

Высокоскоростная шаровая мельница Emax –
Революционная технология сверхтонкого измельчения

Retsch[®]
Solutions in Milling & Sieving

Emax



part of **VERDER**
scientific



RETSCН – Мировой лидер в сфере пробоподготовки и определения гранулометрического состава твердых материалов

www.retsch.ru



RETSCН – Более 100 лет инноваций

Высшее качество - сделано в Германии

Сегодня компания RETSCН - ведущий поставщик оборудования для измельчения и гранулометрического анализа, имеющий представительства в США, Китае, Японии, Индии, Италии, Бенилюксе, России, Великобритании и Таиланде. Компания RETSCН основана в 1915 г. Основатель компании Курт Ретч запатентовал механическую ступку, получившую известность под именем „мельницы Retsch“, которая позволила отказаться от традиционного размола в ручных ступках, и завоевала компании блестящую репутацию в международном научном сообществе.

Принципы компании RETSCН - это внимание к требованиям заказчика и использование самых передовых технологий. Эти принципы реализуются в высоком качестве оборудования, разрабатываемого для решения любых задач заказчика. Продукция компании RETSCН обеспечивает не только репрезентативность и воспроизводимость результатов

измельчения и гранулометрического анализа, но и отличается простотой и удобством работы.

Продукция RETSCН - это:

- ▶ Превосходное качество оборудования благодаря передовым методам производства
- ▶ Комплексная поддержка по прикладным вопросам, включая бесплатный демонстрационный размол и проведение семинаров по использованию оборудования
- ▶ Высокий уровень продаж и развитая сервисная сеть по всему миру

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

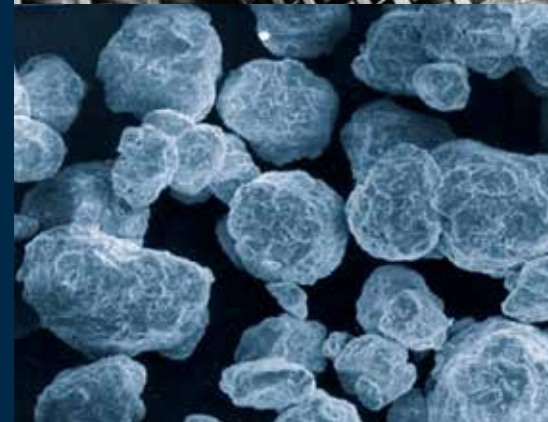
Высокоскоростное измельчение

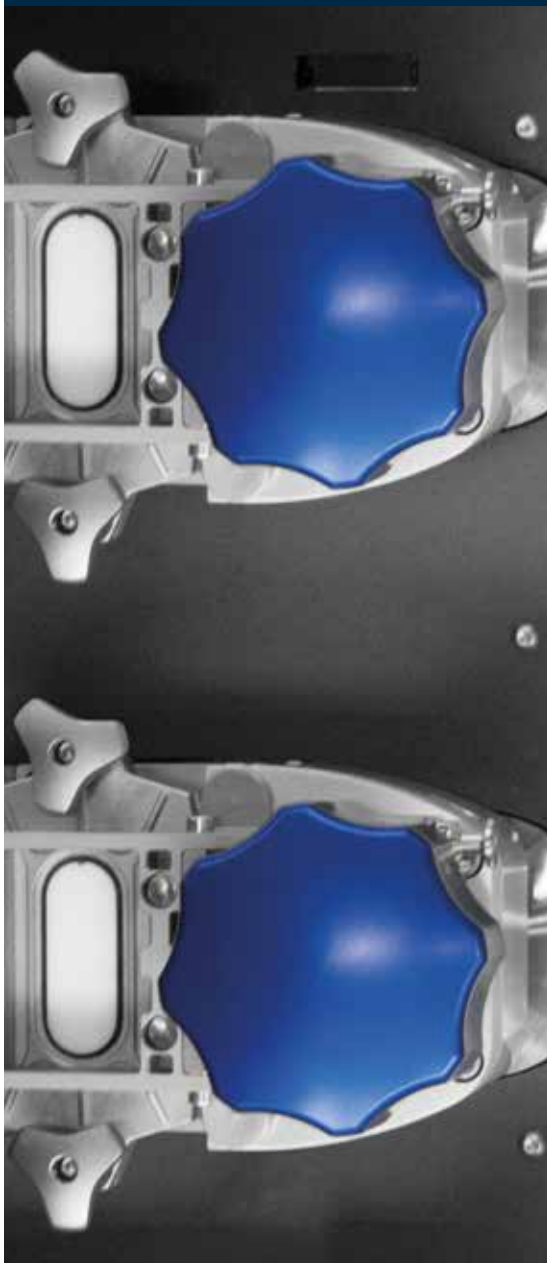
Измельчение под действием контролируемых сил обеспечивает превосходные результаты в самое короткое время

Новые технологии, а с ними и растущие характеристики лабораторного оборудования, ставят новые задачи перед научно-исследовательской отраслью. Одной из наиболее перспективных тенденций нашего времени являются нанотехнологии. Строительным материалом для нанотехнологий служат частицы размером от 1 до 100 нм, обладающие особыми размерно-индуцированными свойствами. Другой пример - материаловедение, посвященное разработке высокотехнологичных материалов новыми методами, например механическим легированием. В обоих случаях - для измельчения до нанодиапазона и механического легирования - требуется очень

большая энергия. А поскольку это, в свою очередь, означает значительный нагрев, ключевым требованием в данной области является контроль температуры.

