка четырех установок

За интенсивной фазой планирования осенью 2013 г. в сотрудничестве с архитектурным бюро «Drei Architekten» последовал этап поиска подходящего генподрядчика. Контракт получила фирма Quast из Зигерланда (земля Северный Рейн-Вестфалия), поскольку ранее она уже успешно реализовала несколько проектов непосредственно в г. Остфильдерн.

Фото: BFT International

Управляющий директор Хуберт Вюршум (на заднем плане в центре) во время разговора с гостями

Цех площадью в 500 кв. м. и, что особенно важно, большой высоты был построен всего за шесть месяцев. В данном случае речь идет о бетонном строении, состоящем из готовых элементов и бетонного основания. По решению директоров компании Хуберта и Фолькера Вюршумов при строительстве применялись пигментированные бетонные изделия, изготовленные с использованием оборудования фирмы Würschum. Так бетонное основание здания окрашено с применением шестипроцентной добавки диоксида титана, и имеет светлый, приветливый вид. Прилегающая территория выложена брусчаткой в виде многорядной перевязки. Она представляет собой бетон-

Фото: BFT International

Основатель фирмы Герхард Вюршум по-прежнему принимает активное участие в делах фирмы в качестве консультанта

В своем новом производственном здании фирма Würschum угощала многочисленных клиентов, партнеров и друзей блюдами швабской кухни

ный камень четырех различных размеров, окрашенный в красный и коричневый цвета.

В цехе, начавшем свою работу весной 2015 г., располагается производство систем дозирования пигментов, представляющее одно из трех направлений работы компании Würschum. Системы дозирования пигментов могут достигать 12 м в длину и 6 м в высоту, так что новый цех, оборудованный портальным краном с двумя пятитонными крановыми тележками, обеспечивает оптимальные условия для их производства. Теперь фирма Würschum может одновременно собирать от трех до четырех крупных и несколько меньших по размеру установок. Особенно важно, что сейчас появилась возможность быстро собрать всю установку полностью, чтобы протестировать все ее функции. Это существенно сокращает сроки монтажа и оптимизирует процесс запуска в эксплуатацию.

В планах – второй этап строительства

Возможность упаковки и складирования дозировочных установок в новом цехе позволяет также оптимизировать процесс отгрузки продукции.

Производственный цех расположен на задней стороне промышленного участка. На пока еще незанятой площади перед цехом в ближайшие два-три года планируется осуществить второй этап строительства и возвести двухэтажное здание длиной 40 м. На первом этаже предполагается разместить «легкое» производство, а именно сбор небольших дозировочных установок для бетонной промышленности, а также изготовление фасовочно-упаковочных машин для химической и лакокрасочной промышленности, производства косметики и продуктов питания.

На втором этаже предполагается разместить офис фирмы с демонстрационным и конференц-залами. После завершения второго этапа строительства компания Würschum полностью освободит занимаемые ею сейчас помещения в центре города.

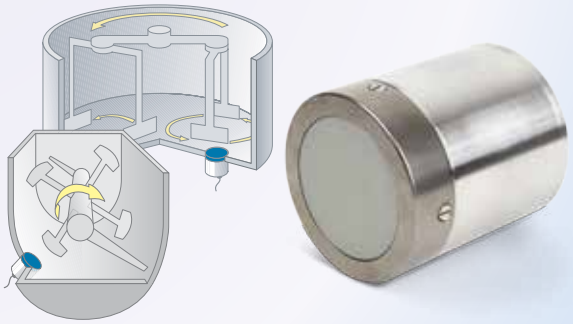
«Переезд в наше новое производственное здание стал первым крупным шагом на пути оптимизации производственных процессов», – говорит управляющий директор фирмы Фолькер Вюршум. «Теперь мы можем ускорить сроки монтажа и пуска в эксплуатацию нашего оборудования. Увеличение складских мощностей позволяет нам иметь запас деталей и сократить сроки поставки. Таким образом, выгоды компании Würschum оборачиваются вполне конкретными преимуществами для ее клиентов».

КОНТАКТЫ

Würschum GmbH
Hedelfinger Straße 33
73760 Ostfildern/Germany
✆ +49 711 44813–0
↗ info@wuerschum.com
↗ www.wuerschum.com

Hydronix

Системы измерения влажности для бетономешалок



Hydro-Mix - самый популярный, экономичный и универсальный датчик во всем мире для измерения влажности в бетономешалках.

- Точное, непрерывное измерение влажности в реальном времени
- Самая современная цифровая обработка сигналов
- Удаленная калибровка и конфигурация
- Простое подключение к системам управления

enquiries@hydronix.com
www.hydronix.ru

bauma 2016
Hall C1 Stand 144

CERIB

Доступные всем исследования в Эперноне

Все фото: BFT International

Филипп Груа, новый директор Cerib, впервые приветствовал гостей

Доступные исследования: в ходе экскурсии по территории института посетители познакомились с различными сферами деятельности Cerib

Малые и средние предприятия почти не в состоянии реализовывать дорогостоящие и длительные исследовательские проекты за свой счет. К счастью, во многих странах существуют некоммерческие научно-исследовательские организации. Частично финансируемые государством и промышленностью, они реализуют проекты, представляющие общественный интерес, или действуют по поручению отдельных частных предприятий. Во Франции наиболее признанной организацией в области прикладных исследований для бетонной промышленности на протяжении многих десятилетий является Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton (Cerib, см. стр. ??: «Cerib: о предприятии»).

7 июля 2015 г. научно-исследовательский центр Cerib впервые пригласил посетителей на мероприятие Expertise & Construction («День экспертизы и строительного дела») в Эпернон, пригород Парижа, расположенный в 80 км от французской столицы. Планируется, что мероприятие станет ежегодным и будет собирать представителей бетонной и строительной отраслей. В этом году новый президент Cerib Филипп Груа приветствовал около 300 представителей науки, промышленности и средств массовой информации. Были представлены доклады о результатах текущих научно-исследовательских проектов, среди них посвященные новой установке для испытания жаростойкости бетонных вентиляционных шахт, а также прибрежной автомагистрали на острове Реюньон. На открытой площадке свою продукцию и услуги представляли преимущественно предприятия-поставщики бетонной промышленности и промышленности бетонных готовых элементов – в этом году это были Adler, Bianchi/ Marcantonini, IAB Weimar, Quadra, Ecofrog, Würschum, Kniele, BSC Béton Stone Consulting, Omya, Tekla и др. Посетители могли осмотреть все лаборатории и научно-исследовательские организации, и побеседовать с сотрудниками Cerib.

Полезные вибрации

Экскурсия, организованная по территории Cerib площадью около 7 га, началась с лаборатории противопожарной защиты. Лаборатория оснащена новой установкой, позволяющей испытывать стойкость бетонных вентиляционных шахт к воздействию огня и давления. В соседней лаборатории проводятся испытания на разрушение конструктивных готовых элементов; например, на прессе с усилием 600 т испытывались готовые элементы из бетона ультравысоких технологий для марсельского Музея цивилизаций Европы и Средиземноморья. В других лабораториях исследуется звукопроводимость и теплопроводность материалов, в частности, с помощью электронного микроскопа и лазер-

CERIB: О ПРЕДПРИЯТИИ

Научно-исследовательский центр бетонной промышленности (Cerib) основан в 1967 г. министерством промышленности и министерством экономики и финансов Франции по инициативе Федерации бетонной промышленности (FIB). С момента основания Cerib располагается в Эперноне, в 80 км к юго-западу от Парижа. Cerib ставит перед собой следующие цели: стимулирование технического прогресса в бетонной промышленности; постоянное повышение качества продукции; повышение производительности труда в отрасли; стимулирование устойчивого развития.

Cerib предлагает услуги в области научных исследований, расчета и экспертизы, метрологии, переподготовки и повышения квалификации, сертификации продукции. В области научных исследований, расчета и экспертизы приоритет отдается устойчивому развитию (22 %), пожаробезопасности (27 %), технологии бетона (17 %), определению параметров структур (13 %), нормированию, сертификации и менеджменту качества (5 %), а также трансферу технологий и управлению знаниями (16 %).

В 2014 г. в лабораториях, научно-исследовательских организациях и в администрации, занимающих площадь около 7 га, работало 165 сотрудников. В настоящее время годовой бюджет Cerib составляет 20,8 млн. евро. 50 % средств Cerib получает от французского правительства; другие 50 % обеспечиваются за счет выполнения заказов на научные исследования, размещаемых промышленными предприятиями.

ного дифрактометра анализируется состав материалов и изменение их характеристик под воздействием температуры и давления.

Во время экскурсии большой интерес посетителей вызвали установки, на которых по заказу промышленности испытывается новое технологическое оборудование и технологические процессы.

Помимо прочего, посетителям была представлена разработанная сотрудниками Cerib вибросистема Vibritys, предназначенная для машин для изготовления бетонных блоков. Особенность системы заключается в том, что в Vibritys используются сабвуферы, то есть громкоговорители, которые с помощью звуковых волн передают энергию вибрации в форму. По мнению разработчиков Cerib данная система обеспечивает следующие преимущества: энергия равномерно передается по всей форме и по всему объему бетона. Кроме того, сама вибросистема потребляет относительно мало электроэнергии; оператор, то есть бетонный завод, может сэкономить на электроэнергии.

На дне открытых дверей центр Cerib представил как прототипы, так и готовую систему, уже встроенную в машину для изготовления бетонных блоков фирмы Adler. На столе перед машиной Adler были выставлены три пустотелых блока, один из которых был изготовлен на ней. По словам разработчика и сотрудника Cerib Кайса Мехири, результат очень хороший. «Тем не менее, уже в ближайшее время мы планируем незначительно доработать вибросистему», – говорит Мехири. Помимо прочего, он рассчитывает встроить в вибросистему сабвуфер большего размера. Однако при этом потребуется предусмотреть больше места для вибросистемы под формой.

Помимо машины для изготовления бетонных блоков, центр Cerib также располагает бетоносмесительной установкой Kniele, которая используется для составления рецептур и анализа бетонных смесей. Установка оснащена дозатором добавок Würschum, дозатором волокон Incite и датчиками влажности Bikotronic и Hydrostop.

КОНТАКТЫ

Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton (Cerib)
1 rue des Longs Réages
28233 Épernon/France
✆ +33 23718 4800
↗ www.cerib.com

Первое мероприятие Expertise & Construction в Эперноне под Парижем посетило около 300 представителей промышленности, науки и средств массовой информации

Разработанная Cerib новая вибросистема, в которой используются звуковые волны, вызвала у посетителей большой интерес

В настоящее время сотрудники Cerib, исследуют перекачиваемость различных марок бетона и их поведение при заполнении вертикально стоящей формы

Эффективная и экономичная технология для легких ненесущих перегородок

Фирма Elematic, ведущий в мире поставщик технологических линий и целых заводов по производству сборных железобетонных изделий, представляет новую технологию выбора уровня производства для своей линии Acotec. Линия Acotec предназначена для производства легких ненесущих перегородок. Новые технологические уровни – Semi, Pro и Edge – различаются между собой степенью автоматизации процесса и производительностью, а также объемом необходимых инвестиций. Все линии легки и просты в установке и работе и требуют небольшой площади.

Линии Acotec для производства легких ненесущих стеновых панелей из железобетона позволяют осуществлять весь производственный процесс от замешивания бетона до хранения изделий. Все они автоматизированы и надежны, поскольку состоят из проверенных стандартных компонентов.

Три технологических уровня: Semi, Pro и Edge

Новые технологические уровни были разработаны для того, чтобы удовлетворять различные потребности клиентов. Линия Semi с производственной мощностью 80 м² в час – самая простая из них и идеально подходит для запуска нового бизнеса. Она отличается интеллектуальным сочетанием ручного и автоматизированного управления ключевыми процессами. Линия Pro имеет производительность 100 м² в час и наделена автоматизированными функциями для всех основных процессов: резки, обрезки, штабелирования, складирования, очистки и смазки, перемещения панелей и поддонов. Полностью автоматизированная линия Acotec Edge достигает производительности 120 м² в час, а для ее управления требуется всего 2 оператора.

Все линии – Semi, Pro и Edge – снабжены новой усовершенствованной системой контроля производства. Благодаря ей простой и современный пользовательский интерфейс показывает подробные данные о каждом этапе всего процесса. Разнообразные отчеты – о показателях производительности, продолжительности работы – формируются автоматически. Модульная структура и встроенная электрическая система Ethercat обеспечивают короткие сроки установки и введения в эксплуатацию всех линий. Они могут быть встроены и в существующее производство. Экологически безопасный производственный процесс идет без шума и колебаний, а сырье может быть переработано без отходов. Кроме того, малое потребление энергии позволяет поддерживать затраты на низком уровне.

Преимущества стеновых панелей Acotec

Стеновые панели Acotec устанавливаются быстро, легко и безопасно. При этом строительный процесс идет в 6 раз быстрее, чем при кладке традиционных кирпичных стен и в 2 раза быстрее, чем при возведении блочных стен. Панели имеют точные размеры и идеально ровную поверхность, поэтому они не требуют оштукатуривания. К тому же благодаря их небольшой толщине, в здании остается больше свободного места для других целей. Несмотря на малую толщину, стены Acotec успешно используются даже в сейсмически опасных регионах, демонстрируя непревзойденную прочность. Благодаря влагостойкости материала они подходят для различных мест применения: в ванных комнатах, на кухнях и в душевых. Стены Acotec к тому же обладают превосходной звукоизоляцией, что полезно при строительстве многоквартирных зданий, школ и отелей.

Производственная линия Acotec

Резка пустотелых панелей

Все фото: Elematic

КОНТАКТЫ

Elematic Oy Ab
Airolantie 3
37800 Akaa, Toijala/Finland
✆ +358 400 534 344
↗ nina.lehtonen@elematic.com
↗ www.elematic.com

Таблица 1 **Elematic Acotec – технические характеристики**

	Semi	Pro	Edge
Номинальная производительность	80 м²/ч	100 м²/ч	120 м²/ч
Персонал	5–7	3–4	1–2
Автоматизированные процессы	Резка, штабелирование, складирование, перемещение панелей	Резка, обрезка, штабелирование, складирование, чистка и смазка, перемещение панелей, циркуляция поддонов	Резка, обрезка, штабелирование, складирование, чистка и смазка, перемещение панелей, циркуляция поддонов, затвердевание, упаковка
Требуемая производственная площадь	900 м²	900 м²	900 м²
Требуемая площадь земельного участка	3000–5000 м²	3000–5000 м²	3000–5000 м²
Длина панели	2200–3300 мм	2200–3300 мм	2200–3300 мм
Толщина панели	68–120 мм	68–120 мм	68–120 мм
Ширина панели	600 мм (также допустимо 300 мм)	600 мм (также допустимо 300 мм)	600 мм (также допустимо 300 мм)

CTG-PRINT TEC

Инновационное системное решение: цифровое облагораживание бетона

Фото: BFT International

На собственной выставке SR-Schindler фирма CTG представила новую промышленную систему цифрового облагораживания бетона Jaguar 1200

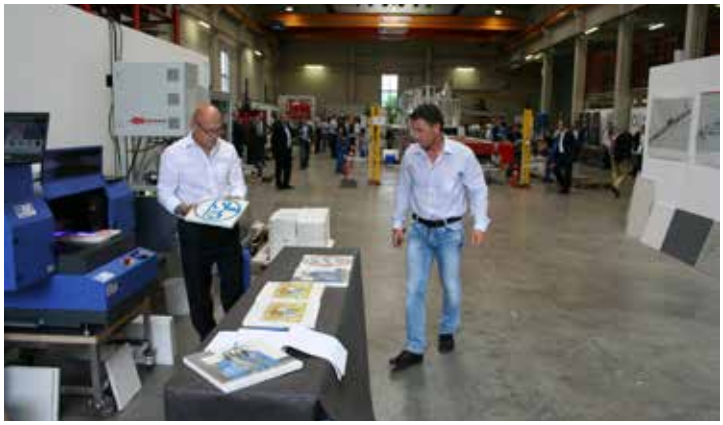


Фото: BFT International

Гостям выставки также была продемонстрирована работа установки CTG Lynx 420 для печати на образцах плит

На собственной выставке SR-Schindler в июле 2015 г. фирма CTG-PrintTec представила новейшую серийную систему Jaguar 1200 для цифровой декоративной печати на бетонных плитах. Как заявляет производитель, благодаря комплексному подходу к решению удалось создать систему, которая обеспечивает производителям бетонных изделий практически неограниченные возможности декорирования обычных стандартных бетонных плит для их превращения в стильные изделия класса «люкс». Цифровая технология позволяет менять рисунок одним нажатием кнопки, что означает высокую эксплуатационную гибкость и индивидуальность. Кроме того, технология не требует использования дорогостоящих добавок, что позволяет снизить производственные затраты.

Системное решение для бетонных террасных плит включает в себя технологию автоматизированной печати со специальными красками для бетона, область печати составляет 1200 × 1200 мм. Одна установка с суточной производительностью 1 тыс. кв. м уже поставлена фирме Excluton в Нидерландах. В 2016 будут поставлены еще две системы Systeme Jaguar 1200.

Система для террасных плит и фасадов

Технология цифровой декоративной печати на бетоне также может использоваться и для фасадов, что дает архитекторам и застройщикам возможность индивидуального оформления, позволяет вносить новизну в общий облик объекта, по-разному обыгрывая фасады. Бетон – сложное основание для печати. Для того, чтобы системное решение, а именно цифровое облагораживание бетона, было работоспособным, помимо механического необходимо также химическое системное решение. Поэтому важным компонентом технологии является стойкая к атмосферным воздействиям краска CTG Concrete Ink, которая отличается очень высокой стойкостью к ультрафиолетовому излучению, великолепной устойчивостью к воздействию химических веществ и специально адаптирована для системы печати.

Фото: CTG-Print Tec

Системное решение CTG: основание, первый слой покрытия, декоративный рисунок и верхний слой покрытия

Фото: CTG-Print Tec

Облагороженные бетонные плиты с рисунком Concrete rock decor

«Название CTG-PrintTec GmbH означает «промышленная функциональная печать», – говорит начальник отдела сбыта CTG Хрисанф Дуда. – Используя знания в областях технологии печати, автоматизации и химии, мы включили в технологический процесс отдельные решения для промышленной поточной печати и объединили их с ключевыми компетенциями в области химии и мехатроники. Мы кратко описываем это в нашей словесной торговой марке Chematronix, и системное решение по цифровому облагораживанию бетона является тому наглядным примером».

КОНТАКТЫ

CTG-Print Tec GmbH
Boehlstr. 7
57518 Alsdorf/Germany
✆ +49 160 829 4766
c.duda@ctgprinttec.com
↗ www.ctgprinttec.com

На российском заводе бетонных готовых элементов ДСК «Град» инновационная конвейерная система обеспечивает большую гибкость и производительность при изготовлении сэндвич-панелей с высококачественными текстурированными поверхностями. Система автоматически обслуживает более 600 текстурных матриц производства фирмы Reckli и передает их на линию циркуляции поддонов.

Автоматизированная система транспортировки матриц

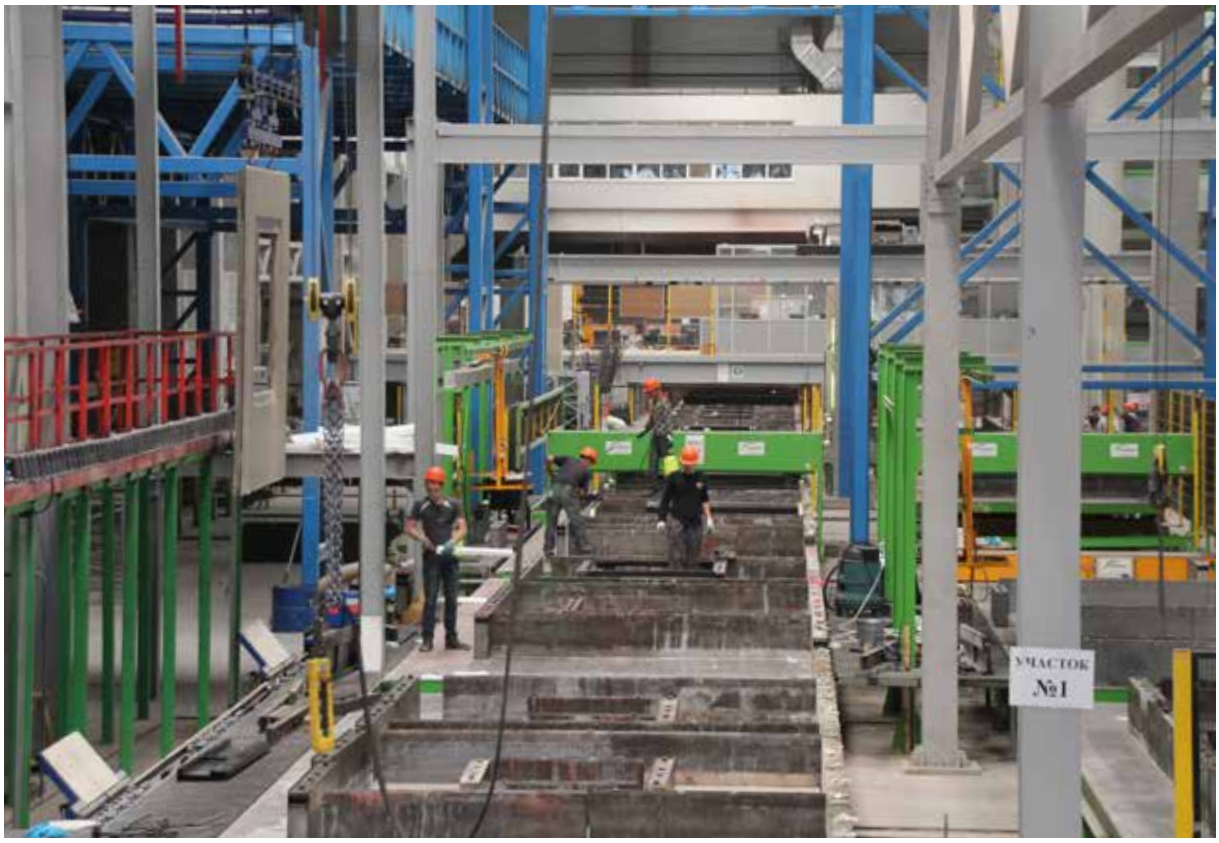
Текст: Кристиан Ян (M. A.)

«Сама технология не сложная, сложной является логистическая схема конвейерной системы». Это высказывание из нашей предварительной беседы с Александром Ковалевым, генеральным директором российского завода бетонных готовых элементов ДСК «Град», приходит на ум при первом посещении производственного цеха, когда стоишь перед активным складом автоматизированной системы транспортировки текстурных матриц Reckli. Если смотреть снизу, лабиринт синих стальных направляющих под потолком склада кажется необозримым, почти хаотичным. Направляющие, по которым перемещаются транспортировочные узлы с висящими на них матрицами, напоминают рельсы американских горок; хотя в данном случае любая вагонетка аттракциона наверняка сошла бы с рельс – настолько крутые повороты делают направляющие, соединяясь друг с другом.

То, что на первый взгляд выглядит рискованным, на самом деле, разумеется, является продуманным и проверенным технологическим решением от фирмы CSF, занимающейся производством станков и оборудования. До сих пор конвейерные системы типа «Power and Free» применялись в основном в автомобильном производстве. По словам представителей фирмы Prilhofer Consulting, подавшей идею использовать данную технологию в производстве бетонных готовых элементов и занимающейся проектированием системы для ДСК «Град», российский завод стал первым в мире заводом ЖБИ, использующим подобного рода систему транспортировки матриц.

