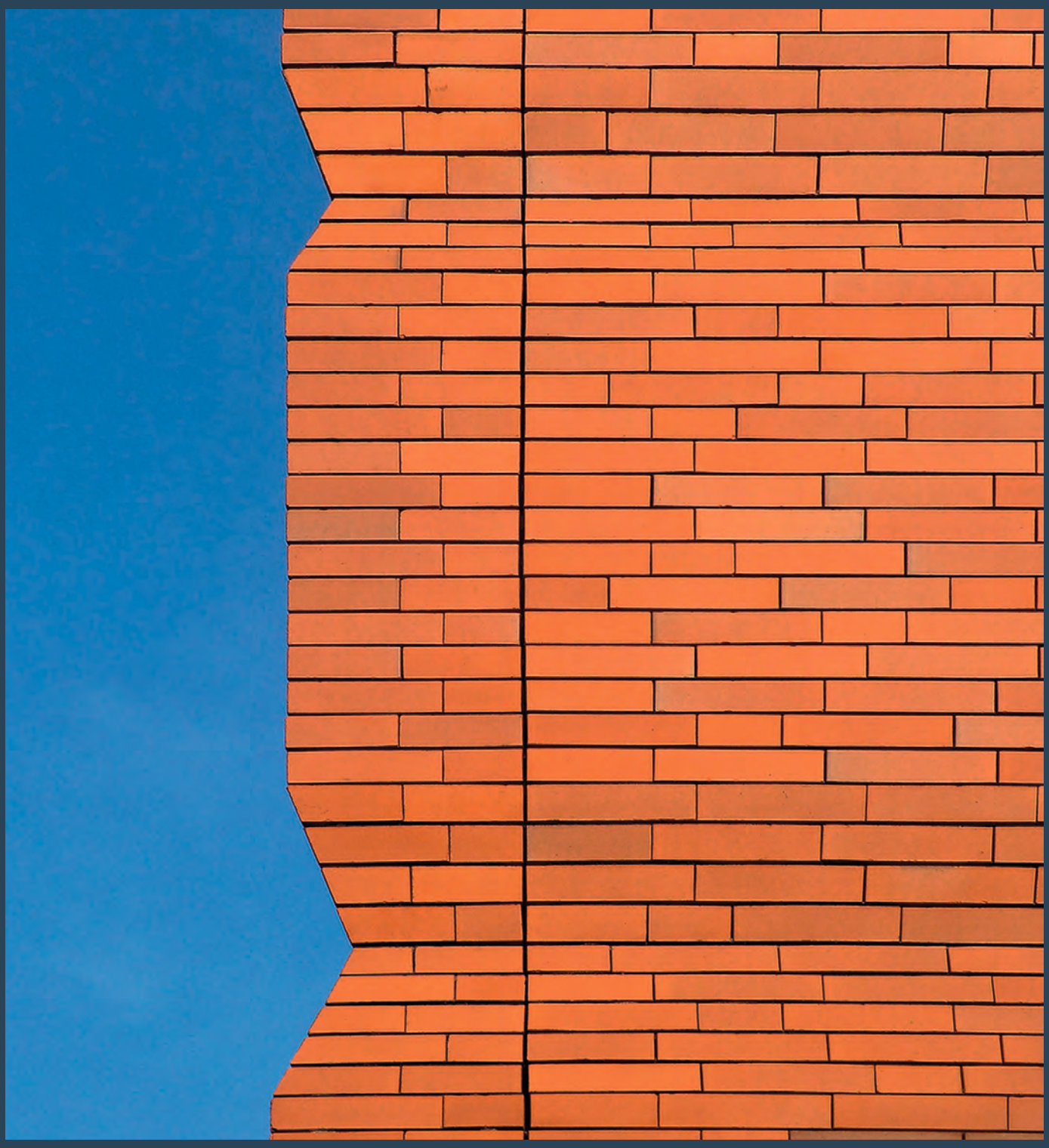
Russia 4/2015
www.zi-online.info

Кирпич и черепица
Brick and Tile Industry International



bau verlag
We give ideas room to develop

Drying Process!

All about effective drying in every Zi.

Zi Brick and Tile Industry International

GET IT NOW!

Test 2 issues at
the reduced price of

JUST € 40,–

VAT and shipping included
(instead of € 58,– regular price)

Zi, the international trade magazine for
the clay brick and tile, ceramic building materials,
refractories and vitrified clay pipe industries.

- Interesting reports on plants and installations
- Interviews
- News from the industry
- Product innovations and much more

ORDER YOUR TRIAL SUBSCRIPTION NOW!

www.zi-online.info/order · +49 5241 8090884

Дорогие читатели!

Выставка ceramitec-2015 была главным событием года. 20–23 октября в Мюнхене встречались работники кирпичной промышленности, приехавшие на выставку со всего мира, с тем чтобы получить информацию о новостях отрасли. В этом номере нашего журнала Zi Russia мы представляем некоторые новинки из ассортимента машиностроителей, поставщиков сырья и материалов, а также других смежников.

А в России на повестке дня стоит уже следующая крупная выставка – Ceramatec, которая пройдет 26–29 января 2016 г. в Москве. Информацию об этом форуме мы публикуем на стр. 3.

Европейская ассоциация производителей кирпича и черепицы (TBE) на своем ежегодном собрании в Нидерландах обсуждала текущие задачи отрасли. С действующим президентом TBE Иоаннисом Малиоурисом мы беседовали о целях его работы на посту главы ассоциации.

О результатах актуальных исследований рассказывают две технические статьи: «Методы оценки пригодности сырья и оптимизации шихты» и «Синтез-газ обеспечивает ресурсосберегающее производство кирпича».

В рубрике «Профиль фирмы» представлены производители оборудования Bernini, Bongioanni и Marcheluzzo.

Желаю вам увлекательного чтения!
Ваша Анетт Фишер

Содержание

3 **Ceramatech 2016**

6 **ceramitec – 2015 технологии, инновации, материалы**

19 **Ежегодное собрание ассоциации TBE в Левене**

21 Интервью с Иоаннисом Малиоурисом
Усилить TBE – общий голос европейских производителей кирпича

23 Штефан Фогт (Dr. – Ing)
Методы оценки пригодности сырья и оптимизации шихты. Часть 1

34 Экхард Римпель (Dipl. – Ing)
Синтез-газ обеспечивает ресурсосберегающее производство кирпича (часть 1)

45 **Bernini Impianti – 60 лет качества, опыта и инноваций**

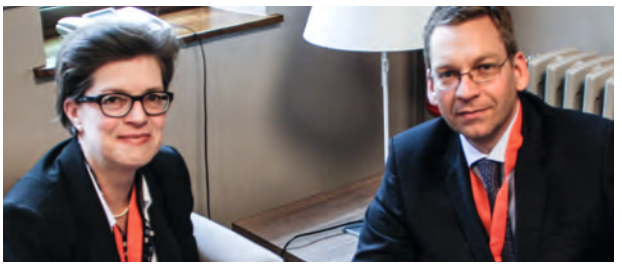
46 **Машины и технологии для грубой керамики**

47 **MT 45 – новое поколение вентиляторов для туннельных сушилок**

45 **Реклама**

48 **Календарь событий**

6 С 20 по 23 октября 2015 г. в выставочном комплексе в Мюнхене проводилась специализированная международная выставка ceramitec – 2015, ставшая продолжением предыдущего успешного смотра ceramitec. В ней участвовало 617 экспонентов из 37 стран (для сравнения: в 2012 г. было 613 экспонентов из 42 стран).



21 С дипломированным инженером Клаусом-Мартином Майером, который вместе с доктором наук Томасом Раймером руководит бизнесом Refratechnik Ceramics GmbH на производственных площадках в Мелле (Германия) и Шаторальяуйхейе (Венгрия), мы разговаривали о силе торговой марки, развитии предприятия и его перспективах.

Титульная страница
Офисное здание La Facade на вокзальной площади в голландском городе Хертогенбош отличается своим необычным фасадом, будто изогнутым бегущей волной. Особенностью кладки являются угловые блоки. Поскольку каждый угол имел свой уклон, использовалось 80 различных лекальных кирпичей.

Архитектурный дизайн: diederendirrix architecten
Разработка архитектурной концепции: Роб Мёрдерс

bauverlag
We give ideas room to develop

Кирпич и черепица
ZI – Ziegelindustrie International
Brick and Tile Industry International

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh
Germany
www.bauverlag.de
www.zi-online.info

Управляющий директор
Карл-Хайнц Мюллер
(Karl-Heinz Müller)

Главный редактор
Дипл. инж. Анетт Фишер
(Dipl.-Ing. Anett Fischer)
Тел.: +49 5241 8089 264
E-Mail: anett.fischer@bauverlag.de

Директор по рекламе
Инго Вандерс (Ingo Wanders)
Тел.: +49 5241 8041 973
Факс: +49 5241 8064 973
E-Mail: ingo.wanders@bauverlag.de

Перевод, верстка и печать
MedienTransfer Verlag
Humburg Media Group, Bremen
www.hmg.de

Арт-директор
Николай Соколов
Тел.: +49 177 496 5514
www.kopfkraftwerk.de

Подписка на русское издание
Аркадий Альтшуль
Тел.: +49 421 427 9843
Факс: +49 421 427 9845
E-Mail: abo@hmg.de

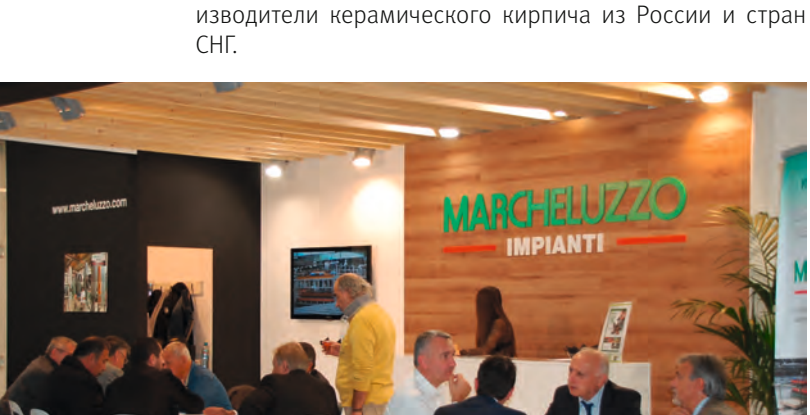
Ceramatech 2016

В рамках давней и популярной среди российских строителей выставки «ОСМ – отечественные строительные материалы» в 2016 году в третий раз состоится Салон станков, оборудования, технологий и сырья для индустрии керамической промышленности – Ceramatech.

Особое значение Салону придает то обстоятельство, что на ОСМ традиционно представлены практически все производители керамического кирпича из России и стран СНГ.

Экспозиция Салона включит следующие разделы:

- Оборудование для производства керамического кирпича и черепицы
- Сырье, материалы, добавки и химикаты



» Фирме Wienerberger Ziegelindustrie GmbH & Co. есть чем привлечь внимание специалистов и предпринимателей

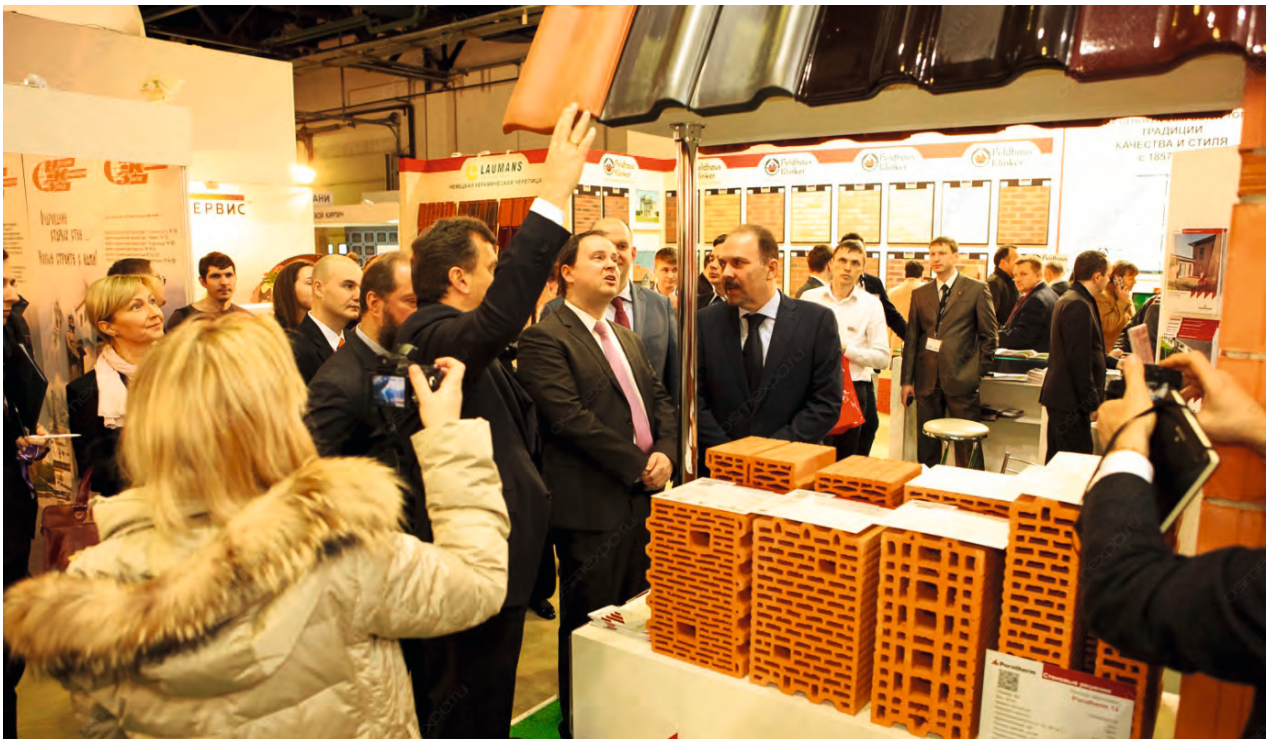
» На стенде фирмы Bedeschi SpA деловые переговоры велись непрерывно

- Штамповка, формовка и отливка, сушка
- Установки обжига и термической обработки
- Декорирование, краски и глазури для керамического кирпича
- Системы дозирования и взвешивания
- Измерение и контроль, анализ и лабораторное оборудование, контроль качества и технологического процесса
- Упаковка, погрузка , хранение и транспортировка

Объединение на площадке ОСМ различных тематических выставок предоставляет специалистам уникальную возможность максимально быстро получить информацию по всему спектру интересующего оборудования и технологий для керамической промышленности.

Актуальность этого мероприятия связана в первую очередь с потребностью российских промышленников в современном оборудовании для производства продукции, а также с многочисленными программами модернизации и обновления основных фондов существующих предприятий. Ведь не секрет, что современных высокотехнологичных кирпичных заводов в России и странах СНГ недостаточно. Поэтому работа Ceramatech позволит специалистам отрасли войти в курс последних новинок отрасли, что крайне необходимо для принятия стратегических решений.

Как известно, на современный строительный рынок России серьезное влияние оказывает падение курса рубля и значительный рост стоимости капитала, но все же он продолжает развиваться. Желание людей максимально улучшить комфортабельность условий своего проживания остается главным стимулом для развития всей отрасли. Поэтому в 2015 году на выставку ОСМ привезли свои экспонаты свыше двухсот компаний, представляющих двенадцать стран мира. Выставочная площадь составила тогда 8 800 м², а общая численность зарегистрированных посе-



» Образцы технологии Porotherm от Wienerberger завораживают потенциальных покупателей

» Не пустовал и стенд фирмы Equipceramic SA

» На стендах группы SACMI и Bongioanni Macchine SpA идет обмен информацией, завязываются новые деловые контакты

тителей превысила 14 тысяч человек, большая часть которых представляла Россию. Однако среди гостей было немало и граждан государств Европы, стран постсоветского пространства, Ближнего Востока (Иран, Турция), Индии и ряда стран из Восточной Азии. В географии посетителей было более тридцати стран. Одним из наиболее привлекательных элементов выставки ОСМ стал в 2015 году Салон Ceramatech, расположившийся в основном зале.

Помимо специалистов, Салон посетили и высокопоставленные чиновники. Это были, например, Михаил Мень – министр строительства и ЖКХ, а также Сергей Цыба – замминистра промышленности и торговли. Оба гостя дали высокую оценку представленной экспозиции и общей организации Салона

В условиях санкций одним из приоритетных направлений развития российской экономики стало импортозамещение. Не только правительство Российской Федерации, но и объединения промышленников – например, ассоциация АПКСМ, – в качестве главной цели своей работы ставят помощь отечественным производителям строительных материалов в переходе на сырье и материалы российского производства. Однако здесь никак не обойтись без сотрудничества с европейскими коллегами, что делает их участие в выставке ОСМ и Салоне Ceramatech особенно ценным.

Ceramatech
www.osmexpo.ru/ceramatech

ceramitec – 2015, Мюнхен, Германия

ceramitec – 2015: технологии, инновации, материалы

С 20 по 23 октября 2015 г. в выставочном комплексе в Мюнхене проводилась специализированная международная выставка ceramitec – 2015, ставшая продолжением предыдущего успешного смотра ceramitec. В ней участвовало 617 экспонентов из 37 стран (для сравнения: в 2012 г. было 613 экспонентов из 42 стран). Общая площадь экспозиций составила около 40 тыс. кв. м. На выставке побывало более 15 тыс. посетителей из 93 стран (данные для 2012 г.: 16 тыс. 733 и 106 соответственно). Ниже мы представляем новинки с выставки.

Новая сенсорная система AMMS от ACO

Опираясь на многолетний опыт, фирма ACO в тесном сотрудничестве с клиентами разработала новое поколение сенсоров на базе хорошо зарекомендовавшей себя измерительной системы. Специальное программное обеспечение облегчает калибровку новых сенсоров. Возможна многократная калибровка по 10 точкам. Программное обеспечение позволяет легко настроить необходимый диапазон измерения или вычислить среднее значение. Для вывода результатов измерений новый датчик влажности AMMS использует аналоговый сигнал 4...20 мА.

Фото: ACO

» Новая сенсорная система AMMS

Измерительная электроника заключена в привычный, проверенный временем корпус из нержавеющей стали с высокопрочным керамическим диском. Благодаря размерам, идентичным другим датчикам ACO, новый датчик AMMS может легко использоваться в дооснащении.

ACO Automation Components
www.acoweb.de

Franz Banke GmbH представила новинки в области изготовления форм и защиты от износа

На выставке ceramitec, которая прошла в Мюнхене в этом году, фирма Franz Banke GmbH подвела итоги 15-летней работы по разработке черепицы и представила новинки из области изготовления форм и защиты от износа.

С 1978 года фирма Franz Banke GmbH является надежным партнером производителей кровельной черепицы. Первые двадцать лет фирма поставляла только «железо» – изнашивающиеся детали, рабочие формы и всасывающие головки. В 2000 году на предприятии был введен в эксплуатацию первый комплект форм, полностью разработанный специалистами Banke в тесном сотрудничестве с клиентами.

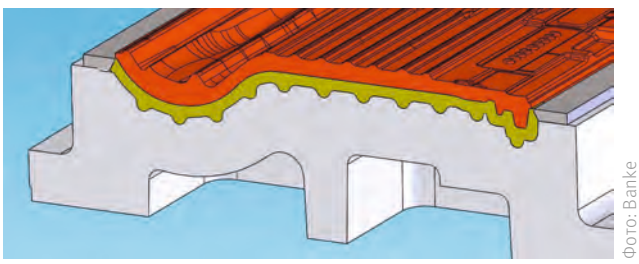


Фото: Banke

» 1 Рабочая форма с более тонким слоем гипса

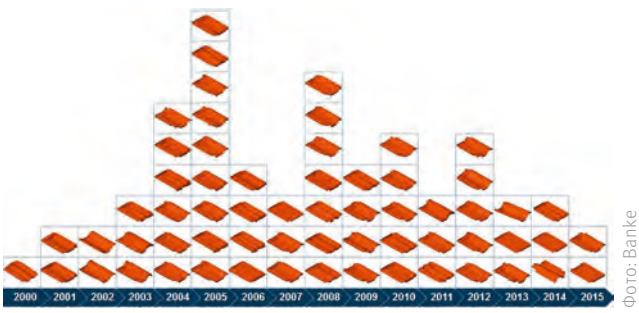


Фото: Banke

» 2 Обзор разработок черепицы

С этого момента возможности и способы разработки черепицы постоянно совершенствовались. Внедрялись новые технологии, в том числе анализ конечных элементов. На сегодняшний день на рынке представлено более 60 новых моделей черепицы, разработанных при участии Franz Banke GmbH. Кроме того, многие виды черепицы и даже целые линейки были оптимизированы с использованием цифрового оптического преобразователя, трехмерного компьютерного проектирования, а также благодаря опыту и ноу-хау работников.

На стенде Banke будут представлены некоторые новые модели черепицы, выпущенные на рынок за последние годы совместно с клиентами.

Прессование глиняной черепицы с уменьшенными гипсовыми вкладышами и увеличение срока службы изнашивающихся деталей

Уже некоторое время Franz Banke GmbH работает над двумя возможностями экономии при изготовлении форм, и теперь представляет результаты. Вместо обычных 16–18 мм в рабочих формах могут быть использованы более тонкие слои гипса, что дает уменьшение расхода этого материала. Некоторые износостойкие покрытия для изнашивающихся деталей, таких как краевые планки и ножи, успешно выдержали испытания, о которых будет рассказано на выставке.

Наряду с новинками фирма Franz Banke GmbH представит полный ассортимент изделий и услуг, от разра-

ботки новых моделей черепицы и возможностей конструирования форм, до оборудования для подготовки гипса, как, например, вакуумный смеситель для гипса AVM20 и автоматический набрызгиватель гипса ARA.

Franz Banke GmbH
www.banke-gmbh.de

Bongioanni представила головку для снятия заусенцев с контролируемым вакуумом и смазкой ножей

Фирма Bongioanni Stampi постоянно ведет дальнейшие разработки своей продукции и последовательно проводит политику технических инноваций в интересах своих клиентов.

» Головка для снятия заусенцев черепицы от Bongioanni

Сейчас предприятие усовершенствовало концепцию устройства для снятия заусенцев, значение которого часто недооценивают. Однако его функция очень важна для прессования черепицы. Две новые опции могут использоваться в любом устройстве для снятия заусенцев.

- Система с контролируемым вакуумом позволяет отрегулировать извлечение черепицы из ножей таким образом, что черепицу можно поместить на сушильные рамы с точностью до миллиметра. Благодаря этому можно предотвратить неприятные выпадения, которые нередко приводят к деформации.
- Система смазки ножей с охлаждением полезна в случаях, когда глина, застрявшая в головке для снятия заусенцев, вызывает накопление сухого материала, ведь это снижает качество обрезки. Эта опция позволяет обеспечить неизменно высокое качество обрезки черепицы. Кроме того, данная система более экономична, более практична, да и просто чище, в сравнении с традиционными системами масляной смазки.

Bongioanni Macchine S.p. A
www.bongioannimacchine.com

Ceramifor поставляет для группы Wienerberger печь периодического действия

Фирма Ceramifor предлагает высокопроизводительные и высокоэффективные печи для керамической промышленности, предназначенные для обжига фарфора, санитарной керамики, фаянса, изоляторов, технической керамики, абразивных и грубокерамических изделий.

Опираясь на более чем 30-летний опыт, Ceramifor предлагает своим клиентам решения, точно соответствующие их потребностям. По всему миру продано уже 5000 печей, среди них туннельные, челночные и элеваторные печи. При этом предприятие использует самые современные технологии, справочные материалы и образцовое оборудование.

Недавно фирма Ceramifor получила заказ от группы Wienerberger на поставку специальной камерной печи. Эта печь объемом 41 м³ оснащена самыми современными средствами контроля атмосферы, включая iKCS, собственную систему управления Ceramifor. Система обеспечивает эксплуатационную надежность, контроль и эффективность при обжиге любых изделий.

» Печь Ceramifor для обжига кровельной черепицы

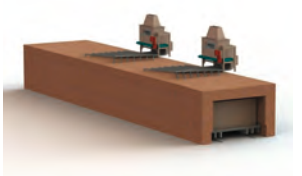
Ceramifor – Equipamentos Industrias, LDA
www.ceramifor.com

Ceric Technologies предлагает решения и услуги для грубокерамической промышленности

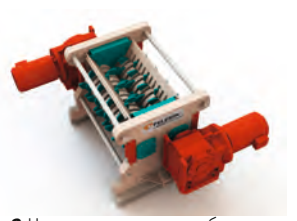
Фирма Ceric уже давно зарекомендовала себя как надежный партнер в области грубокерамических технологий. Она разрабатывает и контролирует все этапы рабочего процесса. Это:

- подготовка сырья и формование;
- термические процессы: сушилки, печи и горелки;
- контроль технологического процесса и технический надзор;
- погрузо-разгрузочные работы, автоматизация и робототехника;
- управление производственными данными.

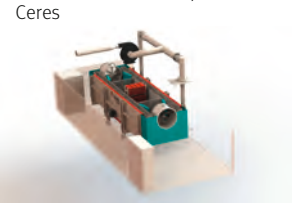
С момента основания специалисты Ceric спроектировали и поставили по всему миру более 500 линий по производству грубокерамических изделий. Предприятие уже много лет лидирует в сфере новаторства и технологий. Постоянная научно-исследовательская работа, испытания и сотрудничество с клиентами позволяют оптимизировать рабочие процессы и создавать инновационные продукты в полном соответствии с требованиями клиентов. Пользователи высоко ценят индивидуальные решения, которые вносят вклад в устойчивое развитие и охрану окружающей среды, гарантируют удов-



» 1 Система обжига с использованием биологического топлива, установленная на печи



» 2 Новая вальцовая дробилка Ceres



» 3 Новая испытательная мобильная камера-сушилка

летворенность клиентов и экономию ресурсов. Также специалисты Ceric активно работают в следующих направлениях:

- снижение энергопотребления;
- оптимизация и стабилизация технологического процесса;
- оптимизация производственных мощностей;
- сокращение и упрощение технического обслуживания;
- оптимизация и упрощение человеко-машинного интерфейса.

Инновационный подход Ceric заключается в использовании биомассы для обжига грубокерамических изделий. В таких системах обжига Ceric используется твердое топливо – древесные опилки, рисовая лузга и другие материалы биологического происхождения с размером частиц до 5 мм. Новаторская система обеспечивает такой же надежный и контролируемый процесс обжига, как и при использовании газа, но без углеродного следа, свойственного ископаемым видам топлива.