Компания RETSCH - ведущий производитель лабораторных мельниц для гомогенизации образцов твердых материалов - разработала высокоскоростную шаровую мельницу Emax, отвечающую всем этим требованиям. Непревзойденно высокая скорость 2000 об/мин и инновационная система охлаждения делают эту мельницу идеальной для решения подобных задач.





Emax – революционная технология сверхтонкого измельчения

Высокоскоростные мельницы Emax - полностью новый тип шаровых мельниц. Максимальная скорость 2000 об/мин, не имеющая аналогов в своем классе, а также инновационная форма размольного стакана позволяют достичь высокой эффективности измельчения в результате ударного воздействия и сил трения. Сочетание формы и круговых движений размольного стакана значительно улучшает эффективность перемешивания образца, конечную тонкость, а также сужает диапазон распределения по размерам по сравнению с другими шаровыми мельницами, а уникальный способ измельчения позволяет достигать требуемой конечной тонкости в самое короткое время.

В отличие от обычных шаровых мельниц, мельница Emax может работать в течение нескольких часов без перерывов на охлаждение. Инновационная система водяного охлаждения обеспечивает эффективное использование полезной энергии и предотвращает перегрев образца. В режиме контроля температуры можно задать максимальную температуру, которая не должна превышать во время работы.

Благодаря всему этому мельницы Emax справляются с измельчением гораздо быстрее и эффективнее по сравнению с обычными шаровыми мельницами.



Высокоскоростная шаровая мельница Emax

- ▶ Более быстрое измельчение по сравнению с другими шаровыми мельницами
- ▶ Непревзойденная скорость 2000 об/мин
- ▶ Уникальный способ измельчения
- ▶ Инновационная система водяного охлаждения с 3 режимами работы
- ▶ Контроль температуры
- ▶ Измельчение до нанодиапазона

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

Превосходство в деталях



ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
Уникальная геометрия размольного
стакана обеспечивает тщательное
перемешивание образца и узкий
диапазон распределения частиц по
размерам

ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
Винтовой зажим обеспечивает
удобство и безопасность при
установке размольного стакана

ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
Запатентованный эксцентриковый
привод позволяет достигать
максимальной скорости 2000 об/мин



ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
Инновационная система водяного
охлаждения с 3 режимами
обеспечивает непрерывность работы и
предотвращает перегрев образца

ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
На большом сенсорном дисплее
отображаются такие параметры,
как температура, скорость и время
выполнения операции

ПРЕИМУЩЕСТВО EMAX:
Режим контроля температуры позволяет
задавать максимальную температуру, в случае
превышения которой мельница прекратит
работу, а также минимальную температуру, по
возвращении к которой работа возобновится

1



2



Интуитивно понятное управление

1. Установите размольный стакан
2. Закрутите винтовой зажим
3. Коснитесь сенсорного дисплея

3





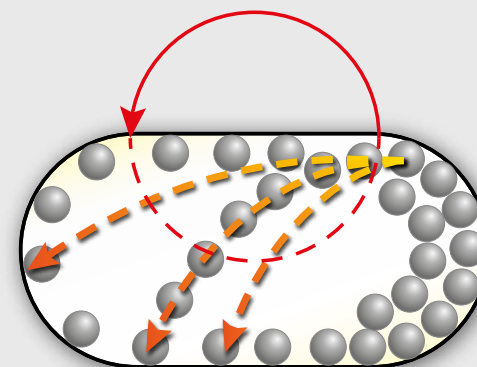
Принцип действия

Уникальный способ измельчения позволяет достигать конечной тонкости на субмикронном уровне

Эффективное измельчение в высокоскоростной шаровой мельнице Emax осуществляется за счет высокочастотного ударного воздействия, интенсивного трения и контролируемых круговых движений размольного стакана.

Два размольных стакана овальной формы установлены на двух дисках, сообщающих им круговые движения в одном направлении. Сочетание формы размольного стакана и вибрации создает сильное трение между размольными шарами, материалом и стенками стакана, а также ускорение, с которым шары ударяются о стенки стакана, измельчая материал. Все это

позволяет добиться качественного перемешивания и высокой степени тонкости, а также более узкого распределения частиц по размерам по сравнению с традиционными шаровыми мельницами.