Крупносерийное производство готовых элементов

Перед ДСК «Град» стоит задача помочь российскому правительству в реализации его амбициозных целей



Вид на производственный цех с линией циркуляции Sommer и станцией обустройства матриц Reckli

Все фото: BFT International

по массовому строительству жилья в регионе «Новая Москва». Проектное бюро строительного концерна «Мортон», в состав которого входит ДСК «Град», специально разработало различные типы жилых домов для данного строительного проекта. Крупносерийным производством готовых элементов для этих высотных зданий и занимается ДСК «Град».

Чтобы жилые комплексы по завершении строительства не выглядели монотонно, здания в них должны иметь разнообразные варианты фасадов. Поэтому при проектировании завода бетонных готовых элементов ДСК «Град» менеджмент концерна «Мортон» искал возможность производства как можно большего количества фасадных элементов различного типа, и при этом с высокой степенью автоматизации производства.

Недавно установленное оборудование позволяет ДСК «Град» производить практически неограниченное количество фасадных элементов, в том числе из пигментированного бетона, а также, благодаря автоматизированной системе транспортировки матриц, с различными текстурами поверхности.

Слева, на пассивном складе, стоят готовые стальные рамы с закрепленными на них несущими плитами, справа от них, на некотором возвышении, находится активный склад

На фото можно видеть слева активный склад с синими направляющими конвейерной системы под потолком, а справа, рядом с ним – линию циркуляции поддонов для производства сэндвич-панелей. Пассивный склад здесь не виден, он расположен на другой стороне активного склада

Почти 700 матриц на складе и в циркуляции

Конвейерная система включает в себя пассивный и активный склады. Пассивный склад расположен на первом этаже производственного цеха. В непосредственной близости от него, но немного выше, находится активный склад, соединенный с пассивным платформой. Рядом с активным складом, в свою очередь, располагается линия циркуляции производства фирмы Sommer, подающая на конвейерную систему нужные матрицы.

Вместимость пассивного склада составляет до 300 матриц, активного – до 220 матриц, плюс на линии циркуляции одновременно находятся еще примерно 150 матриц. Таким образом, на всей линии по производству сэндвич-панелей может циркулировать более 600 матриц. Все это является производственной необходимостью, так как ДСК «Град» ставит перед собой задачу быть готовым параллельно про-

ДСК «ГРАД» – О ФИРМЕ

Новый завод бетонных готовых элементов ДСК «Град» ежегодно может производить готовые элементы для строительства зданий в объеме 525 тыс. кв. м. С начала 2015 г. на заводе работают все производственные линии: линия по производству сборных перекрытий из предварительно напряженного железобетона, две линии по стационарному производству готовых элементов конструкций и специальных элементов,
а также три автоматизированные линии циркуляции для производства сэндвич-панелей, монолитных стеновых панелей и перекрытий. В июне объем выпуска продукции достиг примерно половины от максимума производственных мощностей. К концу июля этот показатель должен был составить 70 %, а к концу августа – 100 %.

ДСК «Град» входит в состав московского строительно-девелоперского концерна «Мортон», одним из инвесторов которого является государственная компания «Роснано». В Москве и Московской области концерн «Мортон» занимается комплексной застройкой городских микрорайонов с соответствующей инфраструктурой, магазинами, спортивными объектами, школами и детскими садами. По данным самого концерна,
в 2013 г. он впервые ввел в эксплуатацию более 1 млн кв. м. жилой площади. Доходы концерна «Мортон» в том же году составили порядка 51 млрд руб. (в настоящее время это примерно соответствует 1,1 млрд евро).

Генеральный директор ДСК «Град» Александр Ковалев оценивает ежегодный объем рынка Москвы и Московской области примерно в 10 млн кв. м. новой жилой площади. Около 30 % от этого объема, или 3 млн кв. м. , приходятся на здания из бетонных готовых элементов.

Концерн «Мортон» планирует построить в разных регионах по всей России еще шесть заводов бетонных готовых элементов, аналогичных московскому заводу ДСК «Град». По словам генерального директора ДСК «Град» Александра Ковалева, уже в конце 2015 г. может быть принято решение о строительстве второго завода в Подмосковье.

Вид со стороны пассивного склада на активный, с подвешенными готовыми матрицами, подаваемыми вперед по направляющим

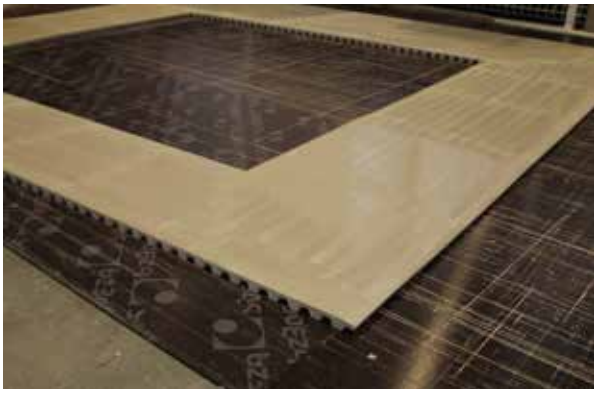
Сама технология не сложная, сложной является логистическая схема конвейерной системы: комплекс направляющих активного склада матриц

изводить готовые элементы для четырех строительных проектов, в том числе до 150 различных фасадных элементов.

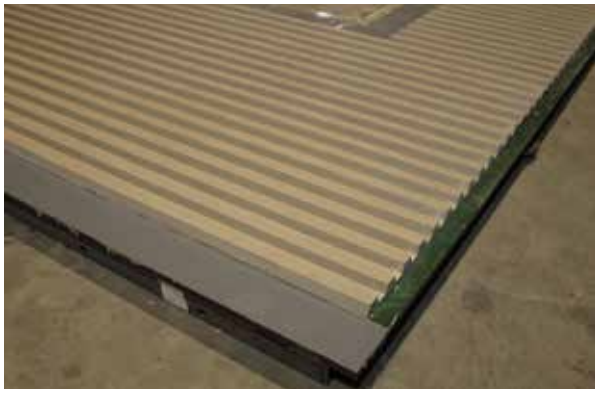
На участке пассивного склада происходит подготовка матриц. Сотрудники ДСК «Град» обрезают каждую отдельную матрицу под размеры соответствующего фасадного элемента. Линия циркуляции производства сэндвич-панелей на заводе бетонных готовых элементов допускает максимальную длину матриц в 3,68 м и максимальную высоту в 3,65 м; для более крупноразмерных элементов комбинируются между собой максимум две матрицы. Обрезанные по размеру матрицы приклеиваются сотрудниками предприятия на несущую плиту, закрепленную на металлической раме. В каждую из матриц к тому же встраивается RFID-чип, на котором хранятся номер изделия, номер места на складе, а также количество запланированных и фактически завершенных производственных циклов. При необходимости вся конструкция из металлической рамы, несущей плиты и закрепленных на ней матриц может быть перенесена краном через подъемно-опускающую станцию с пассивного склада на активный. На нем каждая отдельная матрица подвешивается на транспортирующий

На одну из таких металлических рам…

…крепится несущая плита с соответствующей геометрией панели, на которую в свою очередь приклеивается матрица



Перед тем, как будет приклеена матрица, сотрудник предприятия должен обрезать ее до соответствующих размеров



Матрица аккуратно приклеивается к раме, при этом важно, чтобы бетон не мог затечь между матрицей и рамой

узел, перемещающийся по описанным в начале статьи направляющим синего цвета.

Что где находится?

Работой активного склада управляет ведущий компьютер от фирмы CSF. Связь конвейерной системы с линией циркуляции поддонов также осуществляется через ведущий компьютер, разработанный фирмой SAA; он располагает актуальной информацией о местонахождении той или иной матрицы Reckli в тот или иной момент. Если потребуется определенная матрица и она готова к отправке на производственную линию с активного склада, ведущий компьютер SAA активирует опалубочный робот производства фирмы Sommer, запуская тем самым циркуляцию поддонов. Одновременно с этим он отдает команду конвейерной системе направить с активного склада требующуюся матрицу Reckli. При помощи опускающего механизма матрица в установленное время выгружается из конвейерной системы и передается на станцию обустройства. Оператор с помощью крана устанавливает матрицу на предусмотренную для нее позицию на поддоне внутри опалубки.

Для этого опалубочный робот предварительно устанавливает опалубку в верхней части поддона на некотором расстоянии от конечного контура бетонируемого элемента – так, чтобы матрица без проблем могла войти в опалубку. Лишь потом на одной из последующих станций опалубка в верхней части поддона сдвигается в нужное положение под контролем лазерных датчиков, «замыкая» таким образом опалубку вокруг бетонируемого элемента.

Очистка и контроль качества

После бетонирования и затвердения на станциях предварительной распалубки элементы последней разбираются, очищаются и направляются обратно на склад опалубки. После этого сэндвич-панели поднимаются с поддона на станции кантования. На следующем этапе оставшиеся на поддоне матрицы вместе с металлической рамой и несущей плитой поднимаются краном с поддона и через подъемную станцию подаются обратно в конвейерную систему.

На станции очистки с матрицы удаляются загрязнения. Сотрудник завода запрашивает через терминал актуальную информацию с RFID-чипа в матрице и выясняет, сколько производственных циклов она уже прошла. На основе данной информации и после проверки матрицы на наличие повреждений сотрудник решает, отправлять ли матрицу обратно на активный склад, восстанавливать ее или же выбраковывать и заменять на другую.

На левой стороне фото можно увидеть, как приклеенная на рамную конструкцию с несущей плитой матрица передается краном на линию циркуляции поддонов

Макет жилого комплекса, подобного тем, что возводятся в Подмосковье строительным концерном «Мортон» из готовых элементов производства ДСК «Град»

КОНТАКТЫ

ООО «Мортон»
143900, Российская Федерация,
Московская область,
г. Балашиха, микрорайон 1 Мая,
д. 25, оф. 453
✆ +7 495 6600643
↗ www.morton.ru

ДСК «Град»
143325, Российская Федерация,
Московская область, Наро-Фоминский район,
д. Котово, ул. Домостроительная, д. 4
✆ +7 8 80055000-11
info@dskgrad.ru
↗ www.dskgrad.ru

Reckli-Russia
249030, Обнинск
ул. Киевская 11Б,
б/ц «Обнинский», офис 301
✆ +7 916 605 05
info@reckli-rus.ru
↗ www.reckli.com

На следующие пять лет в Таиланде запланированы многие крупные проекты по строительству железных дорог. Их назначение - связать метрополии с малозастроенной сельской местностью. Для создания рельсовой сети группа STRABAG поставит 1,73 млн преднапряженных железобетонных шпал.

Таиланд использует в крупных проектах железнодорожного строительства шпалы из железобетона

Таиланд начиная с 70-х годов пережил стремительный экономический бум. Он прошел тот же путь, что и к примеру, Тайвань или Южная Корея, но гораздо быстрее. Несмотря на существующую политическую нестабильность и всего лишь 5 % роста, делается упор на развитие индустриального сектора, который наряду с туризмом вносит 45 % в валовый национальный продукт. С этой целью осуществляется инвестирование в развитие инфраструктуры. Сразу несколько крупных проектов в железнодорожном строительстве запланированы на ближайшие 5 лет для того, чтобы связать метрополии Таиланда с не так хорошо развитыми сельскими территориями. Для этой сети железных дорог группа компаний STRABAG будет поставлять значительную часть оснащения.

Работающий во всем мире строительный концерн STRABAG поставит в ближайшие 5 лет в общей сложности 1,73 миллиона железнодорожных шпал для предстоящих инфраструктурных проектов по развитию таиландской транспортной сети. Таиланд делает упор на использование шпал из предварительно напряженного железобетона, которые все чаще заменяют стальные либо деревянные шпалы. Бетон как материал является более долговечным и не требует частого обслуживания, к тому же он не наносит столько вреда окружающей среде, так как не применяется масло из каменноугольной смолы для пропитки. «Для производства большого количества продукции мы приняли решение осуществить инвестицию в ультрасовременный завод по производству ЖБИ с интеллектуальной техникой на линии циркуляции и инновационными решениями в оборудовании, и в середине 2014 года заложили для него фундамент в 50 километрах на юго-восток от Бангкока», – поясняет Торстен Шпангенберг, глава подразделения железнодорожной инфраструктуры в компании STRABAG. Вопросы технологии и «ноу-хау» дове-

После распалубки 4-секционные формы для шпал смазываются и очищаются перед тем, как будут устанавливаться дюбели для дальнейшего закрепления рельсов

Все фото: Vollert Anlagenbau

Манипулятор укладывает подготовленные пруты арматуры для предварительно напряженных железобетонных конструкций в форму для бетона

Полуавтоматизированный бетонораздатчик передвигается по мостовой конструкции между станцией смешивания бетона, которая нахо- дится за пределами цеха, и линией бетонирования в цеху

С предварительно установленным тактом формы передвигаются по рельсам через термокамеру по параллельно расположенным линиям печей

Специальная съемная траверса в зоне выхода из камеры для затвердевания доставляет формы с бетоном к станции освобождения

рили фирме Vollert, ведущему специалисту по оборудованию в производстве шпал из предварительно напряженного бетона.

Высокий уровень автоматизации и интеллектуальная структура оборудования

Современная система циркуляции рассчитана на производительность в 600 000 железобетонных шпал B70 из предварительно напряженного бетона в год. Это соответствует выпуску 2 000 железобетонных шпал в день. В системе циркуляции постоянно находятся до 270 форм, что по сравнению со стационарным изготовлением обеспечивает значительно более эффективные производственные процессы и более высокую продуктивность оборудования.

«На новом заводе мы делаем упор на высокую автоматизацию, начиная с монтажа дюбелей, станций зажима и ослабления и до нанесения бетона. Важно согласовать все процессы друг с другом, чтобы не возникало работы вхолостую, и чтобы технология функционировала бесперебойно», – рассказывает Штеффен Шмитт, директор по продажам в Азии компании Vollert. – «Это начинается уже при подготовке к работе». После распалубки 4-секционные формы для шпал смазываются и очищаются, перед тем как, будут устанавливаться дюбели для дальнейшего закрепления рельсов. Для эргономичной работы бетонная форма переставляется с роликового конвейера на цепной. Поэтому вся рабочая зона легкодоступна. Для высокой безопасности работы в данной рабочей зоне встроены коврики безопасности. Манипулятор укладывает подготовленные пруты арматуры для предварительно напряженных железобетонных конструкций в форму для бетона. После того, как отдельные пруты арматуры вручную фиксируются в форме при помощи затяжных и анкерных болтов, стальная арматура полуавтоматизированно приводится в предварительно напряженное состояние с силой натяжения в 460 kN. Винтовой зажимный пресс PAUL непрерывно контролирует момент натяжения каждого прута. Затем сцепленные друг с другом подъемные устройства перемещают 4-секционную форму с роликового конвейера в комбинированную станцию бетонирования и вибрации. Полуавтоматизированный бетонораздатчик передвигается по мостовой конструкции между станцией смешивания бетона, которая находится за пределами цеха, и линией бетонирования в цеху. Шнековые транспортеры с электроприводом подают бетон с большой точностью в механически зафиксированную форму. Высокочастотная вибростанция обеспечивает равномерное уплотне-

На полуавтоматизированной станции освобождения начинается процесс ослабления натяжения прутов.

ние бетона. Специальная съемная траверса в зоне выхода линии бетонирования укладывает штабелем до 8 форм на одной из имеющихся поперечных передвижных тележек. Согласно предварительно определенному такту выпуска они передвигаются по рельсам через термокамеру по параллельно расположенным линиям печей. До 1 600 железобетонных шпал находится одновременно в процессе затвердевания. В исходящей зоне цепная лебедка вытаскивает после около 13-часового промежутка времени для затвердевания поперечную передвижную тележку из термокамеры. На полуавтоматизированной станции освобождения начинается процесс ослабления натяжения прутов. И в железобетонной шпале начинает действовать предварительное напряжение. «Особенностью здесь является, несомненно, передвигающаяся по мосту переворотная траверса, которая перемещает ослабленную форму в зону выхода, переворачивает на 180 градусов и опускает на роликовый конвейер, до того, как электрическое подъемное устройство будет осуществлять процесс извлечения. Очень эффективное и экономичное решение», – подчеркивает Штеффен Шмитт.

Достигнут стабильно высокий уровень качества

Железнодорожные шпалы поставляются полностью готовыми к укладке. Вся арматура вставлена и преднапряжена согласно нормам. Также вмонтированы крепления для рельс. «Очередной значительный вклад для высокого уровня качества, который мы хотим достичь», – добавляет Торстен Шпангенберг из компании STRABAG. – «Стандарты качества, за которые мы ручаемся как группа компаний STRABAG».

Посредством высокой степени автоматизации, прежде всего машинной техники, в системах перемещения по линиям циркуляции и интеллектуальной системы управления производством, наряду с желаемым высоким уровнем качества также достигается необходимое количество выпускаемой продукции, чтобы получить объемы согласно 5-летнему плану заказа. И все это в течение очень ограниченного периода времени – менее чем полгода от первого предложения до первой изготовленной железнодорожной шпалы.

Переворотная траверса перемещает ослабленную форму в зону выхода, переворачивает на 180 градусов до того, как электрическое подъемное устройство будет осуществлять процесс извлечения

BETA

Безопасный переворот по нажатию кнопки

Фото: Beta

Швейцарская фирма Favre Betonwaren AG использует переворотную траверсу Beta

Переворот грузов с помощью подъемных механизмов зачастую сопряжен с рисками. Чтобы минимизировать или исключить опасность, обычно используются специальные переворотные траверсы.

Часто на различных этапах производства необходимо выполнить переворот изделия для дальнейшей обработки или транспортировки. С увеличением массы груза возрастает и риск несчастных случаев (производственных травм). Прежде всего, это связано с тем, что изделия не всегда имеют или могут иметь соответствующие пункты захвата для переворота.

При обращении с грузами небольшой массы, такими как пластиковые детали, риск несчастного случая невелик. Совсем по-другому обстоят дела в промышленности бетонных готовых элементов, где в процессе изготовления необходимо перемещать многотонные отдельные компоненты, в том числе и поворачивать их вокруг собственной оси.

Дистанционное радиоуправление

Именно для подобных областей применения, которые также могут встретиться в тяжелой промышленности или в машиностроении, фирма Beta Maschinenbau из немецкого города Херинген разработала специальные переворотные траверсы. На сегодняшний день весь модельный ряд состоит из девяти стандартных переворотных траверс с шириной захвата от 1 до 6 м. Возможная максимальная нагрузка в зависимости от модели составляет от 5 до 30 тыс кг. Кроме того, возможно индивидуальное исполнение, точно соответствующее определенным условиям эксплуатации.

Одной из важнейших особенностей переворотных траверс Beta серии TWV являются, роликовые опоры с приводом от электродвигателей, обеспечивающие движение двух бесконечных ремней. Ремни подбираются индивидуально, стандартная длина составляет 8 м. Для плавной регулировки подвесного механизма (ширины захвата) траверсы оснащены механизмами перемещения плавного хода, которые обеспечивают точное позиционирование роликовых опор над точками захвата. Центральная проушина для выравнивания нагрузки может перемещаться с помощью электродвигателя. Кроме того, переворотные траверсы могут использоваться с одним или двумя кранами. Управление собственно траверсой осуществляется с помощью дистанционного радиоуправления. Питание на траверсу подается с крана или с земли.

Специалист по готовым бетонным изделиям

Одним из пользователей переворотных траверс является фирма Favre Betonwaren AG из коммуны Деникен в швейцарском кантоне Золотурн. Известное на региональном и национальном уровне производственное предприятие, выпускающее бетонные изделия и продукцию по индивидуальным заказам, входит в состав группы Müller-Steinag. Фирма, в которой работает около 60 человек, производит бетонные изделия для подземного и дорожного строительства, системы для защиты корней деревьев, и изделия для кабельных каналов. Сбыт осуществляется через торговое предприятие Creabeton Baustoff AG. В области продукции по индивидуальным заказам Favre специализируется на изготовлении готовых бетонных элементов для надземного и подземного строительства, а также для строительства фундаментов, железных дорог и дорожного строительства, которые реализуются фирмой Müller-Steinag Element AG. По данным Favre, фирма является лидером по выпуску элементов шумопоглощающих экранов Faverit из шумопоглощающего бетона Lava.

Основанием для приобретения переворотной траверсы Beta фирмой Favre стала растущая необходимость работы с элементами, имеющими большую площадь и массу. Ранее переворот элементов осуществлялся путем их переворачивания на мешки с песком. При работе с элементами массой свыше 16 т требовалось согласовывать расстояние между точками крепления с расстоянием между мостовыми кранами, работающими в тандемном режиме. С учетом минимального расстояния от края до анкера длина элементов должна была составлять не менее 6 м. При использовании переворотной траверсы Beta, имеющей дополнительные точки крепления, стало возможным изготавливать и транспортировать на хранение более компактные элементы.

КОНТАКТЫ

Beta Maschinenbau GmbH & Co. KG
Nordhäuser Straße 2
99765 Heringen/Germany
✆ +49 36333 666–0
info@beta-mb.de
↗ www.beta-mb.de

Готовые бетонные элементы для футбольного стадиона в Монтеррее

Стадион в Монтеррее был торжественно открыт в июле 1950 г. и со временем стал символом национального спорта в Мексике. Однако недостаточная несущая способность конструкции и необходимость модернизации побудили федеральное правительство к проектированию и возведению нового стадиона.

Строительство стадиона потребовало инвестиций в размере свыше 120 млн. евро. Финансовыми средствами для строительства и эксплуатации стадиона распоряжалась группа компаний FEMSA. Другим важным участником проекта было архитектурное бюро Populous, ответственное за проектирование. За свою более чем 30-летнюю историю фирма построила около 1000 спортивных сооружений по всему миру. После стадиона Estadio Omnilife, который является домашней ареной футбольного клуба Club Deportivo Guadalajara, это второй спортивный стадион в Мексике. На этапе строительства фирма ITISA отвечала за поставку готовых элементов и за проектирование и возведение более 60 % сооружений проекта. При этом все работы должны были быть выполнены точно в срок и в полном соответствии с международными требованиями к качеству.

Общая площадь 100 тыс. м²

Новое спортивное сооружение занимает 5 из 24 гектаров, принадлежащих всему комплексу. Стадион имеет длину 277 м, ширину 232 м и вмещает более 50 тыс зрителей, что на 70 % больше, чем у прежнего стадиона. Сооружение разделено на два основных уровня. Нижний является также уровнем доступа и вмещает максимум 20 тыс. зрителей. Верхний круг над зоной главного входа состоит из двух концентрических рядов с 360 ложами и ресторана. Общая площадь сооружения, разделенного на пять уровней, составляет 100 тыс. м². Трибуны имеют уклон 34 ° и возведены на минимальном расстоянии, одобренном FIFA и обеспечивающим непревзойденную близость игроков и зрителей.

Характерной особенностью стадиона является высокое главное здание, которое на уровне земли завершается входным комплексом. Лестницы на севере и западе, а также пристройка с торговой зоной в южной части делят весь комплекс на окружности и отдельные парковые зоны. Горы окружающей местности и вид на гору Серро де Ла Силла вдохновили проектировщиков на асимметричную конструкцию из бетона и стали. Наружная облицовка стадиона представляет собой металлическую обшивку с длиной по окружности 800 м, которая выполняет функцию кольцевой арматуры.