Также фирма Ceric постоянно совершенствует свое оборудование для подготовки глины. Вальцовая дробилка Ceric, первая машина линейки Ceres, была полностью переработана. При этом все основные характеристики оборудования Ceric – мощность, надежность, долговечность и простота технического обслуживания – остались неизменными. Новая дробилка соответствует требованиям клиентов к техническому обслуживанию и тенденциям рынка. Уже на первых этапах разработки серии Ceres специалисты Ceric стремились спроектировать компактную вальцовую дробилку, которую можно будет использовать на уже имеющихся и новых производствах. Дробилка оснащена двумя независимыми редукторными двигателями от фирмы-партнера SEW Eurodrive, которые приводят в действие валки. Дополнительно возможны различные варианты комплектации:

- различные геометрии измельчения для разных технологических нужд (клейкая, замерзшая глина и т.п.);
- преобразователь частоты для валков, который обеспечит более тщательное измельчение комков, особенно при работе с мокрой глиной;
- фреза для измельчения комков мокрой и замерзшей глины.

Еще одна новинка от Ceric – испытательная мобильная камера-сушилка, предназначенная для предприятий грубокерамической промышленности, которая позволяет повысить качество и производительность вместе с клиентом. Испытания, проводимые на месте, помогают специалистам Ceric подобрать самые эффективные сушилки для каждого проекта.

В дополнение к этому фирма Ceric проводит инструктаж персонала по вопросам разработки продуктов, по рецептурам шихты и повышению производительности.

Ceric Technologies
www.ceric.com

Cleia – специалист по обжигу и экономии энергии

Успешные разработки в сфере энергетического менеджмента и процесса обжига сделали фирму Cleia лидером в области технологических решений и мер энергосбережения.

Немецкому предприятию Dachziegelwerk Erlus AG фирма Cleia поставила готовый цех с туннельной печью Ecofast новейшей конструкции. Такая печь заметно снижает потребление энергии по сравнению с печами, уже используемыми на месте установки.

Также специалисты Cleia совместно с Deforcet разработали и запатентовали специальный процесс энергетического менеджмента. Этот процесс ориентирован не только на экономию энергии, но и на снижение загрязнения воздуха туннельной печью.

» Свод печи Ecofast на заводе Erlus

Несколько месяцев назад фирма Cleia получила большой заказ от группы Wienerberger по замене старых туннельных печей в Ашенхейме (Франция) современными моделями. Они будут оснащены последними новинками, разработанными и спроектированными Cleia.

Cleia
www.cleia.fr

Новая энергосберегающая туннельная печь экономит энергию и повышает эффективность производства

Инженерное бюро Direxa Engineering, LLC (штат Колорадо, США), специализирующее на термической обработке в различных отраслях промышленности, и его французские партнеры по НИОКР – фирмы Ceritherm и Seipia объединили свои знания для разработки инновационной концепции энергосберегающей туннельной печи, названной «скользящей печью».

Используемое в настоящее время оборудование для термической обработки технически устарело. После двух нефтяных кризисов и роста цен на энергию в 80-е годы появлялось множество различных проектов, но все они не имели успеха в промышленности.

До сих пор существовали две основные группы печей:

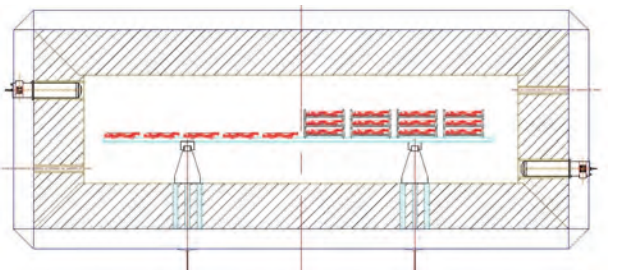
- туннельные печи с вагонеткой для тяжелых изделий с циклом обжига более 8 часов,
- роликовая печь для более легких изделий с более коротким циклом обжига.

Преимущества и недостатки этих печей известны. Специалисты Direxa, Ceritherm и Seipia изучили ограничения каждой из этих установок.

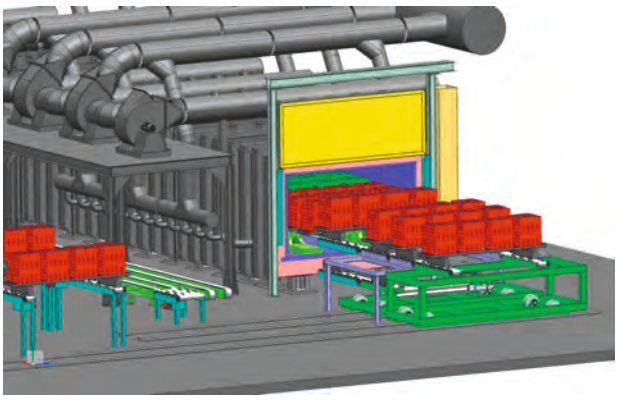
В роликовой печи плиты, ведущие ролики и опоры находятся за пределами печи. Это ведет к нарушению герметичности, потерям тепла из-за теплопроводности и ограничениям по массе изделий и ширине печи, а также снижает надежность отслеживания изделий.

Основным недостатком туннельных печей является вагонетка. При обжиге термическому воздействию подвергается и значительная часть печи, поэтому ее следует рассматривать как часть общей массы обжигаемых изделий. При этом дополнительный расход энергии, в зависимости от конструкции вагонетки, может составлять 30–50 %. Нагревательное, охлаждающее и вентиляционное оборудование печи проектируют с учетом этого факта. Жаростойкое оснащение вагонетки печи выполняет две функции – изоляция и перемещение изделий. Для перемещения изделий необходим плотный материал с низкими изоляционными свойствами, а высокоэффективные изоляторы не выдерживают тяжелых нагрузок. Во многих проектах расчеты показывали потери тепла свыше 1000 Вт/м² при длительном режиме со стандартной температурой обжига. При обжиге движение вагонетки ограничена короткими циклами. Обшивка, изоляция и рама подвергаются тепловой нагрузке, которая вызывает деформацию и повышает расходы на техническое обслуживание. Для защиты механической рамы нижняя сторона вагонетки охлаждается, что в случае негерметичности может негативно сказаться на атмосфере в печи. Такое происходит в печах, уплотненных песком. Охлаждающий воздух, который проходит под вагонеткой, частично попадает в зону загрузки изделий. Воздушный поток столь значителен, что соответствующая потеря тепла может превышать 20 % общего количества, потребляемого печью.

Технологии, которые используются сегодня, хорошо зарекомендовали себя. Постепенно изготовители многое усовершенствовали, однако в целом за последние 30 лет конструкция и концепция не претерпели существенных изменений. Возможности развития остались только в сфере обжига и усовершенствования технологического процесса.



» 1 Скользящая печь в поперечном разрезе



» 2 Трехмерное изображение скользящей печи

» 3 Изделия при прохождении скользящей печи

Скользящая печь – новый способ перемещения изделий

Фирмы Direxa и Ceritherm разработали новую концепцию, которая позволяет отказаться от загрузки изделий на вагонетку и от механизмов, которые должны передвигаться или переноситься через печь. Новая скользящая печь дает множество преимуществ:

- полная герметичность туннеля от входа до выхода из печи,
- возможность регулировки и контроля специальной атмосферы,
- изоляция с четырех сторон туннельной печи (свод, дно и боковые стенки) такая же, как и у самой туннельной печи,
- отсутствие дополнительной нагреваемой или охлаждаемой массы, только сами изделия и их опора,
- отсутствие механической части, требующей изоляции от температуры обжига,
- отсутствие ограничений по ширине туннеля.

Клиенты получают ряд преимуществ, сокращающих издержки:

- снижение энергопотребления,
- гибкость цикла обжига: выбор продолжительности и вида термической обработки, возможность использовать короткие циклы, т. к. оборудование (вагонетка) больше не является ограничивающим фактором,
- повышение точности обжига,
- повышение качества готовых изделий, уменьшение количества брака,
- повышение производительности и эффективности затрат,
- уменьшение количества изделий в производственном процессе,
- повышение эффективности производства.

Новая концепция, разработанная фирмами Direxa и Ceritherm, была представлена на выставке ceramitec 2015.

Direxa Engineering, LLC
www.direxa.com

Ceritherm
www.ceritherm.com

Equipceramic, S. A. – поставщик производственных линий «под ключ» для грубокерамической промышленности

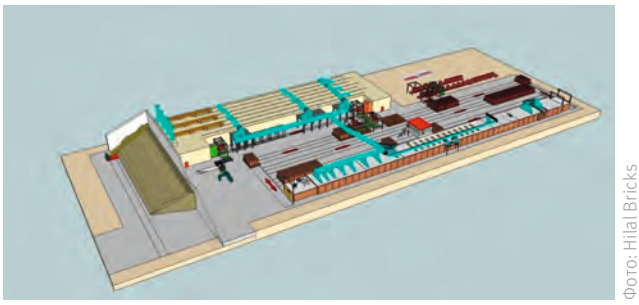


Фото: Hilal Bricks

» **1** Трехмерное представление кирпичного завода

» **2** Роботы-установщики

» **3** Печная вагонетка с пустотелым кирпичом

Испанское предприятие Equipceramic S. A. поставляет «под ключ» решения для производства кирпича и кровельной черепицы, адаптированные к различным условиям эксплуатации и географическим регионам.

Для этапов подготовки глины и формования фирма предлагает лучшие средства оценки с использованием лучших методов и оборудования в соответствии с характеристиками глины и изделий. Equipceramic проектирует, изготавливает и устанавливает все виды высокоточных и гибких систем автоматизации. Кроме того, предприятие специализируется на сушилках. В его ассортименте представлена скоростная сушилка Celaris, сушилка полунепрерывного действия, туннель для печной вагонетки и полускоростная сушилка Barna. Все они соответствуют изготавливаемой продукции и используемым видам глины. Печь Гауди сочетает в себе преимущества стандартной печи с новыми технологическими достижениями в области использования различных видов топлива, снижения расходов на энергию и загрязнения окружающей среды.

Также фирма Equipceramic предлагает широкий ассортимент упаковочного оборудования – с палетами и без их, обвязанными или заваренными, в соответствии с требованиями рынка.

Equipceramic, S. A.
www.equipceramic.com

Freymatic поставляет резчик Leancut LC600

Высококачественные резчики швейцарской фирмы Freymatic AG хорошо известны во всем мире. Однако этим компетенция предприятия, богатого традициями и имеющего большой инновационный потенциал, не ограничивается. Фирма предлагает также индивидуальные решения для автоматизации погрузо-разгрузочных работ. На всех этапах, от проектно-конструкторских работ до конечного монтажа, на первом месте всегда стоит успех клиента и его потребности. Фирма Freymatic давно завоевала репутацию компетентного и гибкого партнера, который разрабатывает свои инновационные решения совместно с клиентом, ориентируясь на поставленные цели. Точность, осуществимость и быстрая реализация – таковы главные принципы команды Freymatic. Успешное сотрудничество основано прежде всего на непосредственном личном контакте и вовлеченности в общее дело под девизом «С Freymatic я всегда знаю тех, кто ведет проект».

Резчик Leancut LC 600 от Freymatic для фирмы Wolfshöher Tonwerke GmbH & Co. KG (Нойкирхен-ам-Занд, Германия)

Фото: Freymatic

› Резчик Leancut LC 600 был сконструирован в соответствии с требованиями клиента и оснащен удлиненным разрезным столом

Весной 2015 г. на предприятии давнего клиента Wolfshöher Tonwerke в Нойкирхене был успешно введен в эксплуатацию резчик Leancut LC600. Оба семейных предприятия имеют давние традиции и славятся в своих отраслях инновационными продуктами неизменно высокого качества. Их совместная работа также основывается на традиция и партнерских отношениях.

Перед инженерами Freymatic стояла задача заменить уже имеющийся резчик AM 600-TT от Freymatic с аналоговым приводом новой машиной с цифровой электроникой. В то же время требовалось расширить функции резки между двумя струнами с облоем (триммерная резка) и увеличения длины резки огнеупорных изделий до 1050 мм. Следовало сохранить вспомогательные конструкции, разработанные для предыдущей машины, и встроить новый резчик в уже имеющуюся производственную линию, несмотря на ограниченное пространство.

Ввиду высокой сложности задачи выбор был сделан в пользу новой модели Leancut LC 600 со специальным разрезным столом. Этот резчик имеет современную модульную конструкцию, что позволяет привести его в точное соответствие предъявляемым требованиям. В данном случае была увеличена длина разрезного стола. Это сделало возможной резку изделий длиной 1050 мм

между двумя струнами. Так же благодаря специальной конструкции стола удалось оставить вспомогательное оборудование, уже имеющееся на месте установки. Стол оснащен линейным приводом с серводвигателем. Режущие струны приводятся в действие серводвигателем с кривошипно-шатунным механизмом. Цифровая электроника последнего поколения и панель управления на основе меню делают эксплуатацию новой машины чрезвычайно удобной.

Ввод в эксплуатацию резчика Leancut LC600 очередной раз подтвердил умение швейцарского предприятия без осложнений реализовывать на практике индивидуальные решения в соответствии с требованиями клиента и точно в срок.

Freymatic AG
www.freymatic.com

Большие инвестиции в оборудование по подготовке глины, шамота, стеатита и полевого шпата

Фото: Adolf Gottfried Tonwerke

» 1 Инвестиции в модернизацию керамического завода в коммуне Гросхайрат под Кобругом составили более 3 млн. евро

» 2 В новом здании размещается 17 загрузочных бункеров вместимостью более 1 тыс. тонн

В модернизацию и расширение парка оборудования керамического завода в коммуне Гросхайрат под Кобургом было вложено более 3 млн. евро. Здесь созданы замкнутые циклы измельчения, разделения на фракции и магнитной очистки шамотов с использованием самых современных технологий. В новом здании размещается 17 загрузочных бункеров вместимостью более 1 тыс. тонн для подготовленной глины, шамота и стеатита. Помимо повышения производительности и эффективности при эксплуатации, были достигнуты улучшения в области качества продукции и защиты окружающей среды.

В городке Танзюс под Амбергом у фирмы Gottfried есть пегматитовая шахта и цех по измельчению минералов. Беложгущийся калий-полевошпатовый песок – это классическое базовое сырье для изготовления фарфора, санитарной керамики и керамической плитки. Новый промытый сорт отличается особенно низким содержанием железа и титана. Пегматит с определенным размером зерна хорошо зарекомендовал себя также в светложгущихся клинкерных массах и в качестве отощающей добавки для кровельной черепицы. Помимо пегматита, в цехе могут измельчаться также комбинации других полевых шпатов или минеральных материалов, таких как шамоты, кварц или волластонит без намола железа.

Adolf Gottfried Tonwerke GmbH
www.gottfried.de

Innovatherm

Фирма innovatherm представила на совместном с Lingl стенде усовершенствованную систему управления производством Novacontrol, которая автоматизирует и оптимизирует термические процессы при изготовлении керамической продукции. Концептуальное решение Novacontrol делает возможным индивидуальное управление оборудованием, во многом превосходящее классические концепции автоматизации. Это соответствует современным технологическим целям и позволяет автоматизировать также и переходные процессы, связанные с производством.

Кроме того, фирма innovatherm является системным поставщиком оборудования для сушки и обжига керамических изделий и благодаря надежной продукции утвердила свои позиции в области топочной и вентиляционной техники.

innovatherm
www.innovatherm.de

Подразделение Keller на выставке ceramitec

На стенде подразделения Keller на выставке ceramitec посетители могли увидеть новую валковую дробилку для тонкого измельчения Genius от Morando и последнее поколение резчиков от Keller HCW. Особенным событием для заинтересованной публики, состоящей из специалистов, стала презентация печи Enviro с высоким потенциалом энергосбережения, созданной по инновационной концепции. Эксперты рассказали посетителям о принципе действия новой противоточной печи и убедительных результатах ее работы. Отдел автоматизации представил в рамках темы «Промышленность 4.0» концепцию управления, предполагающую горизонтальное и вертикальное объединение в сеть людей, машин и объектов, а также информационных и телекоммуникационных систем. Еще одной ключевой темой экспозиции была система энергетического менеджмента, разработанная Keller HCW.

В сервисном пункте отвечали на все вопросы, касающиеся технического обслуживания, концепций международного сервиса и обучения. В информационном центре лаборатории Keller рассказывали об услугах лаборатории – от разведки карьеров до измерений параметров окружающей среды, проводимых на кирпичном

Фото: Keller HCW

» Специалисты Keller представляют свои новейшие ноу-хау

заводе. Отдел КИПиА показал системы управления смешивающим и дозирующим оборудованием, а также возможности модернизации устройств управления и автоматизации для работы с сыпучими материалами. В дополнение к этому были представлены новые разработки для производства забутовочного кирпича с набивкой и наполнителями из различных изолирующих материалов с применением новейших техник шлифования.

Keller HCW GmbH
www.keller.de

Печи с высокой энергетической эффективностью

Фирма Keramischer Ofenbau GmbH поставляет печи высокой энергетической эффективности. Все гарантированные показатели соблюдаются, экономия составляет систематически 15–40 %. Новые идеи и инновационные технологии в сочетании с уже проверенными на практике ноу-хау обеспечивают высокое качество готовых изделий. Кроме того, клиентам удается избежать роста производственных расходов. Фирма Keramischer Ofenbau GmbH из Хильдесхайма не только заметно увеличила продажи, но также расширила опытно-конструкторские работы и научные разработки. Сегодня предприятие предлагает оригинальные, крайне привлекательные системы снижения энергопотребления печей, которые подходят как для нового оборудования, так и для модернизации уже имеющегося.

Специалисты Keramischer Ofenbau GmbH разработали новую энергосберегающую, а значит экологичную и экономичную систему обжига для печей непрерывного действия с окислительной атмосферой. В ее основе – высокоэффективный режим работы высокоскоростных горелок с новой системой EnerViT. Эта система оснащена средствами контроля пламени и управляется с использованием лямбда-зонда на основе оксида циркония.

Фото: Keramischer Ofenbau

» Обожженная кровельная черепица выходит из печи Keramischer Ofenbau

Печи с выдвижным подом фирмы Keramischer Ofenbau GmbH отличаются превосходным распределением температуры и высокой долей готовой продукции первоклассного качества.

В процессе строительства находятся различные печные установки, например, новая установка для обжига технической керамики в Азии, а также печи для совершенно новой линии по производству керамических труб. В настоящее время в различных странах Центральной Европы, Северной Африки, Центральной Америки и арабского региона вводятся в эксплуатацию новые туннельные печи с превосходным распределением температуры и большой шириной садки, а также печи с подвижным подом для санитарной керамики. В ближайшее время будут запущены печи с новой энергетически эффективной системой обжига.

Также на выставке была представлена новая система визуализации технологического процесса ProVis 1.5, которая может дополняться системой энергетического менеджмента.

Keramischer Ofenbau GmbH
www.keramischerofenbau.de

Lingl движется!

Фото: Lingl

» Фирма Lingl представила обширный ассортимент продукции и услуг

Будучи одним из ведущих производителей станков и оборудования, фирма Hans Lingl Anlagenbau & Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG предлагает технические решения и высокотехнологичное ноу-хау по всей цепочке создания стоимости керамического производства.

Предприятие производит инновационные отдельные компоненты, управляемые компьютером комплексные установки, а также открывающие новые перспективы проекты модернизации, с новейшим производственным оборудованием и технологиями для производства изделий грубой керамики, технической и санитарной керамики и огнеупорной продукции. Посредством инжиниринговых услуг в области сырья и технологии, оптимизации установок под индивидуальные потребности заказчика, а также оригинальных концепций организации производства фирма Verfahren обеспечивает своим клиентам решающие конкурентные преимущества. Эффективный клиентский сервис на местах силами опытного персонала гарантирует бесперебойность процесса производства на размещенных по всему миру установках.

Под девизом «Lingl движется!» этот немецкий производитель оборудования представил на выставке ceramitec 2015 свой расширенный ассортимент продукции. Выставочный лозунг подчеркивает новую политику предприятия, в центре которой находятся движение навстречу клиенту и его потребностям, а также постоянное саморазвитие.

Так, фирма Lingl, наряду с ее известными во всем миру станками и оборудованием для производства грубой керамики, представляет оригинальные решения для производителей санитарной керамики, экологичное и энергоэффективное оборудование для производства огнеупорной продукции, а также приложения и специальные решения в области технической керамики.

В сервисной части выставочного стенда предприятие информировало посетителей в том числе по следующим темам: дистанционное обслуживание с видеоподдержкой, оптимизация и обновления, анализ оборудования и производственных процессов, газотехнический контроль безопасности, а также проведение инструктажей и семинаров. На выставке была представлена вся команда фирмы Lingl, в том числе ее дочерние предприятия, представительства в различных странах и сервисные центры.

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG
www.lingl.com

Talleres Morte представляет свою формулу успеха

Два качества определяют деятельность фирмы Morte: близость к заказчику и стремление производить продукцию высочайшего качества, максимизирующую производственные мощности и повышающую прибыльность бизнеса ее клиентов. В течение своей более чем 40-летней работы предприятие постоянно делало ставку на инновации и поэтому стало именем нарицательным в керамической промышленности. Фирма Morte убежденно работает на стороне клиента, знает его потребности и желания и предлагает ему понятные, эффективные и прибыльные решения. Модульный дизайн пресс-форм, непрерывные исследования в области устойчивых к истиранию материалов, таких как карбид вольфрама, в сочетании с подлинной сервисной ментальностью и талантом членов ее команды постоянно работать вместе с заказчиком, позволили фирме Morte наработать уникальные в своем роде ноу-хау.

Недавно фирма представила одну из своих новинок - машину для промывки пресс-форм, в которой можно производить очистку пресс-форм всех типов. С помощью такого рода регламентных работ можно существенно повысить срок службы пресс-форм и прибыльность производства. Непрерывные инновации затрагивают не только производство, но и сферу сотрудничества с клиентами. Самые современные технологии сообщают им о продукции фирмы Morte. Последняя предлагает разработки от приложений для Ipad до создания нового мультиплатформенного каталога. С их помощью фирма Morte своевременно информирует представителей керамической отрасли как о своей деятельности, так и о новинках индустрии. Формула бизнес-успеха для фирмы Morte выглядит следующим несложным образом:

» Мундштук производства фирмы Talleres Morte

$$S=(e+i)Tr/Cl$$

Успех (S) – это Стремление (e) + Инновации (i), помноженные на талант персонала (Tp) и разделенные каждым клиентом (Cl), с которым фирма работает на индивидуальной основе.

Talleres Morte
www.talleresmorte.com

Opavsky на выставке ceramitec 2015

В этом году фирма Opavsky вновь была представлена на выставке ceramitec в Мюнхене. Инновации, надежность и индивидуальность – вот лейтмотивы ее участия в выставке. Opavsky постоянно работает над оптимизацией своей продукции. Фирма предлагает новые разработки в области ангобов и глазурей, еще более повышающие всем известную высокую защиту ее продукции от цека. Завершают ассортимент глянцевые глазури с очень высокой степенью блеска.

Фирма Opavsky одновременно производит на своем заводе в немецком городе Фаллендар фритты, ангобы и глазури. Таким образом, клиенты получают продукцию «из одних рук». Внутренний всеобъемлющий контроль качества в любое время гарантирует идентичность соответствующей стандартам продукции и обеспечивает высочайшую надежность процесса производства у заказчика. На основе проверенных опытом систем выездные специалисты фирмы Opavsky приводят продукцию в соответствие с различными условиями производства ее клиентов.

Команда предприятия, которому, кстати, более ста лет, с радостью провела уже ставшие традицией интенсивные профессиональные обсуждения на выставочном стенде. Ведь ceramitec представляет собой идеальный формат для обмена мнениями с клиентами – как раз по тем темам, на которые в суматохе деловых будней не остается времени.

Josef Opavsky und Sohn GmbH
www.opavsky-glasuren.de

Новый вальцетокарный станок от фирмы Pilatus

Швейцарская фирма Pilatus-Maschinenbau AG является одним из ведущих производителей вальцетокарных станков для керамической промышленности.

На основе измерений и данных компьютерного моделирования, проведенных в Университете прикладных наук Люцерна, а также практических испытаний был разработан станок абсолютно новой конструкции.

Легкая и одновременно с этим устойчивая конструкция, заменяемые направляющие с силовым замыканием, компактный электропривод с высокоточным управлением, а также модульное исполнение – вот лишь некоторые из многих примечательных особенно-

стей нового станка. Вальцетокарный станок от фирмы Pilatus может эксплуатироваться в сочетании с любыми вальцами.

Pilatus Maschinenbau AG
www.pilatus-ag.ch

В ожидании лучшего. Refratechnik Ceramics GmbH – огнеупорные системы и технические ноу-хау

Фирма Refratechnik Ceramics GmbH (бывшая Burton), являясь лидером мирового рынка в своей области, поставляет широкий спектр огнеупорных систем для производителей изделий грубой керамики, таких как кровельная черепица, облицовочный и забутовочный кирпич, керамические трубы и пр. Наряду с энергосберегающими техническими решениями и автоматизированными системами управления погрузо-разгрузочными работами предприятие предлагает также решения для менее технологизированных рынков, где профиль требований к огнеупорным системам в принципе отличается от требований чувствительных высокотехнологичных производств.

Фирма Refratechnik Ceramics является системным поставщиком и предлагает комплектное огнеупорное оснащение для туннельных печей: стены, свод, вагонетки и огнеупорный припас.

» Одна из туннельных печей, оснащенных огнеупорным материалом от фирмы Refratechnik

Фото: Refratechnik

При этом основное внимание уделяется передаче технических ноу-хау. Обладая более чем 60-летним опытом работы в области производства огнеупорных систем, фирма Refratechnik Ceramics обладает ключевыми знаниями, имеющими решающее значение при создании материалов для стен, свода и вагонеток туннельной печи, годных для успешного долгосрочного использования.

Refratechnik Ceramics GmbH
www.refra.com

Профессионализм в области сушки – все от одного производителя

Предприятие с богатыми традициями Rotho (Robert Thomas) представила на выставке ceramitec 2015 обзор всего спектра своих услуг для производителей черепицы и строительного кирпича. У Rotho всегда есть подходящий вариант для различных областей применения – от кареток для высушиваемых изделий, сушильных установок и вагонеточных систем до комплектных технологических решений. Энергоэффективные системы вентиляции в сочетании с тщательно проработанными решениями для кареток для высушиваемого материала являются основными составляющими любого процесса сушки кирпича.

» Сушильная установка Quatro производства фирмы Rotho

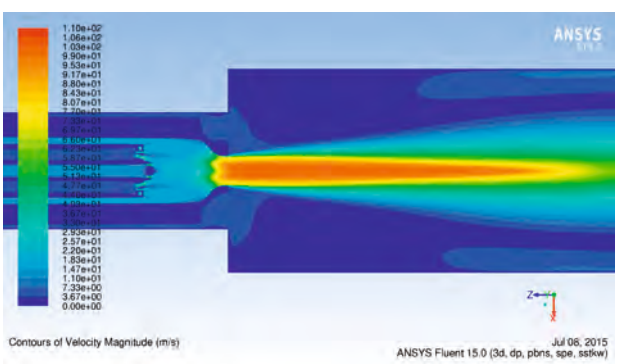
Фото: Robert Thomas

Robert Thomas
Metallund Elektrowerke GmbH & Co. KG
www.rotho.de

Рекуперативная горелка для печей EKO от фирмы Sacmi

Фирма Sacmi Heavy Clay представила свой ассортимент комплектных установок для кирпичного производства, начиная с горелок, станка для резки и заканчивая инновационными решениями в области скоростной сушки и погрузочно-разгрузочных операций.