Исключительная безопасность работы

Мощь под контролем

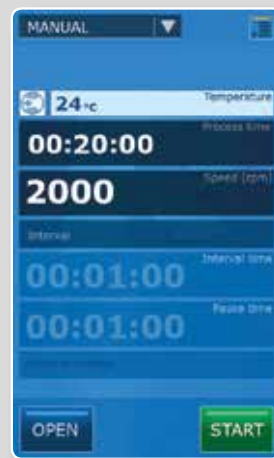
При разработке мельницы Emax особое внимание уделялось удобству и безопасности работы. Крышки размольных стаканов оснащаются зажимами, которые легко завинчиваются и обеспечивают полную герметичность при мокром измельчении или избыточном давлении внутри стакана. Установка размольных стаканов выполняется быстро и просто, а для фиксации используется винтовой зажим с удобной рукояткой. Положение размольного стакана контролируется автоматически, поэтому если стакан установлен неправильно, мельницу нельзя будет запустить. Также осуществляется

постоянный контроль дисбаланса. Если последний станет слишком большим, мельница автоматически остановится.

Такие рабочие параметры, как скорость, время, интервалы и температура, быстро и просто настраиваются с помощью цветного сенсорного дисплея. Текущая температура постоянно отображается во время работы мельницы. В памяти мельницы можно сохранить до 10 рабочих программ.



Цветной сенсорный дисплей



Отображение текущей температуры в главном меню



Настройка скорости



Настройка минимальной и максимальной температуры

Высокоэффективная система охлаждения

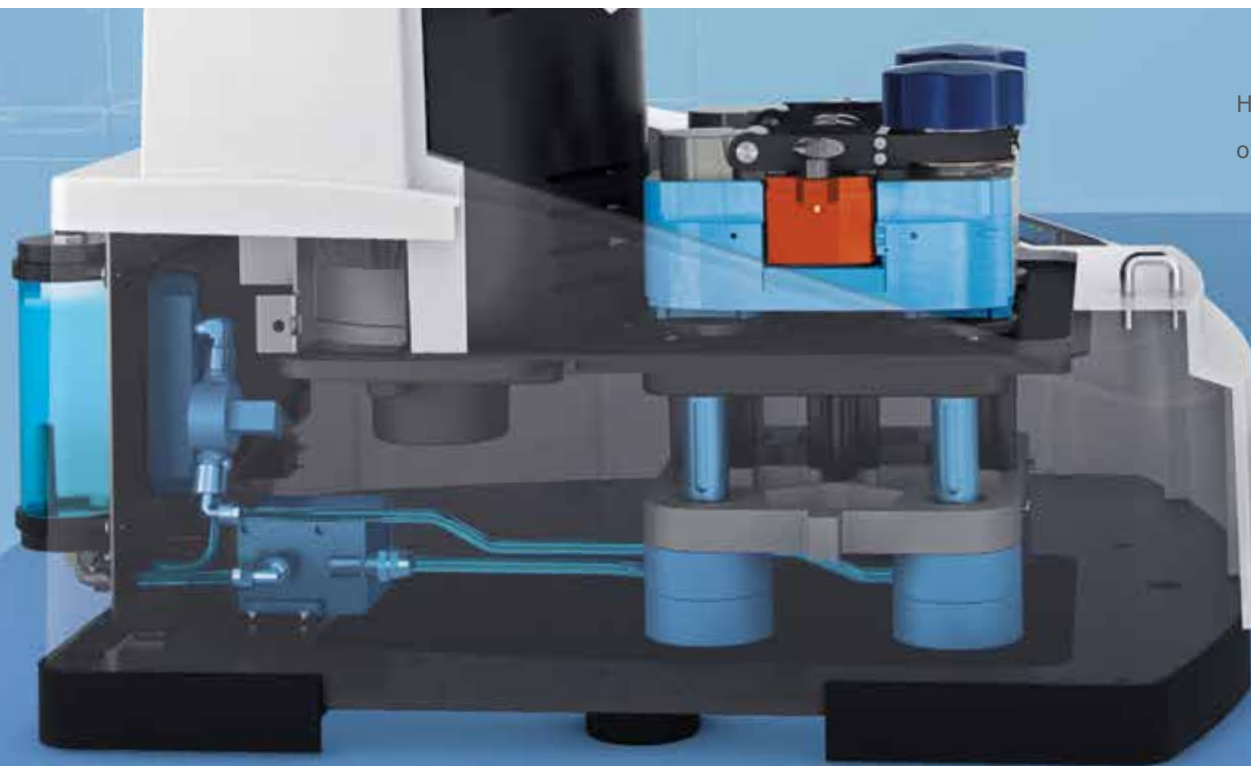
перерывы на охлаждение больше не нужны

Основная задача при разработке высокоскоростной шаровой мельницы заключалась в обеспечении контроля температуры, поскольку огромная энергия измельчения неизбежно ведет к сильному нагреву размольного стакана. Для решения этой задачи компания RETSCH решила использовать встроенную систему водяного охлаждения инновационной конструкции, которая позволила минимизировать

или полностью отказаться от перерывов на охлаждение, неизбежных для обычных шаровых мельниц при долгой работе даже на малой скорости.