Бетонные элементы огромной массы

Одной из самых интересных особенностей проекта является легкая крыша из алюминия в сочетании с прозрачной крышей из поликарбоната, которая накрывает все трибуны. Своим эстетически привлекательным внешним видом сооружение обязано высокому уровню архитектурного и строительного проектирования, которое было связано с целым рядом сложностей. Например, асимметричная форма и изгиб в верхней части стадиона и фасада. Предварительно изготовленные лестницы массой по 22 т, а также передающие трибунам свою прочность зубчатые фермы под лестницы, массой по 120 т каждая, создавали дополнительные сложности в строительстве.

При строительстве стадиона использовались две разные технологии строительства: нижний круг сооружали по технологии монолитного бетона, а верхний на основе металлических конструкций.

Задача бетонных готовых элементов заключалась в том, чтобы объединить эти две системы в единое целое. Они определяли тип соединения между подземной частью, колоннами и треножниками, а также структурами крыши и трибунами. Все готовые элементы изготавливались фирмой ITISA, крупнейшим производителем бетонных готовых элементов в стране, имеющим более чем 40-летний опыт работы в этой сфере. Для изготовления бетонных элементов фирма ITISA разместила на строительной площадке передвижную установку, на которой производились главным образом элементы трибун и наклонные ступенчатые фермы. Планирование и логистика играли в данном проекте важную роль. Было произведено в общей сложности 2,5 тыс. элементов трибун с различными закруглениями, соответствующими радиусу закругления стадиона, и 53 наклонные фермы.

Главное здание образовано колоннами, форма которых напоминает перевернутую букву «Y», и которые

Панорамный вид на футбольный стадион в Монтеррее

Все фото: ITISA

Лестницы и часть металлических конструкций

Соединение между балками, лестницами и колоннами с помощью металлических каналов, усиленных шпильками

изготавливались из армированного монолитного бетона. Элементы колонн имеют эллиптическое сечение и в верхней средней трети соединяются со ступенчатыми балками/наклонными опорами. Для связи между колоннами, опорами трибун и лестницами использовались усиленные шпильками диаметром ½ дюйма металлические каналы, которые затягивались после укладки трибун, обеспечивая их соединение с напряжением. После затяжки шпильки соответствующим образом анкеровались в колоннах и балках трибун, а металлические каналы с канатной арматурой заполнялись раствором с прочностью 500 кг/см². Для заливки колонн использовался бетон прочностью C30/37.

Схожий внешний вид балок и колонн

Помимо балок трибун и колонн, изготовленных из монолитного бетона, также требовалось установить все внутренние балки и внутренние плиты на промежуточных этажах. Соединительные балки, они же наклонные опоры трибун, состоят из сборных предварительно напряженных колонн, которые, в свою очередь, поддерживают верхние ярусы в свободных пространствах между колоннами и свободно висящие верхние трибуны.

Эти балки имеют прямоугольное сечение с закругленными нижними видимыми поверхностями, что делает их внешне похожими на колонны. На опорные колонны устанавливаются фермы с коробчатыми выступами, опирающимися на колонны, а также трубчатые водостоки и плиты, в которых канатная арматура с последующим напряжением образует раму, на которую опираются балки и колонны. Кроме того, на наружных сторонах балок трибун имеются специальные металлические элементы, которые служат для усиления металлической крыши стадиона. На верхней стороне балок имеются уступы, на которые опираются сборные не перекрытые трибуны, и предусмотрены каналы для отвода дождевой воды.

Для открытых трибун из предварительно напряженного бетона использовалась предварительно напряженная стальная арматура A-42 диаметром ½ дюйма и бетон с прочностью f'_{ci} = 280 кг/см² с силой предварительного напряжения f'_c = 350 кг/см² через 28 дней. Лестницы стадиона, имеющие разную длину и сечение в соответствии с архитектурными особенностями стадиона, изготовлены из предварительно напряженного бетона. Трибуны изготовлены из предварительно напряженного бетона, в котором использовалась предварительно напряженная стальная арматура A-42 диаметром ½ дюйма и бетон с прочностью f'_{ci} = 280 кг/см² с силой предварительного напряжения f'_c = 350 кг/см² через 28 дней.

Текст: Мауро Ногарин

Опора лестницы

В бухте Алжира строится одна из крупнейших на сегодняшний день мечетей с молитвенным залом площадью 22 тыс. м² и самым высоким в мире минаретом — 265 м. Опоры из центрифугированного бетона были изготовлены фирмой Europoles в г. Ноймаркте, Германия, и доставлены в алжирскую столицу морем.

Более 600 бетонных опор для третьей по величине мечети мира

Текст: Сильвио Шаде (Dipl. – Ing (FH))

В бухте Алжира по заказу алжирского правительства строится мечеть Джамаа эль-Джазаир, самая большая мечеть Африки и третья по величине мечеть в мире. Проект разработан немецким архитектурным бюро KSP Jürgen Engel. Ее минарет высотой 265 м будет выше самого высокого на сегодняшний день минарета в марокканской Касабланке. Производство строительных работ было поручено фирме China State Construction Engineering (CSCEC), крупнейшему мировому строительному подрядчику.

На общей площади 375 тыс. м² будет создано архитектурное сооружение кубатурой 1,8 млн. м³, рассчитанное на века. Завершение амбициозного проекта президента Алжира Абделя Азиза Бутефлика стои-

В бухте Алжира строится одна из крупнейших на сегодняшний день мечетей с самым высоким в мире минаретом

Фото: KSP Jürgen Engel Architekten/ Krebs und Kiefer International

Фото: BFT International

На производственной площадке в Ноймаркте технический директор Europoles Михаэль Бидерер (Dipl. – Ing. (FH)) представляет образец опоры, полностью соответствующий оригиналу

Фото: BFT International

Характерными элементами всего сооружения являются 618 опор из центрифугированного бетона, изготовленные немецкой фирмой Europoles

мостью около 1,1 млрд. евро, запланировано на 2017 г. Мечеть смогут посещать 120 тыс. человек в день, намного больше, чем святейшие места паломничества мусульман — Мекка и Медина. Один только центральный молитвенный зал рассчитан на 35 тыс. человек. 31 октября 2011 г. в Алжире, в присутствии посла ФРГ и президента Алжира, состоялась официальная церемония закладки первого камня мечети «Mosquée de l'Algérie».

Современный комплекс включает в себя множество культурных и религиозных объектов, среди них музей и научно-исследовательский центр, культурный центр и конференц-зал, лекционный зал теологического университета на 2 тыс. мест, а также библиотека с миллионом различных носителей информации. Урбанистическую идею должны подчеркнуть квартиры, кафе, рыночная площадь и детский сад. Верхние этажи минарета, выполненного в стиле небоскреба, будут доступны для посещения, на смотровую площадку можно будет подняться на панорамном лифте. Несмотря на размах, весь проект мечети в целом смотрится легким и воздушным. Главную роль в этом играет белый цвет, выбранный основным, и очень тонкие конструктивные элементы. Так, при высоте минарета 265 м длина стороны квадрата его основания составляет всего 28 м. Его стеклянный фасад за изящным восточным орнаментом по центру стен, изготовленных из навесных фибробетонных панелей, ночью красиво подсвечивается. Панели выглядят как натуральный камень, за основу были взяты традиционные деревянные решетки — машрабия. Весь комплекс расположен на цоколе высотой до 5 метров, что зрительно уменьшает его громоздкость.

618 опор из центрифугированного бетона высотой до 36 м

Характерными элементами всего сооружения являются 618 опор из центрифугированного бетона высотой до 36 м, изготовленные фирмой Europoles из Верхнего Пфальца. Для производства этих гигантских полых деталей использовались стальные формы, вращающиеся в продольном направлении с частотой 800 об/мин. При этом бетон прижимался к стенкам с 20-кратной силой тяжести и сильно уплотнялся.

Особую легкость зданию придает архитектура молитвенного зала в духе протяженных аркад на колоннах и колонных залов. Крышу во внутреннем кубе поддерживают 32 колонны из центрифугированного бетона, каждая высотой 36 м при диаметре всего 162 см. Этот внутренний молитвенный зал окаймляют еще 164 колонны, каждая высотой до 18,5 м и диаметром 81 см. 422 стойки из центрифугированного бетона образуют аркады вдоль эспланады и молитвенного двора. Благодаря плотному расположению эти стойки высотой до 22,5 м, диаметром 110 см и с центрифугированным расширением для капителей образуют над аркадами впечатляющую крышу, напоминающую балдахин. По завершении производственного процесса все стойки из центрифугированного бетона оборачиваются защитной пленкой Delta Maxx фирмы Dörken GmbH из Хердекке, которая защищает их от загрязнений, скалывания кромок и прочих повреждений при транспортировке и монтаже.

Формование с 20-кратной силой тяжести

Отличительная черта комплекса мечети — 618 очень тонких восьмиугольных колонн из бетона марки

Фото: Europoles GmbH & Co. KG

Всего 618 восьмиугольных опор из архитектурного бетона для третьей по величине мечети в мире будет изготовлено заводским способом в центрифугах в Верхнем Пфальце

Все готовые опоры, необходимые для строительства, доставляются из Германии в столицу Алжира морем

Фото: Europoles GmbH & Co. KG

C50/60. Использование центрифугированного бетона для производства этих сборных бетонных элементов было обязательным. Для каждой опоры мечети на заводе Europoles в Ноймаркте был изготовлен индивидуальный арматурный каркас с выемками под смотровые дверцы и соединения для осветительных приборов или камер. Для создания задуманных архитекторами острых краев восьмиугольных колонн каждую форму нужно было фрезеровать на специализированном заводе стальных конструкций. Кроме того, в каждую форму были встроены резиновые матрицы фирмы NOE-Schaltechnik, так что звездообразный рельеф на поверхности колонн мечети формовался непосредственно в процессе центрифугирования. Готовый арматурный каркас закреплялся в нижней половине стальной формы. Кабели для осветительных приборов, камер и динамиков, встроенных в колонны мечети Джамаа эль-Джазаир, проложены в защитных трубках. В целях пожаробезопасности они не находятся в полостях, а заделаны в стенки.

После заливки архитектурного бетона, точно соответствующего по цвету фасаду мечети, обе половины формы закрывали. Для получения необходимого цвета белый цемент Dyckerhoff и мраморную крошку смешивали в двухвальном циклическом смесителе DKX фирмы BHS. Напрягаемая арматура, встроенная в арматурный каркас, натягивалась после закрытия формы. После этого формы поднимали в центрифугу с электроприводом, спроектированную специалистами Europoles, и начинали центрифугирование. Формы длиной до 36 м, изготовленные совместно двумя немецкими предприятиями B+S, г. Райне, и Beta, г. Херинген, вращались в горизонтальном положении с частотой 800 об/мин в течение 6 часов, чтобы получить колонны для молитвенного зала с диаметром 1,62 м. Под воздействием 20-кратной силы тяжести бетон при центрифугировании сжимается и превращается в очень плотный бетон без пор. Одновременно под воздействием центробежной силы внутри столба образуется пустое пространство, которое используется для отвода воды с крыши мечети. Бетонные опоры остаются в форме на ночь до окончательного отверждения, и на следующий день колонну с гладкой поверхностью после минимальной обработки извлекают из формы и подготавливают к транспортировке.

Самые длинные опоры составляются из трех частей длиной по 12 м

Фото: Europoles GmbH & Co. KG

Готовые колонны с классом экспозиции XC3 XS1 не имеют пор, поэтому они исключительно устойчивы к морской воде и атмосферным воздействиям. Алжир относится к регионам с высокой сейсмоопасностью, поэтому колонны устойчивы к передаче ветровой нагрузки или изгибающему моменту, обусловленному землетрясением. Кроме того, каждая опора здания мечети поддерживает 125 м² крыши, а значит выдерживает воздействие сил до 6 МН.

Самый крупный разовый заказ в истории

Europoles

Длину и массу отдельных элементов ограничивает только необходимость транспортировки сборного железобетона в Алжир. Самые толстые и длинные колонны весили бы более 100 тонн, поэтому их изготавливали из трех частей длиной по 12 м и с массой 34 т каждая. На месте установки их стыковали при помощи вставного соединения, а зазор между шипом и стенкой заполняли свежим бетоном, получая таким образом целую колонну. Все остальные колонны — длиной 22,5 м с диаметром 110 см и длиной 18,5 м с диаметром 81 см — могли изготавливаться целиком.

После получения заказа в марте 2013 г. на производственных мощностях фирмы Europoles в Ноймаркте началась стадия планирования продолжи-

Фото: BFT International

Вид на будущий молитвенный зал площадью 22 тыс. м², устанавливаются первые опоры

тельностью 14 месяцев. В центре внимания были не только вопросы исполнения и логистики, но также детальные согласования с различными алжирскими фирмами, участвующими в проекте.

«Это самый крупный разовый заказ в истории нашей фирмы, который нам удалось получить по итогам участия в международном тендере, — рассказывает Михаэль Бидерер, технический директор Europoles, отвечающий за проект мечети. — Решающее значение сыграла наша репутация мирового технологического лидера в области центрифугирования и более чем 50-летний опыт, а также тот факт, что огромные детали такого качества едва ли можно изготовить из бетона, уложенного на месте работы».

Консультант проекта алжирец Манил Риад Мекдаде, владеющий несколькими иностранными языками, практически постоянно находился на строительной площадке: «Наши опоры взаимосвязаны с 20 или даже 30 конструктивными элементами, поэтому мы все время проводили многочисленные согласования, что иногда отнимало много времени. Под началом генерального подрядчика из Китая на строительстве мечети работали алжирские, французские, немецкие, чешские, итальянские и турецкие фирмы, поэтому приходилось учитывать разницу менталитета участников проекта».

Параллельно шла полная перестройка двух из пяти производственных цехов в Ноймаркте, чтобы успеть выполнить этот проект в срок. В марте 2014 г. было начато производство на заводе в Верхнем

Фото: BFT International

Консультант проекта Манил Риад Мекдаде проверяет качество поверхности опор из центрифугированного бетона на строительной площадке

Пфальце, а уже в июле в Алжир прибыли первые колонны, которые с августа 2014 г. стоят на своих местах. По мере продвижения строительных работ в Алжире на предприятиях в Германии каждую неделю выпускали по десять колонн диаметром 81 и 110 см и по семь колонн диаметром 162 см. Сразу после изготовления их отправляли в Алжир морем и по железной дороге. Последние готовые колонны были изготовлены в центрифугах завода в Ноймаркте осенью 2015 г.

КОНТАКТЫ

Europoles GmbH & Co. KG
Ingolstädter Str. 51
92318 Neumarkt/Germany
✆ +499181896–0
info@europoles.com
↗ www.europoles.com

Фото: Europoles GmbH & Co. KG

Благодаря установке резиновых матриц фирмы NOE Schaltechnik GmbH на заводе сборного железобетона...

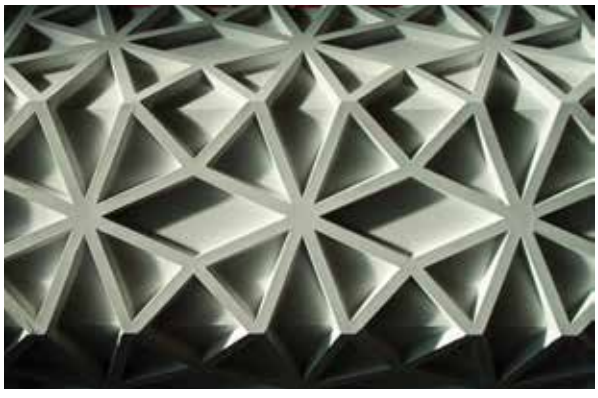


Фото: NOE Schaltechnik

... опоры мечети получают звездообразный рельеф уже в процессе центрифугирования

Строительному сектору, в отличие от других отраслей, еще только предстоит пережить четвертую промышленную революцию. Информационное моделирование зданий позволит проектировать и изготавливать бетонные сборные элементы так, как это уже стало обычным в автомобиле- или машиностроении.

Промышленность сборных элементов 4.0: отрасль в развитии

Текст: Мариан Беханек (Dipl. – Ing.)

В то время как в других отраслях промышленности давно стали стандартом цифровые цепочки процесса – от концепции, проектирования и разработки вплоть до изготовления, – строительная отрасль явно отстает. Помимо прочего, это вызвано все еще имеющимися разрывами среды, различающимися базами данных и недостаточностью коммуникаций между участниками проектов. Архитекторы, проектировщики и изготовители работают над одним и тем же проектом не пересекаясь, используют разные, не совместимые друг с другом инструменты. Результат: практически каждому участнику приходится заново вводить данные по проекту и сравнивать их вручную на следующем этапе. На это расходуются лишние время и деньги, здесь кроется постоянный источник ошибок.

Как показывают оценки, при проектировании сооружения одно только использование более производительных интерфейсов связи могло бы сэкономить до 20 % на расходов на проектирование. Именно в строительном секторе, ввиду сложного хода его процессов, сквозная оцифровка всех данных о сооружении, относящихся к проектированию, изготовлению и эксплуатации, позволит значительно оптимизировать рабочий процесс и реализовать потенциал рационализации.

Модели BIM как основа цифровых цепочек процесса

Информационное моделирование зданий (Building Information Modeling – BIM) позволяет последовательно использовать все имеющиеся в настоящее время возможности информационных и коммуникационных технологий. BIM это не программа, а принцип действия, метод проектирования, основанный на центральной трехмерной модели данных о здании, четко определенных рабочих заданиях и коммуникационных интерфейсах. Метод BIM служит для контролируемого составления, координации и передачи данных о сооружении, относящихся к проектированию, исполнению и эксплуатации. Этот метод подразумевает ориентированный на жизнен-

Фото: Autodesk

Метод BIM и цифровые цепочки процесса позволяют сделать прозрачным не только само здание, но и процессы проектирования, строительства и монтажа

ный цикл, целостный подход к продукции, аналогичный распространенному в промышленности подходу «управление жизненным циклом продукции» (Product Lifecycle Management – PLM): он охватывает разработку концепции, проектирование, изготовление, эксплуатацию, техническое обслуживание, утилизацию продукции или ее повторное использование. В идеальном случае степень детализации трехмерной модели здания BIM последовательно возрастает в ходе проектирования, а позднее – в процессе монтажа и развертывания строительных работ, благодаря чему модель может использоваться для анализа проекта по различным критериям, таким как количество, затраты, материалы, ресурсы или время. В результате появляется обширная база данных для проектирования, строительства и эксплуатации здания. В настоящее время метод BIM используется во всех областях строительства – в строительстве надземных и подземных сооружений, в монолитном строительстве, строительстве из бетонных сборных элементов, в строительстве из стальных конструкций и из дерева. Данные BIM используются программами для планирования и управления затратами, производственного планирования и распределения ресурсов, а также программами для статических и строительно-физических расчетов, или в энергетических моделях здания. Метод BIM уже был успешно использован в многочисленных проектах в некоторых странах Европы, Ближнего Востока, Азии, в Австралии и в США. Лидирующую роль играют США: более 70 % архитекторов, инженеров и строительных подрядчиков используют BIM (см.: www.bimforum.org).

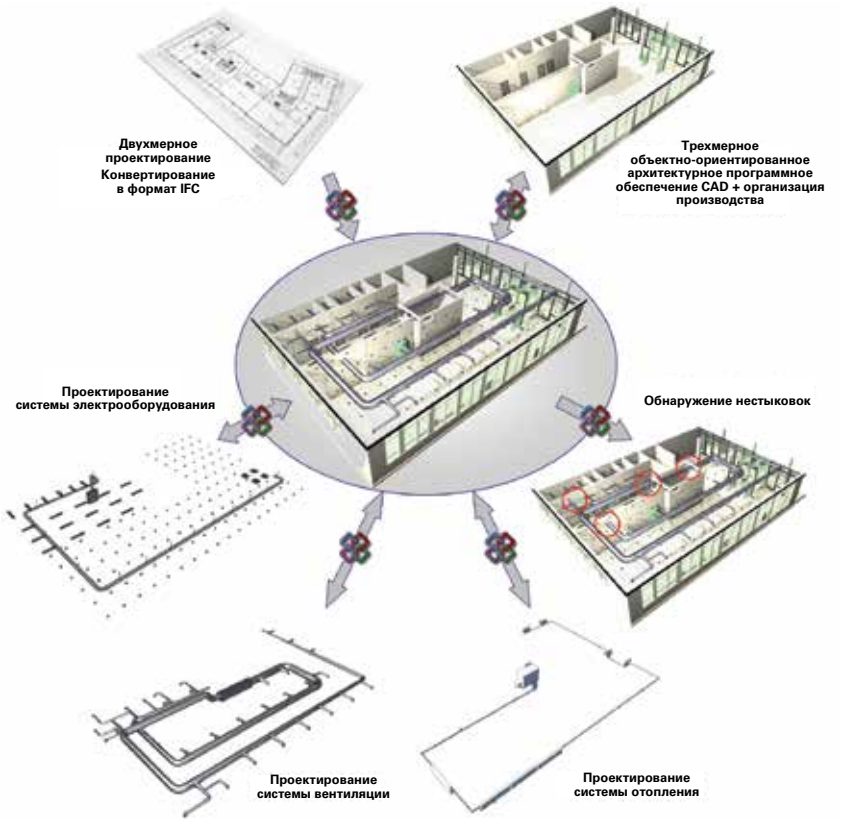


Фото: BuildingSmart

Основой эффективной совместной работы является центральная модель данных BIM, которая объединяет все специальные области

В европейских странах метод BIM также получил распространение: в Скандинавии при реализации общественных проектов использование метода BIM уже обязательно, а с 2016 г. аналогичные правила буду действовать и в Великобритании. Европейский парламент или Немецкая комиссия по реформе рекомендуют использовать метод BIM в крупных проектах. Австрийский институт стандартов (ASI), проект BIM в Германии (BIMID) и ассоциация BuildingSmart занимаются дальнейшим распространением метода в немецкоязычных странах. Стремление к стандартизации в соответствии с VDI, DIN, CEN и ISO, а также многочисленные научно-исследовательские проекты и показательные объекты направлены

Целостное проектирование: автоматическая генерация чертежей и визуализация - лишь одно из множества преимуществ метода BIM