На европейском кирпичном рынке вновь намечается подъем, выражающийся в растущем спросе на технологические решения и комплектные установки для производства «точно в срок» (JIT) и промышленного изготовления предназначенной на экспорт продукции, например, черепицы. Именно эту стратегию реализует фирма Sacmi Heavy Clay как деловой партнер с полным набором услуг для кирпичной промышленности. Sacmi вот уже много лет находится в числе мировых лидеров благодаря



» Рекуперативная горелка для печей EKO

своим инновационным решениям и целенаправленным технологическим подходам к оптимизации производственных затрат и энергосбережению.

В качестве одного из крупнейших предприятий по производству горелок и одного из немногих, которые самостоятельно изготавливают эту продукцию, фирма Sacmi представила на своем выставочном стенде новую линейку рекуперативных горелок для печей EKO. Технологическое решение EKO, используемое в теплотехнических установках Forni от фирмы Sacmi, позволяет снизить расход топлива при обжиге и является частью обширного ассортимента. В него входят как высокоскоростные боковые горелки и потолочные горелки с автоматической системой розжига, так и классические горелки на основе воздушно-газовой смеси.

На выставке специалисты со всего мира смогли также составить себе представление об ассортименте услуг фирмы Sacmi Heavy Clay в области проектирования комплектных установок. В него входят инновационные установки для скоростной сушки, а также новейшие погрузочно-разгрузочные системы, разработанные совместно с фирмой Cosmec, которая с 2014 г. входит в группу Sacmi.

Выставочную экспозицию дополнял производимый фирмой Cosmec автомат многострунной резки, отличающийся высокой степенью новаторства, универсальностью в применении и надежностью в работе. Он разработан с учетом требований к резке любых видов продукции и способен выполнять горизонтальную, вертикальную или комбинированную многорядную резку, многократную и безостановочную резку с помощью параллельно подаваемых стренг, а также различные специальные системы многорядной резки. Оснащенный струнами длиной до 1500 мм без срединной опоры, станок обеспечивает максимальную гибкость в отношении габаритов мундштука пресса и всей производственной цепочки. Максимальная точность резки обеспечивается инновационной системой натяжения струн, которая сводит к минимуму риск их разрыва и, соответственно, время на проведение ремонтных работ.

Sacmi Imola S.c.r.l.
www.sacmi.com

Stephan Schmidt Group представила специальные сырьевые материалы

Предприятия группы Stephan Schmidt Group входят в число ведущих мировых производителей специальных сортов глин и минеральной продукции.

В линейке продукции roofLine для производства кровельной черепицы представлены пластичные красножгущиеся глины, которые используются для улучшения формуемости и повышения прочности в необожжённом состоянии. В широкий ассортимент сырьевых материалов входят сланцеватые глины, которые улучшают влагопроводность и деаэрацию, а также красножгущиеся специальные глины, служащие для оптимизации окраски изделий после обжига. В линейке продукции glaze-

» Добыча на карьере Мойт

Фото: Stephan Schmidt Gruppe

Line Müllenbach & Thewald GmbH, дочернего предприятия группы Stephan Schmidt Group, представлены особые сорта глины для использования в производстве ангоба, глазури и эмали. При этом специализацией является ангоб для покрытия кровельной черепицы.

На некоторых месторождениях, принадлежащих группе Stephan Schmidt Group, добываются компоненты сырьевых материалов, которые под маркой brickLine используются в производстве брусчатки, клинкера и облицовочного кирпича.

Stephan Schmidt Gruppe
www.schmidt-tone.de

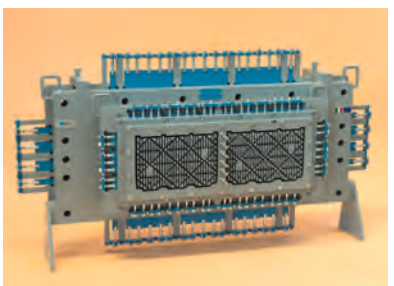
Новый мундштук с двумя выходными отверстиями Tecnofiliere

Фирма Tecnofiliere разработала новый мундштук с двумя выходными отверстиями для производства инновационных блоков размером 380 × 250 мм.

Благодаря геометрическим особенностям мундштук может использоваться для производства из различных исходных материалов и масс кирпича разной плотности, соответствующего современным требованиям к теплоизоляции.

Мундштук имеет конструкцию CF2FC, объединяющую преимущества широкого выходного отверстия и модульной системы. Благодаря увеличению ширины выходящего глиняного бруса производительность в час значительно выросла, причем с сохранением высочайшего качества продукции и существенным снижением удельного потребления энергии. Срок службы мундштука увеличился, так как изношенные модули могут быть легко заменены в ходе технического обслуживания. Все компоненты, включая кернодержатели, изготовлены на станках с ЧПУ, что обеспечивает высокую точность соблюдения размеров и воспроизводимость на длительное время.

Изготавливаемые таким образом стеновые блоки могут использоваться для каменной кладки со стандартной несущей способностью в строительстве домов. Теплоизоляционные свойства стеновых блоков, способных выдерживать такую нагрузку, без установки внешних изоляционных систем соот-



» Мундштук с двумя выходными отверстиями для производства овационных блоков размером 380 × 250 мм

ветствуют требованиям действующего распоряжения итальянского правительства № 311/2006. Блоки имеют необходимую механическую прочность, изоляционные свойства и тепловую инерцию и просты в обработке.

Tecnofiliere S. R. L.
www.tecnofiliere.com

Новая технология Optima фирмы Talleres Felipe Verdés, S. A.

Фирма Talleres Felipe Verdés, S. A. предлагает новый модельный ряд вальцов Optima, отличающихся высокой производительностью, надежностью и точностью при работе. Это достигается благодаря новой конструкции фундаментной плиты, которая стала более прочной и тяжелой, и использованию новых элементов управления.

Новая система автоматического регулирования зазора между валками гарантирует соблюдение зазора между валками с точностью до 0,01 мм. Вальцы Optima предлагаются в широком диапазоне размеров и производительности, с покрытием шириной от 600 до 1400 мм и тангенциальной скоростью до 21 м/с. Они отличаются следующими особенностями:

- прочная и надежная фундаментная плита, не подверженная деформации и вибрации;
- очень твердое покрытие;
- повышенная точность соблюдения зазора благодаря автоматической системе регулирования расстояния между валками;
- уменьшение допуска подшипников;
- повышенная точность работы между покрытиями
- улучшенная доступность для проведения технического обслуживания и замены деталей;
- малые расходы на техническое обслуживание.

Спроектировано с применением метода конечных элементов

Чтобы избежать деформаций и гарантировать точность и надежность всех новых элементов, из которых состоит машина, все подвижные и конструктивные компоненты вальцев Optima были спроектированы с применением метода конечных элементов (**››1**).

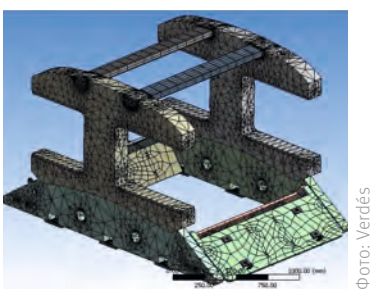
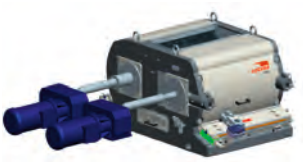


Фото: Verdés

» 1 Вальцы Optima спроектированы с применением метода конечных элементов

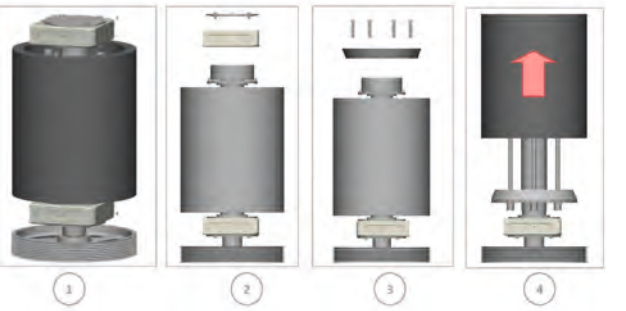
Простой монтаж валков

Благодаря легкосъемным фиксаторам валка и оси монтаж валков очень прост и гарантирует идеальную подгонку. Новая конструкция позволяет заменять покрытия, не извлекая лабиринт и подшипники качения, что существенно экономит время и деньги (**››4**).

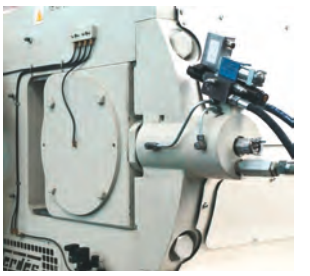


» 2 Прямое соединение двигателей

» 3 Привод через отклоняющиеся ролики



» 4 Простой монтаж валков благодаря легкосъемным фиксаторам валка и оси



» 5 Гидравлическая система регулирования зазора между валками

» 6 Механическая система регулирования зазора между валками

Система регулирования зазора между валками

Зазор между валками вальцев серии Optima может регулироваться вручную (механический привод) или автоматически (гидравлический привод). В механической системе зазор между валками устанавливается путем перемещения опор подшипников, которые фиксируются винтовой системой на механизированных цилиндрических направляющих. Гидравлическая система производит перемещение автоматически. Одновременно с этим она регулирует положение обоих корпусов подшипников с помощью двойной поршневой системы, которая установлена на обоих корпусах подшипников (**››5** и **››6**).

Со всеми перечисленными важными улучшениями вальцы серии Optima благодаря новой фундаментной плите стали более прочными, тяжелыми и неподверженными вибрации. С другой стороны, благодаря новой автоматической системе регулирования новые вальцы отличаются высокой точностью. Все это обеспечивает повышение качества продукции.

Talleres Felipe Verdés, S. A.
ww.verdes.com

Модульные системы транспортирующего оборудования от VHV Anlagenbau

Со времени своего основания 20 лет назад фирма VHV Anlagenbau GmbH занимается модульными системами транспортирующего оборудования. Особенно системы VHV для кирпичной промышленности прочно обосновались на мировом рынке. Системы ленточных транспортеров VHV завоевали успех у клиентов благодаря высо-

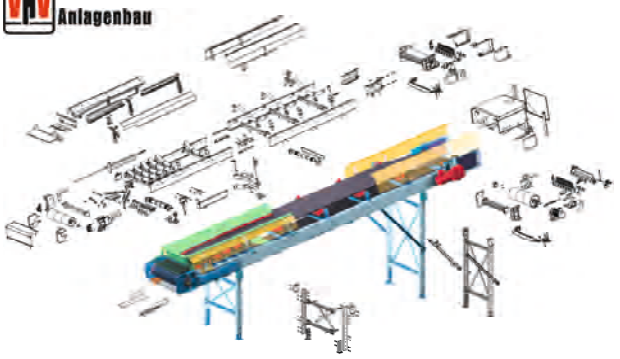


Фото: VHV

» **1** Покомпонентное изображение ленточного транспортера

» **2** Бегуны

кой рентабельности и эксплуатационной гибкости. Инновационное транспортирующее оборудование от фирмы VHV Anlagenbau дает возможность разрабатывать индивидуальные решения, требующие чрезвычайно малой площади и обеспечивающие чистоту в производственном помещении заказчиков.

На выставке ceramitec посредством анимированных изображений и фильмов были наглядно представлены оборудование и процесс проектного планирования. Компетентные сотрудники фирмы отвечали на вопросы и помогали подбирать оптимальную системную технику для ленточных транспортеров.

VHV Anlagenbau GmbH
www.vhv-anlagenbau.de

Ангобы и глазури: индивидуальные решения на ваш вкус

Немецкий производитель ангобов и глазурей Wendel GmbH вновь принял участие в выставке ceramitec. Представители керамической промышленности, посетившие вы-ставку, с интересом знакомились с небывалым многоцветьем матовых, полуглянцевых и высокоглянцевых поверхностей. Идет ли речь о кровельной черепице, клинкерном кирпиче, плитке или о других керамических изделиях, – их преимущество всегда заключается в стабильности системы, которая достигается благодаря собственной разработке стеклянных фритт и их плавке на предприятии Wendel. Собственная плавка позволяет разрабатывать фритты в соответствии с желаниями заказчика, что делает Wendel идеальным партнером при создании ангобов и глазурей, адаптированных к индивидуальным запросам.

» Предприятие Wendel GmbH в Дилленбурге

На плавильном и помольном производстве Wendel, размещенном в городе Дилленбур-ге в области Средний Гессен, во вращающихся печах получают керамическую фритту, полностью сплавленную, без воздушных включений. Она становится основой конечной продукции, которая может использоваться для создания поверхностей как с особым глянцем, так и матовых – в зависимости от потребности. Все это отражает девиз фирмы: «Качество – наш рецепт успеха, ангобы и глазури – наше пристрастие».

Wendel GmbH Emailund Glasurenfabrik
www.wendel-email.de

Первичное и вторичное сырье от Witgert

С 1820 г. фирма Arno Witgert ведет добычу высокосортных глин на месторождениях Вестервальда. Еще в середине XX в. предприятие начало перерабатывать сырье дроблением и сегодня поставляет глины и глиняные массы в любой форме поставки и для любых областей применения. Теперь Witgert целенаправленно занимается также закупкой, обеспечением безопасности и сбытом вторичных сырьевых материалов для керамической промышленности. К ним относятся шамот из керамического боя любого рода: например, боя клинкерного кирпича, кафельной плитки и санитарной керамики, а также боя изоляторов (высокоглиноземистый фарфор), футеровки печей (муллит), легковесного огнеупорного кирпича (легкий шамот) и огнеупорного при-

» **1** Разработка глиняных месторождений

» **2** Пластины глины

Фото: Witgert

» **3** Готовая масса в виде валюшек

» **4** Осадок из пескомойки

» **5** Бой изоляторов (содержание Al_2O_3 – 45 %)

» **6** Бой футеровки печей (содержание Al_2O_3 – 74 %)

паса (кордиерит). Глинистые примеси обнаруживаются при добыче песка, гравия, угля и других пород. Их также получают в виде фильтрационного осадка при обработке названного сырья. Осадок сточных вод с очистных сооружений тоже сбывается в качестве высокоценного сырья для производства плитки и клинкерного кирпича. Пыль с алюмооксидных и корундовых фильтров с содержанием Al_2O_3 >90 % используют в качестве сырья для изготовления огнеупорных изделий. Боратное стекло из медицинских отходов тонко измельчают и применяют в качестве дешевого заменителя фритты.

Arno Witgert
www.witgert.de

Инновационная технология комплектования пакетов из смешанных кирпичей

Фирма WKB Systems GmbH представила инновационную систему RoboMix для комплектования пакетов их смешанных кирпичей. Строительный сектор все чаще сталкивается с требованием архитекторов включать в фасады сооружений многочисленные декоративные элементы, создаваемые определенным расположением кирпича и с использованием цвета. Следовательно, для снижения трудозатрат и экономии времени при возведении стен строительные предприятия должны предоставлять каменщикам пакеты со смешанными кирпичами.

Сейчас на кирпичном производстве сортировка кирпича, укладка на поддон и упаковка производятся часто вручную. Фирма WKB Systems GmbH, осознав необходимость автоматизации этих работ, разработала очень гибкую и высокопроизводительную систему RoboMix для смешивания кирпичей, работающую в полностью автоматизированном режиме. Концептуальная модель системы RoboMix впервые была представлена на выставке ceramitec 2015.

WKB Systems GmbH
www.wkb-systems.com

ZMB Braun представляет свою продукцию

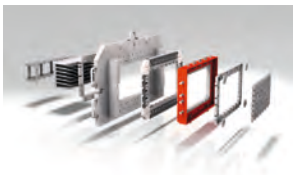
Предприятие из Фридрихсхафена представило на общем стенде Händle свою продукцию для отрасли грубой керамики:

Устройство для зажима и смены мундштуков MSW

Преимущественные особенности:
- экономия затрат благодаря быстрой замене мундштуков (время замены – менее 2 мин);
- отсутствие необходимости в трудоемком удалении материала благодаря гидравлической подаче;
- достаточно лишь одного оператора;
- автоматическая ориентация мундштука;
- применение мундштуков для формирования нескольких брусьев дает преимущества при перемещении материала;
- упрощенная и оптимизированная регулировка тягового усилия для быстрого достижения требуемого уровня качества продукции;

» 1 Устройство для зажима и смены мундштуков MSW

» 2 Clean TEC – устройство для очистки мундштука



» 3 Технология мундштуков B-TEC Beta фирмы ZMB Braun

» 4 Стол для монтажа мундштуков

- устройство удобно для пользователя и не требует трудоемкого обслуживания.

Clean TEC – устройство для очистки мундштука

Преимущественные особенности:
- чрезвычайно высокая эффективность очистки: устройство экологично, так как работает только с водой без химических добавок, модульная конструкция, возможность перепрограммирования для достижения оптимальной эффективности очистки;
- › экономия времени и энергии: специальные сопла высокого давления, рассчитанные на давление до 300 бар, очистка за 15–30 минут, надежность и удобство для пользователя.

Технология мундштуков B-TEC Beta фирмы ZMB BRAUN

Преимущественные особенности:
- широкие возможности бесступенчатой регулировки подачи бруса: внешнее регулирование (MSP), предварительно и индивидуально настраиваемые внутренние заслонки, переставляемые по четырем сторонам с помощью установочных винтов выходные накладки в системе 4S-Vario, возможна замена легкоустанавливаемых и совместимых кернодержателей и изменение диаметров;
- стандарт конструкции с учетом требований заказчика и с использованием стандартизированной конструкции набора сердечников – со вкладышами или без них.

Стол для монтажа мундштуков MMT

Преимущественные особенности:
- быстрые и эффективные регулировочные работы: за несколько минут мундштук можно повернуть необходимое количество раз, отрегулировать и заменить детали;
- обращение со столом для мундштуков: передвижной стол перемещается на роликах, необходим только один оператор, доступ к мундштуку со всех сторон, надежность и удобство для пользователя.

ZMB Braun GmbH
www.zmb-braun.de

Ежегодное собрание ассоциации TBE в Левене

1 и 2 июня 2015 года около ста руководящих работников кирпичной промышленности Европы съехались в бельгийский город Левен на 63-е ежегодное собрание Европейской ассоциации производителей кирпича и черепицы (TBE). Организаторами выступили Нидерландская ассоциация производителей строительной керамики (Royal Dutch Association of Building Ceramics – KNB) и Бельгийская ассоциация производителей кирпича (Belgian Brick Association – BBF).

» На вечернем приеме у участников мероприятия было много возможностей для живого обмена мнениями

» В ежегодном собрании TBE приняло участие большое число руководящих работников европейской кирпичной промышленности

Все фото: Anke Bracht, Zi International

Заседания рабочих и тематических групп TBE

В первый день прошли встречи представителей различных рабочих групп ассоциации TBE. Открывали мероприятие проводившиеся с утра собрания рабочих групп по кровельной черепице и кирпичной кладке. Во второй половине дня заседали рабочие группы по экологии и технике. Участники получили исчерпывающую информацию о деятельности TBE за прошедший год, в частности в сфере стандартизации, охраны климата, энергосбережения, экологического строительства и нормативного регулирования строительной продукции, а также о проекте INSYSME.

День завершился коктейлем и торжественным ужином в бегинаже. Построенное в XIII веке здание больницы является частью архитектурного ансамбля, который входит в список объектов всемирного культурного наследия ЮНЕСКО и представляет собой своего рода город в городе. Впечатляющее место проведения мероприятия создавало для участников собрания, приехавших из разных стран, приятную обстановку, способствующую обмену мнениями и профессиональным беседам. Иоаннис Малиоурис, президент ассоциации TBE и управляющий директор B. Maliouris S. A., приветствовал участников и поблагодарил нидерландскую и бельгийскую ассоциации за превосходную организацию и проведение собрания.

Привлечь внимание к отрасли

2 июня прошла встреча исполнительного комитета TBE, а затем заседание советов ассоциаций BBF и KNB, организовавших это мероприятие. Затем на общем собрании членов TBE был дан обзор деятельности организации в 2014–2015 гг. и представлены грядущие задачи и проекты.

При этом были продемонстрированы новые электронные брошюры, содержащие информацию о преимуществах скатных крыш и кирпичной продукции. Эти брошюры, разработанные рабочими группами TBE, теперь предоставлены в пользование всем участникам ассоциации, которые получают таким образом возможность сообщить застройщикам и архитекторам в своих странах исчерпывающую информацию, ориентируясь на национальные требования и условия. После этого участники обсудили политику ЕС в вопросах климата и энергетики, в частности введение регламента относительно категорий продуктов.

Участие TBE в Международной конференции по экологическому строительству и в Европейского керамического альянса призвано привлечь внимание к отрасли. Этой же цели служит укрепление сети внешних связей ассоциации.

Далее на повестке дня стоял пересмотр соглашения по торговле квотами на выбросы ЕС (ETS) и изучение процесса рекарбонизации. Кроме того, была представлена инициатива Европейской комиссии по дополнительным

» Президент TBE Иоаннис Малиоурис (справа) и новый вице-президент Мирослав Ярошевич

» Новый генеральный секретарь Магдалена Валлебона со своим предшественником Адольфо Айэлло

индикаторам при оценке зданий и исследование характеристик выщелачивания керамических заполнителей.

В этот день были утверждены некоторые изменения внутренней структуры TBE. Хеймо Шойх, управляющий директор фирмы Wienerberger AG, который шесть лет занимал пост президента ассоциации TBE, а в последний год был ее вице-президентом, ушел в отставку. Новым вице-президентом стал Мирослав Ярошевич из польского Союза работников предприятий строительной керамики. Внутренним аудитором TBE вместо Эрве Гастинеля был назначен Пьер Жонар. Новыми членами исполнительного комитета TBE стали Ролан Беснар, Кристоф Доменig, Джон Мерсер и Уэйн Шеппард.

Адольфо Айэлло, занимавшего в последние три года пост генерального секретаря, а теперь намеревающегося заняться другими делами, сменила Магдалена Валлебона.

Подиумная дискуссия «Экологическое строительство»

Во второй половине дня прошли дебаты по устойчивому развитию, одной из центральных тем для европейской кирпичной промышленности. Шестеро участников дискуссии понимали проблему устойчивого развития под углом зрения своей деятельности – в области архитектуры, высшего образования, предпринимательства в сфере сноса зданий и социального жилищного строительства. Они обсудили три основных аспекта проблемы устойчивого развития – экологический, экономический и социальный. В индустрии утвердилось мнение, что истинное устойчивое развитие должно быть ориентировано на все здание в целом, ведь строительные материалы – это его неотъемлемая часть. Всесторонний подход означает учет всего жизненного цикла здания и его компонентов, в том числе рециклинг и вторичное использование.

Ассоциация TBE пригласила представителей европейской кирпичной промышленности на свое следующее ежегодное собрание, которое будет проведено 23 и 24 июня 2016 г. в Швейцарии.

Tiles & Bricks Europe aisbl
www.tiles-bricks.eu

» Бегинаж XIII века – стильная площадка встречи представителей европейской кирпичной промышленности в этом году

TBE | Европейская ассоциация производителей кирпича и черепицы

Усилить TBE – общий голос европейских производителей кирпича

Так Иоаннис Малиоурис обозначил одну из целей, которую он поставил перед собой на период своего пребывания на посту президента TBE. Во время проведения конгресса TBE в г. Левен мы поговорили с действующим президентом TBE о начале его президентского срока, о вызовах, с которыми приходится сталкиваться кирпичной промышленности, и о его планах относительно TBE.

Г-н Малиоурис, вы уже почти год как являетесь президентом TBE. Какие вопросы были для вас особенно важными в течение этого времени?

Со времени моего назначения в Неаполе у нас был очень интересный и интенсивный период. С одной стороны, Европейская Комиссия приняла ряд регулирующих решений в области охраны климата и развития энергетики, которые в ближайшие годы окажут сильное влияние на нашу отрасль. С другой стороны, наши рабочие группы занимались подготовкой брошюр, в которых подчеркиваются преимущества скатных крыш и кирпичной кладки. Кроме того, мы еще более укрепили нашу связи в Брюсселе благодаря сотрудничеству с ассоциациями Cerame-Unie и European Masonry Alliance по вопросам выборов в Европарламент и последующей деятельности. Ну и не в последнюю очередь надо сказать о том, что наши эксперты продолжили сотрудничать и обмениваться информацией по техническим темам, таким как стандартизация, устойчивое развитие и экологичность, и т.д.

С какими вызовами приходится сталкиваться кирпичной промышленности сейчас и придется столкнуться в будущем?

Европа застряла в структурном кризисе, который существенно меняет профиль отрасли. Экономическое положение остается тяжелым – в ряде стран наши объемы производства сократились более чем наполовину. Отсутствие инвестиций в строительную отрасль препятствует проведению необходимого ремонта имеющихся зданий и приводит к нехватке жилья – в некоторых странах его количество не соответствует потребностям населения. Поэтому мы призываем европейские и национальные ведомства как можно скорее принять экстренные меры для поддержки жилищного строительства. Особое внимание должно быть уделено строительству доступного социального жилья, реконструкции и восстановлению жилых домов. Относительно этих проблем я убежден в том, что наша отрасль хорошо подготовлена к тому, чтобы соответствовать предстоящим вызовам и новым возможностям – благодаря повышенному вни-

Фото: Томас Кранцир

» Президент ассоциации TBE Иоаннис Малиоурис беседует с редактором журнала Zi Анке Брахт

манию к вопросам создания добавленной стоимости продукции и сосредоточенности на потребностях рынка в части экологичности, энергоэффективности, акустики и т. д.

Какие цели вы ставите перед собой на период ваших президентских полномочий?

Я планирую и впредь усиливать TBE – этот общий голос европейских производителей кирпича. Нам необходимо улучшить отношения с институтами Евросоюза после последних выборов. Только так мы можем обеспечить учет интересов отрасли при принятии в скором будущем ключевых решений в области охраны климата и эффективного использования ресурсов. Одновременно с этим TBE предоставит своим членам эффективную платформу для обмена информацией и передовым опытом в важных для нас областях, таких как экологическое строительство и стандартизация. Все это станет возможным при активном участии и сотрудничестве членов нашей ассоциации из всех европейских стран.