Размольные стаканы охлаждаются через размольную станцию. Эффективность системы охлаждения обеспечивается за счет того, что вода забирает тепло активнее, чем воздух.

Предусмотрено 3 режима охлаждения: помимо использования встроенной системы можно подключить мельницу к холодильной машине или водопроводу, чтобы еще больше увеличить эффективность охлаждения.



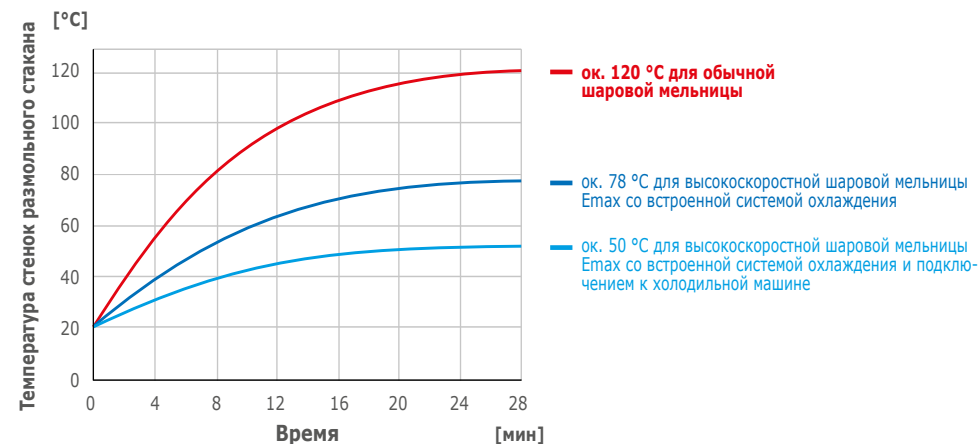
На рисунке показан контур системы охлаждения мельницы Emax

3 режима охлаждения для большей эксплуатационной гибкости

1. Встроенная система водяного охлаждения
2. Увеличение эффективности охлаждения при подключении к водопроводу
3. Максимальная эффективность охлаждения при подключении к холодильной машине



График увеличения температуры*



* Температура зависит от материала образца, настроек прибора, температуры в помещении, поэтому в конкретных условиях может отличаться

Режим контроля температуры

для образцов, чувствительных к нагреву

Программное обеспечение мельниц Emax позволяет устанавливать температурный диапазон, то есть минимальную и максимальную температуру при измельчении. По достижении максимальной температуры мельница автоматически прерывает работу и возобновляет ее только после того, как размольный стакан остынет до минимальной температуры.

Эта функция особенно полезна при измельчении образцов, чувствительных к нагреву. Перед измельчением образцов в обычной шаровой мельнице необходимо эмпирически вычислить оптимальную длительность и частоту циклов измельчения и охлаждения. В противном случае исходные свойства образца могут измениться или для измельчения может потребоваться слишком много времени.

Во время работы мельницы Emax циклы измельчения и охлаждения периодически сменяются, а температура поддерживается в заданном диапазоне, таким образом, обеспечивая высокую воспроизводимость и скорость получения результатов.

Области применения

Измельчение, гомогенизация, легирование

Высокоскоростная шаровая мельница Emax отвечает самым строгим требованиям к скорости, конечной тонкости, чистоте образца и воспроизводимости результатов. Предназначена для измельчения и гомогенизации умеренно-твердых, твердых, хрупких и волокнистых материалов (сухое и мокрое измельчение) вплоть до нанометрового диапазона.

Благодаря высокой эффективности и эксплуатационной гибкости мельница Emax идеально подходит для измельчения самых разных видов материалов – от ингредиентов для фармацевтической продукции до механического легирования при разработке новых материалов.

Образец	Количество исходного материала	Время измельчения	Скорость	Конечная тонкость (d_{90})	Примечания
Хитин	10 г	8 ч	1300 об/мин	< 164 мкм	Нет изменения цвета при нагреве: рабочая температура мельницы Emax на 40 °C ниже по сравнению с шаровыми мельницами
Полисахариды	10 г	2 ч	1800 об/мин	< 8,9 мкм	Контроль температуры: максимальная температура 80 °C, заданная в настройках мельницы Emax, не превышена
Дерево	3 г	10 мин	1300 об/мин	< 64 мкм	Максимальная температура 30 °C не превышена
Диоксид титана	10 г	30 мин	2000 об/мин	< 80 нм	Измельчение до нанодиапазона <100 мкм достигается только с помощью мельницы Emax (в 5 раз превосходит результаты шаровых мельниц)
Титанат бария	12 г	2 ч	1800 об/мин	< 83 нм	Измельчение до нанодиапазона <100 мкм, на 3 ч быстрее по сравнению с шаровыми мельницами
Графит	5 г	8 ч	2000 об/мин	< 1,7 мкм	Непревзойденная экономия времени (в 24 раза быстрее по сравнению с шаровыми мельницами) и превосходная конечная тонкость (в 7 раз превосходит результаты шаровых мельниц)
Производные кортизола	2,5 г	5 мин	1000 об/мин	< 280 нм	Максимальная температура 45 °C не превышена. Почти на 3 ч быстрее по сравнению с шаровыми мельницами
Кремний и германий	3,63 г Si 2,36 г Ge	20 мин предварительное измельчение + 4 ч легирование	1200 об/мин	Неприменимо	Механическое легирование: Отличные результаты на 4–5 ч быстрее по сравнению с шаровыми мельницами, почти без спекания и стеклования