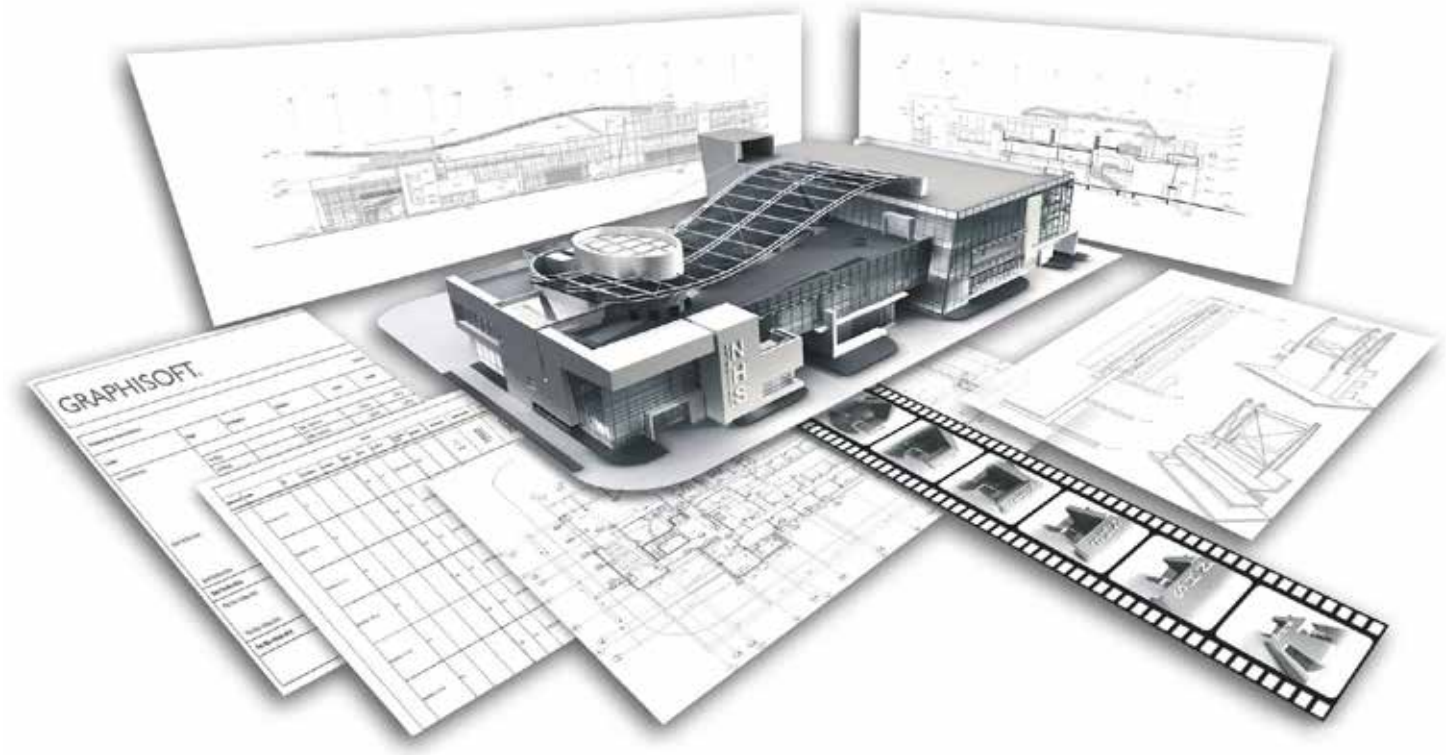
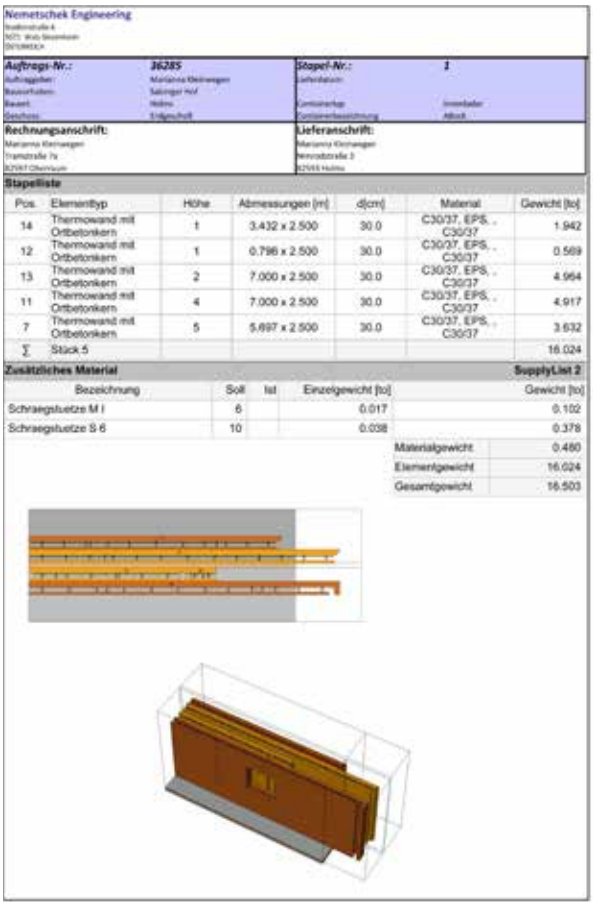


Фото: Graphisoft


Nemetschek Engineering

Auftrags-Nr.: 36285 Stapel-Nr.: 1

Rechnungsanschrift: Lieferanschrift:

Stapelliste

Pos.	Elementtyp	Höhe	Abmessungen [m]	d[cm]	Material	Gewicht [to]
14	Thermowand mit Ortbetonkern	1	3.432 x 2.500	30.0	C30/37, EPS, C30/37	1.942
12	Thermowand mit Ortbetonkern	1	0.796 x 2.500	30.0	C30/37, EPS, C30/37	0.569
13	Thermowand mit Ortbetonkern	2	7.000 x 2.500	30.0	C30/37, EPS, C30/37	4.964
11	Thermowand mit Ortbetonkern	4	7.000 x 2.500	30.0	C30/37, EPS, C30/37	4.917
7	Thermowand mit Ortbetonkern	5	5.697 x 2.500	30.0	C30/37, EPS, C30/37	3.632
∑	Stück 5					16.024

Zusätzliches Material — SupplyList 2

Bezeichnung	Soll	Ist	Einzelgewicht [to]	Gewicht [to]
Schraegstuetze M I	6		0.017	0.102
Schraegstuetze S 6	10		0.038	0.378
			Materialgewicht	0.480
			Elementgewicht	16.024
			Gesamtgewicht	16.503

Одним из многих преимуществ метода BIM является возможность анализа данных, которые автоматически обновляются при внесении изменений в проект (показан список укладки в штабель)

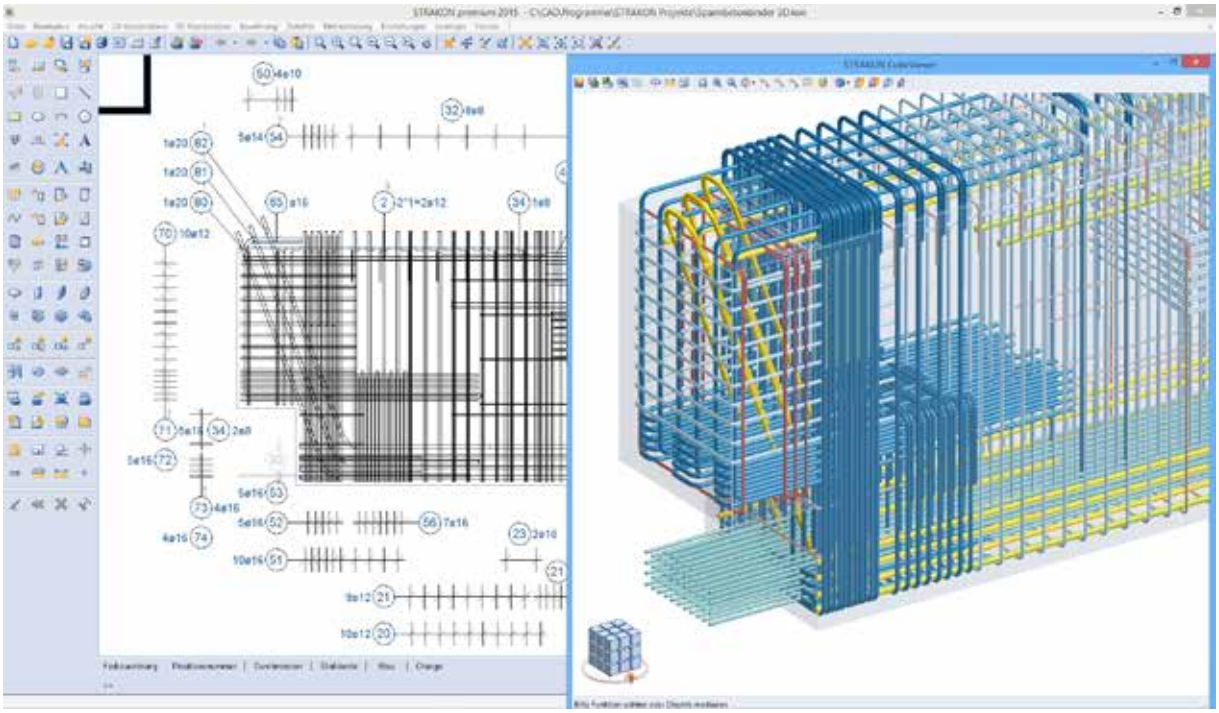
Фото: Nemetschek Engineering/Precast Software Engineering

на то, чтобы рано или поздно новый метод проектирования стал стандартом в Германии.

Цифровые цепочки процесса повышают гибкость и качество

В процессе создания бетонного готового элемента центральное место занимает проектирование. На этом этапе определяются все важные технические характеристики изделия, определяющие качество и себестоимость продукции. Ошибки, допущенные в ходе проектирования, могут привести к высоким последующим затратам, особенно если сборные элементы изготавливаются серийно. Модельно-ориентированное трехмерное проектирование имеет преимущества перед двухмерным проектированием, прежде всего это относится к сложным строительным элементам. Например, метод конечных элементов (FEM) позволяет статически оптимизировать трехмерные конструкции, в результате чего расходы на материал, арматуру и опалубку снижаются до минимума. Вся арматура, включая все встроенные детали, такие как анкеры, гильзы, гнезда электрических розеток, элементы Isokorb и т.п. , может быть проверена на возможные нестыковки, которые при необходимости отмечаются цветом. Функциональное моделирование позволяет проверить ход подвижных частей или подтвердить наличие свободного места для строительства и монтажа. Данные о затратах, массе и соответствующие спецификации автоматически генерируются из трехмерной модели и обновляются при внесении изменений в модель.

Это же относится и ко всем производственным и монтажным чертежам, которые автоматически создаются на основании трехмерной модели. Таким образом, появляется возможность быстро и, что особенно важно, без ошибок внести необходимые изменения. Визуализация, например, с помощью различных программ для просмотра BIM или формата 3D-PDF, позволяет упростить обмен данными между всеми участниками проекта. Стандарт автоматизации и гибкости, уже достигнутый в таких областях как планирование ассортимента изделий, управление производством, технология опалубки, технология армирования, производство бетона, обработка и логистика, благодаря методу BIM получает новый импульс к развитию. Цифровые цепочки процесса с единой структурой данных создают предпосылки для повышения гибкости при разработке и производстве продукции. Машины, установки и производ-



Визуализация и проверка нестыковок в пределах одного цеха…

Фото: Dicad

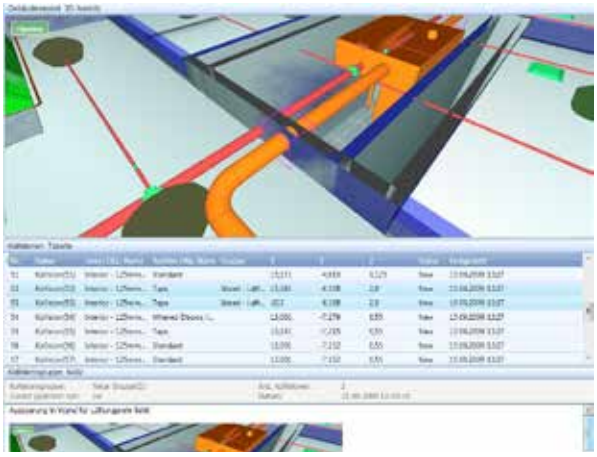


Фото: RIB Software

… или между участниками проекта позволяют предупредить ошибки и ущербы от них

Фото: Tekla

При необходимости доступ к модели BIM может осуществляться в любое время и из любого места с использованием облачных технологий, что облегчает работу виртуальных групп

ственные процессы быстрее адаптируются к новым условиям и требованиям. Крупноформатные плоттеры точно и без ошибок переносят любые контурные профили модели BIM непосредственно на опалубочный стол; опалубочные роботы во взаимодействии с интеллектуальными опалубочными системами изготавливают крупные сборные элементы BIM практически любой требуемой формы; машины для сварки арматурных сеток с ЧПУ с высокой точностью сваривают отдельные арматурные сетки, включая вырезы и соединительные хомуты по краям, и укладывают сетки непосредственно в форму. Поэтому адаптация и перенастройка производственного процесса, вызванные изменением конструкции или выпуском новой серии сборных элементов, производятся с меньшими затратами. Заводы сборных элементов могут быстрее, более гибко и с меньшими затратами отреагировать на пожелания заказчиков или требования рынка.

Цифровые стройплощадки

Цифровые цепочки процесса охватывают не только этапы проектирования и изготовления, но и этапы реализации и монтажа. Если распространить метод BIM на четвертое измерение, «время», то возможно визуализировать и смоделировать запланированный ход строительства. Для этого объекты модели BIM связываются с процессами в графике строительных работ или в календарном плане: при четырехмерном моделировании процессы в рамках определенного периода проекта визуализируются с помощью изменения формы представления связанных объектов CAD (увеличение/уменьшение яркости, изменение цвета и т.п.). Таким образом, как и при планировании производства в других отраслях промышленности, можно выявить конфликты между участниками проекта относительно геометрических параметров или необходимого времени, а также оптимизировать работу на строительной площадке, процессы монтажа и логистические процессы, и заблаговременно ответить на важные вопросы: какое количество монтажных кранов необходимо? Будет ли обеспечен доступ ко всем критически важным участкам строительной площадки? Впишется ли грузовой автомобиль с прицепом в поворот?

Пятимерное моделирование наряду с трехмерной моделью здания и временем дополнительно учитывает количественные показатели, затраты на строительство и ресурсы. Если в пятимерной модели BIM объединить строительные материалы, машины или персонал, а также сроки и процессы, то практически весь строительный проект можно реализовать виртуально еще до церемонии закладки первого камня. Преимущества целостного, ориентированного на процесс рассмотрения фазы осуществления очевидны: благодаря предварительному моделированию всего процесса строительства и монтажа уда-

Фото: Dicad/Fuchs Dorsten

Если модель BIM детально проработана в трех измерениях, частота появления ошибок при производстве и монтаже снижается до минимума

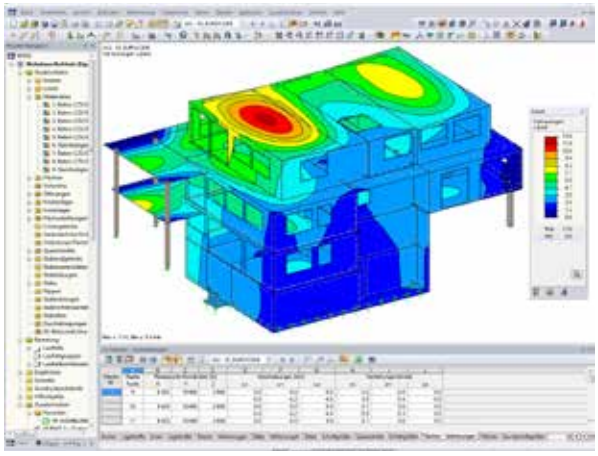


Фото: Dlubal Software

Метод конечных элементов (FEM) позволяет статически оптимизировать трехмерные конструкции, в результате чего достигается снижение расходов на материал, арматуру и опалубку

Цифровые цепочки процесса с единой структурой данных создают предпосылки для повышения гибкости при производстве продукции

Фото: Vollert

ется заранее выявить проблемы, которые было бы сложно устранить впоследствии, и точнее спрогнозировать затраты и сроки. Многое из описанного уже стало реальностью, хотя остается еще большое поле для деятельности. Поэтому инновационные строительные предприятия, такие как немецкие Max Bögl, Strabag или Züblin объединили свои усилия на европейском уровне, организовав проект 5D-Initiative (www.5d-initiative.eu), цель которого состоит в продвижении пятимерного проектирования как стандарта и в разработке профиля требований для пятимерных решений. К перспективным направлениям деятельности также относится встраивание транспондеров RFID для бесконтактной идентификации объектов и определения их местоположения в сборных элементах. В результате появляются «интеллектуальные» строительные детали с децентрализовано хранящимися данными, которые могут использоваться в течение всего жизненного цикла здания. Транспондеры RFID могут применяться для управления процессом изготовления, отслеживания производственного процесса в режиме реального времени, а также для управления поставками, хранением, монтажом, приемочными испытаниями, для отслеживания производительности на строительной площадке и т.д. (см. www.rfidimbau.de).

Сим-сала-BIM – новое волшебное слово?

Метод BIM имеет множество преимуществ по сравнению с традиционным проектированием. Недостатком же метода является то, что построение и поддержание в рабочем состоянии модели данных BIM тре-

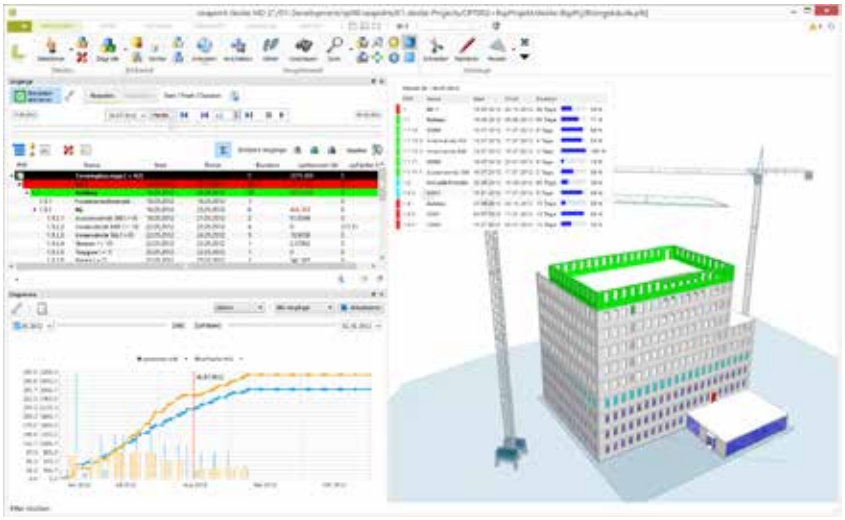


Фото: Ceapoint

Если распространить метод BIM на четвертое измерение, «время», то возможно визуализировать и смоделировать запланированный ход строительства

Фото: Autodesk

Метод конечных элементов (FEM) позволяет статически оптимизировать трехмерные конструкции, в результате чего достигается снижение расходов на материал, арматуру и опалубку

Фото: Vollert

Опалубочные роботы изготавливают крупные сборные элементы BIM практически любой требуемой формы

бует значительных усилий. Кроме того, метод BIM все еще мало распространен в проектных бюро и на производственных предприятиях. Поэтому разумнее использовать открытые решения, позволяющие работать как с чертежами, так и с моделями. Пользователь, исходя из конкретной задачи, сможет самостоятельно определить, с помощью какого метода он быстрее достигнет цели, ведь в конечном счете определяющим является соотношение затрат на ввод информации и пользы.

В любом случае метод BIM не решает всех проблем в строительстве. Он не может в полной мере компенсировать стресс, непродуманность, отсутствие детального планирования и тем более постоянное изменение планов. Кроме того, в строительстве до сих пор используется ручной труд, поэтому промышленные процессы невозможно перенести на строительные работы один к одному. Большей частью строительство было и остается последовательностью отдельных действий, выполняемых вручную. Это неизбежно приводит к некоординированности процессов и необходимости их согласования. Тем не менее нельзя отказываться от метода BIM и последовательного внедрения цифровых цепочек процесса, поскольку они позволяют строительным предприятиям и строительному сектору соответствовать будущим требованиям и тенденциям на национальном, европейском и международном уровнях. Отрасли бетонных сборных элементов, которая является пионером в области автоматизации, самой историей предначертано играть ведущую роль во внедрении метода BIM, чтобы поднять уровень других отраслей, сделать строительные процессы более надежными, прозрачными и производительными.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Egger, M.; Hausknecht, K.; Liebich, T.; Przybylo, J.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, Hrsg.): BIM-Leitfaden für Deutschland, Berlin 2014 (Download: http://bit.ly/ntDYGfY)

[2] Günthner, W.; Borrmann, A.: Digitale Baustelle – innovativer Planer, effizienter Ausführen, Werkzeuge und Methoden fr das mn. Jahrundert, Heidelberg 2011

[3] Wernik, S.; May, I.; buildingSmart e.V.: Building Information Modeling: Das steckt hinter BIM und darum sollten Sie sich damit befassen, aus: Planungsbüro professionell 10/2014, IWW, Würzburg (Online: www.iww.de, Suche: ID 42937295)

[4] Jernigan, F.: Big BIM little BIM, The practical approach to Building Information Modeling, Salisbury 2008

[5] Smith, D.K.; Tardif, M.: Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers, Hoboken 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ*

www.5d-initiative.eu (проект 5D-Initiative фирмы Encord)
www.aec3.de (Оптимизация процесса с помощью метода BIM)
www.autodesk.de/bim (Основные сведения о методе BIM)
www.bentley.com (Ключевое слово для поиска «BIM»)
www.bim4you.de (Пятимерное решение BIM BIM4You)
www.bimforum.org (Форум, посвященный использованию метода BIM на практике)
www.bimserver.org (Сервер модели BIM)
www.buildingsmart.de (Группа пользователей IFC/BIM)
www.buildingsmart-tech.org (BuildingSmart International)
www.ceapoint.com (Управление BIM)
www.dicad.de (Решения с использованием CAD 2D/3D/BIM)
www.graphisoft.de (BIM-Server, BIMx, OpenBIM/BIM-Server, BIMx, OpenBIM)
www.mefisto-bau.de (Моделирование процесса строительства)
www.nemetschek-engineering.at (Решения с использованием метода BIM)
www.rfidimbau.de (Технология RFID в строительстве)
www.rib-software.com/itwo (Пятимерное проектирование с использованием метода BIM)
www.solibri.com (Верификация модели BIM)
www.tekla.com (Решения для сборных элементов с использованием метода BIM)

* Подборка не претендует на полноту

В швейцарском городке Аламане, живописно расположенном на северном берегу Женевского озера, семейное в четвертом поколении предприятие Cornaz изготавливает различные бетонные изделия для садово-паркового и ландшафтного строительства. Недавно здесь под руководством специалистов Concrete Machinery Eysink (CME) было установлено новое оборудование.

Производство самых современных бетонных изделий у Женевского озера

Текст: Сильвио Шаде (Dipl. – Ing (FH))

С явной гордостью Мишель Корнац, в четвертом поколении владелец предприятия, представляет демонстрационный парк Cornaz SA Produits en béton, в котором можно увидеть самую разную продукцию для садово-паркового и ландшафтного строительства. Обе важнейшие производственные площадки предприятия, существующего уже 120 лет, расположены в тихом швейцарском городке Аламан на северном берегу Женевского озера. Опираясь на опыт нескольких поколений, фирма Cornaz SA как ведущий производитель комбинирует передовые технологии из различных направлений, чтобы творчески разрабатывать и изготавливать инновационные бетонные изделия.

Бетон — благородный и многоликий материал. Фирма Cornaz SA изготавливает его в многочисленных цветовых вариантах разнообразной формы — серый или цветной, гладкий, прошедший пескоструйную обработку, структурированный или с декоративным узором. В обширный ассортимент входит бетонная брусчатка и бетонные плиты дорожного покрытия, стеновые блоки, дренажные трубы и многое другое. Последняя новинка фирмы Cornaz — конструктивный элемент, сочетающий в себе бетонную стену и габионы, который хорошо показал себя уже в начале продаж. И хотя политика сегодня ориентирована в первую очередь на недорогие массовые товары, Cornaz традиционно изготавливает высокосортные изделия из бетона, которые находят применение в объектах общественного назначения, например, в пешеходной зоне Женевы. Среди клиентов фирмы стоит отметить Организацию Объединенных Наций и владельцев вилл повышенного стандарта у Женевского озера.

Высокие требования к изделиям и технологическому оборудованию

Производственное оборудование было недавно обновлено под руководством Concrete Machinery Eysink Consultancy Engineering Projectmanagement GmbH из швейцарского города Цуга. При этом высокие требования, предъявляемые Cornaz SA к своей продукции, применялись также при выборе новой бетоносмесительной установки и сопутствующих компонентов.