Количество предпринимателей, принимающих участие в ежегодных конференциях TBE, к сожалению, часто не очень велико. Как обстояли дела в этом году и почему производителям необходимо участвовать во встречах представителей отрасли?

В действительности мы изменили эту тенденцию еще в прошлом году. В июне 2014 г. ежегодная конференция TBE впервые проводилась одновременно с общим собранием национальной ассоциации – итальянского союза представителей кирпичной промышленности ANDIL. Благодаря этому факту было зарегистрировано более 170 участников, многие из которых являлись представителями фирм. Я считаю, что этот конгресс стал отличным примером синергии европейских и национальных ассоциаций, поскольку одновременное проведение ежегодных конференций предоставляет большему количеству производителей возможность принять участие в каждой из них. Мы решили повторить этот опыт и организовали в этом году конгресс в Левене совместно с бельгийской (Belgian Brick Association, BBF) и голландской (Royal Dutch Association for Building Ceramics, KNB) ассоциациями представителей кирпичной промышленности. Мы ожидаем, что в нем примут участие порядка 100 представителей.

В настоящее время ведется интенсивная дискуссия о единстве Европы. Насколько важно для кирпичной промышленности выступать в Европе единым фронтом?

Мы ежедневно ощущаем, что европейское законодательство затрагивает нас все больше и больше. Не только как производителей, но и как граждан. Правовые рамочные условия в Европе могут в значительной степени повлиять на конкурентоспособность предприятий, поскольку на европейском законодательстве основываются многие национальные законы, технические правила и стандарты. Хотел бы привести в качестве примера законы о системе торговли квотами на выбросы (ETS). В сферу применения ETS попадают более тысячи кирпичных заводов. На том основании, что кирпичная промышленность является сектором с высоким риском «утечки углерода, рабочих мест и инвестиций», до 2019 г. она получит достаточное количество свободных квот. Это было целью совместных действий TBE и ее европейских членов.

С некоторых пор улучшение работы с общественным мнением включено в повестку дня ассоциации TBE. Какие действия были реализованы к настоящему времени и какие запланированы на будущее?

Очень важно, чтобы отрасль в целом доводила до сведения «мультипликаторов» цепочки приращения добавленной стоимости, таких как архитекторы, проектировщики и строительные предприятия, информацию о положительных сторонах нашей продукции. Как уже упоминалось выше, в прошлом году большое внимание было уделено разработке двух брошюр о преимуществах скатных крыш и кирпичной продукции. Эти документы, подготовленные компетентными рабочими группами и одним рекламным агентством, подчеркивают указанные преимущества с экономической, экологической, эстетической и технической точек зрения. Как известно каждому в нашей отрасли, строительный кирпич, кровельная черепица и клинкеры являются экологичными и долговечными строительными материалами, способными пережить несколько поколений, поскольку производятся из натурального на 100 % сырья. Кроме того, они обладают значительными преимуществами в плане энергоэффективности, шумопоглощения, качества воздуха в помещении и пр. Благодаря своей универсальности и эстетическим свойствам они на протяжении столетий являлись определяющим строительным материалом, но и сейчас предоставляют возможность инновационных решений для зданий завтрашнего дня. Обе упомянутые брошюры будут способствовать тому, чтобы распространить эту идею по всей Европе. Мы будем просить членов нашей ассоциации, как фирмы, так и национальные союзы, использовать их в национальном контексте, на ярмарках, ежегодных собраниях, конференциях и т. д. Для упрощения этого процесса можно будет перевести эти брошюры на соответствующие языки.

Г-н Малиоурис, большое спасибо за беседу. Желаем вам дальнейших успехов на посту президента TBE.

Интервью провела редактор журнала Zi Анке Брахт.

Tiles & Bricks Europe aisbl
www.tiles-bricks.eu

Штефан Фогт (Dr. – Ing.)

Методы оценки пригодности сырья и оптимизации шихты. Часть 1

В настоящей статье критически рассматриваются известные на протяжении многих десятилетий способы оценки пригодности материалов – с помощью диаграмм Винклера и Августиника или оценочных испытаний по Фрейбургу. Показаны возможности их адаптации к современным требованиям качества продукции и технологиям производства. Кроме того, на основании полученного опыта с использованием количественного анализа минеральных веществ определяется оптимальный минеральный состав различных групп грубокерамических изделий. Во 2-й части публикации будет описан порядок предварительной оптимизации шихты посредством простейших процедур поиска, методов линейной оптимизации и эволюционных алгоритмов.

1 Введение

При оценке пригодности исходных материалов и оптимизации шихты для производства кирпича и черепицы необходимо досконально прояснить два круга вопросов:

- Какие свойства должны иметь изделия?
- Какие технологии должны использоваться для производства изделий?

Как правило, свойства кирпичной и черепичной продукции прописаны в национальных стандартах. Сверх этих стандартов могут существовать и другие требования, касающиеся, например, эстетической привлекательности изделий – их формы, цвета или переливов цвета.

Существует совершенно различные производственные технологии, которые зависят от сырья, вида изделий и уровня развития производительных мощностей. В связи с долгим сроком службы оборудования часто могут использоваться (причем иногда даже на различных этапах производственного процесса) технологии, представляющие несколько ступеней технологического развития.

Уже ввиду этих нескольких фактов представляется почти невозможным дать универсальные указания по оценке пригодности сырья и оптимизации шихты для производства грубокерамических изделий. Тем не менее в последние десятилетия благодаря изучению различных свойств глинистых и безглинистых минералов [1–36], а также совершенствованию методов лабораторных исследований [37–52] сложилась область знаний, которая служит основой для проверки пригодности и методически выверенной предварительной оптимизации шихты.

2 Оценка возможности применения проб глины

В целях экономии для оценки возможности применения образца глины сначала проводят лабораторные исследования. И только на следующих этапах в отдельных случаях проводят полупромышленные и промышленные испытания в форме пробного прессования, опытной сушки или опытного обжига. До сих пор методы систематической оценки глиняного сырья и его пригодности для кирпичной продукции описаны только в нескольких источниках [33, 38, 39, 49, 50].

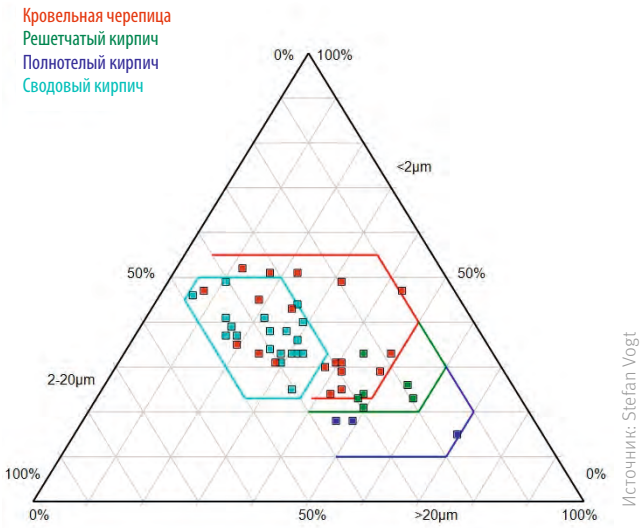
2.1 Основные лабораторные исследования технологических свойств

Для проведения основных исследований технологических свойств достаточно лаборатории с простым оборудованием – дробилкой, мельницей, лабораторным прессом, сушильным шкафом и муфельной печью. Пробы глины, если они в отвердевшем состоянии, измельчают в дробилке и/или в мельнице. Далее их несколько раз пропускают через лабораторный пресс и изготавливают цилиндрические или прямоугольные образцы для испытаний. Этот процесс позволяет определить свойства материала при прессовании, такие как достаточная пластичность (значение по пенетрометру), оптимальная прессовочная влажность или проявляющееся текстурообразование. Пластичность можно дополнительно исследовать с помощью прибора Пфефферкорна.

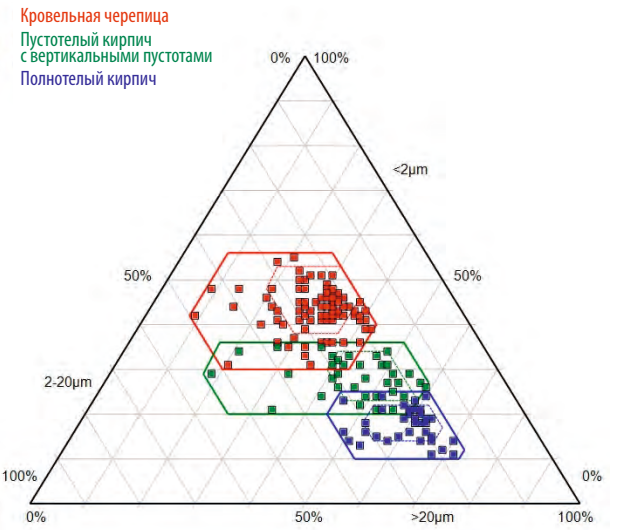
При последующей сушке части образцов при температурно-влажностном режиме помещения или – по заданным условиям – в сушильном шкафу определяется усадка в продольном и поперечном направлении относительно направления прессования. Усадка при сушке и при обжиге – это важные критерии расчета параметров прессового инструмента. После этого другую часть изготовленных испытательных образцов выдерживают в электрической муфельной печи при различных температурах.

После обжига можно определить, помимо усадки, водопоглощение, выдерживая образцы в воде при комнатной температуре или температуре кипения. На основании данных о водопоглощении можно сделать первые выводы о чувствительности к попеременному замораживанию и оттаиванию. Кроме того, на этом этапе можно видеть, какая приобретается окраска после обжига при различных температурах, что является важным свойством изделия. На поверхности могут быть видны нежелательные грубые включения, такие как слишком крупный песок, плавленый пирит, или высцветы. После длительного хранения образцов в микроклимате помещения возникают к тому же и известковые дутики.

Для получения более точной характеристики проб глины или шихты необходимо определить прочность испытательных образцов на растяжение при изгибе на специальном оборудовании. При этом можно выяснить



» **1** Трехкомпонентная диаграмма областей применения по Винклеру (1954 г.) – кровельная черепица, сводовый кирпич, решетчатый кирпич и полнотелый кирпич [38] (19 кровельных черепиц, 19 сводовых кирпичей, 6 решетчатых кирпичей, 3 полнотелых кирпича)



» **2** Трехкомпонентная диаграмма областей применения по Шмидту (1973 г.) – кровельная черепица, пустотелый кирпич с вертикальными пустотами и полнотелый кирпич [39] (80 шихт для изготовления кровельной черепицы, 35 шихт для изготовления пустотелого кирпича с вертикальными пустотами и 35 шихт для изготовления полнотелого кирпича)

Источник: Stefan Vogt

также прочность при изгибе в сухом состоянии при выдерживании в условиях микроклимата помещения или в сушильном шкафу, а также прочность при изгибе после обжига. Полученные значения позволят сделать дальнейшие выводы о возможностях использования проб глины и шихты.

Опыт свидетельствует, что для беспроблемного перемещения проб между сушилкой и печью их прочность при изгибе в сухом состоянии при выдерживании в условиях микроклимата помещения не должна быть ниже 2,0 МПа. Если это значение достигается только в сухом состоянии, то на заводе высушиваемый материал следует сразу после сушки перемещать в печь или же предусмотреть подогреватель. После обжига прочность при изгибе строительного кирпича должна составлять не менее 10 МПа, а черепицы и клинкерного кирпича – не менее 18 МПа. Значение водопоглощения клинкерного кирпича должно быть при этом ‹ 6 %, кровельной черепицы – ‹ 12 %, а строительного кирпича с высокими теплоизоляционными свойствами – около 18 %.

Уже такие простейшие лабораторные исследования технологических свойств позволяют определить основные возможности применения глины и шихты.

В производственных лабораториях кирпичных заводов, наряду с подобными исследованиями, часто проводят также ситовой анализ, позволяющий установить содержание различных крупных фракций. После этого при помощи микроскопа для исследования в отраженном свете можно определить содержание в этих гранулометрических фракциях вредных компонентов.

2.2 Лабораторные исследования вещественного состава и термические исследования

Лаборатории, специализирующиеся на исследования глин, проводят детальные исследования вещественного состава (ситовой и седиментационный анализ, химический анализ, анализ минерального состава), а также термические исследования (дифференциальный термический анализ, термогравиметрический анализ, дилатометрию). Такие исследования имеют различное назначение. Но в первую очередь их используют для целенаправленного подбора компонентов при разработке шихты. Кроме того, они дают информацию о конфигурации кривых сушки и обжига, соответствующей требуемому качеству [9, 53–68].

2.3 Оценка пригодности к применению на основании гранулометрического анализа

Предположительно первой попыткой систематизировать оценку возможности применения сырья была диаграмма гранулометрического состава, опубликованная Винклером [38] в 1954 г.

На этой диаграмме отношение гранулометрических фракций ‹ 2 мкм, 2–20 мкм и › 20 мкм представлено в виде точки измерения на равностороннем треугольнике (трехкомпонентная система). Такой подход основан на классификации почв и осадочных отложений Аттерберга по размеру зерна (‹ 2 мкм – мелкозернистая глина, 2–20 мкм – крупнозернистая глина, › 20 мкм – мелкозернистый песок).

Исходя из своих измерений, Винклер указал на диаграмме области, к которым относятся различные грубокерамические изделия – полнотелый, решетчатый кирпич, кровельная черепица, а также тонкостенный сводовый кирпич (**»1**).

Для определения гранулометрического состава уже много лет применяются ситовой и седиментационный методы. Результаты, получаемые с их помощью, заметно отличаются от тех, что дают лазерные гранулометры, так же давно используемые. Треугольник Винклера с представленными на нем на текущий момент видами изделий может применяться только в сочетании с ситовым и седиментационным методами. Кроме того, выводы на основании диаграммы Винклера можно делать только в случае, если образцы полностью измельчены, т. е. если отсутствует диагенетическое уплотнение.

И хотя диаграмма Винклера с указанными им областями используется уже в каждой лаборатории по исследованию грубокерамических изделий, при изучении оригинального источника обнаруживается, что в нем рассматривается всего 47 различных кирпичных глин и шихт. В статье основное внимание уделяется новым для

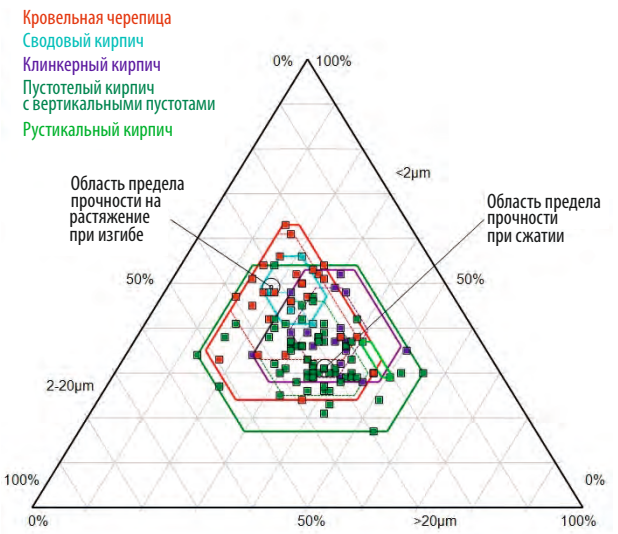
» Таблица 1 Диапазоны крупности по видам изделий для диаграммы Винклера в соответствии с исследованиями Шмидта (1973 г.) [39]

Изделие	Области распределения гранулометрических фракций (%)					
	‹2 мкм мин.	‹2 мкс макс.	2–20 мкм мин.	2–20 мкм макс.	›20 мкм мин.	›20 мкм макс.
Полнотелый кирпич (пустотность ‹15 %)	10	25	15	36	44	73
Пустотелый кирпич с вертикальными пустотами (пустотность 15–50 %)	20	36	14	54	17	59
Кровельная черепица	30	56	17	50	8	43
Сводовый кирпич (пустотность ›50 %)	21	50	38	50	8	35
Изделие	**Гранулометрическая фракция (%) для ›80 % всех шихт**					
	‹2 мкм мин.	‹2 мкм макс.	2–20 мкм мин.	2–20 мкм макс.	›20 мкм мин.	›20 мкм макс.
Полнотелый кирпич (пустотность ‹15 %)	14	22	17	31	51	67
Пустотелый кирпич с вертикальными пустотами (пустотность 15–50 %)	23	34	18	31	39	59
Кровельная черепица	38	53	17	33	19	37

того времени тонкостенным сводовым кирпичам из Италии. Остальные приводимые данные, не относящиеся к сводовым кирпичам и кровельной черепице, довольно ограниченны – их не достаточно, тем более для проведения сравнительного анализа.

У автора имеются представления данных, полученные в различных лабораториях и из вспомогательной литературы, в которых применяется иной масштаб трех диапазонов размеров зерна, но тем не менее области применения оставлены такими, как они даны в оригинальном источнике (у Винклера). В таком случае, конечно, невозможно корректно классифицировать измеренные значения.

Области, обозначенные Винклером в 1954 г., были в 1973 г. проверены Шмидтом [39] с использованием собственных измерений составов 150 грубокерамических материалов и шихт. При этом диаграмма была адаптирована к используемым на тот момент технологиям подготовки массы и изготавливаемой малоформатной продукции (**»таблица 1**). Кроме того, Шмидт задает более узкие, чем Винклер, границы крупности зерна, в которых представлено более 80 % всех проанализированных шихт.



» 3 Трехкомпонентная диаграмма областей применения в соответствии с измерениями автора, проведенными в последние годы, – кровельная черепица, сводовый кирпич, рустикальный кирпич, пустотелый кирпич с вертикальными пустотами и клинкерный кирпич (28 шихт для изготовления кровельной черепицы, 4 шихты для изготовления сводового кирпича, 2 шихты для изготовления рустикального кирпича, 63 шихты для изготовления пустотелого кирпича с вертикальными пустотами и 21 клинкерная шихта)

Внимание привлекает то, что у Шмидта область крупнозернистой глины фракции 2–20 мкм для всех шихт начинается с доли ›15 % (**»2**). У Винклера же эта область начинается уже 10 %. Однако при более детальном изучении оригинальной статьи (**»1**) обнаруживается, что в области крупнозернистой глины имеется только одна точка измерения со значением 10 %. Все остальные точки измерения находятся у Винклера также выше 15 %.

Свои исследования Шмидт проводил 40 лет назад. За прошедшее время широкое распространение получили крупноформатные теплоизоляционные кирпичи со все более тонкими межпустотными перегородками. Полнотелые кирпичи с пустотностью не более 15 % выпускают только для применения в качестве облицовочного и клинкерного материала. Кровельная черепица приобретает все бóльшие размеры при возрастающей сложности пазового соединения.

Поэтому автор оценивал собственные данные по 118 шихтам, собранные за последние годы (**»3**). Примечательно, что все шихты сконцентрированы в центре трехкомпонентной диаграммы. Это обстоятельство очередной раз подтверждает целесообразность трех областей размеров зерна в диаграмме Винклера. Центральные области кровельной черепицы, сводового кирпича (пустотелые керамические плиты, пустотелый кирпич с продольными пустотами) и пустотелого кирпича с вертикальными пустотами теперь частично перекрываются, то есть они не так четко разграничены, как у Шмидта. Это обстоятельство уже отмечали Балинт и Маттьясовский-Жольнай в своих публикациях 1978 г. [41].

Кроме того, нижняя граница области крупнозернистой глины 2–20 мкм в центральных зонах, в которых находится более 80 % исследуемых шихт (**»таблица 2**), поднялась еще на 20 %. В целом основная часть измеренных значений для кровельной черепицы и строительного кирпича заметно сместилась в сторону большего содержания крупнозернистой глины. В составе крупнозернистой глины представлены преимущественно кальцит, хлорит, мелкий кварцевый песок, му-

» **Таблица 2** Диапазоны крупности по видам изделий для диаграммы Винклера в соответствии с исследованиями автора

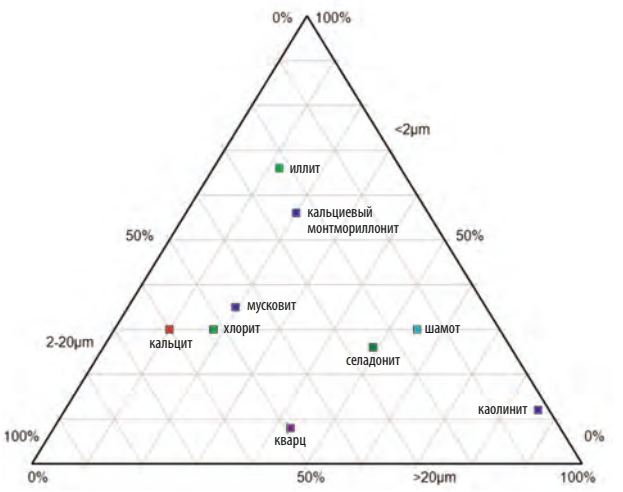
Изделие	Области распределения гранулометрических фракций (%)					
	‹2 мкм мин.	‹2 мкм макс.	2–20 мкм мин.	2–20 мкм макс.	›20 мкм мин.	›20 мкм макс.
Клинкерный кирпич	28	53	15	43	23	49
Рустикальный кирпич	29	37	20	22	41	51
Пустотелый кирпич с вертикальными пустотами	17	54	14	53	13	56
Кровельная черепица	24	63		51	14	47
Сводовый кирпич/пустотелый кирпич с продольными каналами)	41	56	23	34	17	30
	Гранулометрическая фракция (%) для ›80 % всех шихт					
	‹2 мкм мин.	‹2 мкм макс.	2–20 мкм мин.	2–20 мкм макс.	›20 мкм мин.	›20 мкм макс.
Клинкерный кирпич	29	49	19	34	27	41
Рустикальный кирпич	29	37	20	22	41	51
Пустотелый кирпич с вертикальными пустотами	25	46	24	42	23	46
Кровельная черепица	33	61	22	42	14	40
Сводовый кирпич /пустотелый кирпич с продольными каналами)	41	48	29	34	17	30

сковит, иллитовые глинистые минералы, а также монтмориллонит (**»4**) [33, 36]. Кроме того, в шихтах для кровельной черепицы используется сегодня больше, чем раньше, мелкозернистой глины фракции ‹ 2 мкм.

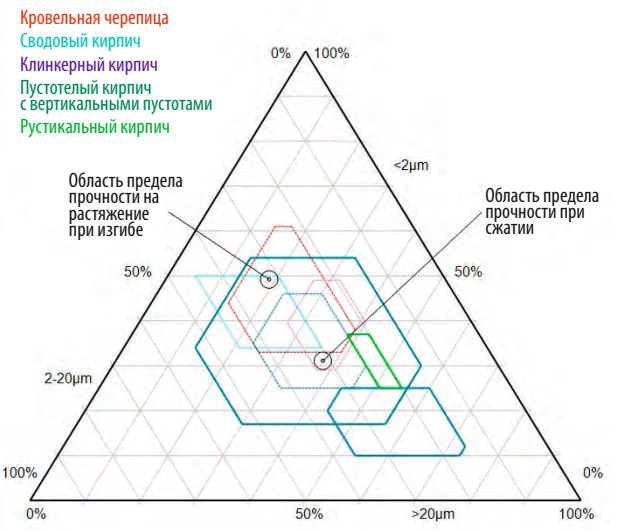
Впервые на диаграмме Винклера отдельно представлены шихты для клинкерного и облицовочного рустикального кирпича. Центральная область клинкерного кирпича расположена между кровельной черепицей и пустотелым кирпичом с вертикальными пустотами, а область рустикального кирпича заполняет пробел между клинкерным и пустотелым кирпичами. Предвосхищая дальнейшее изложение, здесь следует отметить, что полученная центральная область кровельной черепицы в значительной мере совпадает с областью черепицы повышенной морозостойкости (**»6**), установленной Руппиком [70].

Применение диаграммы Винклера необходимо время от времени адаптировать к современному состоянию технологий подготовки массы и выпускаемой грубокерамической продукции. Сегодня для выполнения этой задачи выбран следующий подход: в целях повышения наглядности переработанной диаграммы в зоны пересечений включены только центральные области изделий последних лет (**»3**).

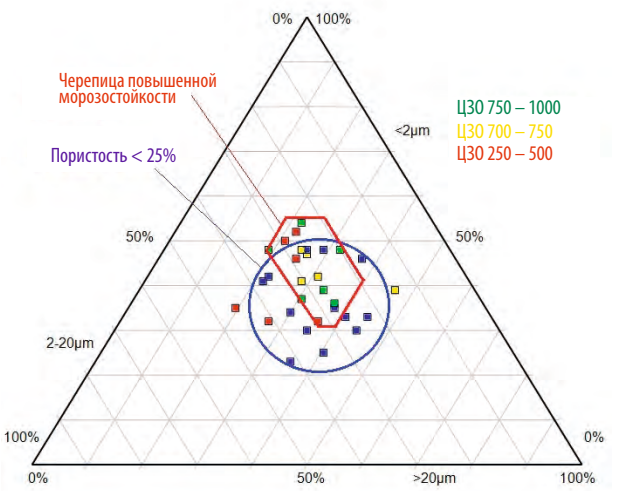
Дополнительно к рассмотрению привлекаются области (и значения измерений), хорошо обоснованные Винклером, для сводового кирпича (›80 % измеренных значений, ‹2 мкм 34–50 %, 2–20 мкм 30–45 %) и Шмидтом – для полнотелого кирпича (большая область в **»таблице 1**). Однако есть вероятность, что область, указанная Шмидтом для полнотелого кирпича, может отчасти включать диагенетически уплотненные шихты (не обязательно морозостойкие), которые изготавливают преимущественно по простым технологиям, используемым во многих странах (ручная подготовка, сушка на открытом воздухе). Таким образом получаем переработанную диаграмму Винклера, представленную на иллюстрации **»5**.