Примечание: Как правило, достижимая конечная тонкость зависит от материала образца и настроек прибора, т. е. почти идентичные образцы могут дать различные результаты.

Стандартные материалы образцов

Высокоскоростные шаровые мельницы Emax от компании RETSCH предназначены для эффективного измельчения таких материалов, как почва, бетон, углеволокно, химикаты, руда, гипс, стекло, полудрагоценные камни, дерево, известь, катализаторы, керамика, кости, уголь, сплавы, оксиды металлов, минералы, пигменты, кварц, шлак, табак, чай, глины, клинкер и т. д.

Высокая скорость - Превосходная
конечная тонкость - Эффективная система
охлаждения



Еще быстрее

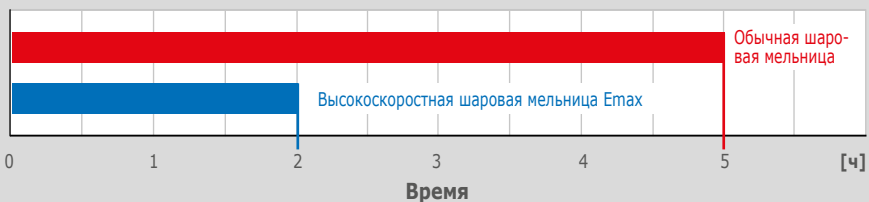
Непревзойденная экономия
рабочего времени

Мельница Emax, благодаря высокой максимальной скорости 2000 об/мин и системе водяного охлаждения, обеспечивающей непрерывность работы, позволяет экономить до 90 % времени по сравнению с обычными шаровыми мельницами. Другим фактором, сокращающим время работы, является высокоэффективный способ измельчения.

Измельчение титаната бария до нанодиапазона

Титанат бария - это ферроэлектрический электрокерамический материал, используемый при производстве электроники и датчиков. Основное требование для данной области применения - достижение конечной тонкости ниже 90 нм в самое короткое время. Благодаря эффективному способу измельчения и высокой энергии мельница Emax достигла требуемой тонкости всего за 2 ч, тогда как планетарные шаровые мельницы требовали на 3 ч больше времени.

Измельчение титаната бария

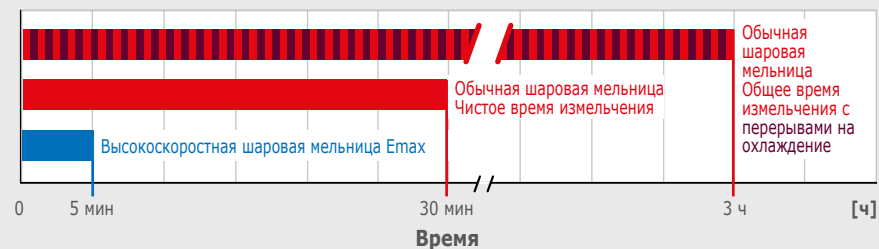


Экономия времени в сфере фармакологии

Высокая конечная тонкость ингредиентов медицинских препаратов, принимаемых перорально, значительно повышает уровень их биологической доступности. Мельница Emax позволяет измельчать образцы фармацевтической продукции до субмикронного уровня и нанодиапазона за самое короткое время. Это не только экономит общее время научно-исследовательской работы, но и расширяет возможности измельчения образцов, чувствительных к нагреву, как показано на примере ниже:

- Производные кортизола измельчались в мельнице Emax в течение 5 мин до конечной тонкости 300 нм, не превышая максимальную температуру 45 °С
- Для измельчения в планетарных шаровых мельницах потребовалось чистое время 30 мин плюс дополнительные 2,5 ч простоя на охлаждение
- Мельница Emax позволила сэкономить почти 3 ч благодаря более эффективному способу измельчения и непрерывной работе