Швейцарская фирма Cornaz SA из Аламана, специализирующаяся на бетонных изделиях, отметила свое 120-летие

Все фото: BFT International

Недавно под руководством специалистов Concrete Machinery Eysink GmbH здесь было установлено новое технологическое оборудование

Главным образом уделялось особое внимание чистоте сорта заполнителей, целенаправленному применению заполнителей для особых аппликаций, а также гомогенному смешиванию, в особенности при небольших партиях для специальных желаний клиента. Для достижения этих целей был применен модульный двухленточный транспортер.

Взвешивание компонентов и быстрое определение соответствующих параметров смешивания обуславливает применение измерительных приборов, которые в полной мере обеспечивают измерение влажности прямым и компенсационным методами. Результат — загрузка чистосортного материала без использования ковшового транспортера, выгрузка смесителя и связанная с этим быстрая очистка смесителей основного и облицовочного бетона, что является предпосылкой для оптимизации производства, поскольку, например, снижается объем работ по очистке.

На предприятии изготавливают бетон самого разного качества и в самых разных количествах, поэтому для его транспортировки используется специально для этого разработанный ковшовый конвейер, а также ленточный транспортер для соответствующих машин и другое вспомогательное оборудование.

Транспортирование под большим углом при помощи крутонаклонного двухленточного транспортера фирмы VHV

Для фирмы Cornaz SA очень важно не только иметь систему чистосортной подачи различных исходных материалов, но также обеспечить чистку и техническое обслуживание, оптимальные с точки зрения самого процесса и трудозатрат. В данном случае выбор был сделан в пользу двухленточного конвейера фирмы VHV, который уже успешно используется на предприятии в другом месте. Успех этих конвейерных систем объясняется их эффективностью и универсальностью в применении как на предприятиях клиентов, так и на площадках Cornaz в Аламане. Модульная конструкция конвейеров VHV и высококачественная технология изготовления позволяют реализовать индивидуальные решения даже для самых компактных и аккуратных конструкций бетоносмесительных установок. Специалисты VHV Anlagenbau GmbH оказывали всестороннюю поддержку уже на этапе планирования, что помогло разработать высокоэффективную концепцию.

Крутонаклонный двухленточный транспортер для заполнителей занимает не больше места, чем обычный ковшовый транспортер. Применение гладких лент позволяет выполнять вертикальную подачу на высоту

Управляющий директор Мишель Корнац (второй слева) и его коллеги встречают Александра Эйзинка (слева) перед демонстрационными стенками

Прямо на производственной площадке в Аламане создан демонстрационный парк с различными образцами продукции Cornaz

Новое технологическое оборудование было поставлено немецкими предприятиями VHV, Kniele и Kübat

до 30 м без потери материала. Загрузкой исходных компонентов из бункеров можно управлять со станции управления или при помощи средств управления на уровне платформы смесителя. Конструкция загрузочной воронки для грузовых автомобилей обеспечивает беспрепятственный доступ к бункеру без масштабного демонтажа.

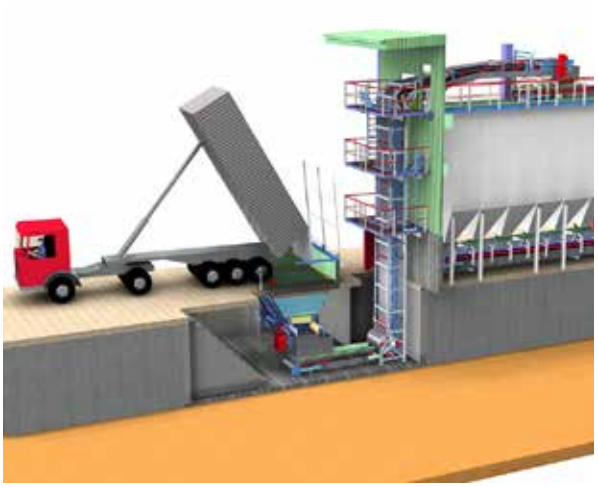
Конусный смеситель Kniele для основного и облицовочного бетона

Имея опыт успешного выполнения многочисленных заказов как внутри страны, так и за рубежом, специалисты Kniele Baumaschinen GmbH решили для клиентов Cornaz оснастить конусные смесители KKM для основного и облицовочного бетона опрокидывающимися ковшами с запатентованной системой защиты от падения. Опрокидывающиеся ковши Kniele обеспечивают практически вертикальный подъем. Благодаря своим компактным размерам они оказались идеальным решением для этого проекта.

Также из соображений экономии места швейцарский производитель бетонных изделий сделал выбор в пользу круглого вертикального бункера. Смесители для основного и облицовочного бетона KKM 375/550 и KKM 750/1125 соответственно могут использоваться для работы со специальным высокосортным бетоном. Коническая форма обеспечивает особенно эффективное перемешивание бетона. Конусные смесители Kniele справляются даже с небольшими партиями при загрузке на 10–15 %. Кроме того, по данным изготовителя, разгрузка смесителей KKM проходит быстрее, чем разгрузка планетарных смесителей.

На предприятии Cornaz SA стенки смесителя были облицованы керамической плиткой. Долгий срок

Часть складской площадки и демонстрационный парк; на заднем фоне справа прекрасный вид на Женевское озеро



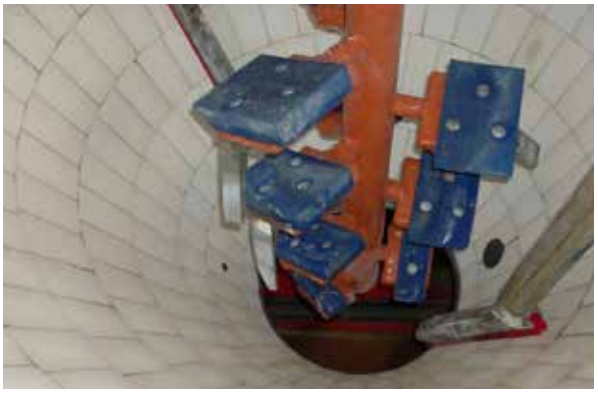
Крутонаклонный двухленточный конвейер VHV для заполнителей занимает не больше места, чем обычный ковшовый транспортер

Транспортировка жидкого бетона осуществляется с помощью вращающегося ковша Kübat на двухрельсовом пути

службы такой облицовки, особенно абразивного гранитно-базальтового материала, подтвержден 15-летней практикой. Фирма Kniele первой начала использовать этот материал. Дополнительные преимущества в сравнении со смесителем с большой площадью дна проявляются при выгрузке бетона и чистке.

Законченная система вплоть до оборудования переработки отходов

Все вращающиеся детали, такие как перемешивающие лопасти и шнеки находятся внутри смесителя. Таким образом обеспечивается высокое качество смешивания. В этой системе отсутствуют вращающиеся детали большого размера, например, барабан. На крышке смесителя установлен концевой выключатель и специальный запирающий механизм. Крышка оснащена стандартными комплектующими и дополнительным блоком для добавления различных компонентов. Эти детали можно заменять вне самого смесителя, что гарантирует высокую степень безопасности. Еще одна отличительная черта — уменьшенный диаметр по сравнению со стандартными противоточными и планетарными бетоносмесителями. Благодаря наличию автоматической очистки в полном объеме осуществляется предварительная очистка смесителя,



Задействованный для изготовления основного и облицовочного бетона конусный смеситель KKM. Здесь после очистки

лопасти и шнеки очищаются отдельно в соответствии с видом перемешиваемого бетона. Только окончательная очистка выполняется вручную, под высоким давлением.

Использованная вода направляется в специально для этого случая подготовленную систему рециклинга, так что остаточная вода, а также остатки гравийно-песчаной смеси возвращаются в процесс смешивания для повторного использования.

Транспортирующие системы Kübat для бетона

Для транспортировки жидкого бетона применяется вращающийся ковш Kübat на двухрельсовом пути, с системой мойки под высоким давлением. Благодаря своим характеристикам устойчивости в сочетании с достижимым уклоном он наилучшим образом подходит для производственного процесса Cornaz. На вращающийся ковш Kübat специально для этого применения было нанесено внутреннее покрытие из полимерного материала, что позволяет при смене сорта бетона осуществлять практически полную выгрузку и быструю очистку под смесителем.

Бункер Kübat для хранения материалов с устройством для взвешивания при дозированной выгрузке был сконструирован для уже существующей производственной линии. Он так же, как и вращающийся ковш Kübat, имеет внутреннее покрытие из полимерного материала.

«Благодаря отличным общим рабочим характеристикам обновленной производственной линии наше богатое традициями предприятие сохраняет свою конкурентоспособность и на будущее, – оптимистично заявил управляющий директор Мишель Корнац при расставании. А заведующий производством Даниэль Корню добавил: «Затраты на относительно продолжительный период планирования и оценки перед принятием решения об установке технического оборудования VHV, Kniele и Kübat под руководством CMEysink в конце концов окупились».

КОНТАКТЫ

CME GmbH of Switzerland
Sumpfstr. 24
6300 Zug/Switzerland
✆ +41 44 7153060
info@cme-alpic.com
↗ www.cme-alpic.com

Cornaz SA
Produits de béton
Ch. des Grangettes 3
1165 Allaman/Switzerland
✆ +41 21 807 3321
info@cornaz.ch
↗ www.cornaz.ch

VHV Anlagenbau GmbH
Dornierstr. 9
48477 Hörstel/Germany
✆ +49 5459 9338-0
info@vhv-anlagenbau.de
↗ www.vhv-anlagenbau.de

Kniele Baumaschinen GmbH
Gemeindebeunden 6
88422 Bad Buchau/Germany
✆ +49 7582 9303-0
info@kniele.de
↗ www.kniele.de

Kübat Förderanlagen GmbH
Max-Planck-Str 14
88361 Altshausen/Germany
✆ +49 7584 9209-0
info@kuebat.de
↗ www.kuebat.de

На крайнем северо-востоке Европейского Союза финское семейное предприятие Lakan Betoni, используя современное оборудование группы Top-Werk Group, производит бетонные мостовые блоки и плиты, стеновые блоки, различные бетонные изделия и сборные элементы, вплоть до домостроительных комплексов, товарного бетона и сухого раствора.

Современное производство бетонных изделий на 62,6 ° северной широты

Текст: Сильвио Шаде (Dipl. – Ing. (FH))

Самолет Finnair доставил представителей BFT в аэропорт Йоэнсуу в финской Северной Карелии, расположенный выше 62 ° северной широты, недалеко от Северного полярного круга и границы с Россией. В относительно слабо заселенном районе на крайнем северо-востоке Европейского Союза находятся главное управление и главная производственная площадка фирмы Lakan Betoni, ведущего регионального производителя бетонных мостовых блоков и плит, стеновых блоков, различных бетонных изделий и сборных элементов, вплоть до домостроительных комплектов для строительства домов по индивидуальным проектам. Товарный бетон и сухие растворы завершают ассортимент продукции семейного предприятия, годовой оборот которого недавно достиг 29 млн. евро при численности персонала 120 человек.

Фирма, основанная Ахти Лакка и поначалу выпускавшая товарный бетон, в эти дни отмечает свой 50-летний юбилей. Теперь фирма Lakan располагает четырьмя производственными площадками в финских городах Лоппи (с 1996 г.), Форсса (с 2002 г.), Яласъярви (с 2004 г.) и Варкаус (с 2009 г.). Доля бетонных мостовых блоков и плит, выпускаемых на заводе в Йоэнсуу, в настоящее время составляет около 22 % от общего объема рынка данной продукции. Доля на рынке стеновых блоков достигает примерно 20 %, не в последнюю очередь благодаря выпуску трех новых видов блоков, стилизованных под старину, и термоблоков, имеющих очень низкий коэффициент теплопроводности U = 0,14 Вт/м² · К.

Решающий фактор — отличные общие характеристики

Большая часть производственного оборудования была поставлена немецкой группой Top-Werk Group и соответствует самому современному техническому уровню. Первое оборудование Hess Maschinenfabrik было установлено в 2008 г. , и уже через несколько лет по причине существенного роста оборота потребовалась вторая производственная линия для изготовления блоков и плит. Ее установка началась в октябре 2014 г. Она состоит из линии старения и колки с машиной для упаковки SR-Schindler Maschinen- und Anlagentechnik GmbH, которая работает в комби-

Аэрофотоснимок главного управления и главной производственной площадки Lakan Betoni Oy в финском городе Йоэнсуу

Фото: Lakan Betoni

нации с новой машиной для производства блоков Hess RH 1 500–3 VA. Первые новые бетонные изделия были выпущены уже в марте 2015 г.

Особую сложность представляла интеграция нового оборудования в существующий цех, из которого удалялись только бетоносмеситель Haarup с объемом 500 л для приготовления облицовочного бетона и бетоносмеситель Mecc с объемом 2250 л для приготовления бетона внутренней зоны. Цех был построен в 1970-х гг. и при размерах 60 × 40 х 4 м не обеспечивал оптимальных условий для установки нового оборудования. Согласование двух расположенных в непосредственной близости друг от друга производственных линий Top-Werk прошло без проблем; однако задача осложнялась неблагоприятными грунтовыми условиями.

«На этапе планирования инвестиций, который длился несколько лет, мы проанализировали множество различных вариантов, — рассказывает начальник производства Томми Тирвейнен. Решение было принято в декабре 2013 г. , при этом определяющим критерием стали отличные общие характеристики группы Top-Werk Group как поставщика комплексных систем. Кроме того, были и другие причины. Так, например, мы могли и дальше использовать имеющиеся подкладные пластины». Управляющий директор Пертти Халонен добавил: «С одной стороны, у нас уже был положительный опыт эксплуатации установки Hess на заводе в Лоппи, и мы могли использовать синергетический эффект; с другой стороны, нас убедило конкурентное предложение группы Top-Werk Group».

Фото: BFT International

Начальник производства Томми Тирвейнен и управляющий директор Пертти Халонен принимают редактора BFT Сильвио Шаде (слева направо) на предприятии Lakan Betoni

Высокопроизводительная установка Multimat RH 1500–3 VA

Для производства блоков была установлена прецизионная высокопроизводительная машина Hess-Multimat RH 1500–3 VA. Машина имеет усиленную конструкцию и оснащена современнейшими системами управления и визуализации Siemens, компактной гидравлической системой и агрегатом большого объема. Максимальный размер изготавливаемых блоков — 1550 × 1150 × 500 мм. По данным производителя, Multimat RH 1500–3 VA отличается особенно плавным движением при коротком времени цикла, которое составляет всего 12 с.

Другие производственные показатели обеспечивались с помощью различных финских и зарубежных поставщиков: стеллажи для выдерживания бетонных изделий поставила фирма Rotho, субподрядчик группы Top-Werk Group, цемент поступает от фирмы Finncement и ее латышского дочернего предприятия Cemex, наполнители поставляются местными поставщиками. Красящие пигменты Lanxess подаются в процесс смешивания с помощью дозатора Kimido Kindler GmbH; систему управления смесителем Willcontroll установила фирма Tecwill.

С внешнего склада на линию отделки

Процесс отделки начинается с транспортировки поддона с пакетами изделий большегрузным роликовым транспортером с внешнего склада на станцию раскладки, на которой раскладчик Hess подает изделия на линию отделки. Раскладчик Hess может укладывать изделия, поступающие с технологического поддона или с внешнего склада, на пластинчатый транспортер длиной 32 м, предназначенный для линии нанесения покрытий, которая будет установлена позднее. А пока транспортер может использоваться как конвейерная линия для пустых поддонов. На конце пластинчатого транспортера установлено устройство для перегруппировки: здесь изделия, поступающие с технологического поддона, перегруппируются в соответствии с размером транспортного поддона. Колотые изделия снимаются с ленточного транспортера раскладчиком, перегруп-

Фото: BFT International

Недавно на заводе Lakan Betoni была установлена уже вторая производственная линия Hess. Первая была установлена в 2008 г.

Фото: BFT International

Также установлена новая линия отделки SR-Schindler Maschinen- und Anlagentechnik GmbH

Фото: BFT International

Щеточная станция на выходе машины для обработки щетками (искусственное старение)

Фото: BFT International

В ассортимент продукции Lakan Betoni входят бетонные изделия, такие как эти окрашенные бордюрные блоки, стеновые блоки, домостроительные комплекты, а также товарный бетон и сухой раствор

Фото: BFT International

Красящие пигменты Lanxess подаются в процесс смешивания с помощью дозатора Kimido Kindler GmbH

пируются устройством и объединяются в пакеты в соответствии с рисунком раскалываемых изделий.

Толкатель ряда со столом, на который раскладчик Hess укладывает изделия, поступающие с внешнего склада или с технологического поддона, транспортирует ряды изделий в машину для обработки щетками/искусственного старения Mega C Duo с двумя станциями ударно-молотковой обработки. Каждая станция состоит из шести быстросменных балок, на которых установлены щетки или молотки для искусственного старения, всего по 105 молотков на каждую станцию. Выбор используемых молотков зависит от того, какую поверхность изделия необходимо получить. За машиной для обработки щетками/искусственного старения фирмы SR-Schindler Maschinen- und Anlagentechnik GmbH установлена щеточная станция для очистки изделий с электрической системой регулировки высоты щеток и системой регулирования усилия прижима. В дальнейшем возможна установка второй щеточной станции.

Для защиты поверхности искусственно состариваемых изделий установлено устройство подачи пленки. Пленка во время обработки движется вместе с изделием и остается на его поверхности. Таким образом, молотки могут обрубить кромки, но не могут повредить поверхность. Цепной конвейер-накопитель завершает непрерывный процесс после машины для обработки щетками (искусственного старения).

Специальное исполнение вследствие малой высоты цеха

Толкатель ряда вместе с транспортирующим столом передают изделия дальше на ленточный транспортер. Толкатель ряда с датчиком перемещения служит для точного позиционирования рядов или отдельных блоков под ножом для колки установки для раскалывания, которая рассчитана на ширину раскалывания 200–1200 мм и высоту раскалывания 50–350 мм; установка оснащена гидравлическим агрегатом и двумя боковыми ножами, системами охлаждения и нагрева масла, и подвижным верхним ножом для компенсации допусков по высоте изделий.

Дополнительный толкатель ряда с клапаном для отходов и транспортирующим столом собирает расколотые изделия в ряды для упаковки, и подает их на ленточный транспортер, который, в свою очередь, транспортирует ряды изделий на станцию отгрузки, где они захватываются раскладчиком. Раскладчик состоит из тележки с телескопическим подъемником и четырехсторонним захватом с электроприводом, который используется для захватывания изделий с пластинчатого транспортера и их укладки на транспортные поддоны, или для захватывания расколотых изделий с ленточного транспортера и их укладки на устройство для перегруппировки. Затем перегруппированные изделия вновь захватываются раскладчиком и укладываются на транспортные

Фото: BFT International

Управляющий директор Lakan Пертти Халонен является также действующим президентом финского отраслевого союза Betoniteollisuus ry

поддоны. Раскладчик захватывает не требующие перегруппировки колотые изделия непосредственно с ленточного транспортера и укладывает их на транспортные поддоны. Тележка с телескопическим подъемником специально разработана для фирмы Lakan Betoni, чтобы обеспечить возможность упаковки пакетов высотой 1,4 м при высоте цеха всего 4 м.

Комплексная система управления линиями отделки и упаковки

Скоростной сервоупаковщик с длиной хода 10 м подает пленку на линию отделки всего за 15 с. На участке подачи может временно размещаться до трех штабелей с пустыми поддонами по 20 поддонов на каждом. Для одного штабеля с 20 поддонами предусмотрен магазин пустых поддонов. Большегрузный роликовый транспортер подает загруженные поддоны от станции загрузки до станций упаковки и от них – на станцию отгрузки за пределами цеха, где они захватываются вилочным погрузчиком. Участок транспортировки пустых поддонов оснащен поворотным устройством для подачи пустых поддонов на большегрузный роликовый транспортер.

Устройство подачи сетки или пленки, которая используется в качестве подкладки для защиты отдельных рядов изделий, дополнено обмотчиком поддонов пленкой, предоставленным фирмой Lakan Betoni. Кроме того, в объем поставки вошла система управления электрооборудованием всей линии отделки и упаковки, включая обмен сигналами с раскладчиком Hess, состоящая из четырех распределительных шкафов. Управление производственной линией осуществляется с помощью двух мобильных панелей управления с кабелями, которые могут подключаться на различных станциях линии. Мобильные панели имеют функцию визуализации производственной линии и интуитивно-понятное меню управления.

Управляющий директор Lakan Пертти Халонен, который в настоящее время также является действующим президентом финского отраслевого союза Betoniteollisuus ry, попрощался с гостями из Германии в твердой уверенности, что многолетняя политика фирмы, направленная на производство качественных бетонных изделий без отказа от выпуска стандартных изделий, в сочетании с современным

Фото: BFT International

Транспортная группа и стеллажи для выдерживания бетонных изделий фирмы Rotho

производственным оборудованием принесет плоды в будущем даже на относительно небольшом внутреннем рынке Финляндии.

КОНТАКТЫ

Lakan Betoni Oy
Linnunlahdentie 2 4 a (PL 42)
80101 Joensuu/
Finland
✆ +358 20 7481-0
info@lakka.fi
↗ www.lakka.fi

SR-Schindler
Maschinen- und Anlagentechnik GmbH
Hofer Str. 24
93057 Regensburg/Germany
✆ +49 941 69682-11
info@sr-schindler.de
↗ www.sr-schindler.de

Hess Group GmbH
Freier-Grund-Str. 123
57299 Burbach-Walbach/Germany
✆ +49 2736 497 60
info@hessgroup.com
↗ www.hessgroup.com

Мелкий производитель серой брусчатки, фирма Kost Bet выросла в известного специалиста по облагороженным бетонным изделиям так быстро, как бывает только в режиме ускоренной съемки. На заводе этой силезской фирмы введена уже третья система циркуляции Masa. Машина для поддоновования бетонных блоков XL 9.2, установка для промывки брусчатки с тремя станциями и другое специальное оборудование обеспечивают бесперебойное и быстрое производство высококачественных изделий.

Благородная брусчатка

Текст: Кристиан Ян (М. А.)

С введения в начале 1990-х рыночной экономики и вплоть до настоящего времени Польша развивается необычайно быстро. Впечатляют цифры последних пяти лет: в то время как давние члены Европейского союза, вроде Германии, Франции или Италии, показывают после мирового экономического и финансового кризиса очень скромные темпы роста, экономика Польши устойчиво растет более чем на 2 % в год; отклонения наблюдались только в 2011 г. , перед чемпионатом Европы по футболу в Польше и Украине, когда рост составил 4,5 %, и в 2013 г. , когда экономика выросла на 1,7 %.

В 2015 г. ВВП Польши ожидается на уровне 427,5 млрд евро, при этом вклад строительной индустрии Польши составит около 7 % или почти 30 млрд евро. Эти цифры позволяют считать Польшу одним из лидеров среди членов ЕЭС в Центральной и Восточной Европе.

В портфолио – 2000 изделий

Свой вклад в экономический подъем Польши вносит фирма Kost Bet, обосновавшаяся в городке Александрия, недалеко от крупного города Катовице в Силезии (инподдоновацию о фирме смотрите на стр. 42).

Установка промывания в составе новой линии циркуляции на Kost Bet

Емкости с компонентами цветного облицовочного бетона движутся поперек ленточного конвейера, транспортирующего компоненты в машину поддоновования бетонных блоков

Свою деятельность она начала сравнительно поздно, в 1998 г. По мнению отраслевиков, большая часть рынка брусчатки и других бетонных изделий была тогда поделена между несколькими крупными фирмами. Однако, благодаря предпринимательским навыкам и четкому выбору в пользу бетонных изделий высокого качества, братья Кшиштоф и Павел Матыя, владельцы Kost Bet, смогли занять свою нишу и шаг за шагом завоевать рынок – начав с регионального, в родной Силезии, вышли на межрегиональный уровень на юге и востоке Польши.