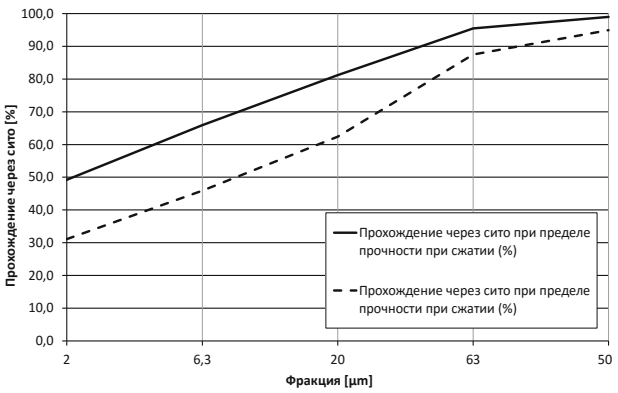
» **4** Расположение глинистых и безглинистых минералов на диаграмме Винклера в соответствии со статическими исследованиями ожидаемых гранулометрических значений, проведенных автором [33, 36]



» **5** Переработанная диаграмма Винклера для кровельной черепицы, сводового кирпича, рустикального кирпича, пустотелого кирпича с вертикальными пустотами, полнотелого кирпича и клинкерного кирпича (пунктирная линия – центральная область ‹ 80 %, сплошная линия – весь диапазон нахождения)



» 6 Область применения по Руппику [70] – черепица повышенной морозостойкости (различные ступени в зависимости от достигнутого числа циклов замораживания и оттаивания (ЦЗО)) и область максимального уплотнения с максимальной пористостью ‹ 25 % после выдерживания образцов при 600 °C (исследование автора)



» 7 Гипотетические кривые прохождения через сито для предела прочности на растяжение при изгибе и предела прочности при сжатии после сушки с использованием значений из [81, 82]

Следует указать на то, что одной диаграммы Винклера недостаточно для оценки возможности использования сырья, так как она учитывает только гранулометрический состав шихты, но не минеральный [29, 69]. Заголовок основополагающей публикации Винклера свидетельствует о том, что он в полной мере отдавал себе в этом отчет [38]. Для пояснения приведем пример. Можно седиментировать кварцевый песок с разделением на фракции, затем смешать их таким образом, чтобы получить «шихту для кровельной черепицы» в соответствии с диаграммой Винклера. Однако эта «шихта» не будет содержать глинистых минералов, а значит, после сушки или обжига не будет иметь достаточной прочности, необходимой для кровельной черепицы.

Поскольку определенные грубокерамические изделия не должны содержать грубых включений или иметь шероховатую поверхность, при оценке возможности использования все-таки нельзя отказываться от гранулометрических данных. Диаграмма Винклера подходит для обозначения других свойств исходных материалов и шихт, тесно связанных с гранулометрическим составом, а именно с теми, которые важны для такой области применения, как кровельная черепица повышенной морозостойкости по Руппику [70], или области, где требуется максимальная степень уплотнения (**»6**). Кроме того, ее можно использовать для оптимизации двух- и трехкомпонентных смесей путем расчета прямых смешения. Любопытно, что диаграмму Винклера можно с полным основанием применять также и для тонкокерамических сырьевых материалов и шихты (каолины и фарфоровые массы) [41].

Область максимального уплотнения на диаграмму Винклера впервые нанес Плауль [40]. Обозначенная в публикации Плауля область заметно отличается от области значений, указанных автором на диаграмме **»6**. Одной из причин этого является то, что в отношении грубокерамических изделий Плауль провел малорепрезентативные испытания только с различными фракциями каолина Meka из Кеммлица, полученными седиментацией, и мелким кварцевым песком [40, 41]. Однако грубокерамические глины помимо каолинита содержат также значительное количество иллитов, монтмориллонитов и хлоритов, свойства которых сильно различаются [36].

На диаграмме Винклера можно также обозначить область предела прочности на растяжение при изгибе и предела прочности при сжатии (**»5**). Для этой цели автор, опираясь на статистический анализ различных сырьевых материалов и шихт [81, 82], вывел две гипотетические кривые прохождения через сито, с помощью которых определил предел прочности на растяжение при изгибе и предел прочности на сжатие после сушки (**»7**). Значения этих кривых для различных фракций приведены в таблице **»3**. Шихты для изготовления кровельной черепицы и сводового кирпича – соответственно испытываемой ими основной нагрузке при изготовлении – находятся в лучшем случае рядом с кривой прохождения через сито для предела прочности на растяжение при изгибе, а шихты для изготовления пустотелого кирпича с вертикальными пустотами и клинкерного кирпича – рядом с кривой предела прочности при сжатии.

На диаграмме **»5** видно, что есть область крупности, которая подходит одновременно для изготовления кровельной черепицы, сводового кирпича, пустотелого кирпича с вертикальными пустотами и клинкерного кирпича. Эта область находится почти на линии, соединяющей точки предела прочности на растяжение при изгибе и предела прочности при сжатии. Линия проходит между этими точками вдоль отметки 31 % в области грубокерамической глины. Эта линия представляется важной, так как она почти строго разделяет области сводового кирпича и клинкерного кирпича и проходит точно между областями кровельной черепицы и пусто-

» Таблица 3 Гипотетические кривые прохождения через сито для предела прочности на растяжение при изгибе и предела прочности при сжатии соответственно после сушки

Размер зерна (мкм)	Прохождение через сито при пределе прочности на растяжение при изгибе (%)	Прохождение через сито при пределе прочности при сжатии (%)
2	49,2	31,1
6,3	65,9	45,9
20	81,2	62,4
63	95,5	87,5
500	99,0	94,9

» **Таблица 4** Предельные значения по видам изделия для проверки пригодности к применению по Августинику [48, 49]

Изделие	Отношение Al_2O_3/SiO_2		Сумма $RO+R_2O+Fe_2O_3$	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Строительный кирпич	0,91 × ($RO+R_2O+Fe_2O_3$)	0,06+2 × ($RO+R_2O+Fe_2O_3$)	0,07	0,22
Сводовый кирпич/ полые изделия	0,28	0,33	0,09	0,17
Сильнокарботнатная кровельная черепица	0,22	0,34	0,16	0,26
Кровельная черепица	0,14+0,5 × ($RO+R_2O+Fe_2O_3$)	0,18+($RO+R_2O+Fe_2O_3$)	0,08	0,16
Клинкерный кирпич, красный	0,1	0,35	0,06	0,15
Клинкерный кирпич, желтый	0,21	0,34	0,03	0,07
Каменная керамика/фасадная прислонная плитка	0,24	0,34	0,04	0,08

телого кирпича с вертикальными пустотами. Центр области максимального уплотнения, имеющей форму круга, также расположен рядом с этой линией.

С точки зрения минералогии в этой узко ограниченной области крупности зерна, пригодной для изготовления большинства грубокерамических изделий, находятся глины и шихты со средним содержанием глинистых минералов 40–50 % и немного повышенным содержанием кварца (36 %) и полевого шпата (10 %). В шихтах для забутовочного кирпича повышенное содержание кварца и полевого шпата можно заменить 10–20 % карбонатов. Преобладающими глинистыми минералами являются иллит (18 %) и монтмориллонит (17 %). Каолинита и шамота содержится почти в два раза меньше (9 %), а хлорита – меньше практически в четыре раза (5 %).

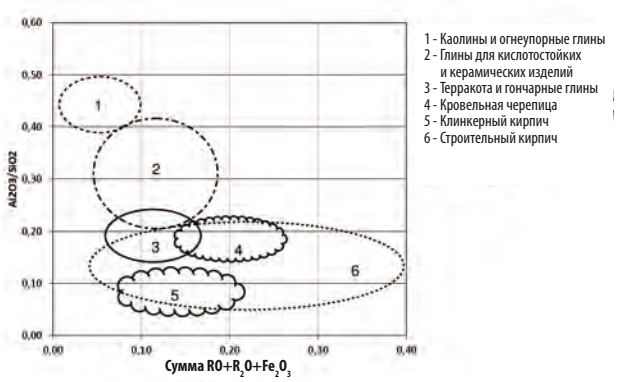
2.4 Оценка пригодности к применению на основании химического анализа

Чем выше температура обжига, тем сильнее изменения в глинистых минералах и тем большее значение приобретает химический состав сырья. В 1975 г. Августиник опубликовал диаграмму, которая подобно диаграмме Винклера ограничивает области химического состава, предпочтительные для определенных категорий продукции [50, 51]. На оси ординат указано молярное отношение Al_2O_3 к SiO_2, а на оси абсцисс – молярная сумма соединений щелочных и щелочноземельных металлов и Fe_2O_3 (**»8**).

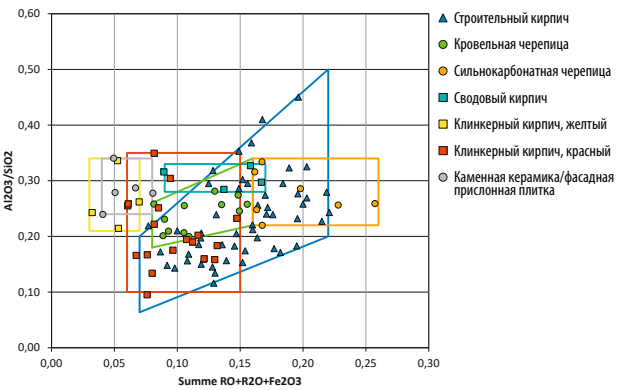
Августиник использовал диаграмму для различных сырьевых материалов и шихт для изготовления тонкой грубокерамических изделий. Опираясь на собственные данные, автор исследовал и включил в диаграмму только области использования сырья применительно к грубой керамике (**»9**). В целях упрощения на оси ординат вместо молярного отношения Al_2O_3/SiO_2 было указано массовое отношение обоих оксидов, полученное путем химического анализа, а на оси абсцисс – сумма относительных содержаний оксидов щелочноземельных и щелочных металлов и Fe_2O_3. Таким образом на диаграмме определялись четко ограниченные области для различных грубокерамических изделий (**»таблица 4**).

В диаграмму были включены, помимо красножгущихся изделий, еще серожгущиеся и светложгущиеся. При этом области желтого клинкерного кирпича и каменной керамики/фасадной прислонной плитки почти полностью совпадают. Рядом с областью красной кровельной черепицы выше отметки 0,16 по оси абсцисс образуется отдельная большая область для суммы соединений щелочных и щелочноземельных металлов и Fe_2O_3. Это область применения для большей части светложгущейся черепицы с большим содержанием карбоната, используемой в средиземноморском регионе и Швейцарии.

Значения, представляющие сумму щелочных и щелочноземельных соединений и Fe_2O_3, занимают особенно большую область красножгущейся черепицы и строительного кирпича. Для этих глин и шихт обнаруживается следующая тенденция – с увеличением значений суммы соединений щелочных и щелочноземельных металлов и Fe_2O_3 растут значения массового отношения Al_2O_3/SiO_2. Это кажется логичным, поскольку соединения щелочных и щелочноземельных металлов



» **8** Диаграмма Августиника 1975 г. [50, 51] для различных тонко- и грубокерамических изделий



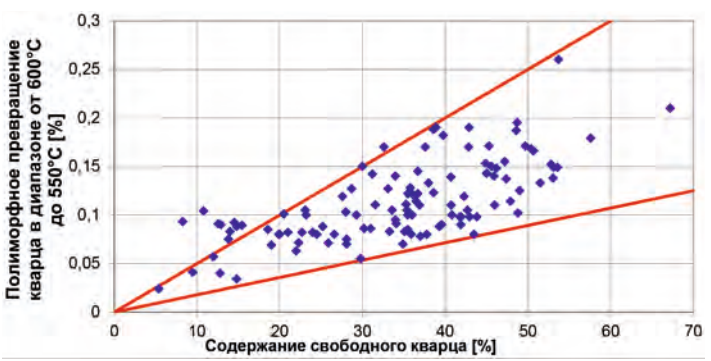
» **9** Переработанная диаграмма Августиника для различных грубокерамических изделий

» Таблица 5 Области применения и оптимальные минеральные и гранулометрические составы для различных групп изделий

	Сводовый кирпич/полые изделия			Забутовочный кирпич			Кровельная черепица			Облицовочный кирпич		
	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.
Каолинит (%)	0	4	4	0	0	7	0	2	24	0	5	24
Шамот (%)	9	30	45	0	9	18	0	14	34	0	11	33
Мусковит (%)	2	3	4	0	5	15	1	4	13	1	4	10
Иллит (%)	2	5	15	0	6	20	0	6	20	0	5	20
Селадонит/глауконит (%)	8	10	15	1	13	27	0	12	28	0	8	14
Монтмориллонит (%)	3	8	16	2	15	33	2	15	26	0	13	25
Хлорит (%)	0	7	20	0	6	21	0	4	18	0	4	16
Кварц (%)	23	24	25	13	30	53	13	32	53	10	38	54
Полевые шпаты (%)	0	4	6	2	5	17	1	6	15	1	7	20
Кальцит (%)	0	3	6	0	5	20	0	3	17	0	1	4
Доломит (%)	0	1	7	0	4	10	0	0	6	0	0	2
Железистые минералы (%)	1	1	2	0	1	4	0	1	3	0	2	4
Отходы/шамот/ бой [%]	0	0	0	0	1	15	0	1	5	0	2	25
‹2 мкм (%)	24	42	56	21	34	54	24	46	63	28	40	49
2–20 мкм (%)	23	38	49	13	31	46	22	28	42	15	26	33
›20 мкм (%)	5	20	35	16	35	56	14	26	47	23	34	49
›63 мкм (%)	9	15	25	5	24	41	2	16	30	14	27	44
Температура обжига [°C]	850	900	950	840	925	1060	900	1020	1080	1010	1060	1090

и Fe_2O_3 действуют как плавни. С увеличением содержания плавней необходимо увеличивать также и содержание огнеупорного Al_2O_3, чтобы продукт обжига сохранял в печи прочность.

Диаграмма Августиника хорошо подходит в качестве дополнительного средства проверки пригодности сырья. Интересно, что на ней, как и на диаграмме Винклера, есть область пересечения, которая отражает одновременно возможности изготовления строительного кирпича, черепицы, сводового кирпича и клинкера. Область сводового кирпича всего с четырьмя точками измерений должна считаться недостаточно надежной, поэтому общая область пересечения будет расположена, скорее всего, в области красножгущейся кровельной черепицы. Минеральный состав глин и шихт в области красножгущейся кровельной черепицы похож в среднем на минеральный состав в области пересечения на диаграмме Винклера (см. выше). Таким образом, несмотря на разный подход, диаграммы Августиника и Винклера дают на практике похожие результаты, так как их объединяет минеральный состав, который имеет в конечном счете решающее значение.



» 10 Точки полиморфного превращения кварца в диапазоне от 600 до 550 °C на основании дилатометрической кривой в зависимости от содержания свободного кварца (собственное исследование с использованием 124 глин и шихт)

2.5 Оценка пригодности к применению на основании анализа минерального состава

Знание особых свойств глинистых и безглинистых минералов и их разновидностей необходимо для основополагающей характеристики и оценки глинистого сырья и целенаправленного воздействия на технологические свойства керамических масс.

До сих пор только некоторые лаборатории, специализирующиеся на пробах глины и оснащенные рентгеновскими дифрактометрами, выполняют количественные анализы минерального состава. Кроме того, и сегодня еще сложно провести различие между разновидностями глинистых минералов [30–36]. Поэтому знание об особых свойствах глинистых и безглинистых минералов еще не получило широкого распространения, а применение анализа минерального состава не стало частью повседневной практики.

В **»таблице 5** приведены области нахождения и оптимальные гранулометрические и минеральные составы глин и шихт, используемых для изготовления различных групп изделий. Оптимальные минеральные составы или желаемые средние значения для соответствующих групп изделий были получены путем исключения из базы данных всех глин и шихт, которые на практике приводят к возникновению проблем с качеством или имеют очень долгое время сушки и/или обжига.

При приблизительном соблюдении оптимальных минеральных составов, указанных в **»таблице 5**, и при условии, что глины и массы соответствующим образом подготовлены и не содержат вредных компонентов, с большой вероятностью качество изделий будет хорошим. Естественно, при этом еще могут возникать трудности на определенных этапах производства, так как ни одна глина и ни одна масса не могут гарантировать полное отсутствие проблем при переработке. Кроме того, качество изделий зависит не только от свойств сырья, но и от выбранной технологии производства.

Из **»таблицы 5** видно, что с возрастанием температуры обжига увеличивается содержание кварца. Для по-

Клинкерный кирпич (восстановительный обжиг)			Фасадная прислонная плитка			Керамические трубы		
Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.
0	5	10	2	13	20	16	18	20
0	10	22	3	8	20	7	9	10
2	4	7	1	4	8	0	1	3
2	6	20	2	8	17	5	5	6
0	6	13	0	4	8	2	4	7
5	14	23	2	8	14	9	10	10
0	4	16	0	0	5	0	0	0
29	40	54	25	40	46	22	24	26
2	7	10	0	4	6	2	3	3
0	1	4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	2	4	0	1	4	0	1	1
0	1	5	0	10	20	25	25	25
28	35	49	26	38	43	42	43	44
21	28	33	31	33	36	27	29	31
30	37	46	25	29	38	25	28	31
18	28	41	6	17	29	19	22	26
1060	1100	1160	1180	1200	1220	1220	1240	1260

вышения огнеупорности шихты, предназначенной для производства фасадной прислонной плитки и каменной керамики, высокое содержание свободного кварца уравновешивают добавлением шамота. Шамот к тому же снижает чувствительность шихты к охлаждению.

Почти все шихты для кирпича содержат 10–15 % каолиновых глинистых минералов. Особенно высокое содержание каолиновых глинистых минералов предполагается в фасадной прислонной плитке и керамических трубах, которые обжигают при температурах выше 1180 °C. При этом из метакаолинита образуется муллитовая фаза, которая обеспечивает большую прочность черепка.

Благодаря хорошей пластичности и сравнительной низкой чувствительности к сушке неупорядоченный каолинит (шамот, см. также [36]) при высоком содержании проявляет себя положительно и в сводовом кирпиче. При изготовлении кровельной черепицы, сводового и забутовочного кирпича высокая прочность достигается при добавлении в шихты сравнительно большого количества слюдистых минералов (иллита, селадонита, глауконита), несмотря на низкие температуры обжига. Содержание монтмориллонита во всех шихтах должно быть на уровне 15 % для обеспечения достаточной прочности изделий при изгибе в сухом состоянии и пластичности массы.

Хлорит обычно, за некоторым исключением, не пластичен, поэтому при сушке действует скорее как отощающая добавка. При обжиге при температуре до 700 °C хлорит инертен подобно каолиниту, при температуре свыше 700 °C он ведет себя скорее, как шамот, обеспечивая небольшое повышение прочности (однако при температуре около 1000 °C прочность резко снижается). Хлорит имеет меньшее значение для оптимизации шихты, чет иллит и монтмориллонит.

Кальцит и доломит снижают плотность черепка в необожженном состоянии, а при температурах выше 850 °C увеличивают интервал спекания. Поэтому тонкодисперсный кальцит должен присутствовать в шихте для изготовления забутовочного и сводового кирпича. Небольшое количество кальцита в шихте для кровельной черепицы может в значительной мере уменьшить расширение, вызываемое влагой.

Шихты для облицовочного и для клинкерного кирпича, которые используются тогда, когда проводится восстановительный обжиг, имеют относительно схожий минеральный состав. Примечательно, что в клинкерных массах после восстановительного обжига снижается доля мелких фракций и увеличивается доля крупных. В результате увеличивается размер пор. Это необходимо для отвода кислорода, выделяющегося при восстановлении соединений железа, и позволяет избежать вспучивания.

2.6 Оценка пригодности к применению на основании вещественных и производственных параметров

В 1994 г. Фрейбург представил свой метод проверки пригодности материалов для изготовления грубокерамических изделий [49]. В рамках исследования этой темы было также разработано программное обеспечение для оптимизации состава шихты, ориентированное на малые и средние кирпичные заводы в новых федеральных землях Германии. Эта программа была создана на основе базы данных сырьевых материалов из месторождений бывшей ГДР, составленной Веймарским институтом строительной и грубой керамики. Оценка пригодности шихт проводилась в соответствии с требованиями к качеству изделий, предусмотренными действующими на тот момент стандартами DIN 105 для красножгущегося забутовочного кирпича, DIN456 для кровельной черепицы, DIN 105 ч. 3 для высокопрочного кирпича и клинкера, а также DIN 18168 для плитки, изготовленной ленточным способом. Это испытание учитывает не только минералогический, химический и гранулометрический состав, но и прочность при изгибе в сухом состоянии, прочность и водопоглощение после обжига (**»таблица 6**).

Результаты оценки выражаются в процентном отношении к указанному предельному значению. Испытание на пригодность позволяет быстро выявить недостатки изучаемых проб глины и шихт относительно соответствующих параметров. Однако предельные значения параметров, используемые для этого испытания, установлены для изделий, выпускаемых в Германии, в сравнительно широком диапазоне, а потому они не всегда убедительны.

Показатель фракции >63 мкм предназначен, вероятно, для ограничения содержания грубых частиц на поверхности черепка. Однако приводимые предельные значения не соотносятся со данными, полученными автором при практическом изучении различных качественных образцов. Более подходящим было бы ограничение крупных фракций размером >1,0 мм.

Минимальное достижимое содержание <2 мкм выводится из данных для центральных областей соответствующих изделий на диаграмме Винклера (подробнее см. п. 2.3). В **»таблице 6** значения, взятые из **»5**, указаны в скобках. Однако в списке фракций отсутствуют существенные фракции размеров в диапазоне 2–20 мкм и/или >20 мкм.

Как уже упоминалось в пункте 2.4, Al_2O_3 повышает огнеупорность глиняных сырьевых материалов и шихт. Кроме того, минимальное содержание Al_2O_3 коррели-

» Таблица 6 Предельные значения проверки пригодности по Фрейбургу [49] для различных групп изделий (значения в скобках добавлены автором)

Параметр	Забутовочный кирпич	Кирпич повышенной прочности и клинкерный кирпич	Кровельная черепица	Плитка, изготовленная ленточным способом
Размер зерна ›63 мкм	-	‹20 %	‹15 %	‹10 %
Размер зерна ‹2 мкм	›20 % (25)	›20 % (29)	›25 % (33)	›30 % (42)
Содержание Al_2O_3	›10 %	›13 % (11)	›13 %	›18 %
Содержание Fe_2O_3	›3 %	›4 %	›4 %	›4 %
Содержание карбонатов	‹25 %	‹5 %	‹7 %	‹1 %
Содержание кремнийорганических соединений	-	‹1 %	‹1 %	‹1 %
Водорастворимый SO_3	-	‹0,08 %	‹0,08 %	‹0,08 %
Сумма глинистых минералов	›30 % (40)	›50 %	›50 %	›60 %
Содержание свободного кварца	‹50 %	‹50 %	‹30 % (40)	‹30 %
Прочность при изгибе в сухом состоянии (в микроклимате помещения)	›2,5 МПа	›3,0 МПа	›3,0 МПа	›3,0 МПа
Прочность на растяжение при изгибе при температуре обжига	›5 МПа(10)	›10 МПа (18)	›10 МПа (18)	›10 МПа (30)
Водопоглощение при температуре обжига (масс. %)	-	‹9,0	‹12,0	‹6,0

рует с содержанием глинистых минералов и полевого шпата. Очевидно, что это важный параметр.

На окраску изделий после обжига влияет содержание Fe_2O_3. Как видно из **»таблицы 6**, изменение цвета от бледно-желтого до светло-красного при отсутствии других красящих соединений, таких как оксид титана или карбонаты, находится в области от 3 до 4 %. Карбонаты повышают водопоглощение после обжига, поэтому их содержание, особенно для плотноспекаемых изделий, таких как клинкерный кирпич или плитка, изготовленная ленточным способом, не должно превышать максимального значения. Во избежание появления черной сердцевины следует ограничить содержание органического углерода, а для недопущения выцветов после обжига – водорастворимых сульфатов.

Сумма глинистых минералов – это первый показатель для определения того, имеют ли глинистые сырьевые материалы и шихты достаточную пластичность для формования, а также необходимую прочность для перемещения внутри завода и после обжига. Однако свойства различных глинистых минералов могут сильно варьироваться [33, 36], поэтому здесь было бы полезно привести более дифференцированные данные по содержанию глинистых минералов – подобно тому, как это сделано в **»таблице 5**. Кроме того, в содержание глинистых минералов опосредованно уже включено в параметры ‹2 мкм и содержания Al_2O_3.

Содержание свободного кварца ограничивается для уменьшения чувствительности шихты к охлаждению в печи. Но это важная структурная составляющая массы, поэтому его содержание не может определяться произвольно. Кроме того, при равном содержании свободного кварца точка его полиморфного превращения по показаниям дилатометра может значительно меняться в диапазоне от 600 до 550 °C. Как видно на **»10**, при содержании свободного кварца 30 % точка полиморфного превращения может колебаться в пределах 0,05–0,15 %. На чувствительность к охлаждению влияет не только содержание свободного кварца, но и размер фракции [30] и структура его (гранулометрический состав и прочность). Также следует упомянуть, что чувствительность керамической массы к охлаждению повышает наличие кристобалита в обожженной массе, главным образом в массах для каменной керамики.

Сведения о прочности сырца при изгибе в сухом состоянии, требуемой для внутризаводского перемещения до и после обжига, уже приводились в пункте 2.1. Указанные Фрейбургом значения прочности на растяжение при изгибе после обжига являются для современных требований к качеству слишком низкими. И все же, несмотря на ограничения и дополнения, проверка пригодности сырья по Фрейбургу представляется хорошим подспорьем при предварительной оптимизации шихты – и прежде всего для малоопытных специалистов. Ведь именно для них была разработана эта методика и программное обеспечение.