Измельчение производных кортизола



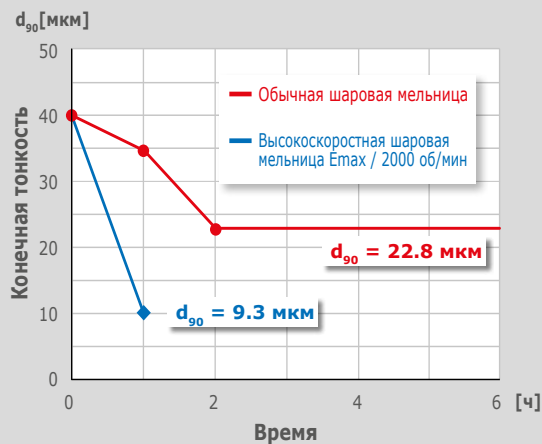
⇨ Еще большая конечная тонкость

Измельчение до нанодиапазона

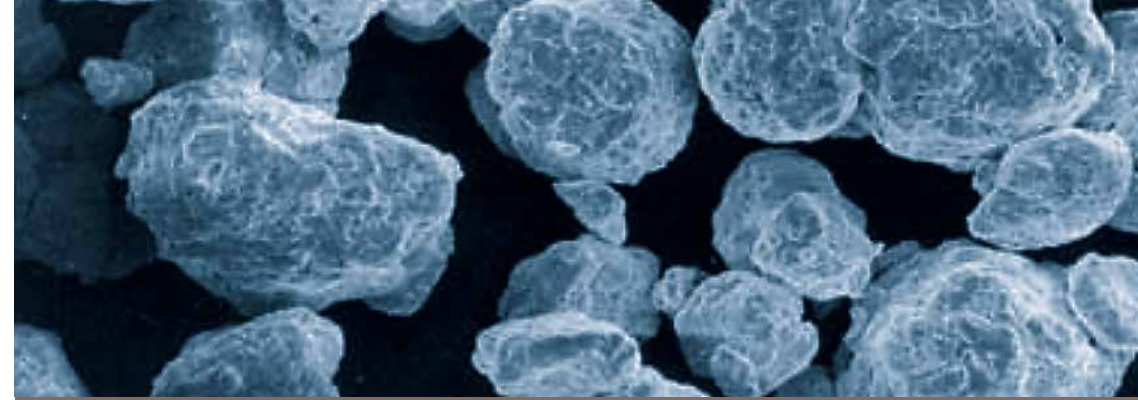
Благодаря высокой энергии и эффективному механизму измельчения мельницы Emax также подходят для измельчения трудно обрабатываемых образцов до нанодиапазона, а также, благодаря тщательному перемешиванию, позволяют достичь более узкого распределения по размерам.

Трудно обрабатываемые образцы

Измельчение графита



Поскольку графит является лубрикантом, для его измельчения требуется очень высокая энергия. После 1 ч измельчения в мельнице Emax была достигнута конечная тонкость свыше 10 мкм для более 90 % объема образца. Лучшим результатом для обычной шаровой мельницы была конечная тонкость > 20 мкм.

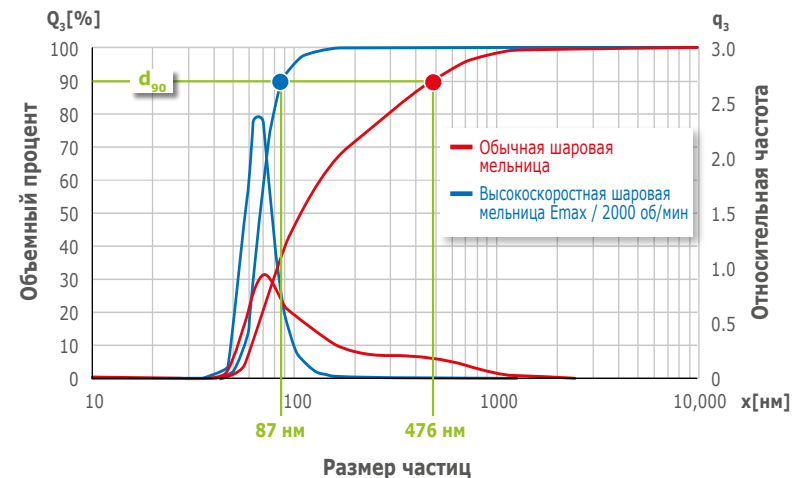


Узкий диапазон распределения по размерам

Тиоксид титана - это пигмент, который, среди прочего, добавляется в крема и лосьоны от загара для защиты кожи от ультрафиолетового излучения. Чем более узким будет диапазон распределения частиц пигмента по размерам, тем более эффективной будет защита.

- Мельница Emax измельчает TiO_2 до конечной тонкости < 90 нм всего за 30 мин.
- Этот результат в 5 раз выше по сравнению с обычными шаровыми мельницами, а диапазон распределения по размерам значительно уже.

Измельчение диоксида титана



➡ Еще более эффективное охлаждение

Перерывы на охлаждение больше не нужны

Встроенная система водяного охлаждения позволяет значительно снизить температуру и давление внутри размольного стакана, таким образом, увеличивая время работы на максимальной скорости без необходимости перерывов на охлаждение. Эффективность охлаждения можно еще больше увеличить, подключив мельницу к внешней холодильной машине. При работе с образцами, чувствительными к нагреву, рекомендуется работать в режиме контроля температуры, позволяющем задавать температурный диапазон, в котором должно выполняться измельчение. В этом случае не требуется эмпирически вычислять оптимальную длительность и частоту циклов измельчения и охлаждения.