Около 10 га производственной площади Kost Bet расположены в лесу на окраине Александрии. Продукция фирмы выставлена для обозрения в демонстрационном саду на улице Гощина рядом с административным зданием. Портфолио включает брусчатку, плиты, садовые стены, лестничные ступени, заборы, а также бетонные изделия для дорожного строительства. Каталог фирмы включает 200 различных изделий, а с учетом цветовых вариантов – более 2000.

Гибкость и быстрота

Для производства используются три системы циркуляции Masa. Последняя введена в эксплуатацию только в 2014 г. Эта система установлена в новом, специально построенном для нее производственном цехе. На этой установке Kost Bet планирует производить облагороженную продукцию из своего огромного ассортимента, а на двух других системах, установленных в 2008 и 2010 гг. , только серую брусчатку

Поддоны со свежими блоками подходят к установке промывания брусчатки по мокрой стороне производственного цикла

При выборе компонентов новых установок решающими были два главных требования: во-первых, система циркуляции должна быть оборудована технологией, необходимой для гибкого производства как можно больших объемов продукции высокого качества при широком спектре поддонов, размеров и цветов и вариантов обработки поверхности. Во-вторых, цикл производственной поддоны должен быть как можно короче по времени, без внеплановых остановок на мокрой или сухой стороне.

Установленная система циркуляции удовлетворяла первому требованию, прежде всего благодаря использованию машины для поддоновования бетонных блоков XL 9.2 с большим количеством принадлежностей и установке для промывки брусчатки с тремя станциями. Для соответствия второму требованию была выбрана машина для поддоновования бетонных блоков в исполнении «S», то есть «быстром» исполнении; кроме того, бесперебойная и быстрая циркуляция обеспечивается благодаря буферным зонам для поддонов и транспортных палет, созданным в нескольких критических точках.

Мощная гидравлика

Ключевой компонент установки – машина для поддоновования бетонных блоков Masa XL 9.2. Машина удовлетворяет всем техническим требованиям для гибкого производства возможно большего числа высококачественных изделий разнообразных размеров, поддонов и цветов.

Она оснащена устройством для напыления на поверхность производственных поддонов масла, позволяющего снимать изделия с поддонов без повреждения. Kost Bet использует необычно большие поддоны размером 1400 × 1400 мм. Высота изделий может достигать 500 мм.

Большие плиты обрабатываются сглаживающим валком, обеспечивающим идеальную поверхность. Кроме того, установка оснащена системой смешивания красок для производства окрашенных изделий.

Быстрое и непрерывное обращение поддонов обеспечивается специальным исполнением «S». Мощнейшая гидравлика с повышенной насосной способностью и дополнительным гидроаккумулятором позволяетт быстро и бесперебойно заливать и уплотнять бетон. Вибрация регулируется по амплитуде и приводится от четырех независимых серводвигателей с регулируемым дисбалансом. «Оператор установки может в любое время варьировать интенсивность вибрации, просто регулируя угол веса вибратора через программное управление, и, таким образом регулируя дисбаланс», поясняет Рейнхольд Баш, руководитель проекта от Masa. При регулировании по частоте вес вибратора приходилось бы регулировать вручную.

Дополнительный серводвигатель обеспечивает доставку производственных поддонов посредством

Поддоны поднимаются на продольную сторону и перемещаются через установку промывания брусчатки в наклонном положении

Камера отверждения состоит из 16 камер, каждая из которых способна вместить 308 поддонов размером 1400 x 1400 мм

Вид с платподдоны с контейнером панели управления Powertainer на противоположную сухую сторону, с центрированием, перестановкой и пакетированием

клиноременного конвейера с интегрированным устройством опускания.

Машина для поддоновования бетонных блоков оснащена фланцевым краном для замены пресс-формы. Это обеспечивает автоматическую, быструю замену пресс-формы. Таким образом, оператор имеет возможность быстро и удобно изменять вид производимой продукции.

Промывка на трех станциях

Балочный конвейер транспортирует поддоны со свежими бетонными изделиями в установку промывки брусчатки. Обработка выполняется на трех станциях: на первой станции поддонова поднимается на продольную сторону и продолжает движение в наклонном положении. Распылитель с форсунками проходит по всей ширине поддонов поперек направления подачи поддоны, то есть, от самой высокой точки наклоненного поддона до самой низкой его точки. Вода, поступающая из форсунок, удаляет с блоков раствор, обнажая зерна.

Через вторую станцию поддоны также проходят в наклонном положении. Однако на этот раз поверхность блоков не подвергается интенсивной обработке. Вода поступает из форсунок с низким давлением и, как водопад, вымывает остатки раствора. На последней станции сжатый воздух удаляет остатки раствора и воды с поверхности блоков, лежащих на наклоненных поддоновах.

«В установке для мойки брусчатки используются форсунки высокого (до 10 бар) и низкого (до 3 бар) давления», поясняет Рейнхольд Баш, руководитель проекта от Masa. «Кроме того, установка для мойки оснащена баком, в котором тонкие фракции раствора вымываются из пор блоков посредством водяной завесы». Рейнхольд Баш подчеркивает, что результат мойки определяется путем регулирования давления, расхода и времени цикла.

Буферный вилочный погрузчик экономит время

После мойки поверхности блоков мокрая сторона оказывается у подъемника, смонтированного у входа в камеру отверждения. Подъемник грузоподъемностью 16 т дает возможность размещать поддоны максимум на 22 ярусах. Высота каждого яруса ограничена 320 мм – для высоких изделий просто используется меньшее количество ярусов.

Вилочный погрузчик снимает до 22 поддонов со свежими изделиями с подъемника и транспортирует их в 16 сушильных камер. В каждой камере можно разместить до 308 поддонов.

Центрирующее устройство отсоединяет изделия от поддонов и составляет их вплотную

После отверждения вилочный погрузчик снимает поддоны с бетонными изделиями с полок в камере и через шлюз транспортирует их на сухую сторону системы циркуляции. Там, перед опускателем расположен дополнительный, буферный вилочный погрузчик. И вилочный погрузчик, и опускатель имеют по 22 яруса. Если не все поддоны с бетонными изделиями, складированными в опускателе, были перемещены на балочный конвейер, установленный снаружи камеры, и, следовательно, прием новых поддонов из вагонетки невозможен, тогда вилочный погрузчик передвигается к буферному погрузчику. Буферный вилочный погрузчик подходит к опускателю и снова заполняет его, но только после того, как опускатель перемещает последний поддон с бетонными изделиями на балочный конвейер, находящийся перед шлюзом.

Буфер для транспортных палет и поддонов

Буферный вилочный погрузчик выигрывает время для погрузчика, так как он может снова работать в шлюзе на мокрой стороне, например, принимая под-

Kost-Bet – О фирме

Сначала братья Кшиштоф и Павел Матыя занимались производством и продажей извести. Помимо этого, они продавали бетонные изделия производителей, расположенных в их родной Силезии. Так они познакомились с этой отраслью и приняли решение создать собственное производство брусчатки.

«В 1998 г. мы купили подержанную машину и начали с производства брусчатки, » вспоминает Кшиштоф, старший из братьев. Он рассказывает, что первые три года на заводе в городке Александрия, приблизительно в 80 км к северу от города Катовице, были очень трудными, и не только потому, что нужно было ставить производство и осваивать технологии; с момента перехода от социалистической плановой экономики к свободной рыночной экономике в Польше в начале 1990-х прошло 10 лет, за который конкуренты братьев Матыя успели приобрести технологии, клиентскую базу и репутацию. «Мы создали наш бетонный завод довольно поздно. Польский рынок брусчатки был уже занят», говорит Кшиштоф.

20 000 м² в день

Тем более впечатляющим выглядит развитие фирмы Kost Bet: в 2003 г. , после первых пяти лет работы, братья Матыя купили вторую машину для поддоновования бетонных блоков и увеличили производственные мощности в десять – до 3000 м² в сутки. В 2008 г. в Александрии ввели в эксплуатацию первую не бывшую в употреблении установку Masa, доведя ежедневный выход продукции до 8000 м². Еще два года спустя, в 2010 г. , братья Матыя приобрели свою вторую машину для поддоновования бетонных блоков Masa. Производительность выросла до 13000 м² в сутки. В то же время, соотношение серой брусчатки и облагороженных изделий в общем объеме производства изменилось. Если до 2010 г. 90 % заявок клиентов приходилось на серые изделия и лишь 10 % – на, то после 2010 г. 60 % заявок приходится на серые изделия и уже 40 % – на облагороженные.

В 2014 г. была введена в эксплуатацию третья установка Masa. Теперь производительность завода Kost Bet достигла 20 тыс. м² в сутки. В фирме работают 220 постоянных сотрудников, включая работников транспортного подразделения, насчитывающего 50 грузовиков. Kost Bet использует их для поставки продукции в радиусе 150 км от завода. Кроме того, братья Матыя создали торговую сеть в Польше, через которую они продают около 2000 образцов продукции и получают заказы из отдаленных регионов. Kost Bet выгодно продает дорогостоящую продукцию за пределы своего региона. «Мы поставляем продукцию даже в Швецию и Германию», говорит Матыя. Сейчас годовой оборот фирмы составляет около 14 млн евро

Вид на завод, на переднем плане – новый цех

Основной бетон смешивают в смесителе Haarup, облицовочный – в смесителе Eirich (справа)

Иоана Робаковска, переводчик Masa, с владельцами фирмы Kost Bet, - Кшиштоф (слева) и Павел Матыя

доны. Таким образом, не происходит остановок производства на сухой стороне даже в случае замены пресс-поддоны в машине для поддоновования бетонных блоков.

Устройство для четырехстороннего центрирования изделия установлено после камеры отверждения на сухой стороне. Это устройство отсоединяет изделия от поддонов и составляет их вплотную, чтобы подготовить к пакетированию.

Наконец, пакетировщик Masa Cuboter поднимает изделия с поддонов. Это устройство устанавливает пакетированные изделия на палету, которая подается со склада транспортных палет. Пакеты обвязываются, а затем балочный конвейер выносит их из здания, после чего пакеты на вилочном погрузчике транспортируют на открытый склад. В то же время, поддоны транспортируются пакетировщиком в буфер, откуда они возвращаются в начало системы циркуляции с помощью поперечного транспортера.

КОНТАКТЫ

Kost-Bet
Ul. Goscinna 1
42-274 Konopiska/Poland
✆ +48 34 3283025
↗ www.kostbet.pl

Masa GmbH
Masa-Straße 2
56626 Andernach/Germany
✆ +49 2632 9292-0
info@masa-group.com
↗ www.masa-group.com

Оптимизация производительности бетоносмесителей очень важна для многих промышленных технологий. В этой статье мы рассмотрим моделирование процесса смешивания в бетоносмесителе принудительного действия турбинного типа. При этом была использована функциональная модель для реологических свойств свежего бетона.

Моделирование характеристик бетонной смеси в турбинном смесителе принудительного действия

Текст: Мария Кристина Валиджи, Мирко Ринчи, Стефано Капуто

1 Введение

Бетоносмесители принудительного действия используются для различных способов смешивания. Стандартные смесители, применяемые обычно в бетонной промышленности, имеют одинаковый принцип действия. Компоненты смеси загружают в цилиндрическую смесительную чашу, где они смешиваются одним или несколькими вращающимися инструментами. Еще один клинок удаляет остатки материала со стенок чаши [1–2]. В некоторых смесителях ось вращения смесительного инструмента идентична оси чаши, а в планетарных смесителях смещение оси обеспечивает двойное вращение – лопасти вращаются вокруг своей оси и вокруг оси смесительной чаши [3–6]. Мы рассмотрим вертикальный турбинный бетоносмеситель, лопасти которого вращаются вокруг собственной оси. В статье представлен численный анализ для моделирования принципа действия турбинного бетоносмесителя и определения видов смесей, для получения которых он подходит.

2 Реологические свойства свежего бетона

Свежий бетон можно рассматривать как несжимаемую неньютоновскую жидкость. Тензор напряжения τ для несжимаемой ньютоновской жидкости дается обобщенной ньютоновской моделью:

$$\tau = \mu_a(\gamma)\gamma$$

где $\mu_a(\gamma)$ – это кажущаяся вязкость, $\gamma=\nabla u+(\nabla u)^T$ – тензор скорости сдвига, u – скорость. Для описания кажущейся вязкости $\mu_a(\gamma)$ было предложено несколько уравнений. При рассмотрении модели жидкости, описанной степенным законом, получаем следующее базовое уравнение для $\mu_a(\gamma)$:

$$\mu_a(\gamma) = K\,\mu(\gamma)^{(m-1)}$$

где m_∞ – показатель поведения жидкости, а K – коэффициент консистенции. При m = 1 получаем уравнение состояния Навье-Стокса. m <1 говорит об уменьшении вязкости при сдвиге, m >1 свидетельствует об увеличении вязкости при сдвиге. В модели Карро имеем следующее базовое уравнение для $\mu_a(\gamma)$:

$$\mu_a(\gamma) = \mu_\infty + (\mu_0 - \mu_\infty)[1 + (\lambda\gamma)^2]^{(n-1)/2} \qquad (1)$$

где μ_∞ и μ_0 – вязкость при бесконечном и нулевом сдвиге соответственно.

По поведению бетон чаще всего относят к бингамовским жидкостям. В этом случае его течение определяется двумя параметрами: предел текучести T0 и пластическая вязкость μ. Уравнение Бингама:

$$\tau = \tau_0 \mu\gamma$$

где τ – напряжение сдвига, воздействующее на материал. На диаграмме представлена

$$\tau = \{\mu_\infty + (\mu_0 - \mu_\infty)[1 + (\lambda\gamma)^2]^{\frac{(n-1)}{2}}\}\gamma$$

где n=0; функция представляет собой наклонную асимптоту, которая совпадает с моделью Бингама (1), как показано на **илл. 1**.

3 Взаимодействие жидкости и конструкции и уравнения Навье-Стокса

При динамическом моделировании феномена, возникающего в процессе смешивания, большое значе-

Различные модели напряжения сдвига t как функции скорости сдвига γ

ние имеет точное взаимодействие между жидкостью (влажным бетоном) и конструкцией (смесителем).

Если детали смесителя отличаются особенно высокой жесткостью или если детальное моделирование взаимодействий не требуется, две проблемы (динамика жидкости и динамика конструкции) решают независимо друг от друга, после чего объединяют результаты.

В относительно типичном случае сначала решают проблему динамики жидкости (например, методом граничных элементов (BEM)). При этом детали конструкции рассматривают как бесконечно жесткие. На следующем этапе решают конструктивную проблему (почти всегда с применением метода конечных элементов (FEM)), воздействуя на поверхность деталей конструкции нормальными и тангенциальными силами, полученными при определении модели динамики жидкости.

Недавно такой подход заменило программное обеспечение MultiPhysics, использующее для решения проблемы с объединением нескольких областей физики одну-единственную модель. Помимо расчетов взаимодействия жидкости и конструкции существуют и другие примеры, где соединяются механика и теплопередача или создание и передача звука.

Для решения поставленной здесь задачи существуют программы, которые работают с собственными модулями для процессов смешивания (например, модуль Mixer фирмы Comsol), и хорошо подходят для анализа влажного бетона, хотя изначально они были разработаны для нужд химической и фармацевтической промышленности.

В ходе семинара «Dinamica dei Sistemi Meccanici» (Динамика механических систем), проводившегося во Флорентийском университете, несколько заданий было выполнено с использованием программного обеспечения Comsol с академической лицензией. Для получения динамической модели (см. пункт 3) и численного моделирования (результаты см. в пункте 4) было использование программное обеспечение Comsol, в частности модуль Mixer. Этот модуль позволяет моделировать обе области физики (механика и динамика жидкости) для установившихся и неустановившихся состояний при ограниченном допущении, что детали конструкции имеют достаточную жесткость (их деформация также должна быть относительно небольшой).

Вообще, динамика жидкости оценивается путем решения уравнений Навье-Стокса, которые описывают движение веществ в жидком состоянии. Они выводятся из применения второго закона Ньютона к движению жидкостей, при допущении, что поле напряжений в жидкости равно сумме диффузной вязкости и давления.

Решение этих уравнений дает скорость, точнее поле скорости или течения как функцию положения в пространстве и времени. Из этого базового решения можно вывести и другие функции, в частности скорости течения или усилия сдвига, действующие на заданные поверхности.

Математическое представление уравнений Навье-Стокса достаточно сложное. При инерциальной системе отсчета имеем следующую общую (векторную) форму уравнения для движения жидкости:

Схема вращающихся компонентов

$$\rho = (\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v) = -\nabla p + \nabla T + f$$ (второй закон Ньютона: сохранение импульса)

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v) = 0$$ (уравнение непрерывности)

где:
v – скорость течения (вектор),
ρ – плотность жидкости,
p – давление,
T – девиаторный компонент тензора полных напряжений,
f – силы каждого объемного тела, воздействующие на жидкость,

∇ – оператор набла $\nabla = (\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z})$.

Уравнения Навье-Стокса – это, как правило, нелинейные парциальные дифференциальные уравнения, однако при определенных условиях их можно

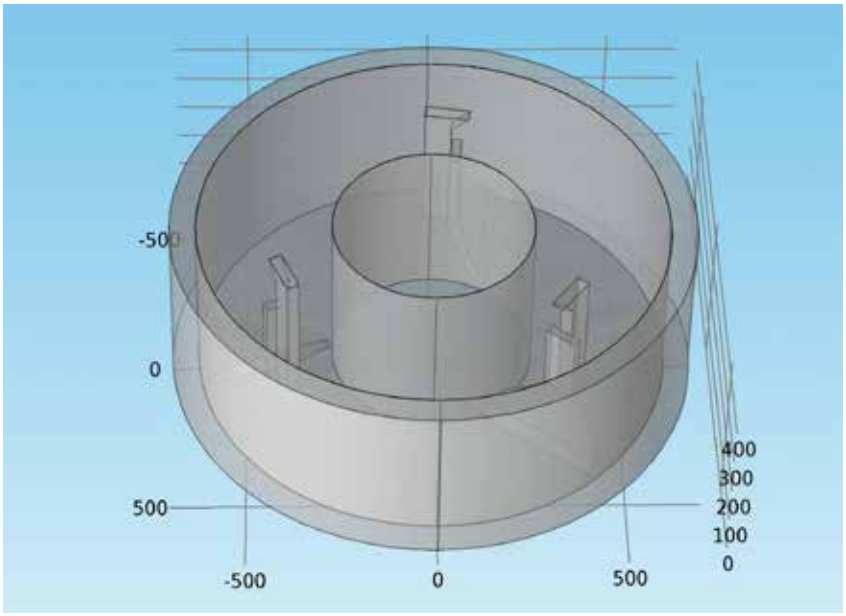
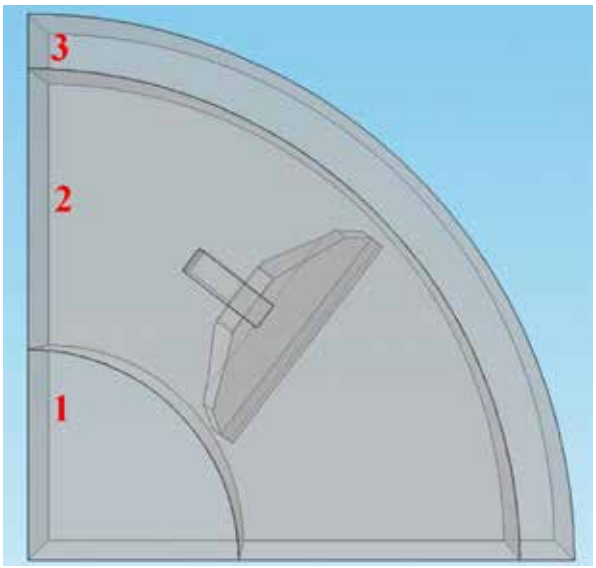


Схема смесительной чаши (со смесительными инструментами внутреннего расположения)



Домены жидкости (1 и 3 стационарные, 2 вращающийся

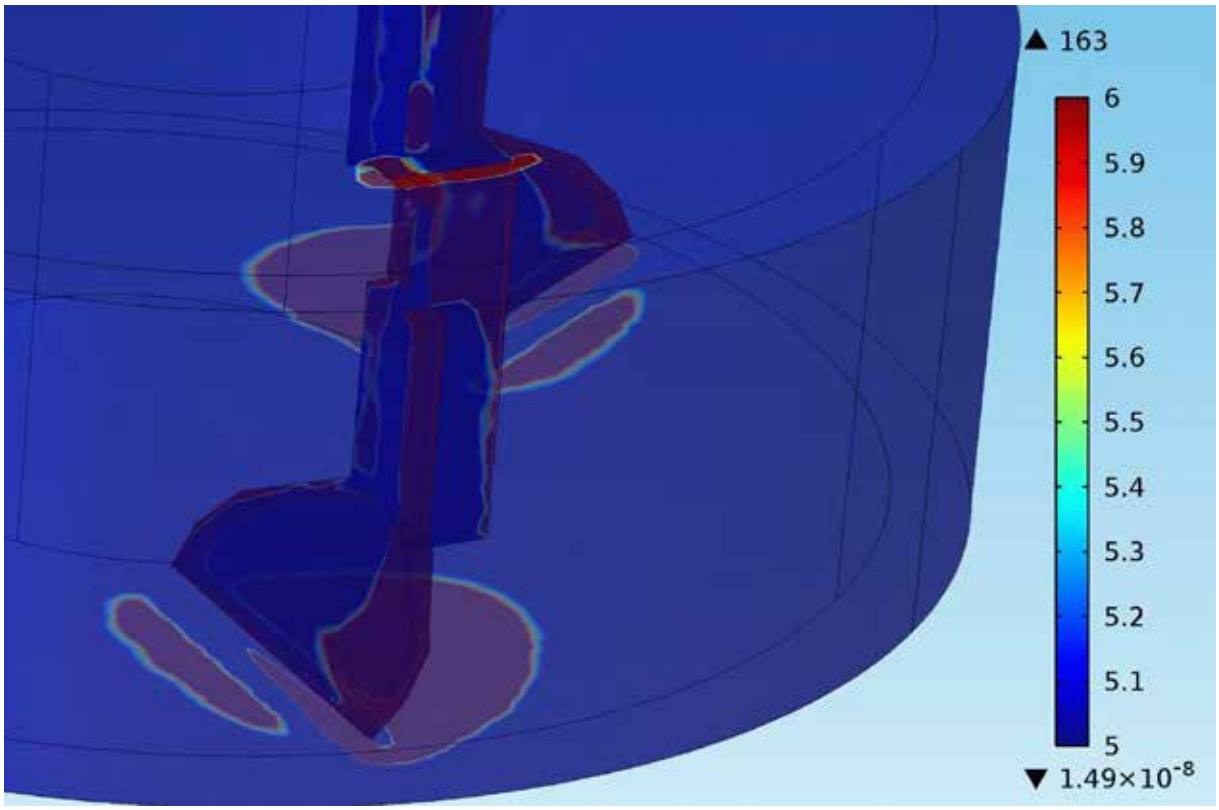
упростить, например, посредством моделирования жидкости как несжимаемой и в соответствии с законами Ньютона (с линейной зависимостью напряжения сдвига от скорости сдвига).