Литература

[1] Maegdefrau, E. ; Hofmann, U.: Glimmerartige Mineralien als Tonsubstanzen. Zeitschrift für Kristallographie (1937) [98] 31–59

[2] Maegdefrau, E. ; Hofmann, U.: Die Kristallstruktur des Montmorillonits. Zeitschrift für Kristallographie (1937) [98] 299–323

[3] Schwarz, R.: Über die Formel des Kaolinits. Berichte der DKG 21(1940) [10] 144–146

[4] Ardenne, M.v. ; Endell, K. ; E. ; Hofmann, U.: Untersuchungen feinster Fraktionen von Bentoniten und Tonböden mit dem Universal-Elektronenmikroskop. Berichte der DKG 21(1940) [6] 209–227

[5] Maegdefrau, E. ; Hofmann, U.: Quantitative Bestimmung der Mineralien in Tonen auf röntgenographischem Wege. Berichte der DKG 21(1940) [10] 383–412

[6] Särchinger, H.: Die Zusammenhänge zwischen Geologie und den keramischen Eigenschaften der Kaoline und Tone. Berichte der DKG 21(1940) [10] 293–310

[7] Linseis, M.: Zusammenhänge zwischen mineralogischem Aufbau und keramischen Eigenschaften von Kaolinen und Tonen. Sprechsaal 83(1950)

[8] Stegmüller, L.: Beziehungen zwischen Mineralbestand und technologischen Eigenschaften der Lehme. Die Ziegelindustrie 9(1956) [1] 2–7 (in Fortsetzungen)

[9] Biehl, N.: Die Mineralanalyse, ein wichtiges Hilfsmittel zur

Kennzeichnung der materialbedingten Trocknungseigenschaften grobkeramischer Rohstoffe

Silikattechnik 14(1963) [3] 250–254

[10 Singer, F. ; Singer, S.: Industrielle Keramik. Springer-Verlag 1964

[11] Lehnhäuser, W.: Dilatometer-Prüfungen im keramischen Bereich, Sonderdruck Sprechsaal für Keramik-Glas-Email 99(1966) [3–5] 107–150

[12] Rösler, H. – J. ; Starke, R.: Einführung in die Tonmineralogie. Bergakademie Freiberg 1967

[13] Haase, Th.: Keramik, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. 2. Aufl, Leipzig 1968

[14] Salmang; Scholze.: Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Keramik. 5 Aufl. , Springer Verlag Berlin/Heidelberg 1968

[15] Hinz, W.: Silikate. Verlag für Bauwesen Berlin 1970

[16] Liptay, G.: Atlas of Thermoanalytical Curves. Akademiai Kiado, Budapest 1971

[17] Schmidt, H.: Zum Mineralbestand der Ziegelrohstoffe. Ziegelindustrie 25(1972) [10] 458–467

[18] Balint, P. ; Toth, K.: Analyse einer Vielzahl von Ziegelton-Kenndaten durch Datenverarbeitung mittels Computer. Tonindustrie-Zeitung 97(1973) [5] 122–125

[19] Schmidt, H. ; Schmidt-Reinholz, Ch.: Physikalische und chemische Untersuchungsverfahren in der Grobkeramik. Beginn der Reihe in Sprechsaal 112(1979) H.1, S. 16–22 endend in Sprechsaal 123(1990) [3] 272–282

[20] Schmidt, H.: Neuere Erkenntnisse über den Einfluss des Mineralbestandes

auf die stofflichen Eigenschaften von grobkeramischen Massen und Erzeugnissen. Fortschr. Miner. 59 S. 227–266, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart 1981

[21] Babczinski, I. ; Urban, H.: Technische Optimierung baukeramischer

Massen über den Mineralbestand. Keramische Zeitschrift 33(1981) [10] 622–624

[22] Babczinski, I. ; Urban, H.: Das Mineraldreieck Illit-Kaolinit-Quarz. Keramische Zeitschrift 35(1983) [10] 506–510

[23] Schomburg, J. ; Störr, M.: Dilatometerkurvenatlas der Tonmineralrohstoffe. Schriftenreihe geologischer Wissenschaften, Akademie-Verlag Berlin 1984

[24] Tucker, M. E.: Einführung in die Sedimentpetrologie. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1985

[25] Henning, K. – H. ; Störr, M.: Electron micrographs (TEM, SEM) of clays and clayminerals. Akademie-Verlag Berlin 1986

[26] Wiegmann, J. et al.:Beziehungen zwischen den petrologischen Charakteristika und den keramtechnischen Eigenschaften von Kaolinen mit nennenswerten Gehalten an Illit-Smektit-Wechsellagerungsmineralen. Silikattechnik 29(1987) [11] 263–267

[27] Bain, J. A.: Zusammensetzung und Eigenschaften von Tonen verschiedener keramischer Einsatzgebiete. Ziegelindustrie International 40(1987) [1] 6–10 (in Fortsetzungen)

[28] Heim, D.: Tone und Tonminerale. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1990

[29] Jasmund, K. ; Lagaly, G.: Tonminerale und Tone. Steinkopff Verlag Darmstadt 1993

[30] Ratzenberger, H. ; Vogt, S.: Möglichkeiten zur Vorausberechnung des Formgebungs-, Trocknungsund Brennverhalten grobkeramischer Tone und Massen. Zi-Jahrbuch 1993, S. 70–111

[31] Ratzenberger, H. ; Schulze, A.: Eine neue Möglichkeit zur Untersuchung des keram-technologischen Verhaltens toniger Materialien unter besonderer Berücksichtigung der mineralogischen Zusammensetzung. Zi-Jahrbuch 1996, S. 107–123

[32] Vogt, S. ; Vogt. R.: Mineralbestand und Trockenbiegefestigkeit von Tonen und grobkeramischen Massen – eine statistische Analyse. cfi/Ber. DKG 79(2002) [10] D9–D14

[33] Vogt, S. ; Vogt, R.: Zusammenhang zwischen Mineralbestand und fertigungstechnischen Eigenschaften von natürlichen Tonvorkommen und daraus hergestellten Massen für die Grobkeramik. Teil 1, Zi-Jahrbuch 2003, S. 114–126, Teil 2, Zi-Jahrbuch 2004, S. 78–103

[34] Ratzenberger, H. ; Eppner, A.: Allgemeine Zusammenhänge zwischen Stoffbestand toniger Materialien und ihren trocknungsund brenntechnischen Eigenschaften. Zi-Jahrbuch 2006, S. 97–139

[35] Krakow, L.: Rohstoff Ton – das Feinste, das die Natur zu bieten hat. Ziegelindustrie International 63(2010) [4] 14–22

[36] Vogt, S.: Unterschiede in den Fertigungseigenschaften der drei Haupttonminerale Kaolinit-Illit-Montmorillonit, Ziegelindustrie International 67(2014), Teil 1, [4] 22–28, Teil 2, [6] 15–26

[37] Lipinski, E.: Das keramische Laboratorium. 4. Auflage, Düsseldorf 1955

[38] Winkler, H. G. F.: Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. Berichte der DKG 31(1954) [10] 337–343

[39] Schmidt, H.: Rohstoffkenndaten der verschiedenen Erzeugnisarten der Ziegelindustrie. Ziegelindustrie 26(1973) [6] 212–216

[40] Plaul, Th.: Die Masseeigenschaften im Winklerdiagramm. Silikattechnik 13(1962)[10] 361–365

[41] Balint, P. ; Mattyasovsky-Zsolnay, Th.: Anwendung des Winkler'schen Korngrößendreieck zur Qualitätsbeurteilung von Tonen und Massen. Sprechsaal 111(1978) 558–564

[42] Urban, H.: Eine Methode zur rechnerischen Bestimmung von Illit und Kaolinit in Tonen und keramischen Massen. Sprechsaal 111(1978) 373–378

[43] Schiffel, R.: Probleme bei der Berechnung keramischer Massezusammensetzungen mit Hilfe der rationellen Analyse. Keramische Zeitschrift 31(1978) 464–466

[44] Händle, F.: Übertreiben die Anlagenbauer ihre Investitionen im Laborbereich? Ziegelindustrie International 41(1988) [10] 522–528

[45] Fischer, P.: outineuntersuchungen an grobkeramischen Rohstoffen und Massen – gibt es neue Wege? Zi-Jahrbuch 1990, S. 177–190

[46] Kolkmeier, H.: Aussagekräftige Prüfmethoden zur Bewertung von Ziegelrohstoffen. Ziegelindustrie International 44(1991) [6] 282–290

[47] Herrmann, R.: Das keramische Labor – wichtiger denn je. Keramische Zeitschrift 44(1992) [11] 737–743

[48] Fabbri, B.: Rohstoffanalysen nach neuestem Stand der Technik in Keramiklabors. Keramische Zeitschrift 44(1992) [11] 744–748

[49] Freyburg, S.: Rechnergestützte Projektierung von Arbeitsmassen grobkeramischer Erzeugnisse. Zi-Jahrbuch 1994, S. 15–31

[50] Augustinik, A. I.: Keramika. Stroizdat Leningrad 1975 [51] Ipsas, T.: Rumänien – Die Situation der Mauerund Dachziegelindustrie. Ziegelindustrie International 48(1995) H. 9 S.604–613

[52] Tatarin, A; Vogt, R.: Untersuchungen für grobkeramische Rohstoffe. Teil 1: Rohstoffzusammensetzung (primäre Eigenschaften), Ziegelindustrie International 66(2013) [4] 20–34, Teil 2: keramtechnologisches Verhalten. Ziegelindustrie International 66(2013) [5] 14–21

[53] Macay, H. H.: Clay-Water-Relationships and the Internal Mechanism of Drying. Trans. Brit. Ceram. Soc. 41(1941/42), S.73–121

[54] Lykow, A. W.: Experimentelle und theoretische Grundlagen der Trocknung. VEB Verlag Technik Berlin 1955

[55] Piltz, G.: Ursachen der Trockenrissempfindlichkeit und Wege zu deren Verminderung. Zi-Jahrbuch 1967, S. 247–280

[56] Pels-Leusden, C. – O. ; Weber, H. – B.: Über die Ermittlung der optimalen Trocknungsbedingungen für Ziegeleierzeugnisse. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 2190, Westdeutscher Verlag Opladen 1971

[57] Ratzenberger, H.: Ursachen und Bestimmungsmethoden der Trocknungsempfindlichkeit bauund grobkeramischer Rohmaterialien. Silikattechnik 37(1986) [5] 162–165

[58] Vertesffy, K. ; Verdes, S.: Zusammenhang zwischen Trocknung und den Eigenschaften keramischer Rohstoffe und Massen. Keramische Zeitschrift, 39(1987) [11] 780–784

[59] Fischer, P.: Vorgänge im keramischen Scherben beim Trocknen und deren Kontrolle mittels einfacher Labortests. Zi-Jahrbuch 1991, S. 22–39

[60] Ratzenberger, H.: Ein Schnellverfahren zur Bestimmung der Trocknungsempfindlichkeit. Ziegelindustrie International 43(1990) [6].348–354

[61] Krischer, O. ; Kast, W.: Trocknungstechnik. Erster Band, Springer

Verlag 1992

[62] Junge, K.: Trocknung von Ziegeleiprodukten – Probleme und deren Lösungen. Zi-Jahrbuch 1995, S. 9–19

[63] Sirhal, H. ; Kastanek, J.: Ermittlung der zulässigen Spannungen im keramischen Scherben als Grundlage der Beschleunigung des Brennprozesses. Die Ziegelindustrie 17(1964) [24] 900–904

[64] Piltz, G.: Besser brennen nach der «Optimalen Brennkurve». Die Ziegelindustrie 19(1966) [6] 757–760

[65] Hilker, E.: Ermittlung und Anwendung der optimalen Brennkurve. Die Ziegelindustrie 24 (1971) [9] 372–376

[66] Janßen, R.: Einfluss von Rohstoffreaktionen auf die Energetik von Tunnelofenprozessen. Ziegelindustrie International 35(1985) [11] 673–677

[67] Fehrmann, P.: Modellierung der Rohstoffreaktionen während des grobkeramischen Brandes in Tunnelöfen. Diplomarbeit HAB Weimar (heute Bauhaus-Universität) 1992

[68] Vogt, S. ; Vogt, R.: Zur Berechnung von qualitätsgerechten Brennkurven. Ziegelindustrie International 57(2004), Teil 1: [7] 20–35, Teil 2: [8] 35–47

[69] Ratzenberger, H.: persönliche Mitteilung

[70] Ruppik, M.: Widerstand des Porensystems und des Scherbengerüstes gegenüber Frostbelastung bei der Eisbildung. Vortrag auf dem IZF-Seminar Essen 2014

[71] Kuch, P. W.: Optimierung von Ziegelmassen durch Zusatztone. Keramische Zeitschrift 46(1994) [6], 400–401

[72] Schröder, K.: Optimierung grobkeramischer Massen durch Zusatz geeigneter

Tone zur Sicherstellung hochwertiger Produkte und einer leistungsfähigen Produktion. Ziegel Zeitschrift 2(1997) [4], 118–123

[73] Krakow, L.: Versatzoptimierung mit regionalen Tonen-Rohstoffkonzepte und Tongrubenatlas Clayserver. Ziegel Zeitschrift 5(2000) [5], 294–298

[74] Krakow, L.: Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie, Teil1: Allgemeine Einführung. Ziegelindustrie International 65(2012) [1–2] 15–24

[75] Tatarin, A. ; Freyburg, S.: Bewertung der Ressourceneffizienz bei der Verwendung von Natursteinmehlen in silikatkeramischen Massen. Ziegelindustrie International 63(2010), Teil 1: [4] 24–29, Teil 2: [5] 35–41

[76] Moedinger, F.: Einsatz von auf Reststoffen basierenden Materialien in der Ziegelindustrie. Ziegelindustrie International 64(2011) [4] 36–46

[77] Patzelt, A. E. et al.: Erkundung und Nachweis von Tonvorkommen mit der Methode der Geoelektrik. Ziegelindustrie International 48(1995) [3] 166–173

[78] Fiederling-Kapteinat, H. G.: Grundzüge der Geologie und Einführung in die Lagerstättenkunde keramischer Rohstoffe. Handbuch der Keramik Folge 354, Beilage zur Keramischen Zeitschrift 50(1998) [8]

[79] Frick, F.: Erkundung und Untersuchung als Grundlage für die Bewertung von Lagerstätten grobkeramischer Rohstoffe. Ziegelindustrie International 59(2006) [11] 35–44

[80] http://www.similar-ib.de/similar/produkte/simclay.html

[81] Blümecke, Th.: Wunder der Evolution, Optimierung mit Evolutionsstrategien und genetischen Algorithmen. c't (1991) H. 12, S. 228—238

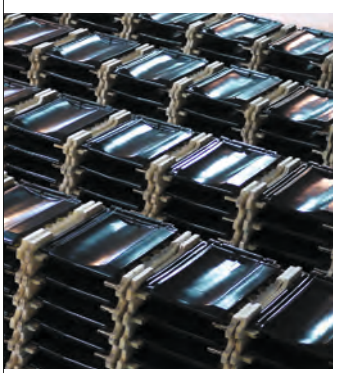
[81] Plüschke, S.: Die Beschaffenheit der Ziegelrohstoffe des Thüringer Beckens und ihre Eignung für das Hydritverfahren. Dissertation HAB Weimar 1985

[82] Ratzenberger, H.: Bestimmung der Trocknungsempfindlichkeit toniger Materialien. unveröffentlichter Forschungsbericht, Institut für Bauund Grobkeramik Weimar 1989

Robert Thomas Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG
www.rotho.de

CLEIA
Engineering Innovation Automation

Качество CLEIA



Почему мы получаем самые амбициозные проекты?

Компетенция, выполнение обязательств, надежность
Более 50 лет в керамической промышленности
600 установок по всему миру
Модернизация, заводы "под ключ" и послегарантийное обслуживание

Технические решения по комплексному проектированию "под ключ"

Представительство CLEIA в Москве
101000 г. Москва,
Покровский бульвар,
д. 4/17, строение 1, офис 12
Тел./Факс:
+7 (495) 937 70 25
+ 7 (910) 453 01 92
Эл. почта:
rouslan.svintsitski@cleia.fr

www.cleia.ru

Экхард Римпель (Dipl. – Ing)

Синтез-газ обеспечивает ресурсосберегающее производство кирпича (часть 1)

Эксперимент в небольшом масштабе на установке высокотемпературной газификации должен был показать, может ли синтез-газ применяться для обжига кирпича. Так как качество и цвет кирпича зависят от различных факторов, было исследовано влияние измененных свойств газа на свойства различных готовых изделий. В статье приводятся результаты испытаний. Влияние на цвет атмосферных условий, а также правовые аспекты производства и сжигания синтез-газа будут рассмотрены во второй части статьи.

1 Введение

Кирпич обжигают при высокой температуре, чаще всего в туннельных печах. На обогрев печи расходуется большой объем ископаемого топлива, чаще всего газа. Чтобы снизить потребность в природных ископаемых источниках энергетического сырья, была изучена возможность использования специальных топливозаменителей. В большинстве случаев заменителем служит твердое топливо. Однако оно не подходит для обжига кирпича, особенно если большое значение имеет цвет изделий, как, например, при производстве глазурованной кровельной черепицы. В качестве «легкоприменимого» заменителя топлива можно использовать синтез-газ, получаемый при ультравысокотемпературном пиролизе. Синтез-газ позволяет преобразовать максимум традиционных энергетических ресурсов в возобновляемые. Синтез-газ получают путем газификации веществ с органическими составляющими, и, по всей вероятности, он может стать подходящим решением при поиске возобновляемого источника энергии. Хотя сам процесс газификации технически достаточно себя зарекомендовал, до настоящего времени никто не пытался применить газификацию отходов для использования выделенного синтез-газа в производстве кирпича. В то время как синтез-газ, получаемый из отходов, мог бы стать важным шагом на пути к эффективному использованию ресурсов.

2 Запланированная технологическая разработка

Практические испытания были проведены Институтом исследования кирпича (IZV). Теоретические основы, в том числе возможность использования исходного сырья и правовые и экономические аспекты в рамках экспериментального проекта были разработаны австрийским партнером – Венским техническим университетом (TU Wien).

2.1 Инновационные цель и потребность малых и средних предприятий отрасли

Самым распространенным источником энергии, возобновляемым путем преобразования, является «низкотемпературное тепло», получаемое из биологического газа в установках газификации биомассы в комбинации с когенерационной установкой (KWK). К сожалению, «низкотемпературное тепло» технически применимо только для сушки. Следовательно, необходимо найти техническое решение, позволяющее использовать возобновляемый источник энергии для получения «высокотемпературного тепла» требуемого для обжига (от 850 °C до 1200 °C).

Биологический газ, являющийся результатом ферментации органического исходного сырья, развился в стандартное решение, но он не всегда доступен. Кроме того, производство кирпича, как правило, сезонная работа. Процесс ферментации, напротив, остановить нельзя.

Синтез-газ представляется насколько реалистичным, настолько же и инновативным возобновляемым источником энергии. Смесь CO и H_2 можно получить путем газификации любого сырья, содержащего углеводороды. Способ является вполне реальным, потому что сам по себе процесс газификации приобрел широкую известность еще в XIX веке и был усовершенствован в недавнем прошлом.

Во время первого нефтяного кризиса в 1970-х годах газификацию угля в отдельных случаях начали применять и в кирпичной промышленности. Недостатком технологии являлось то, что синтез-газ содержал остаточные смолы. Газификация биомассы или отходов до недавнего времени в производстве кирпича не применялась.

Принимая во внимание децентрализацию отрасли, можно утверждать, что любой завод по производству керамики в Европе, в каком бы экономическом или экологическом районе он ни находился, найдет отходы для газификации. Самыми доступными из возможных источников сырья являются бытовые отходы и осадки сточных вод. На месте у предприятия может быть доступ к отходам пластмасс, резины и древесины, которые к тому же имеют преимущество в виде более высокой теплоэффективности.

С точки зрения экологии, преимущества энергетической модели будущего, основанной на применении синтез-газа, позволяющей использовать меньшее количество органического топлива и решающей проблему утилизации отходов на местном уровне, глобальны. Твердые отходы газификации или «золы» можно добавлять в сырье для производства кирпича, благодаря чему решается проблема конечных производственных отходов.

Хотя технология газификации биомассы и отходов общеизвестна, знания о применении синтез-газа в промышленных процессах, в частности, в обжиге кирпича, основаны на опыте 1970-х годов, когда в отдельных случаях начали применять газификацию угля со всеми ее недостатками.

Пока что существуют технологические сложности, которые еще предстоит преодолеть. В частности, предстоит решить, как использовать атмосферу печи для изменения цвета, и способна ли используемая энергия эффективно преобразовывать глиняные минералы в долговечные изделия. Серьезный вызов представляет собой замена высокоэффективного природного газа на совершенно другое топливо, имеющее другой стехиометрический состав (соотношение газа и воздуха), другие показатели высшей теплоты сгорания, другие потенциальные загрязняющие вещества, являющиеся продуктами сжигания, другие проблемы коррозии оборудования и прочие отличия. Вследствие изменения высшей теплоты сгорания и стехиометрического состава синтез-газа изменяется и массовый расход газа в печи и, следовательно, местная атмосфера.

Атмосфера печи существенно влияет на то, как изменяются характеристики керамических изделий при обжиге [1]. Поэтому применению в производстве кирпича «нового синтез-газа», состав которого отличается от применявшегося ранее, должна предшествовать оценка последствий замены топлива для готовых изделий. Следует помнить о том, что качество и цвет обожженного кирпича в большой степени зависят от атмосферы печи. К разным изделиям кирпичного производства применяются разные требования по качеству. Особенно высокие требования предъявляются к оптическим свойствам кровельной черепицы.

Пиролиз, газификация и сжижение – это термохимические процессы, применяемые для преобразования углеродосодержащего сырья, например, угля, отходов древесины, бытовых отходов или других углеродосодержащих материалов в пригодные для использования изделия [2]. Пиролиз представляет собой термическое разложение, или газификацию отходов без участия воздуха или кислорода. В отличие от пиролиза, газификация – это реактивный термический процесс, протекающий с участием воздуха, кислорода, водорода или пара.

Для газификации, в которой преобладают газообразные вещества, характерен несколько более широкий диапазон температур, чем для пиролиза. По сравнению с пиролизом и газификацией, сжижение работает при более низких температурах, в результате чего получают, в основном, жидкие вещества. Термолиз – это пиролиз при более высоких температурах.

Пиролиз, газификация и термолиз – это типичные многоступенчатые процессы, они имеют много сходных этапов, среди них:

- подготовка исходного сырья;
- подача исходного сырья в реактор;
- пиролитическая реакция разложения или газификации;
- разделение и последующая обработка газов, масел (если речь идет о пиролизе), твердого древесного угля и золы.

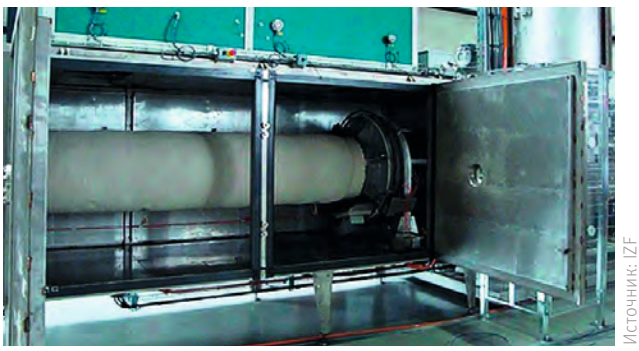
Пиролиз – это эндотермический процесс, для которого требуется источник энергии, способствующий разрушению исходного сырья без введения реактивных газов, например, воздуха или кислорода. Термическая энергия, необходимая для стимулирования реакции пиролиза, подается отдельно путем переноса тепла через стенки реактора. Как правило, пиролиз протекает при температуре от 400 до 800 °C. Если изменяется температура, то может меняться и распределение состава продукта (или форма продукта). При ведении пиролиза при пониженной температуре обычно получают больше жидких компонентов, а при более высокой температуре – больше газов. Вот почему для получения синтез-газа температура должна быть как можно более высокой.

Скорость процесса и коэффициент переноса тепла также влияют на вид и состав готовых продуктов. Чтобы в максимальной степени увеличить выход твердого древесного угля, можно применить медленный пиролиз (карбонизацию). Для этого процесса требуется медленное пиролитическое разрушение при низких температурах. Быстрое тушение часто применяют, если нужно получить максимальное количество жидких веществ, то есть превратить молекулы газа в конденсат. В некоторых случаях в результате пиролиза можно получить продукт, состоящий из жидкости на 80 масс. %.

Чтобы изменить вид и состав получающихся продуктов, в процессе пиролиза можно применять водород или пар. Водород способен усиливать химическую редукцию и подавлять окисление, так как исходное сырье

» Таблица 1 Процессы, протекающие при пиролизе органических веществ

Диапазон температур (°)	Процесс
100 - 150	Сушка, распад гигроскопической воды, отсутствие видимого разрушения
200 - 400	Физический распад воды, дегидрогалогенирование (ПВХ)
‹ 250	Дезоксидация, десульфурация, распад диоксида углерода
› 250	Деполимеризация, начало распада сероводорода
~ 340	Разрыв алифатических соединений
350 – 480	Фаза карбонизации
~ 400	Разрыв соединений углерода-кислорода и углерода-азота
400 - 420	Преобразование битуминозных веществ в тяжелые масла и смолу
~ 600	Расщепление битуминозных веществ на устойчивые к высоким температурам газы (короткоцепочечные углеводороды и графит)
› 600	Ароматизация олефинов
800 – 1200	Последующее расщепления углеводородов, повышенный выход газа
› 1200	Плавление неорганических веществ, жидкий шлак



Источник: IZF

» 1 Реактор UHP.

содержит элементарный кислород. Пар тоже можно использовать в качестве среды для протекания пиролиза. Он позволяет проводить пиролиз при низких температурах и повышенном давлении. Если по какой-либо причине в качестве среды пиролиза нужно использовать воду, то в реактор можно поместить сырье с высоким содержанием воды. Еще одно преимущество воды или пара заключается в том, что образующийся уголь имеет высокую пористость и удельную площадь поверхности и по своим свойствам похож на встречающийся в природе активированный уголь, вследствие чего повышается скорость реакции при дальнейшем разрушении.

Лежащий в основе газификации термохимический процесс имеет более высокую реактивность, чем пиролиз. В качестве реагента для газификации требуется воздух, кислород (O_2), водород (H_2) или пар/вода. Хотя процессы газификации имеют большие отличия, рабочая температура стандартных установок газификации составляет от 700 до 800 °C. Первый этап – удаление газа – похож на первый этап реакции пиролиза. В зависимости от разновидности процесса газификации удаление газа может происходить в отдельном реакторе, установленном перед реактором газификации, в том же самом реакторе или одновременно с реакцией газификации.

Реакция газификации может включать несколько различных процессов, протекающих при разных температурах, как показано в **»таблице 1.**

В зависимости от технологических условий и газифицирующего агента (воздух, кислород, пар, диоксид углерода или H2) во время процессов протекают приведенные ниже химические реакции:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$
ΔH = -393,5 кДж/моль полное окисление углерода (1)

$C + 1/2\ O_2 \rightarrow CO$
ΔH = -110,5 кДж/моль, частичное окисление углерода(2)

$C + CO_2 \leftrightarrow 2\ CO$
ΔH = +172,9 кДж/моль, реакция Будуара (3)

$C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$
ΔH = -118,5 кДж/моль, гетерогенная реакция получения водяного газа (4)

$C + 2\ H_2 \leftrightarrow CH_4$
ΔH = -87,5 кДж/моль, гидрирующая газификация (5)

$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$
ΔH = -40,9 кДж/моль, гомогенная реакция получения водяного газа (6)

$CO + 3\ H_2 \leftrightarrow CH_4 + H_2O$
ΔH = -203,0 кДж/моль, реакция метанизации (7)

$CmHn + m\ H_2O \leftrightarrow CO + CO + (m + 1/2\ n)\ H_2$, риформинг углеводородов (8)

Реактор – самый изменчивый компонент системы, в которой протекают процессы пиролиза или газификации. Выбор типа реактора зависит от целого ряда переменных, среди которых вид и способ подготовки сырья, а также режим, необходимый для ведения соответствующих реакций.

В ЕС проводились разнообразные исследования, посвященные применению биомассы и отходов в качестве топлива для реакции газификации [5–9]. Однако в отношении применения синтез-газа в промышленных процессах, например, обжиге кирпича, должна быть проведена активная исследовательская работа, прежде чем такая технология получит признание.

По мере разработки новых устойчивых к высоким температурам материалов, возможно, для газификации при температуре выше 1200 °C начнут применять реакторы нового типа. Чем выше температура пиролиза, тем ниже содержание остаточных смол в синтез-газе и, следовательно, выше его пригодность для использования в качестве технологического газа, так как чистота газа обуславливает снижение частоты технического обслуживания, и таким образом, уменьшение времени простоя установки газификации.