Мельница Emax



Обычная мельница

Сохранение изначальных свойств образца

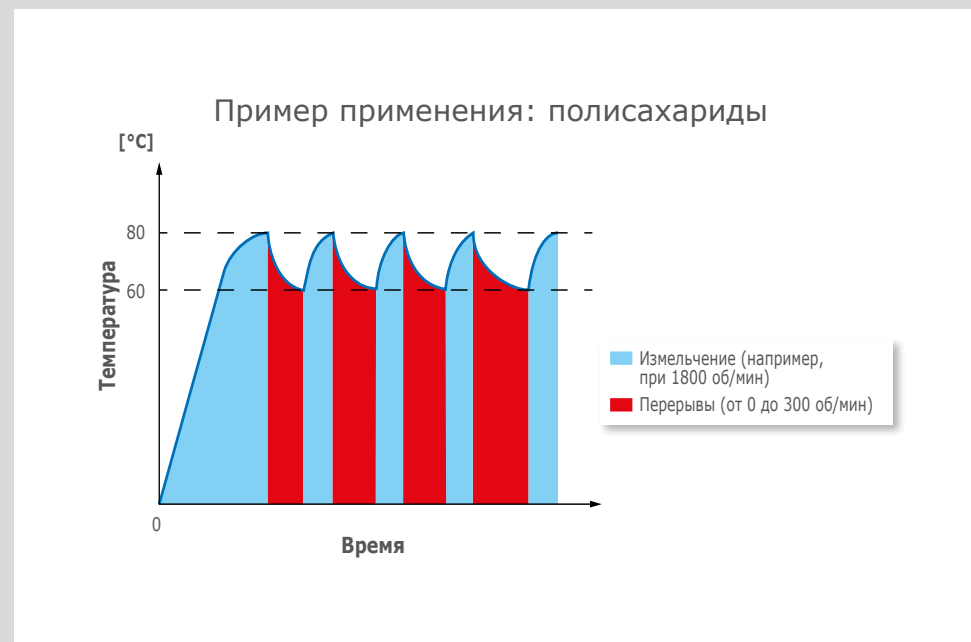
Образец хитина должен быть измельчен до конечной тонкости 200 мкм, при этом его температура не должна превысить 60 °С во избежание изменения цвета.

Благодаря режиму контроля температуры заданная максимальная температура 60 °С не была превышена, и образец сохранил изначальный цвет.

Измельчение в заданном температурном диапазоне

Благодаря режиму контроля температуры мельница Emax также подходит для измельчения образцов, чувствительных к нагреву, например полисахаридов. Для измельчения следующего образца требовалась конечная тонкость ниже 10 мкм и максимальная температура 80 °С:

- Был задан температурный диапазон от 60 до 80 °С
- Перерывы на охлаждение были определены автоматически, максимальная температура 80 °С не была превышена
- Уже после 3 ч измельчения была достигнута требуемая конечная тонкость < 10 мкм, ненужные перерывы на охлаждение не потребовались

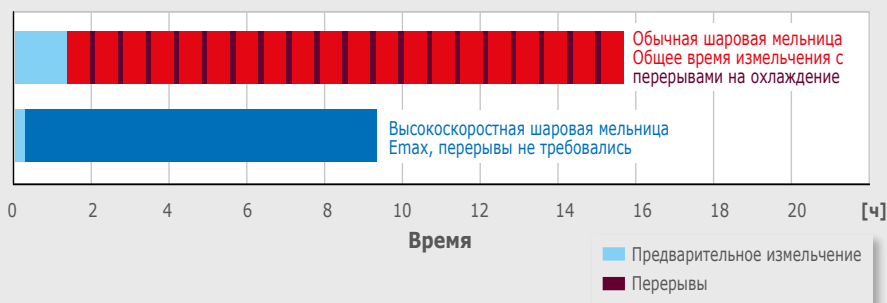


Механическое легирование

Превосходная скорость и значительная экономия времени

Если получение сплава методом диффузии неосуществимо, выполняется механическое легирование в шаровых мельницах в результате ударного воздействия и сил трения с высокой энергией. Экспериментальные данные показали, что процесс легирования требует гораздо меньше времени по сравнению, например, с планетарными шаровыми мельницами. К достоинствам данного метода также относятся более высокая скорость, меньшее количество частиц аморфной формы и менее активное спекание.