В данной статье основы анализа представлены без подробностей (детали см. в источниках [7–8]). Модуль Миксер адаптирует эти общие уравнения для рассматриваемого здесь случая (смеситель принудительного действия). Т.к. геометрия и кинематика в принципе осесимметричны, уравнения Навье-Стокса переводятся из декартовой системы координат в цилиндрическую (по-прежнему инерциальную). Такая новая математическая формула хорошо подходит для описания потока жидкости рядом со стационарными (неподвижными) компонентами смесителя.

Для более точного моделирования потока, проходящего через смесительные лопасти, можно перевести уравнения из инерционной системы отсчета во вращающуюся, которая связана с вращающимися компонентами. Для этого в «обычные» уравнения вводят дополнительные члены, которые получают из центробежных и иных «кажущихся» сил.

Вывод различных уравнений для потока в областях рядом со стационарными и вращающимися компонентами требует разработки специальных алгоритмов для обмена информацией между вращающимися и стационарными зонами вдоль (фиксированных) ограничивающих поверхностей (сетка в относительном перемещении).

Как правило, интерес представляет в первую очередь поле скорости, которое помогает определить эффективность смешивания, а также колебание и износ смесительных лопастей, поэтому решение для установившегося состояния (полностью разработанное поле течения) более интересно, чем неустановившееся состояние (например, включение и выключение). Неустановившиеся состояния повышают нагрузку на двигатель или двигатели, однако из-за короткой продолжительности они меньше значат для обозначенной выше проблемы. В этом случае,



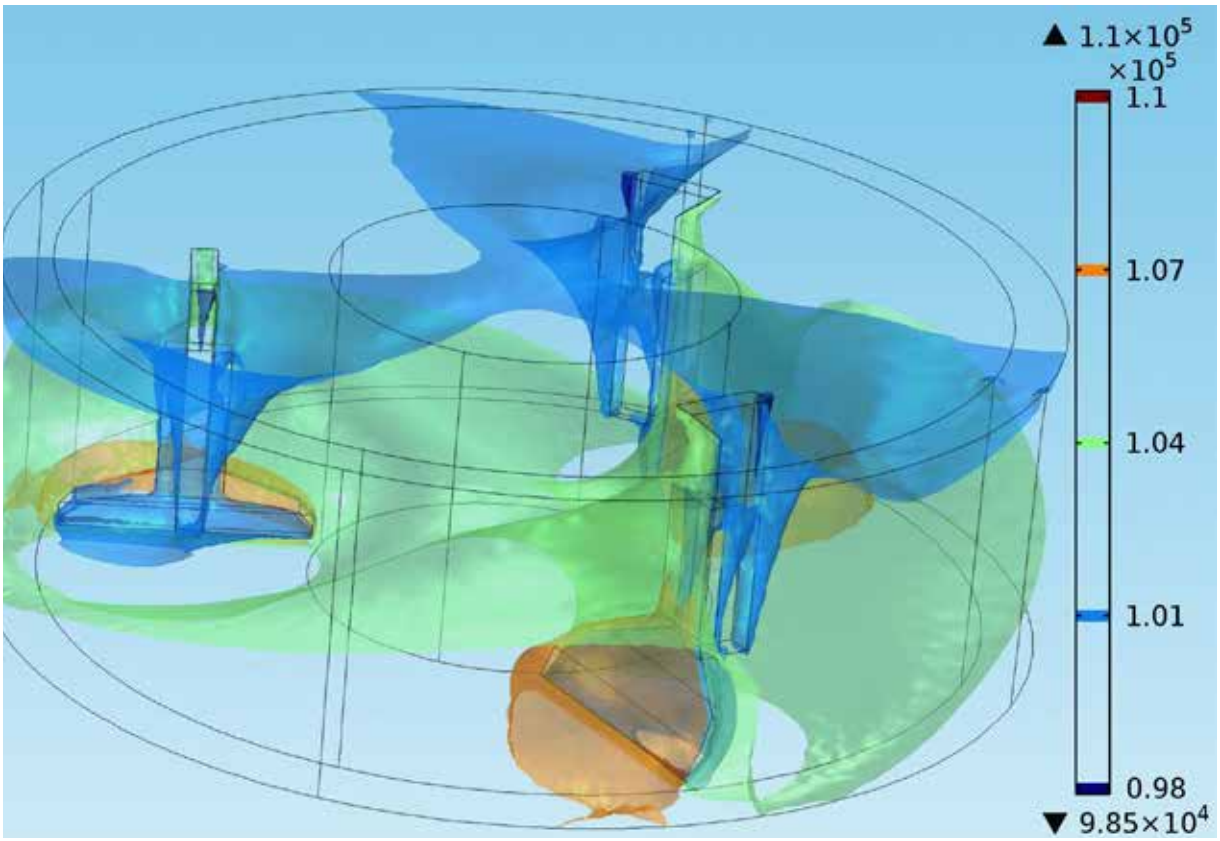
Скорость сдвига (f=0,1 Hz) в s^{-1}

для существенного ускорения численного моделирования можно использовать режим «замороженного» ротора (Frozen Rotor).

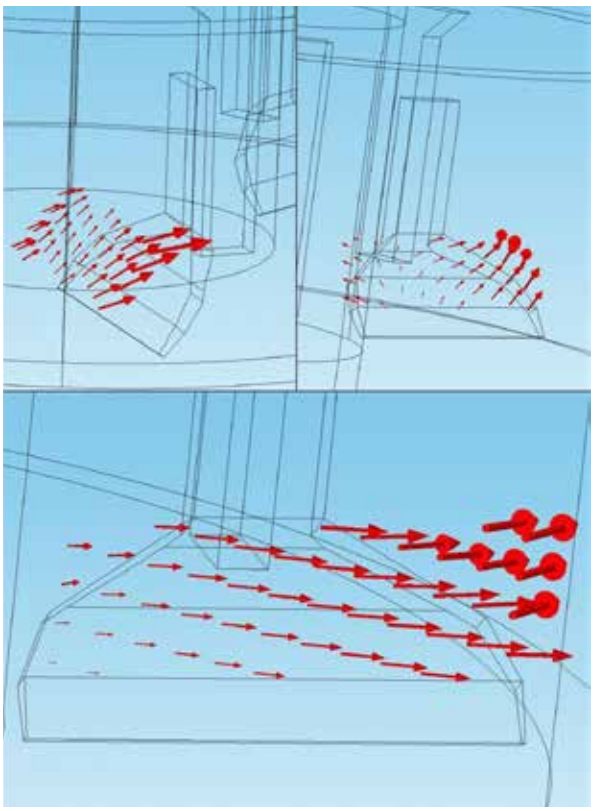
Моделью для деталей конструкции обычно служит модель, полученная методом конечных элементов (при тонких конструктивных компонентах могут использоваться элементы оболочки). Здесь также необходимо разработать специальные алгоритмы для обмена информацией между доменами жидкости (не деформируемая сетка) и (малыми) деформируемыми сетками конструктивных деталей [7–8].

4 Разработка моделей

На первом этапе разработки модели были созданы чертежи геометрического строения твердых тел (смесительных лопастей и чаши смесителя принудительного действия), а также доменов жидкости. Геометрия ротора была определена при помощи сис-



Изобарическая диаграмма поля давления (f=0,7 Hz) в Pa



Поле течений во вращающейся системе отсчета: течение на расстоянии 100 мм (вверху справа) и 50 мм (внизу) от смесительных инструментов, а также на поверхности инструментов (внизу)

Мария Кристина Валиджи – адъюнкт-профессор кафедры механики машин Университета Перуджи. Окончила факультет технологий машиностроения и получила докторскую степень в Болонском университете. Основная сфера ее научных интересов – моделирование механических систем и трибология (mariacristina.valigi@unipg.it)

Мирко Ринчи – адъюнкт-профессор кафедры механики машин Флорентийского университета. Окончил факультет технологий машиностроения и получил докторскую степень в Болонском университете. Сфера научных интересов – динамические характеристики механических систем.

Стефано Капуто – окончил факультет технологий машиностроения Флорентийского университета (степень бакалавра), соискатель степени магистра технологий машиностроения во Флорентийском университете. Работал над проектированием станков с ЧПУ для плазменной резки, проходит стажировку в Европейской лаборатории нелинейной спектроскопии (L. E. N. S.).

тем автоматизированного проектирования и затем импортирована в формате IGES. Определение геометрии чаши смесителя – более простая задача, поэтому она была выполнена непосредственно в программном обеспечении Comsol.

На следующем этапе были определены важные физические условия – характеристики доменов жидкости, граничные условия и напряженности поля, воздействующие на жидкость (например, сила тяжести).

Чтобы определить характеристики жидкости, бетон рассматривался как бингамовская жидкость, где $\tau=\mu\gamma+\tau_0$ и $\tau_0=618$ Pa s и $\mu=6$ Pa s. Для ускорения хода моделирования это было реализовано в программном обеспечении путем приближения через модель Карро. В соответствии со стандартом UNI EN 206–1:2006, идеальный бетон для моделирования по своему поведению очень близок бетону класса S4.

Далее (см. **илл. 4**) были определены стационарные (1 и 3) и вращающиеся (2) области (область вращения смесительных лопастей была определена как вращающаяся).

Следующим этапом стало определение граничных условий для основных поверхностей. В отношении поверхностей контакта твердого тела и жидкости (т.е. стенок чаши и смесительных лопастей) была применена адгезионная гипотеза. К верхней поверхности жидкости было применено условие симметрии. Это позволяет избежать волн, сводя к нулю нормальные составляющие скорости потока жидкости (относительно поверхности). В качестве альтернативы можно было ввести один или несколько доменов жидкости над бетоном (воздух и «зона смешивания»). Однако это потребовало бы более сложных расчетов, и не дало бы преимуществ в отношении результатов для зоны смешивания.

В завершении была введена сила тяжести для всего домена (как объемная сила).

БЛАГОДАРНОСТЬ

При написании статьи были использованы материалы и данные, предоставленные фирмой OMG Group-SI. CO. MA, S.p. A. Авторы выражают особую благодарность инженеру Иларии Гасперини.

5 Результаты моделирования

В проведенном моделировании частота вращения смесительных лопастей менялась в диапазоне от 0,1 до 0,7 Гц. Самыми важными результатами (здесь приведено только несколько примеров) стали значения полей скорости и давления.

Результаты моделирования показывают, как движущиеся смесительные лопасти изменяют окружающее поле давления. Хорошо видно повышенное

давление перед инструментом (**илл. 6**) и снижение давление в области за ним. Анализ полей напряжения на лопастях подтвердил, что самое высокое напряжение возникает в нижней части.

В любом случае значения напряжения должны быть низкими, т.к. большая часть жидкости в процессе смешивания вращается посредством лопастей. Такой результат описывает поведение смеси с характеристиками жидкости, которые отличаются от таковых товарного бетона из-за химических добавок или содержания неоднородных компонентов. Как видно на **илл. 6**, такой вид бетона может привести к расслоению смеси.

Как уже упоминалось, жидкость в условиях смешивания уносится лопастями, что не позволяет точно оценить вертикальные и радиальные компоненты. Для точного анализа возмущений полей течения, создаваемых смесительными лопастями, можно представить поле течения во вращающейся системе отсчета.

Что касается вертикальной плоскости на расстоянии 100 мм от смесительных лопастей, вертикальный компонент скорости здесь больше радиального компонента (**илл. 7**, вверху слева). Жидкость поднимается со дна смесительной чаши и после этого начинает разделяться (на расстоянии 50 мм) (**илл. 7**, вверху справа). Центробежная сила выдавливает большую часть жидкости наружу. Некоторая часть уносится, оставшаяся жидкость двигается вокруг смесительной лопасти, начиная из самой центральной точки, что обуславливает разное давление перед лопастями и за ними. Жидкость, которая находится перед смесительными лопастями (**илл. 7**, внизу) уносится и затем центробежной силой вытесняется наружу. Поэтому скорость течения за лопастями практически равна нулю. Жидкость кажется неподвижной, за исключением области снаружи лопастей.

6 Вывод

Моделирование показало, что представленный в статье тип смесителя подходит для работы со всеми видами бетона с подвижностью класса S4 (как показали экспериментальные данные). Однако для смесей с особыми характеристиками, плотность и состав которых отличается от товарного бетона (с подвижностью >S3), рекомендуется использовать планетарные смесители. В настоящее время ведутся опытные работы по дальнейшему улучшению полученной модели.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ferraris, C. F.: Concrete Mixing Methods and Concrete Mixers: State c the Art, in: Journal of Research of the National Institute of Standard; and Technology, 106(2), pp.391-399, 2001.

[2] Braccesi, C. Landi, L.: An analytical model for force estimation on arms of concrete mixers, in: Proceedings of the ASME 2009 International DE-TEC/CIE, 2009, San Diego, California, USA.

[3] Valigi, M.C., Gasperini, I.: Model-based method predicting useful life of concrete mixers (2005), in: BFT International 71 (11), pp. 38-42.

[4] Valigi, M.C., Fabi, L., Gasperini, I.: Wear resistance of new blade for planetary concrete mixer, (2013) 5th World Tribology Congress, WTC 2013, 2, pp. 1208-1211.

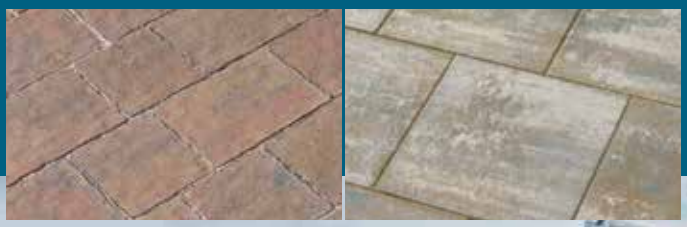
[5] Valigi, M.C., Gasperini, I.: Planetary vertical concrete mixers: Simulat on and predicting useful life in steady states and in perturbed conditions, (2007), in: Simulation Modelling Practice and Theory, 15 (10), pp. 1211-1223.

[6] Yao, Y., Feng, Z., Chen, S.: Strength of concrete reinforced using dout le-blade mixer, (2013), in: Magazine of Concrete Research, 65 (13), pp. 787-792.

[7] Batchelor G. K.: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge Univer sity Press, 2000

[8] Acheson D. J.: Elementary Fluid Dynamics, Clarendon Press, 1990

® KBH
>> MASCHINENBAU



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

Реконструкция и укрепление зданий приобретают все большее значение по сравнению со сносом и новым строительством. Чрезвычайно легкие ламели на основе углеродного волокна увеличивают несущую способность строительных железобетонных элементов.

Реконструкция и укрепление строительных бетонных элементов карбоном

Текст: Хорст Петерс (Dipl.-Ing. Dr. rer. pol.)

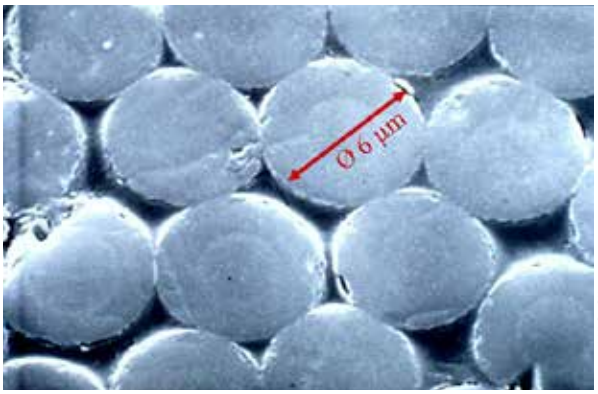


Фото: HPS, Sika

Стандартная ламель шириной 50 мм и толщиной 1,2 мм состоит из почти 1,2 млн. углеродных волокон диаметром 1/6000 мм

Реконструкция и укрепление зданий приобретают все большее значение по сравнению со сносом и новым строительством. Существуют различные подходы к санации для повышения несущей способности строительных железобетонных элементов, например, торкрет-бетонирование с дополнительной арматурой, введение стальной арматуры в дополнительно профрезерованные пазы или бетонирование новой зоны давления. Все эти методы связаны с высокой степенью загрязнения и дополнительной влажностью, ограничением возможностей использования объекта и ростом массы [1].

Поэтому около 30 лет назад в качестве дополнительной арматуры стали использоваться стальные накладки с прочным клеем на основе эпоксидной смолы [2]. Однако данный способ имеет недостатки, такие как высокая масса, коррозия и необходимость использования подпорок при монтаже.

В середине 1990-х гг. появились чрезвычайно легкие, не корродирующие ламели на основе углеродных волокон, которые благодаря своим свойствам являются идеальным материалом для укрепления бетонных элементов. Проект по обеспечению сейсмостойкости калифорнийских автострад вызвал большой интерес во всем мире.

В ноябре 1997 г. в Германии было выдано первое на эту тему «общее одобрение строительного над-

Фото: HPS

Лейпцигскому институту исследований и испытаний материалов было поручено провести ряд испытаний на тему «Температурные характеристики ламелей на основе углеродного волокна под литым асфальтом» или «Нагрузка от транспорта в паркингах с тонкими бетонными перекрытиями»

зора» [3][4]. Благодаря тому, что этот способ позволил решить множество проблем, он быстро получил широкое признание и распространение. Проекты, описанные в настоящей статье, иллюстрируют широкие возможности его применения.

С 2015 г. Директива Германской комиссии по железобетону (DAfStB) (издание 591, 592, 593, 594) должна сочетаться с новой методикой одобрения. Делается различие в правилах определения размеров согласно Директиве («Концепция промежуточной трещины») и в характеристиках материалов и испытаниях, необходимых для получения общего одобрения строительного надзора.

Фото: HPS

Монтаж временных анкеров для усиления с помощью дополнительного предварительного напряжения

1 Углеродное волокно и изготовление ламелейна основе углеродного волокна

В конце XIX в. Томас Эдисон изобрел электрическую лампу, в которой в качестве нити накаливания использовалось угольное волокно. Но лишь с 1960 г. углеродные волокна стали использоваться для армирования пластиков. Этот материал изготавливается из полиакрилонитрильных волокон (ПАН) путем коксования при температуре до 1600 °C. При механическом растягивании при температуре до 3000 °C образуется выраженная продольно ориентированная структура. Волокна имеют модуль E от 200 до 800 ГПа и прочность от 2000 до 8000 МПа при плотности 1,8 г/см^3. По этим параметрам углеродное волокно имеет лучшие показатели, чем арамидное и стеклянное волокно, или сталь или титан. Эти преимущества используются прежде всего в самолетостроении: уже с 1980 г. в самолетах Airbus A310 или Boeing использовались компоненты из армированного углеродным волокном пластика массой 400 кг [5].

От жгута из стекловолокна до ламели: стандартная ламель шириной 50 мм и толщиной 1,2 мм состоит из почти 1,2 млн. углеродных волокон диаметром 1/6000 мм. В процессе протягивания (пултрузии) через ванну со смолой протягиваются 50 жгутов, каждый из которых состоит из 24 тыс. отдельных волокон, и отверждаются в печи. Степень заполнения волокнами составляет около 70 %. Благодаря большому количеству волокон, ориентированных в одном направлении (ламели на основе однонаправленных волокон), разбросом значений прочности на разрыв можно пренебречь. Ламели демонстрируют линейно-эластичные характеристики вплоть до разрыва. Благодаря использованию различных типов волокон возможно изготовление ламелей с разными модулями эластичности. Например, у стандартного типа [4] модуль E составляет 170 ГПа, а прочность на разрыв – 2800 Н/мм^2. Изготавливаемые ламели могут

Фото: HPS

В Доме культур мира и в Зале конгрессов в Берлине использовалось усиление конструктивных элементов карбоном

Фото: HPS

С помощью этого метода также были усилены части несущей конструкции высотного дома Burda в Оффенбахе

иметь ширину 50–150 мм и толщину 1,2–1,4 мм, и наматываются в рулоны длиной 100–250 м. Например, масса ламели 50 × 12 мм в рулоне длиной 250 м составляет всего 25 кг. Рулон диаметром 90 см легко транспортируется.

Углеродные волокна и эпоксидная матрица отличаются высокой химической стойкостью к воздействию вредных веществ, встречающихся при строительстве. Ламели поступают на строительную площадку в рулонах и с помощью армирующего клея (например, эпоксидной смолы) легко наносятся на поверхность без использования опор, подъемников или прижимных приспособлений, даже в условиях ограниченного пространства. Долговременные характеристики эпоксидных клеев измеряются на испытательной балке в Швейцарской федеральной лаборатории материаловедения и технологий в Цюрихе (EMPA Zürich) с 1970 г. [6].

Фото: HPS

Градирня в городе Айзенхюттенштадт, земля Бранденбург, была усилена полотном на основе углеродного волокна

Конструкция нагружается при средней температуре сооружения 20 °C не раньше чем через два дня после завершения работ с клеем [4]. Однако если подать электрическое напряжение на ламель на основе углеродного волокна через трансформатор, то ламель работает как сопротивление, нагревается сама и нагревает клей. При температуре 80 °C время отверждения уменьшается до двух часов. Это позволяет быстрее приложить нагрузку и повысить температуру стеклования Tg для некоторых материалов (Sikadur 30 LP) [8], используемых, например, в системе предварительного натяжения LC II.

2 Классическое усиление – наклеивание ламелей на основе углеродного волокна без предварительного натяжения (EBR)

Современным способом укрепления зданий является приклеивание стальных накладок. В 1980-х гг. этот способ был включен в учебную программу SIVV [10]. Длительные испытания EMPA в атмосферных условиях [11] показали, что коррозионные свойства как незагрунтованных, так и загрунтованных стальных накладок могут вызвать сложности в долгосрочной перспективе. Другими недостатками стальных накладок являются большая масса, сложность при установке и необходимость использования огнестойких дюбелей на каждом конце накладки. После успешных испытаний ламелей на основе углеродного волокна, проведенных EMPA, и испытаний и заключения Брауншвейгского технического университета в 1995 г. для усиления балконных плит в Магдебурге впервые были использованы ламели CarboDur [13]. Затем было произведено усиление ламелями на основе углеродного волокна, имеющими «Одобрение для отдельного случая», двух мостов в Дрездене, растрескавшихся элементов парапетов в аэропорту Берлин-Тегель и в аэропорту Дюссельдорф. После выдачи первого одобрения в 1997 г. [4] последовало укрепление разнообразных сооружений в жилищном строительстве и в мостостроении. Благодаря примерам расчетов и электронной программе данный способ очень удобен в использовании.

3 Некоторые проекты в сфере проектирования зданий и сооружений

» Штутгартская высшая техническая школа: расширение здания аудитории в Высшей школе печати и СМИ, произведенное в 1998 г., вызвало увеличение эксплуатационной нагрузки до 500 кг/м2. Было решено повысить несущую способность крестообразно напряженного ребристого перекрытия, усилив его приклеенными стальными накладками. Однако накладки можно было расположить крестообразно только с помощью установки вкладышей или при наличии вырезов. Благодаря использованию ламелей на основе углеродного волокна удалось найти простое решение. Пересечения выполняются очень просто (ламель толщиной 1,2 мм плюс слой клея 1 мм). Пожаробезопасность обеспечивается подвесным

потолком. В других случаях возможно использование обшивки F90 с креплением с помощью дюбелей [15].

» Клиника в Аугсбурге: при установке нового магнитно-резонансного томографа, увеличившего нагрузку на перекрытие более чем на 1 т, потребовалось усиление перекрытия. Под перекрытием проходит множество инженерных коммуникаций. В этих условиях требовалось протянуть и надлежащим образом приклеить ламели на основе углеродного волокна. Решающий аргумент: усиление не вызывает изменения магнитного поля чувствительного устройства.