Различия между пиролизом и газификацией основаны на присутствии/отсутствии кислорода. Реакция представляет собой термическое разрушение твердых или органических материалов на короткоцепочечные углеводороды.

В зависимости от температуры различают следующие виды пиролиза:

- низкотемпературный пиролиз при температуре < 500 °C;
- среднетемпературный пиролиз при температуре от 500 до 800 °C;
- высокотемпературный пиролиз при температуре > 800 °C;
- ультравысокотемпературный пиролиз при температуре > 1000 °C.

По сравнению со сжиганием мусора пиролиз экономичнее и менее чувствителен к изменению свойств сырья. Влияние на окружающую среду также гораздо меньше, чем при сжигании мусора.

Одно швейцарское предприятие спроектировало систему высокотемпературной газификации с агрегатами для получения различных газов. Сердце установки – обогреваемая вращающаяся труба, нагрев ведется до температуры выше 1250 °C без подачи кислорода. Жар такой интенсивности создается специальной системой индукционного нагрева (**»1**).

Применяемые в конструкции реактора материалы выдерживают температуру до 1750 °C. Подобная организация процесса позволяет преодолеть главные недостатки стандартного пиролиза, так как под действием высоких температур без подачи кислорода выделяется чистый газ и чистый остаток.

Полученный синтез-газ через газоуловитель, подключенный к нему газопровод и абсорбер подается в газоочиститель. Так как процесс высокотемпературной газификации (UHP) обеспечивает получение очень чистого газа, для конечной очистки достаточно простой кислоты и базового промывателя газа.

» Таблица 2 Состав синтез-газа в зависимости от сырья

Элемент	Сокращение	Примерное содержание масс. %
Водород	H_2	40 – 45
Монооксид углерода	CO	40 – 45
Диоксид углерода	CO_2	2 – 4
Метан	CH_4	15 – 50
Этан	C_2H_6	2
Этилен	C_2H_4	8 – 10
Азот	N_2	5 – 10

При этом выполняются требования самых строгих законодательных актов и директив об охране окружающей среды (Закон ФРГ об охране окружающей среды от вредных воздействий, BImSchG [10] и Калифорнийский закон о чистоте воздуха [11]). Органический материал преобразуется в чистый синтез-газ, не содержащий смолистых компонентов. Неорганический материал превращается в невыщелачиваемый, пескоподобный или базальтоподобный экологически безопасный остаток, который можно повторно использовать, например, как непластичный отощитель в производстве кирпича.

Типичный состав синтез-газа приведен в **»таблице 2** [12].

Для газификации в реакторе высокотемпературной газификации можно использовать любые виды отходов и биомассы (с содержанием воды менее 30 масс. %). Если требуется сушка, измельчение и разделение, то газификации должны предшествовать соответствующие технологические этапы.

Если теплота сгорания твердого сырья зависит от содержания органических материалов в том или ином виде отходов и сильно варьируется, то состав получаемого синтез-газа и его теплота сгорания зависят почти исключительно от вида отходов.

В рамках исследовательского проекта было решено проверить пригодность синтез-газа, полученного в результате газификации отходов, для обжига строительных керамических изделий. Для обжига кирпича в камерной печи применяли синтез-газ, полученный из двух разных видов сырья (смешанные бытовые отходы и осадки сточных вод). Синтез-газы испытывали на разных кирпичных изделиях. Использовались изделия, которые предположительно по-разному реагируют на условия обжига. В Институте исследования кирпича в Эссене, Германия, для сравнения все изделия обжигали с использованием «стандартного природного газа».

Испытания проходили следующие изделия:

- высокопористый многопустотный кирпич;
- облицовочный кирпич разных цветов (красный, желтый, голубой);
- кровельная черепица природного красного цвета, шелковисто-глянцевая поверхность (ангоб), синяя глянцевая глазурь.

Высушенные заготовки перечисленных выше продуктов закупили у кирпичных заводов и привезли на место проведения испытаний.

Газовую лабораторную печь переоборудовали так, чтобы вести обжиг как с применением природного газа, так и синтез-газа. Также построили передаточную газовую станцию, чтобы была возможность использовать газ в баллонах. С учетом приведенных выше данных анализа подготовили необходимую газовую смесь. Испытания были проведены в полном запланированном объеме.

Так как пиролиз вели при температуре выше 1200 °C и использовали комплексный газоочиститель в установке газификации, то речь идет о «чистом синтез-газе» без смолистых компонентов или примесей хлора или серы. Качество синтез-газа было подтверждено анализом.

Внешний вид глазури, если она присутствовала, и цвет изделий, подвергшихся обжигу синтез-газом, сравнили с цветом контрольных изделий, обожженных природным газом. Для проверки механических свойств многопустотного и облицовочного кирпича провели испытания на прочность при сжатии, а кровельную черепицу испытали на изгиб.

Во время испытаний в установке термолиза с разными видами сырья отобрали пробы синтез-газа. Таким образом удалось проанализировать состав синтез-газа в зависимости от вида сырья. Данные приведены в **»таблице 3**.

На основании полученных результатов для смешивания синтез-газа в баллонах выбрали газ под номером 1 и 5. Речь идет о материалах, которые будут позже при-

» Таблица 3 Средние показатели высшей теплоты сгорания и состав синтез-газа из разного сырья

Сырье		Высшая теплота сгорания (кДж/кг)	Высшая теплота сгорания	Состав синтез-газа (%)				
			кДж/Нм³	CO	H_2	CH_4	CO_2	C_xH_y
1	**Осадок сточных вод**	**13400**	**13890**	**44**	**44**	**10**	**2**	
2	Пластик ПЭТ (хлопья)	20900	13780	40	51	9		
3	Шины	37700	13585	45	40	10	5	
4	Органические промышленные отходы	12150	12150	48	45	6	1	
5	**Бытовые отходы**	**23030**	**20050**	**40**	**39**	**10**	**6**	**5**
6	Медицинские отходы	28050	13410	45	45	8	2	
7	Куриный помет	14650	23190	31	32	16	14	7

» Таблица 4 Средние показатели высшей теплоты сгорания и состав синтез-газа из газогенератора с нисходящим потоком

Сырье	Высшая теплота сгорания (кДж/Нм³)	Состав синтез-газа (%)					
		CO	H_2	CH_4	CO_2	C_xH_y	N_2
Древесная стружка	4455	15,2	19,4	1,2	14,1	0,01	50,0

меняться на практике. Они довольно сильно отличаются по составу.

Для сравнения данных анализа дополнительно провели анализ газа в установке газификации с нисходящим потоком. Так как в этом процессе участвовал воздух, результаты разительно отличаются. Выявлена высокая доля азота, уменьшающая низшую теплоту сгорания (**»таблица 4**).

» Таблица 5 Маркировка образцов кирпича

Тип кирпича	Маркировка
Облицовочный кирпич, отформованный на ленточном прессе	B1
Отформованный вручную облицовочный кирпич	B2
Клинкер	B3
Многопустотный кирпич	B4
Кровельная черепица	B5

По сравнению с синтез-газом, полученным при ультравысокотемпературном пиролизе, низшая теплота сгорания синтез-газа из установки газификации составила всего лишь одну треть, при этом в установленном после установки фильтре с неподвижным слоем было обнаружено высокое содержание смолистых остатков. Небольшая концентрация смол обнаружена и в полученном синтез-газе.

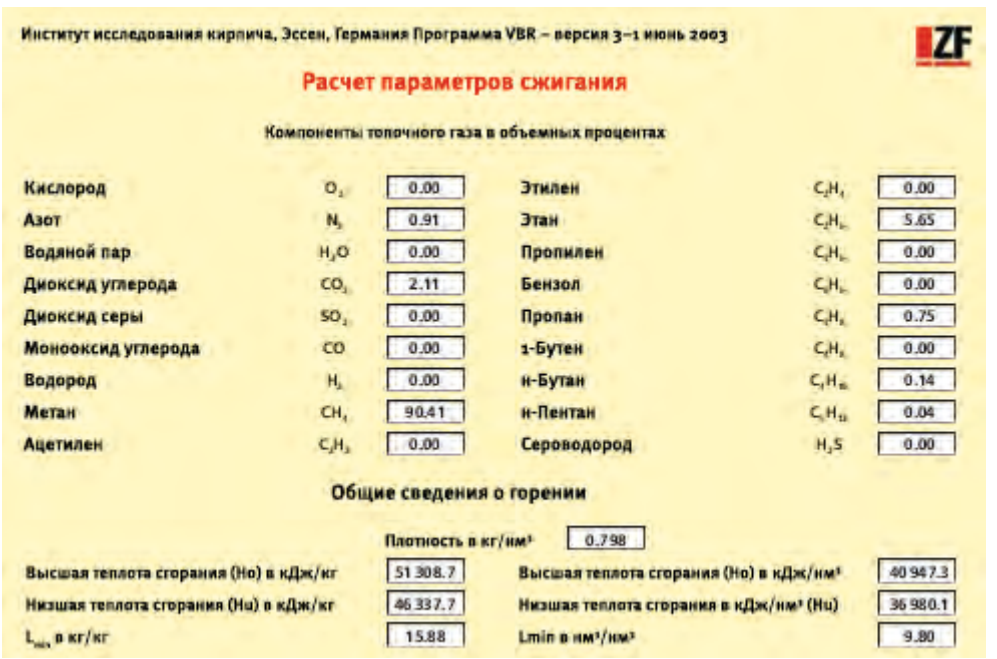
Выше уже упоминалось о том, что заготовки для исследований были закуплены у разных кирпичных заводов. Для простоты идентификации все изделия получили новую маркировку, условные обозначения приводятся в **»таблице 5**.

В каждом испытании в лабораторной печи кирпичные изделия штабелировали согласно схемам заводской садки и обжигали согласно кривой обжига в течение 20 или 48 часов. Регулировали не только температуру, но и скорость прохождения газа и воздуха, чтобы достичь правильной концентрации кислорода с учетом соотношения воздуха и газа. Концентрация кислорода определяет окраску после обжига и может привести к возникновению дефектов в керамическом слое (ангобе) или глазури кровельной черепицы. После обжига провели дальнейшие исследования.

Все измерения и исследования проводились согласно различным спецификациям, составленным в соответствии с европейскими или немецкими стандартами. Показатели низшей теплоты сгорания и состав газов приведены в **»таблице 6**.

Были рассчитаны параметры газа. Некоторые из них приводятся на **»2–4**. Сокращение Lmin в таблицах означает минимальное количество воздуха, требуемое для правильного сжигания газа.

В принципе, все содержащиеся в компонентах топлива углероды при условии достаточного объема воздуха и достаточного смешивания при сжигании превращаются в диоксид углерода. Компоненты синтез-газа, способствующие выделению CO_2, это монооксид углерода и углеводороды, а также небольшое количество



Институт исследования кирпича, Эссен, Германия Программа VBR – версия 3–1 июнь 2003

IZF

Расчет параметров сжигания

Компоненты топочного газа в объемных процентах

Кислород	O_2	0.00	Этилен	C_2H_4	0.00
Азот	N_2	0.91	Этан	C_2H_6	5.65
Водяной пар	H_2O	0.00	Пропилен	C_3H_6	0.00
Диоксид углерода	CO_2	2.11	Бензол	C_6H_6	0.00
Диоксид серы	SO_2	0.00	Пропан	C_3H_8	0.75
Монооксид углерода	CO	0.00	1-Бутен	C_4H_8	0.00
Водород	H_2	0.00	н-Бутан	C_4H_{10}	0.14
Метан	CH_4	90.41	н-Пентан	C_5H_{12}	0.04
Ацетилен	C_2H_2	0.00	Сероводород	H_2S	0.00

Общие сведения о горении

Плотность в кг/нм³	0.798		
Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/кг	51 308.7	Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/нм³	40 947.3
Низшая теплота сгорания (Hu) в кДж/кг	46 337.7	Низшая теплота сгорания в кДж/нм³ (Hu)	36 980.1
L_{min} в кг/кг	15.88	Lmin в нм³/нм³	9.80

Источник: IZF

» 2 Параметры природного газа в лаборатории в Эссене.

Институт исследования кирпича, Эссен, Германия Программа VBR – версия 3–1 июнь 2003

IZF

Синтез-газ
Бытовые отходы

Расчет параметров сжигания

Компоненты топочного газа в объемных процентах

Кислород	O_2	0.00	Этилен	C_2H_4	0.00
Азот	N_2	0.91	Этан	C_2H_6	5.65
Водяной пар	H_2O	0.00	Пропилен	C_3H_6	0.00
Диоксид углерода	CO_2	2.11	Бензол	C_6H_6	0.00
Диоксид серы	SO_2	0.00	Пропан	C_3H_8	0.75
Монооксид углерода	CO	0.00	1-Бутен	C_4H_8	0.00
Водород	H_2	0.00	н-Бутан	C_4H_{10}	0.14
Метан	CH_4	90.41	н-Пентан	C_5H_{12}	0.04
Ацетилен	C_2H_2	0.00	Сероводород	H_2S	0.00

Общие сведения о горении

Плотность в кг/нм³ 0.798

Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/кг	51 308.7	Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/нм³	40 947.3
Низшая теплота сгорания (Hu) в кДж/кг	46 337.7	Низшая теплота сгорания в кДж/нм³ (Hu)	36 980.1
L_{min} в кг/кг	15.88	Lmin в нм³/нм³	9.80

Источник: IZF

» 3 Параметры синтез-газа на основе бытового мусора в качестве сырья.

диоксида углерода, входящего в состав самого синтез-газа. Массу диоксида углерода в пересчете на объем синтез-газа можно рассчитать по приведенной ниже формуле [15]:

$$\text{кг } CO_2 \text{ на Нм}^3 \text{ газа} = 1\,963\ \Sigma\ (y_i\ n_{c,i}) \qquad (9)$$

y — объемное содержание (моль-фракция) компонента синтез-газа i
n — количество атомов углерода в каждой молекуле компонента i

Теперь, чтобы рассчитать массу CO_2, выделяемого в зависимости от низшей теплоты сгорания (т. е. кг CO_2 на МДж синтез-газа), нужно разделить константу из приведенных выше формул на низшую теплоту сгорания (МДж/Нм³) синтез-газа. Если синтез-газ используется как замена природного газа, то используя приведенные уравнения, можно оценить влияние на выделение диоксида углерода. Сначала необходимо рассчитать массу высвобождаемого CO_2 на единицу низшей теплоты сгорания для природного газа и синтез-газа, для чего нужно разделить константу формулы на низшую теплоту сгорания соответствующего газа. Если теперь разделить полученный для синтез-газа результат на результат для природного газа, получим коэффициент изменения выделения CO_2 при внесении одинакового количества тепла.

В **»таблице 7** в колонке Lmin указан минимальный объем воздуха, требуемый для правильного сжигания газа, и выделяемое количество CO_2.

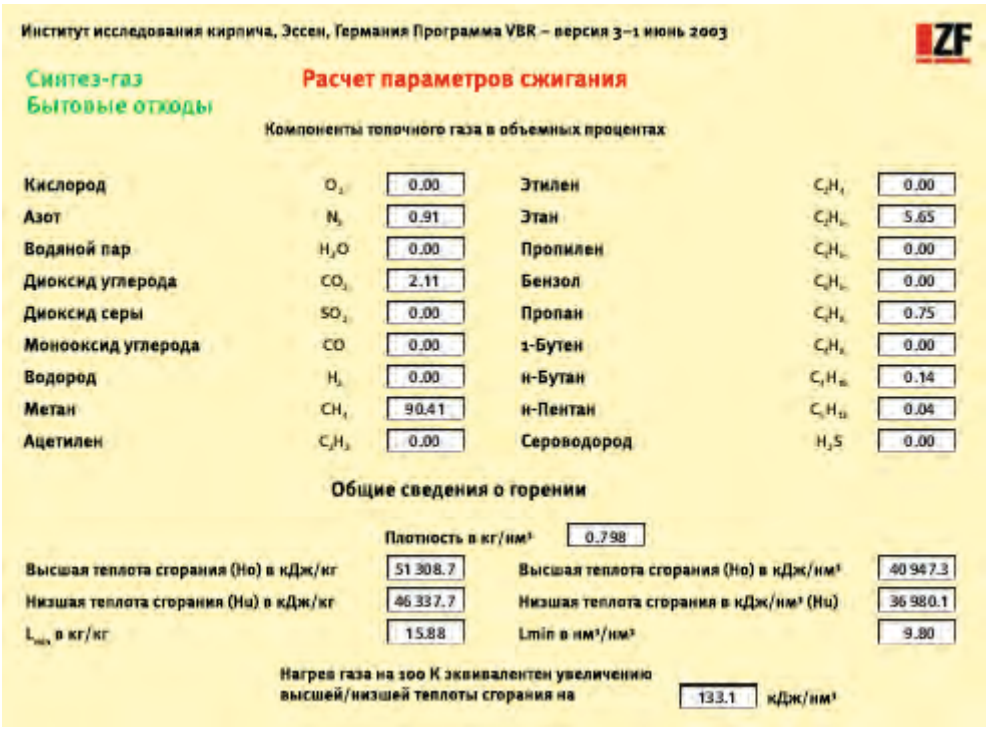
На **»5** указано количество выделяемого CO_2 из синтез-газа при сжигании осадка сточных вод и из природного газа в виде зависимости от соотношения воздуха и газа в техническом объеме. Полученные данные позволяют

ИНОВАЦИОННОЕ ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

VHV

VHV Anlagenbau GmbH Dornierstraße 9 48477 Hörstel, Германия
Тел.: +49 (0) 5459/9338-0 info@vhv-anlagenbau.de www.vhv-anlagenbau.de

3107-186-87-002grau



Институт исследования кирпича, Эссен, Германия Программа VBR – версия 3–1 июнь 2003

IZF

Синтез-газ
Бытовые отходы

Расчет параметров сжигания

Компоненты топочного газа в объемных процентах

Кислород	O_2	0.00	Этилен	C_2H_4	0.00
Азот	N_2	0.91	Этан	C_2H_6	5.65
Водяной пар	H_2O	0.00	Пропилен	C_3H_6	0.00
Диоксид углерода	CO_2	2.11	Бензол	C_6H_6	0.00
Диоксид серы	SO_2	0.00	Пропан	C_3H_8	0.75
Монооксид углерода	CO	0.00	1-Бутен	C_4H_8	0.00
Водород	H_2	0.00	н-Бутан	C_4H_{10}	0.14
Метан	CH_4	90.41	н-Пентан	C_5H_{12}	0.04
Ацетилен	C_2H_2	0.00	Сероводород	H_2S	0.00

Общие сведения о горении

Плотность в кг/нм³ 0.798

Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/кг	51 308.7	Высшая теплота сгорания (Ho) в кДж/нм³	40 947.3
Низшая теплота сгорания (Hu) в кДж/кг	46 337.7	Низшая теплота сгорания в кДж/нм³ (Hu)	36 980.1
L_{min} в кг/кг	15.88	Lmin в нм³/нм³	9.80

Нагрев газа на 100 K эквивалентен увеличению высшей/низшей теплоты сгорания на 133.1 кДж/нм³

Источник: IZF

» 4 Параметры синтез-газа на основе осадка сточных вод в качестве сырья.

сделать вывод, что вследствие высокого содержания углерода в его составе выделение CO_2 из синтез-газа на 40 % выше, чем из природного газа. При сжигании полученного в процессе пиролиза синтез-газа должен уменьшиться расход органического топлива.

В рамках проекта были произведены расчеты и получены следующие результаты:

› Если общая потребность в энергии для обжига кирпичных изделий составляет 100 ТДж в год, а в качестве сырья для получения синтез-газа используется древесина, то создается полезный для окружающей среды потенциал снижения выбросов парниковых газов. Такое снижение (включая все выбросы, связанные с обработкой и транспортировкой) составит от 4850 тCO_2 (электроэнергия поступает от угольной электростанции) до 5830 тCO_2 (электроэнергия поступает от газовой электростанции), в зависимости от того, каким способом вырабатывается электроэнергия для нагрева реактора синтез-газа [16].

› Если вместо древесной стружки в качестве исходного сырья для производства синтез-газа используется другое чисто биогенное твердое топливо, например, жмых из маслобоен или сахарных заводов. Такое сырье имеет более высокие показатели теплоты сгорания, чем древесная стружка, следовательно, можно получить газ с более высоким запасом энергии.

› Если вместо природного газа для обжига в туннельной печи на кирпичном заводе использовать такой газ с более высоким запасом энергии, имеющий в основе чисто биогенные соединения углерода, то потенциал снижения выбросов парниковых газов будет еще выше.

› Если вместо древесной стружки в качестве биогенного сырья использовать высушенный осадок водоочистительных установок (высушенный на 90 % материал), то потенциал уменьшения выбросов парниковых газов снижается до показателей от 2596 тCO_2 до 3773 тCO_2 в зависимости от эффективности выработки электроэнергии. Ухудшение потенциала снижения выбросов парниковых газов связано с более низкими показателями теплоты сгорания и меньшим содержанием биогенных углеродов в осадке сточных вод и, следовательно, с пониженной теплотворностью (низшая теплота сгорания и выход газа) получаемого из него синтез-газа.

› Если вместо биогенного твердого топлива в реакторе газификации использовать преимущественно органическое топливо, например, пластмассовые хлопья или бытовой мусор, то получится газ с более высоким содержанием энергии. Содержание углерода, однако, будет классифицироваться как преимущественно органическое. При сжигании синтез-газа повысится объем выбросов вредного для окружающей среды диоксида углерода. По сравнению с природным газом, имеющим более высокие показатели низшей теплоты сгорания, чем образующийся синтез-газ, и вследствие дополнительных затрат энергии, помимо затрат на индукционный нагрев реактора газификации, расчетный потенциал дополнительного образования парниковых газов будет на 40 % выше.

» Таблица 7 Плотность топочных газов, минимальный расход воздуха для стехиометрического сжигания и коэффициент выброса CO_2 соответствующих газов

Газ	Плотн ость	L_{min}	Коэффициент выбросов
	(кг/м³)	(Нм³/Нм³)	(кг CO_2/МДж)
Синтез-газ 1	0,701	3,04	0,0791
Синтез-газ 2	0,903	4,64	0,0783
Природный газ	0,798	9,80	0,0566

» Таблица 8 Средний расход газа и потребление электроэнергии по типам кирпича

Газ	Расход газа (Нм³)	Потребление электроэнергии (МДж)	Разница
Облицовочный кирпич (B1)			
Синтез-газ 1	43,7	606,87	- 23 %
Синтез-газ 2	45,3	728,36	- 8 %
Природный газ	21,4	791,2	–
Облицовочный кирпич ручной формовки/клинкер (B2/B3)			
Синтез-газ 1	58,3	809,16	- 23 %
Синтез-газ 2	57,2	919,75	- 12 %
Природный газ	28,4	1050	–
Многопустотный кирпич (B4)			
Синтез-газ 1	24,8	344,47	- 23 %
Синтез-газ 2	20,3	405,95	- 10 %
Природный газ	12,2	451,06	–
Кровельная черепица (B5)			
Синтез-газ 1	29,5	409,32	- 24 %
Синтез-газ 2	28,3	455,23	- 15 %
Природный газ	14,5	537,57	–

» Таблица 9 Теплотворная температура сгорания при соотношении воздуха к топливу 1

Температура воздуха, необходимого для горения (°C)	Природный газ (°C)	Синтез-газ 1 (°C)	Синтез-газ 2 (°C)	Газ из установки газификации (°C)
0	2039	2212	2195	1521
50	2070	2240	2225	1539
100	2102	2269	2255	1558
150	2134	2298	2285	1577
200	2166	2327	2315	1596
250	2199	2356	2346	1615
300	2231	2385	2377	1634
400	2297	2444	2439	1673
500	2364	2505	2503	1713
600	2432	2566	2567	1753
800	2570	2691	2699	1835
1000	2713	2820	2835	1920

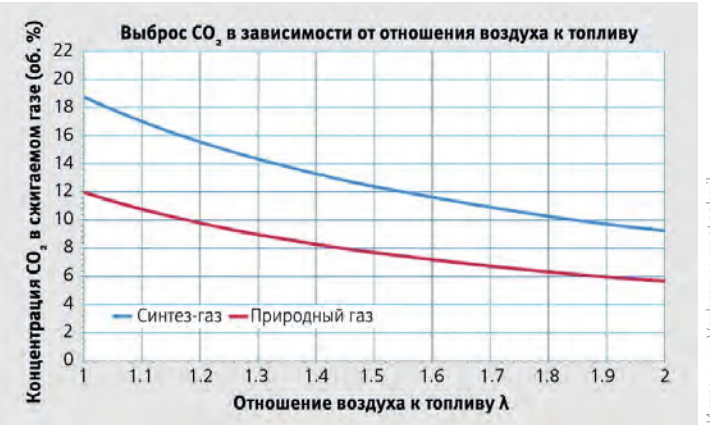
В заключительном отчете австрийского партнера по проекту приведены расчеты для 78 разных сценариев.

3 Результаты испытаний обжига

Так как теплота сгорания синтез-газа ниже, чем теплота сгорания природного газа, то для обжига кирпича потребуется больший расход синтез-газа, чтобы получить то же количество тепла. Поэтому, во-первых, необходимо расширить сопла газовых горелок, а во-вторых, отверстия в вихревой пластине должны быть больше, чтобы увеличить объем воздуха в печи. В связи с этим для проведения испытаний горелки лабораторной печи пришлось переоснастить в соответствии с используемым газом. В »таблице 8 указан средний расход газа и электроэнергии по циклам обжига разных изделий. Вес садки всех изделий оставался неизменным.

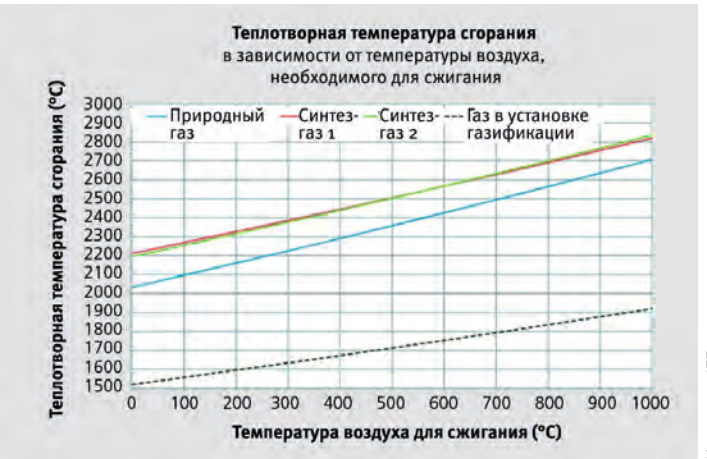
Приведенные в **»таблице 8** результаты свидетельствуют о том, что на обжиг изделий синтез-газом расходуется меньше электроэнергии, чем на обжиг природным газом. Например, при использовании синтез-газа 1, в качестве сырья для которого использовался осадок сточных вод, экономия составила 23 %.