» Универмаг Kaufhof, Гамбург/Менкебергштрассе: при перестройке возникла необходимость по-новому расположить эскалаторы. Для этого требовалось изменить статическую систему. Бывшие средние пролеты стали крайними пролетами, а главные и вспомогательные балки системы перекрытия были разрезаны. Вследствие этого возникли дополнительные нагрузки от перекрытий и перенапряжение бывших средних пролетов. Подготовка фундамента и действия по усилению производились ночью внутри пылезащитных стенок. Благодаря соответствующим настройкам климатической установки обычная работа предприятия в дневное время не прерывалась. Ламели длиной 2200 м были наклеены менее чем за четыре недели.

» Паркинг в Штутгарте: в 2000 г. была произведена санация паркинга на центральном вокзале. На местах стоянки и в проездах был произведен ремонт бетонного покрытия. Потребовались меры для статического усиления, поскольку вследствие санации зона давления покрытий была выдолблена ненадлежащим образом, и кроме того, поддоны с новыми материалами хранились на участке с ослабленным поперечным сечением. Вследствие значительного видимого прогиба потребовалось привлечение инженеров-проектировщиков строительных конструкций. Концепция предусматривала наклеивание ламелей размером 50 × 1,2 мм с интервалом 80 см. Перед усилением под перекрытие в подвале установили распорки, затем под тщательным контролем перекрытие приподняли. После этого наклеили предварительно натянутые с небольшим усилием ламели и скрыли их торкрет-бетоном.

В целом, в проекте санации паркинга была важна как малая высота, так и выносливость усиливающего материала и покрытия в течение длительного времени. Чтобы прийти к обоснованному заключению, было произведено испытание под нагрузкой, в том числе определение силы сопротивления сдвигу, создаваемому паркующимися автомобилями [16].

Паромный въезд на Цюрихском озере: при ремонте железнодорожной линии въезда длиной 120 м, построенного в 1972 г. [19], выяснилось, что толщина верхнего слоя поперечной арматуры плиты проезжей части слишком мала. Требовалось повысить сопротивление изгибу в этой зоне; благодаря небольшой толщине ламелей на основе углеродного волокна высота пролета не изменилась. Чтобы обеспечить укладку рулонного изоляционного материала на битумной основе огневым способом, на ламели на основе углеродного волокна было нанесено покрытие Epocem толщиной 5 мм [20]. Специально на тему «Температурные характеристики ламелей на основе углеродного волокна под литым асфальтом» Лейпцигскому институту исследований и испытаний материалов было поручено выполнить ряд испытаний, чтобы проверить характеристики клея под воздействием температур до 240 °C при укладке литого асфальта [21].

Фото: HPS

Усиление полотном также может использоваться и для натурального камня и исторических сооружений, как, например, в Новом музее в Берлине, где высокомодульные ламели на основе углеродного волокна были нанесены на чугунные литые фермы

Перекресток автобанов B41/A623, усиление опор моста Иоганнисбрюкке: сооружение представляет собой пятипролетный мост смешанной конструкции на пересечении автобанов B41/A623. Мост состоит из двух параллельных верхних строений, которые опираются на круглые железобетонные опоры, доступные изнутри (наружный диаметр d=3,0 м). В 2000 г. после повреждения был произведен ремонт опоры по оси IV. Вследствие дефекта изготовления катковая опора моста соскользнула с плиты, в результате чего возникли непредусмотренные конструкцией горизонтальные усилия, которые привели к деформации опоры. В ходе санации мост был приподнят, и опоры установлены в исходное положение. Ослабление арматуры опоры, вызванное перегрузкой, было компенсировано наклеиванием лент на основе углеродного волокна. Вертикальные полосы и горизонтальные бандажи из ламелей типа S614 после приклеивания были покрыты торкрет-бетоном. На завершающем этапе было нанесено защитное покрытие OS-B.

4 Усиление ламелями, вставленными в паз (NSM)

Ламели, вставленные в паз, обеспечивают оптимальное усиление, поскольку они имеют двухсрезную конфигурацию в зоне изгиба. Необходимым условием является наличие бетонного покрытия толщиной не менее 30 мм, в котором прорезаются пазы. Чтобы не повредить имеющуюся арматуру, необходима предварительная проверка бетонного покрытия на месте. Примерами использования этого способа являются усиление консоли моста в Ширндиге или этажа паркинга магазина Ikea в Мюнхене.

Фото: HPS

В здании универмага Kaufhof на улице Менкебергштрассе в Гамбурге ламели длиной 2200 м были наклеены менее чем за четыре недели

5 Усиление полотном

Пешеходный мост длиной 175 м проходит над двенадцатью путями вокзала г. Риза, Саксония. На Λ-образных опорах были обнаружены продольные трещины шириной от 0,1 до 0,6 мм [23]. В качестве причин были названы слишком большое расстояние между арматурными хомутами, вибрации и сдвиги. Чтобы гарантировать устойчивость, в 2000 г. был произведен ремонт парных опор. Помимо подготовки поверхностей с помощью пескоструйной обработки также было необходимо удалить острые кромки. Очищенные поверхности были зашпатлеваны эпоксидным клеем и обернуты полосами полотна на основе углеродного волокна (Sika Wrap 230 C) в горизонтальном направлении. Клей, проникает сквозь ячейки полотна, обеспечивая плотное сцепление. Полотно с обеих сторон как бы погружается в клей, который затем разглаживается пластиковым шпателем. На завершающем этапе наносится защитное покрытие.

6 Усиление сеткой CF-Grid (TRC)

Сетки CF-Grid изготавливаются с различной геометрией в виде двухмерной или трехмерной структуры. В ходе ремонтных работ они выполняют армирующую функцию и забрызгиваются бетоном или заделываются вручную, и представляют собой альтернативу полотнам, наклеиваемым с помощью эпоксидного клея.

Теперь в сборном строительстве (например, фасадные элементы) появилась возможность изготавливать очень тонкие элементы/плиты, так как толщина бетонного покрытия может составлять лишь несколько миллиметров. После многолетних исследований и разработок в сентябре 2014 г. материал Tudalit получил «Общее одобрение строительного надзора».

7 Усиление с предварительным напряжением: система LEOBA (LC)

В результате исследовательских работ EMPA в области предварительного напряжения ламелей на основе углеродного волокна [24] и неудовлетворительного использования высоких свойств материала лент на основе углеродного волокна, выполняющих функцию ненапряженной арматуры, в 1997 г возникла кооперация инженерного бюро Leonhardt, Andrä und Partner (LAP) и фирмы Sika Construction. Ламели, имеющие плоское поперечное сечение, легче охватить по ширине, чем пучок параллельных проволок; они не защемляются на выступах отклоняющего устройства. Задача состояла в том, чтобы разработать систему крепления, которая воспринимала бы высокие местные напряжения на концах ламелей и была бы пригодной для высотных работ на строительной площадке [28].

Система LC II, примеры: на мосту Керштальбрюкке на автобане B27, Штутгарт-Меринген, при проверке моста были выявлены трещины вдоль одного из двух соединительных швов. Проверочный расчет, произведенный в соответствии с требованиями Федерального дорожного ведомства (BASt), показал необходимость усиления. В 2001 г. на четырех перемычках над соединительными швами было установлено по пять предварительно напряженных арматурных элементов на основе углеродного волокна V914 (90 × 1,4 мм). Благодаря усилию предварительного напряжения

Хорст Петерс (Dipl. – Ing. Dr. rer. pol.)

Изучал гражданское строительство и экономику и организацию производства; 1981–1986 гг.: DOW Chemical, специалист по продажам и технический специалист в области экструдированных пенополистиролов; 1987–1989 гг.: General Electric Plastic (GEP), маркетинг и продажа экструдированных поликарбонатов (ПК); 1989–1990 гг.: Cape Boards, Дюссельдорф, менеджер по продажам строительной продукции; 1991–1994 гг.: Sika Chemie, менеджер по маркетингу строительной продукции; 1995–1997 гг.: Sika Chemie, менеджер по маркетингу продукции и менеджер по продажам строительной продукции; 1997–2009 гг.: Sika Deutschland GmbH, старший менеджер по работе с ключевыми клиентами; 2010–2011 гг.: Sika Deutschland GmbH, старший менеджер по работе с ключевыми клиентами в области новых систем перекрытий в многоэтажных и административных зданиях; 2011–2013 гг.: SGL Carbon Technologies GmbH, Майтинген/Висбаден, начальник отдела международного сбыта; с апреля 2013 г.: HPS – Horst Peters Solutions, начало консультативной деятельности в области конструктивного усиления с помощью углеродного волокна/углепластика; с сентября 2014 г.: решения по усилению HP-TL с использованием карбона, установление кооперации между HPS, Entecsol, Wittstock, Германия и IGS Indo German Steel Hub LLP, Карнатака, Индия. Электронная почта: peters.horst.hps@gmail.com

Фото: HPS, Sika

На паромном въезде длиной 120 м на Цюрихском озере требовалось повысить сопротивление изгибу без изменения высоты пролета

Фото: HPS, LAP

На соединительные швы на перемычках моста Керштальбрюкке на автобане B27, Штутгарт-Меринген, было установлено по пять предварительно напряженных арматурных элементов на основе углеродного волокна

825 кН на перемычку удалось уменьшить силу вибрации с 132 Н/мм² до 56 Н/мм², то есть до 50 % от допустимого значения [32].

В 2005 г. эта же система предварительного напряжения была вновь использована при капитальном ремонте моста Некартальбрюкке на автостраде BAB A6 для ремонта соединительных швов. Все 14 соединительных швов «сечения Хомберга» с двумя перемычками были вскрыты, каждый из них был напряжен девятью натяжными ламелями на основе углеродного волокна (V914) с усилием 150 кН на ламель (что соответствует усилию 1,35 МН на точку натяжения). Благодаря 252 натяжным ламелям соответствующая сила вибрации была уменьшена с 128 Н/мм² до допустимого диапазона 85 Н/мм² [32].

8 Заключение

Приклеиваемая ненапрягаемая арматура и в будущем останется основной сферой применения лент и полотна на основе углеродного волокна. Однако благодаря развитию систем предварительного напряжения ламели на основе углеродного волокна могут использоваться более оптимально. Внешнее предварительное напряжение открывает новые возможности, например, при санации и усилении растрескавшихся строительных элементов, которые могут быть возвращены в первоначальное состояние. Существуют «активные» методы усиления, которые уменьшают нагрузки на строительные элементы раскрывают свои возможности без промедления [35].

Все испытания (на долговечность, усталостную прочность и разрушение) проводились согласно ETAG 013 (одобренные европейские технические требования); в качестве базового стандарта также использовалась Директива по напряженным элементам из стали. Одно из важнейших требований гласит: ламель должна разрушаться раньше анкера.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Neubauer, U. : Braunschweiger Bauseminar 11/1997
[2] Rostásy, F. ; Holzenkämpfer, P. und Hankers, Ch. : Geklebte Bewehrung für Verstärkung von Betonbauteilen, Beton-Kalender 1996-II
[3] Rostásy, F. ; Neubauer, U. und Hankers, Ch. : Verstärken von Betontragwerken mit geklebter Bewehrung aus CFK, BuStbB 92, 1997
[4] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-36.12–29 Sika-CarboDur, 11.11 1997
[5] Hammer, R. : Composites in the Boeing, pp. 767, 1980
[6] Meier, U. : Bauakademie Biberach, 7. Massivbauseminar 03/1998
[7] Meier, H. und Czaderski, C. : CFK-Schubverstäärkungselemente, SI + A, 43/1998
[8] Meier, H. : Beschleunigte Verklebung von Lamellen mittels Heizgerät. P. Internationales Kolloquium MSR Esslingen 12/1999
[9] Andrä, H. P. und Maier, M. : Fassadensicherung von Natursteinfassaden mithilfe von Sika CarboDur Lamellen, Berlin 06/2001
[10] SIVV Lehrgangs-Handbuch, w. Auflage, Deutscher Beton-Verein, Wiesbaden
[11] Meier, U. : EMPA/SIA-Studientagung Zürich, 09/1995
[12] Deutsches Institut für Bautechnik, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-36.1–30, mit Stahlplatten . . . mit dem System Sikadur 30, 04/1995
[13] Untersuchungsbericht 1448/325 MPA Braunschweig 04/1995
[14] Neubauer, U. : Verstärken von Betonbauteilen mit geklebten CFKLamellen – Berechnungsbeispiele, iBMB, TU Braunschweig 10/1998, Vorbemessungsprogramm Sika CFK-Lamellen
[15] iBMB, TU Braunschweig: Brandschutztechnische Beurteilung der Bekleidung von Klebarmierungen an Stahlbetonbauteilen mit Promatect-Platten, 11/1997
[16] Schenck, G. und König, G. : Belastbarkeit von CFK-Lamellen bei Pkw-Überfahrten im Parkhaus. Gutachterliche Stellungnahme, Universität Leipzig, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie; 07/2001
[17] Untersuchungsbericht 8516/8516 iBMB Braunschweig 05/1996
[18] Deuring, M. : CFK Lamellen im Bauwesen. Verstärkung von Bauwerken aus Beton. SI + A Heft 26, 1994
[19] Sika Information: Brücken aus Beton und Stahl, 12/1997
[20] Meier, H. : Verstärkte Tragwerke mit Faserverbundstoffen, TFB Veranstaltung Wildegg 03/2000
[21] Schenck, G. und König, G. : Einfluß von Temperatur auf CFK-Lamellen beim Aufbringen von Gussasphalt. Gutachterliche Stellungnahme; Universität Leipzig, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie; 07/2001
[22] Bauingenieur, 13, 1998
[23] Bericht 3128/98 Saxotest, Dresden
[24] Deuring, M. : Verstärken von Stahlbeton mit gespannten Faserverbundwerkstoffen, EMPA Zürich Bericht 224, 1993
[25] Niedermeier, R. : Verbundtragfähigkeit aufgeklebter Bewehrung, München Massivbau-Seminar 03/1999
[26] Neubauer, U. : Verbundtragverhalten geklebter Lamellen aus Kohlenstoffasern, iBMB, TU Brauschweig 2000
[27] Zilch, K. ; Schmidthuber, C. und Niedermeier, R. : Bauteilversuche zur Querkraftbiegung mit Klebarmierung verstärkten Bauteilen, TU München, Institut für Tragwerksbau, 05/2000
[28] Maier, M. ; Andrä, H. – P. und König, G. : Einsatz vorgespannter Kohlefaserlamellen als Oberflächenspannglieder, BuStbB 12, Dez. 2001
[29] Peters, H. und Maier, M. : Schäden an Betonbauwerken und neue Methoden der Instandsetzung, DAI – Verband Deutscher Architektenund Ingenieure e. V. , Berlin 2002
[30] Peters, H. : Federleichte Verstärkungen mit CFK-Lamellen – schlaff oder vorgespannt; 2. Kasseler Baustoffund Massivbautage, Uni Kassel, Sep. 2002
[31] Peters, H. : Verstдrken von Ingenieurund Brьckenbauwerken mit CFK–Lamellen Betonund Stahlbeton, Heft 5, Mai 2004
[32] Andrä H. – P. , Maier. M. : Instandsetzung von Brücken mit einer neuen Generation von Spannгliedern auf Basis von CFK-Bдndern. Bauingenieur Band 80, Jan. 2005
[33] Andrä H. – P. , Maier M. , Peters H. und Gusia P. J. : A new approach of bonded anchorages for CFRP prestressing tendons, HongKong, Polytechnic University, Symposium on bond behaviour of FRP in Structions (BBFS) Hong Kong, Dez.2005
[34] Andrä H. – P. ; Maier M. ; Fischer M. : Vorspannung mit bandförmigen Carbon-Spannгliedern zur Verstärkung von Brücken TU-Berlin, Inst. für Bauingenieurwesen, Internationale Fachtagung, Sep. 2007
[35] Peters, H. : CFK-Verstärkung in Deutschland, SP. Werkstoff-Forum Hannover Messe 4 2015

60. BetonTage
23.–25.02.2016 — Ной-Ульм → Германия
↗ www.betontage.de

The Precast Show 2016
03.–05.03.2016 — Нэшвилл → США
↗ www.theprecastshow.org

The BIG Show Oman
28.–31.03.2016 — Маскат → Оман
↗ www.thebigshow–oman.com

Bauma 2016
11.–17.04.2016 — Мюнхен → Германия
↗ www.bauma.de

4th Annual African Construction and Totally Concrete Expo
09.–11.05.2016 — Йоханнесбург → ЮАР
↗ www.totallyconcrete.co.za

The Big 5 Construct Indonesia
10.–12.05.2016 — Джакарта → Индонезия
↗ www.thebig5constructindonesia.com

Concrete Show India
19.–21.05.2016
↗ www.concreteshowindia.com — Мумбай → Индия

CTT Moscow
31.05.–04.06.2016
↗ www.ctt–moscow.com — Москва → Россия

ICCS 2016
13.–15.06.2016 — Мадрид → Испания
↗ www.iccs16.org

bauverlag
We give ideas room to develop

БЕТОННЫЙ ЗАВОД
BFT Betonwerk + Fertigteil-Technik
Concrete Plant + Precast Technology
www.bft-international.com

Издательство Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Strasse 55
33311 Gütersloh
Germany/Германия
www.bauverlag.de

Главный редактор
Кристиан Ян
✆ +49 5241 80 893 63
christian.jahn@bauverlag.de
(ответственный за содержание)

Редактор
Сильвио Шаде
✆ +49 5241 80 891 03
silvio.schade@bauverlag.de

Ассистенты редакции
Моника Кэммерер
✆ +49 5241 80 893 64
monika.kaemmerer@bauverlag.de
Забине Антон
✆ +49 5241 80 893 65
sabine.anton@bauverlag.de

Руководитель отдела маркетинга и подписки
Михаэль Остеркамп
✆ +49 5241 80 21 67
michael.osterkamp@bauverlag.de

Директор издательства
Карл-Хайнц Мюллер
✆ +49 5241 80 247 6

Директор по рекламе
Йенс Маурус
✆ +49 5241 80 892 78
jens.maurus@bauverlag.de
Андреа Краббе
✆ +49 5241 80 893 93
andrea.krabbe@bauverlag.de

Подписка на русское издание
✆ +49 421 427 9843
abo@hmg.de

Перевод, верстка и печать
MedienTransfer Verlag GmbH
Druckhaus Humburg
Humburg Media Group Bremen
www.humburg.de

Тираж 3000 экз.
Номер подписан в печать 15.02.2016 г.

Подписная цена на 2016 г. – 149,80 евро. Цена включает НДС, стоимость доставки из Германии, приложение комплекта бухгалтерской документации на каждый экземпляр журнала.

Возможна оплата подписки в рублях по специальному курсу. Оплата в этом случае производится по договору с юридическим лицом в России, безналичным перечислением в российский банк.

Перепечатка 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.

IV INTERNATIONAL EXHIBITION AND CONFERENCE

November 30 — December 2, 2016. Expocentre, Moscow, Russia

PRECAST RUSSIA

TECHNOLOGY. ENGINEERING. EQUIPMENT

THE MAIN FACTS ABOUT THE EXHIBITION

- 5000 м^2 exhibition area
- Over 6000 visitors annually
- 200 precast producers from 15 countries of the world
- 70% of the participants — the managing stuff of the companies, who are responsible for decision-making

PRECAST HOUSING

PRODUCTION. DESIGN. CONSTRUCTION

THE MAIN FACTS ABOUT THE CONFERENCE

- 300 participants
- 36 speakers from 18 countries of the world
- Russian-German section under the umbrella of our German partner — BFT International;
- Tours to the biggest concrete and precast plants of Russia

Organizers:

Russian Union of Builders

ALITinform
Цемент. Бетон. Сухие смеси
Cement. Concrete. Dry Mixtures

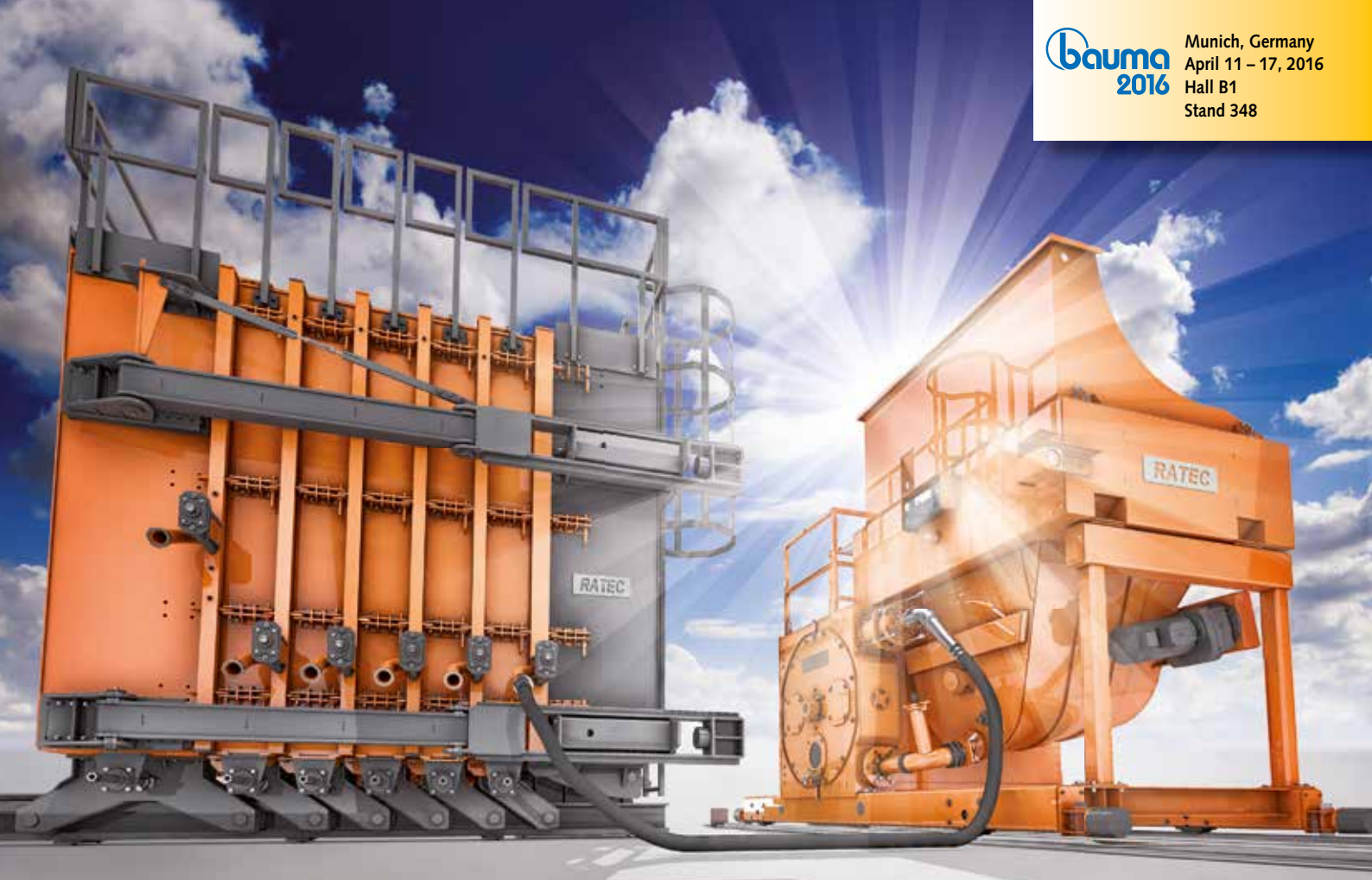
BFT INTERNATIONAL

General information partner

Tel./Fax: +7 (495) 580-54-36
e-mail: info@alitinform.ru

infocem.info

bauma 2016
Munich, Germany
April 11 – 17, 2016
Hall B1
Stand 348



↗ 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

Спросите нас:
Телефон +49 6205 9407 15