Оказалось, что хотя на обжиг облицовочного кирпича, отформованного на ленточном прессе (B1), с использованием синтез-газа и расходуется в два раза больше газа, чем на обжиг природным газом, удельный расход электроэнергии для синтез-газа 1 был на 23 %, а для синтез-газа 2 – на 8 % меньше.



» **5** Выброс CO_2 в зависимости от отношения воздуха к топливу

Источник: Verbrennungstechnik,



» **6** Теплотворная температура сгорания в зависимости от температуры воздуха, необходимого для сжигания.

Источник: IZF

Результаты, полученные при обжиге облицовочного кирпича ручной формовки (B2) и клинкера (B3), а также кровельной черепицы (B5) и пустотелых блоков (B1) подтверждают тенденцию. В том и другом испытании расход синтез-газа 1 был наибольшим, а природного газа – наименьшим. По сравнению с природным газом расход синтез-газа в обоих случаях примерно в два раза выше, однако затраты электроэнергии при этом ниже.

» **Таблица 10** Концентрация CO_2 и H_2O в отработанном газе

Газ	Концентрация CO_2 (М./масс. %)	Концентрация H_2O (М./масс. %)
Природный газ	12,06	15,61
синтез-газ 1	11,10	23,71
синтез-газ 2	8,63	24,60

Приток газа в печь контролируется автоматически, что позволяет регулировать температуру и выдерживать запрограммированный режим обжига. Поэтому, исходя из описанного выше механизма, можно предположить, что имеет место экономия. Причина заключается в том, что благодаря эффективному распределению жара требуемая температура достигается без увеличения расхода газа.

Причина пониженного удельного расхода электроэнергии при применении синтез-газа рассматривается в следующих разделах статьи.

4 Удельная температура сгорания

Одной из причиной пониженного расхода электроэнергии при применении синтез-газа является то, что тепловое излучение при сгорании синтез-газа выше, чем при сгорании природного газа, так как в атмосфере присутствует разное содержание диоксида углерода и водяного пара. Кроме того, температура пламени при сгорании синтез-газа выше, чем при сгорании природного газа, как следует из **»таблицы 9** и **»6**. Для сравнения указана удельная температура сгорания газа в установке газификации.

На **»7** указана удельная температура сгорания всех трех видов газа, а также газа в установке газификации в зависимости от возможного соотношения воздуха и топлива в туннельной печи.

Температура сгорания синтез-газа, полученного в результате пиролиза, выше, чем температура сгорания природного газа.

Различные значения температуры сгорания газа в зависимости от соотношения воздуха и топлива приведены на **»8**.

5 Тепловое излучение топочных газов

В отличие от твердых веществ, излучающих тепло на волнах любой длины, газы в большей части спектра теплового излучения прозрачны и излучают тепло не во всем диапазоне, а только в определенном спектре. Излучение тепла газом можно описать столкновением молекул (коллизией), результатом которой являются вибрации и вихри, и, если присутствуют свободные электрические заряды, электромагнитные волны. Молекулы элементарных газов, например, H_2, O_2, N_2, Ar, состоят из идентичных атомов, не имеющих свободных зарядов. Поэтому они не излучают и не поглощают излучение.

С технической точки зрения, наибольший интерес представляют следующие способные к излучению газы: двуокись углерода (CO_2) и водяной пар (H_2O), образующиеся при сжигании. Излучение других газов, например, NO_x, N_2O, CO, SO_2 и CH_4 и других углеводородов не имеет значения для большинства случаев, в том числе для процессов сжигания, так как концентрация этих газов либо очень низкая, либо они, как и углеводороды, разрушаются при высоких температурах.

Поэтому для переноса тепла в печи из-за излучения двуокиси углерода (CO_2) и водяного пара (H_2O) решающее значение имеет излучение сжигаемого газа.

Поглощательная и эмиссионная способность зависит от производного парциального давления и соответствующей толщины слоя.

Для технического расчета наибольшее значение имеет поток тепла, излучаемый по всему спектру волн и, следовательно, по среднему коэффициенту излучения всех волн. Для газовых смесей нужно учесть, что диапазоны излучения газов частично накладываются друг на друга. Таким образом, полный коэффициент поглощения для смеси CO_2 с H_2O можно рассчитать следующим способом:

$$\varepsilon = \varepsilon\, CO_2 + \varepsilon\, H_2O - \varepsilon\, CO_2 \cdot \varepsilon\, H_2O \qquad (10)$$

При сжигании синтез-газа концентрация CO_2 выше, чем при сжигании природного газа, вследствие чего коэф-

фициент излучения выше. Концентрация CO_2 и H_2O в отработанном газе после сжигания синтез-газа и природного газа указана в **»таблице 10.**

Пониженный удельный расход электроэнергии при сжигании синтез-газа в производстве кирпича объясняется более высоким излучением тепла отработанным газом, образующимся после сжигания синтез-газа, а также более высокой температурой сгорания синтез-газа.

Литература

[1] Salmang, H.; Scholze, H. (Telle, R. [ed.]): Keramik, Springer Verlag, Berlin, 2007

[2] Technology Evaluation and Economic Analysis of Waste Tire Pyrolysis, Gasification, and Liquefaction. California Environmental Protection Agency, Integrated Waste Management Board, Sacramento, U.S., 2006

[3] Lieuwen, T.; Yang, V.; Yetter, R.: Synthesis gas Combustion – Fundamentals and Applications, CRC Press, 2009

[4] Higman, C.; van der Burgt, M.: Gasification, Boston, MA: Gulf Professional Publishing (Elsevier)

[5] Evaluation of Improvements in End-Conversion Efficiency for Bioenergy Production. Ecofys, Europaische Kommission, Brussel, Belgien, 2010

[6] Guideline for Safe and Eco-friendly Biomass Gasification. Intelligent Energy Europe EIE-06-078, 2009

[7] Benchmark of Bioenergy Permitting Procedures in the EU. Ecofys, , Europaische Kommission, Brussel, Belgien, 2009

[8] Environmental, Economic and Social Impacts of the Use of Sewage Sludge on Land. Milieu Ltd., Europaische Kommission, Brussel, Belgien, 2010

[9] Development of an Innovative Acidic Shape-Selective Mineral Catalyst Added Pelletized Fuel from Organic Wastes (ASMICAF). Fifth Framework Programme ENK5-CT-2002–30024, 2005

[10] Lide, David R.: CRC Handbook of Chemistry and Physics. 90. Auflage. Taylor & Francis, 2009

[11] Gesetz zum Schutz vor schadlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Gerausche, Erschutterungen und ahnliche Vorgange (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG). BGBl. I S. 3830 (2002), BGBl. I S. 282 (2011)

[12] Clean Air Act. 42 U.S.C. §§7401-7671q

[13] http://www.pyromex.it/pdf/pyromex_plant_english.pdf

[14] Hackl, A.; Mauschitz, G.: Emissionen aus Anlagen der osterreichischen Zementindustrie – Jahresreihe 2003–2005, Weitra/Wien, 2007

[15] Wood Gas as Engine Fuel. Forestry Paper 72, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1986

[16] Lieuwen, T.; Yang, V.; Yetter, R.: Synthesis Gas Combustion, CRC Press (2009)

[17] Mauschitz, G.: Syngas for a Sustainable Brick Production, Final report by the Austrian Partner in the project, Wien 2013

[18] Skriptum “Heat- and Mass-Transfer” Otto von Guericke University Magdeburg 2010

[19] Lab color space; http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_color_space

[20] Richtlinie 2008/98/EG des Europaischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 uber Abfalle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien/Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union

[21] Richtlinie 2010/75/EU des Europaischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 uber Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)/Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). Official Journal of the European Union

[22] Richtlinie 2000/76/EG des Europaischen Parlaments und des Rates vom 4. Dezember 2000 uber die Verbrennung von Abfallen/Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste. Official Journal of the European Union

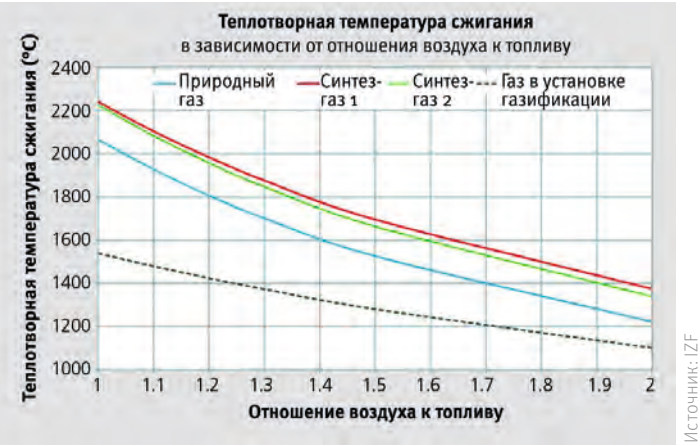
[23] Gesetz zum Schutz vor schadlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen,

Gerausche, Erschutterungen und ahnliche Vorgange (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) 2014

[24] Vierte Verordnung zur Durchfuhrung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung uber genehmigungsbedurftige Anlagen – 4. BImSchV) Mai 2005

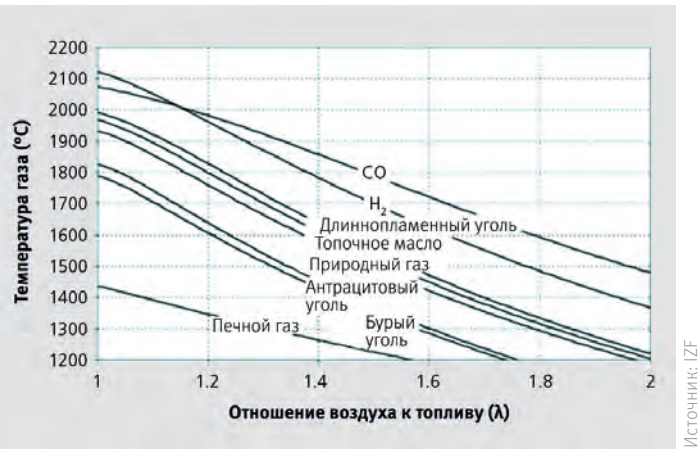
[25] Siebzehnte Verordnung zur Durchfuhrung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung uber die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfallen – 17. BImSchV) Mai 2005

[26] TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)



Источник: IZF

» 7 Теплотворная температура сгорания в зависимости от отношения воздуха к топливу



Источник: IZF

» 8 Температура сгорания разного топлива в зависимости от отношения воздуха к топливу.

Institut fur Ziegelforschung Essen e.V. (IZF)
www.izf.de

Hot Environment!

All about energy-optimized firing in every Zi.

Zi Brick and Tile Industry International

ORDER NOW!

Test 2 issues at
the reduced price of

ONLY € 42

including VAT and postage costs
(instead of € 58 normal price)

Zi, the international trade magazine for
the clay brick and tile, ceramic building materials,
refractories and vitrified clay pipe industries.

- Interesting reports on plants and installations
- Interviews
- News from the industrial sector
- Product innovations

... and much more

ORDER YOUR TRIAL SUBSCRIPTION NOW!

www.zi-online.info/order · +49 5241 8090884

Bernini Impianti – 60 лет качества, опыта и инноваций

Фирма Bernini Impianti основана в 1955 г. в городе Болонья в Италии. К настоящему времени она является лидером в области производства систем обжиговых и сушильных печей.

» 1 Боровичи – Россия 201

За прошедшие 60 лет деятельности Bernini Impianti приобрела неоценимый опыт и знания о процессе обжига. Сотни выполненных по всему миру проектов позволили фирме понять, насколько важен индивидуальный подход в вопросах оптимизации потребления энергии, качества выпускаемой продукции и экологического контроля на заводах, производящих кирпич и керамику.

» 2 Чебоксары – Россия 2014

Благодаря штату инженеров высокой квалификации Bernini Impianti – это не только производитель и поставщик, но и надежный партнер с богатым опытом проектирования и запуска проектов, учитывающий индивидуальные потребности каждого клиента.

Bernini Impianti предлагает различные варианты реализации установок в зависимости от видов топлива, таких как нефтепродукты, газ, нефтяной кокс, уголь и различные виды биомассы.

Bernini Impianti является хорошо известным и уважаем партнером российских производителей кирпича. Фирма постоянно присутствует на российском рынке, ею выполнено 10 систем обжига, в том числе две системы, работающие на угле.

Следует отметить, что недавно Bernini Impianti завершила монтаж установки, работающей на угле. Было поставлено оборудование для подготовки топлива с автоматической системой подачи и горелкой в верхней части печи. Наличие сенсорного экрана электрической панели позволяет отображать и изменять каждый параметр.

Эта система полностью герметична, поэтому нет утечки пыли, что приводит к улучшению экологических и рабочих условий.

» 3 Красноярск – Россия 2014

Фирма постоянно инвестирует в новые технологии, обеспечивая высокий уровень обслуживания клиентов.

Послепродажный сервис является для Bernini Impianti одним из основных моментов взаимодействия с клиентами. Хорошо продуманная система снабжения запасными деталями помогает быстро и комфортно обслуживать оборудование в процессе использования. Наши специалисты всегда готовы поддержать и проконсультировать наших клиентов по любым возникающим вопросам, посетить производство и помочь найти оптимальное решение.

Чтобы обеспечить наших клиентов более полной информацией о процессе обжига, Bernini Impianti разработала инструмент, способный отслеживать процессы, протекающие внутри печи. Данные, получаемые в виде временных характеристик температуры и давления, являются ключевыми показателями для оптимизации процесса горения. Результатом оптимизации является последовательное уменьшение отходов горения и однородное распределение тепловой энергии в объеме печной закладки.

Этот сканер высоко оценен и на российском рынке, где фирма Bernini Impianti выполнила несколько аналитических работ с отличными результатами для клиентов.

Bernini Impianti S.r.l.
www.bernini-impianti.it

«Bongioanni Macchine S. P. A. », г. Фассано, Италия

Машины и технологии для грубой керамики

«Bongioanni Macchine» унаследовала богатый опыт родоначальной компании «Bongioanni», основанной в 1907 году, и специализируется в области машин и технологий производства керамического кирпича и кровельной черепицы.

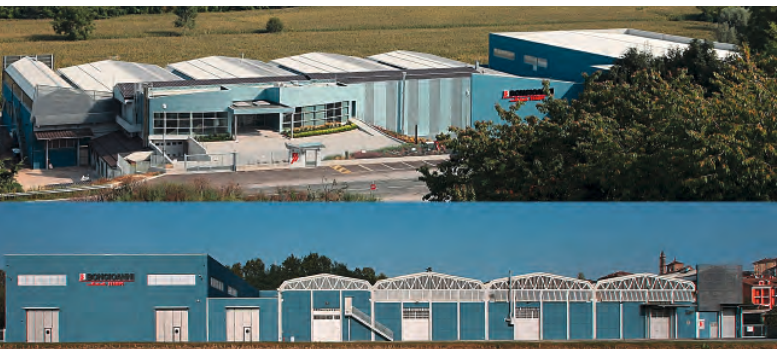
Поставляя технику по всему миру, новая компания «Bongioanni Macchine» укрепила свои позиции на рынке и является сегодня одним из передовых поставщиков промышленного оборудования.

Компания размещена в Италии на двух производственных участках. Всего на «Bongioanni Macchine» занято 143 работника.

Машиностроительный участок
Располагается в Италии на площади почти в 50 000 кв.м., из которых 15 000 кв.м. крытые. Здесь занято 109 сотрудников.

Участок пресс-форм и штампов
Здесь на площади примерно в 8 000 кв.м. , из которых 5 000 кв.м. крытые, занято 34 сотрудника.

«Bongioanni Macchine» сертифицирована согласно Нормам Международной Организации по Стандартизации UNI EN ISO 9001, обеспечивающим полное соответствие оказываемых услуг требованиям заказчика. В 2012 году система управления охраной труда и производственной безопасностью компании «Bongioanni Macchine» (SGSL) была сертифицирована независимым Европейским Центром Сертификации (I. E. C.) согласно требованиям «OHSAS 18001:2007».



Перечень продукции:
- ящичные питатели автоматического режима работы ленточные конвейеры для транспортировки глины
- дробилки
- глинорыхлители
- многоковшовые экскаваторы, бегуны
- дезинтеграторные вальцы
- камневыделители
- вальцы тонкого помола
- шлифовальные автоматы для восстановления геометрии вальцов
- глиномешалки
- двухвальные глиномешалки с протирочной решеткой, глинорастиратели
- экструдеры
- экструдеры для кровельной черепицы, известные во всем мире своим высочайшим качеством пресс-формы для черепицы
- мундштуки и фильеры экструдеров

Bongioanni Macchine S.p.A.
www.bongioannimacchine.com

Bongioanni Stampi S.r.L.
www.bongioannistampi.com

MT 45 – новое поколение вентиляторов для туннельных сушилок итальянской фирмы Marcheluzzo Impianti

Фирма Marcheluzzo Impianti (Маркелуццо Импианти) установила вентиляторы нового поколения на ОАО «Ревдинский кирпичный завод».

Все фото: Marcheluzzo

» 1 Модернизированная сушка с установленным вентилятором MT 45

Значение мощной и однородной внутренней вентиляции во время цикла сушки известно всем производителям кирпича. Продолжительность сушки, качество продукции и процент брака в большой степени зависят от условий вентиляции внутри сушилки.

Неустойчивая вентиляция в продольном и поперечном направлениях приводит к неравномерной усадке материала в сушилке. Усадка у изделий, обдуваемых воздушным потоком большего объема или с большей скоростью, происходит раньше, чем у большинства изделий «в тени», вследствие чего возникает возможность разрушения кирпича. Благодаря ряду аэродинамических решений вентилятор MT45 распространяет воздух с постоянной скоростью на весь высушиваемый материал. Специальная геометрия этого вентилятора позволяет его устанавливать в непосредственной близости к своду сушилки, тем самым в полной мере используя ее внутреннюю рабочую высоту. Традиционные же конусы нуждаются в отступе от свода сушилки не менее чем на 25 см, чтобы не иметь больших потерь, приводящих к снижению эффективности процесса сушки и создающих неравномерные потоки теплоносителя.

Большое значение фирма Маркелуццо Импианти придает качеству и долговечности двигателей. Благодаря увеличенным на 30 % размерам и классу изоляции «H» двигатели могут эксплуатироваться и в тяжелых условиях высоких температур и влажности. Объем операций по обслуживанию системы внутренней вентиляции по сравнению с традиционными конусами сокращен более чем на 80 %. Энергоэффективность также является стратегическим аспектом нового поколения конусов: потребляемая мощность MT45 всего 1,8 кВт, что позволит обеспечить быстрый возврат инвестиций (в среднем – в течение одного года).

На фото **»1** можно сравнить вертикальный профиль воздушного потока от традиционного вентилятора (синий цвет) и вентилятора нового поколения MT45 (красный цвет). Очевидно, что у нового вентилятора более эффективный и стабильный воздушный поток.

Фирма Маркелуццо Импианти активно работает в России

Следует отметить реализованный ею заказ Ревдинского кирпичного завода, одного из крупнейших производителей кирпича на Урале. Цель проекта заключалась в полном обновлении внутренней распределительной системы воздуха туннельной сушилки, построенной более 20-ти лет назад.

Исходная ситуация:

- 78 внутренних вентиляторов, перемещающихся по направляющим;
- проблемы с обеспечением бесперебойности вертикальной и горизонтальной циркуляции воздуха;
- сложное техобслуживание двигателей и механизмов внутри сушилки;
- низкая энергоэффективность – потребляемая мощность вентиляционной системы свыше 265 кВт;
- очень протяженный цикл сушки, вследствие плохого распределения воздуха в сушилке.

Фирма Маркелуццо Импианти изучила ситуацию и разработала новое поколение внутренних конических воздухораспределителей. Эти вентиляторы уже применяются с отличными результатами в аналогичных условиях на кирпичных заводах Алжира.

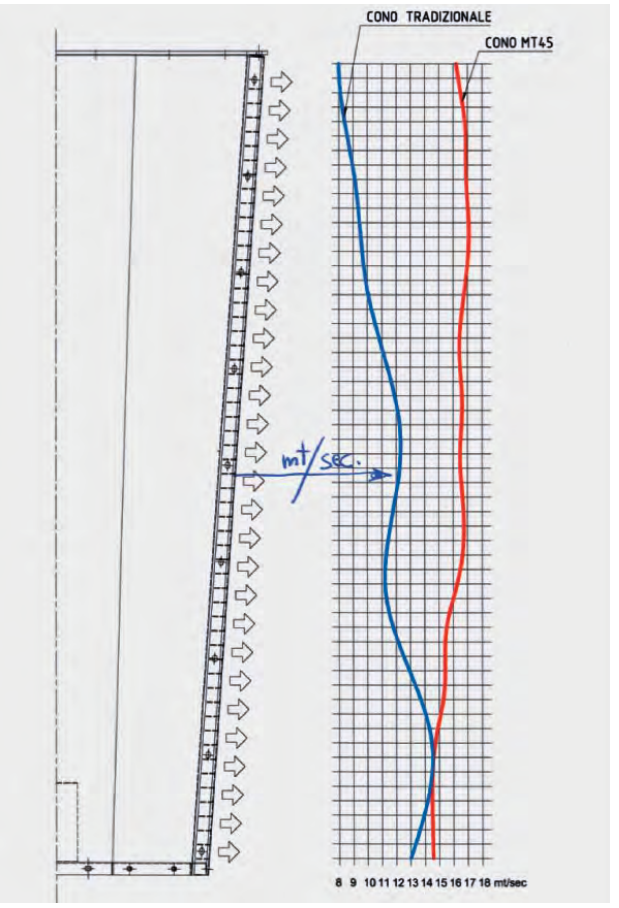
Новое поколение вентиляторов MT 45 позволяет:

- получить практически идеальное распределение воздуха на изделия по всем направлениям;
- решить проблемы, связанные с близким нахождением свода сушилки к воздухозаборнику вентиляторов;
- облегчить техобслуживание – двигатели находятся на высоте 170–180 см;
- сделать техобслуживание бюджетным – двигатели класса защиты «H» для высоких температур (кабели покрыты силиконом);
- получить гибкую систему управления с помощью ПК;
- добиться низкого энергопотребления – всего 1,8 кВт на каждый конус.

На Ревдинском кирпичном заводе было установлено 78 конусов MT45 в 3 ряда, что обеспечивает воздушный поток свыше 3 000 000 м³/ч. Полное энергопотребление теперь составляет всего 130 кВт, что позволит сэкономить 1 млн 125 тыс. кВт в год!

Уже действующая новая система является ключевым решением в модернизации любых туннельных сушилок с низкой эффективностью воздухораспределения.

Фирма Маркелуццо Импианти в очередной раз продемонстрировала свое отношение к исследованию и разработке новый продукции, отвечающей актуальным запросам рынка, и в которой энергосбережение, надежность и производительность должны стать для изготовителей промышленного оборудования нормой.



» 2 Сравнение вертикального профиля воздушного потока от традиционного вентилятора (синий цвет) и нового MT45 (красный цвет)

В настоящее время фирме Маркелуццо Импианти уже поступили новые запросы от российских кирпичных заводов на модернизацию действующих сушилок и установку вентиляционной системы MT45 нового поколения.

Marcheluzzo Impianti S.r.l.
www.marcheluzzo.com

	Когда	Где	Мероприятие	Информация
2016	12.–16.1	Базель, Швейцария	**Swissbau**	www.swissbau.ch
	26.–29.1	Москва, Россия	**Ceramatech – Ceramic Industry Machinery, Equipment, Technology and Raw Materials Show**	www.osmexpo.com/ceramatech
	16.–18.2	Лагос, Нигерия	**AfricaBuild Lagos**	www.africabuild-lagos.com
	2.–4.3	Ахмедабад, Индия	**Indian Ceramics 2016**	www.indian-ceramics.com
	5.–8.4	**Москва, Россия**	**MosBuild**	**www.mosbuild.com**
	23.–24.6	Швейцария	**TBE Annual General Meeting**	www.tiles-bricks.eu
	21.–25.8	Дрезден, Германия	**6th International Congress on Ceramics | ICC6**	www.icc-6.com
	24.–27.8	Сан-Паулу, Бразилия	**Encontro Nacional da Indústria de Cerâmica Vermelha**	www.anicer.com.br

Специалисту – на рабочий стол

- Ведущий в мире журнал для индустрии производства кирпича, кровельной керамики, керамических труб, огнеупорной и облицовочной, а также любой другой строительной керамики. Международным сообществом специалистов отрасли признан эталоном технической компетенции. «ZI international» выходит в Германии с 1946 года.
- 85 процентов тиража журнала распространяются за пределами Германии. С 2007 года выпускается и на русском языке, с 2013-го доступен в России по подписке.
- Статьи журнала охватывают широкий круг тем – от машин и оборудования для кирпичных заводов до микропроцессоров, от собственно производства до транспортировки и применения готовой продукции. Наряду с научными разработками по технологии строительной керамики во главу угла ставятся вопросы организации и рационализации ее производства. Новости о фирмах, объединениях и продуктах позволяют постоянно быть в курсе событий отрасли.
- Журнал служит признанной площадкой международного обмена опытом на основе новейших научных достижений. Его практическое значение для современного российского предприятия невозможно переоценить.
- «ZI international – Кирпич и черепица» выходит 4 раза в год. Стоимость подписки – 149,80 €.
- Цена включает доставку из Германии заказной бандеролью, с приложением к каждому экземпляру комплекта документов в соответствии с требованиями российского законодательства (договор, авансовый счет, счет-фактура и акт выполненных работ).

Вопросы? Интерес к подписке?
Позвоните или напишите нам:

Тел.: +49 421 427 9843
Факс: +49 421 427 9845
e-mail: abo@hmg.de

Немецкую и английскую онлайн-версии можно увидеть на сайте www.zi-online.info

Creating Solutions

Производство высокотехнологичных теплоизоляционных блоков

Компания «Винербергер АГ» ввела в эксплуатацию первую в Австрии установку для заполнения керамических блоков минеральным волокном. Лидер мирового рынка будет производить новейшую из всего ассортимента керамических блоков продукцию – теплоизоляционный блок Porotherm на линии, установленной компанией «КЕЛЛЕР ХЦВ» в рекордные сроки – всего за 8 недель

KELLER
Creating Solutions

KELLER HCW GmbH

Карл-Келлер-Штрассе 2-10 • 49479 г. Иббенбюрен-Лаггенбек
Германия

ООО КЕЛЛЕР ВОСТОК

Тимирязевская д.1, кор. 2, офис 2201
127422 г. Москва • Россия
Телефон: +7 495 6462821 • Телефакс: +7 495 6462834
Email: info@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru
facebook *www.facebook.com/keller.hcw*

KELLER A DIVISION OF GROUPE LEGRIS INDUSTRIES