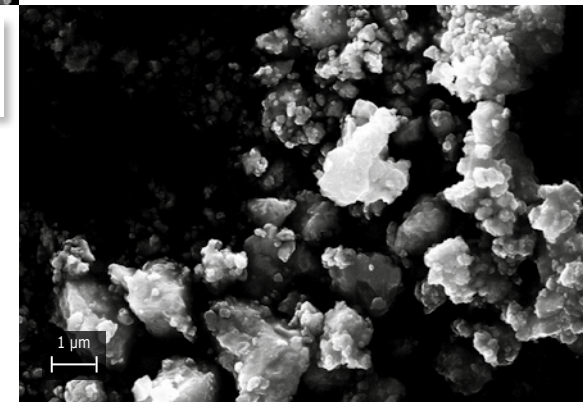
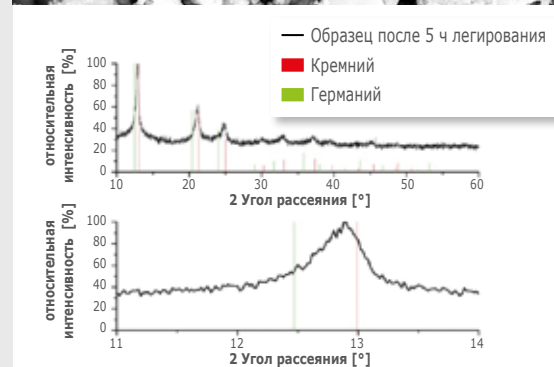
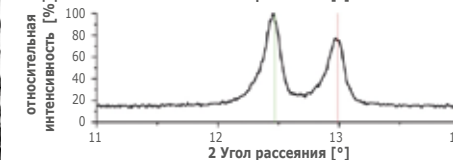
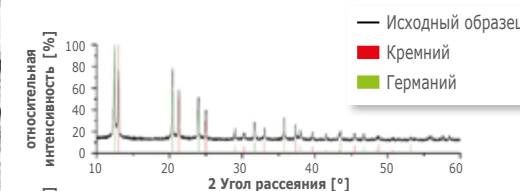
Механическое легирование кремния германием



Мельницы Emax позволяют значительно сократить время легирования по сравнению с обычными шаровыми мельницами. Экономия времени может достигать 50 %.

Получение кремний-германиевых сплавов

Для получения кремний-германиевого сплава в мельнице Emax сначала было выполнено предварительное измельчение 3,63 г кремния и 2,36 г германия в размольном стакане из карбида вольфрама объемом 50 мл с 10 размольными шарами диаметром 10 мм из этого же материала. Исходный размер частиц кремния варьировал в диапазоне от 0,1 до 2,5 см, а для германия этот показатель составлял ок. 4 мм. После 20 мин измельчения при скорости 1000 об/мин исходный материал приобрел порошкообразную консистенцию. Сам процесс механического легирования выполнялся при соотношении объемов образца / размольных шаров 1:10 и скорости 1200 об/мин. После 5 ч механического легирования с 1-минутным изменением направления вращения каждый час (во избежание спекания) дифрактограмма образца уже свидетельствовала о начале процесса интеграции германия в структуру кремния. После 8-9 ч интенсивность протекания этого процесса несколько увеличилась.





1. Размольные стаканы из 3 различных материалов
2. Аэрационная крышка
3. Размольные шары из оксида циркония

Аксессуары

для эффективного и безопасного измельчения

Благодаря широкому спектру аксессуаров высокоскоростные шаровые мельницы Emax подходят для измельчения самых разных образцов. Предлагаются размольные стаканы объемом 50 и 125 мл из таких материалов, как нержавеющая сталь, карбид вольфрама и оксид циркония, предотвращающие перекрестное загрязнение образца. Крышки размольных стаканов оснащаются винтовыми зажимами для более удобной и безопасной работы.

Компания RETSCH предлагает специальную аэрационную крышку для размольного стакана, позволяющую выполнять измельчение в регулируемой газовой среде.

Имеются размольные стаканы из нержавеющей стали, карбида вольфрама и оксида циркония диаметром от 0,1 до 15 мм, в зависимости от материала.

Различные варианты использования размольных шаров (количество/диаметр) еще больше расширяют возможности мельницы.

Система измерения GrindControl

Постоянное измерение давления и температуры внутри размольного стакана позволяет точно отслеживать и регистрировать процессы и реакции, протекающие во время измельчения.

Мельница Emax – характеристики

Особенности

Высокоскоростная шаровая мельница Emax

Назначение	измельчение до нанодиапазона, измельчение, гомогенизация, механическое легирование, коллоидное измельчение, высокоскоростное истирание
Области применения	сельское хозяйство, биология, химия, строительные материалы, машиностроение/электроника, экология / переработка отходов, геология/металлургия, стекло/керамика, медицина/фармацевтика
Исходный материал	умеренно-твердый, твердый, хрупкий, волокнистый – сухой или сырой
Способ измельчения	ударное воздействие, силы трения
Размер частиц исходного материала*	< 5 мм
Конечная тонкость*	< 80 нм
Объем партии / образца*	макс. 2 x 45 мл
Скорость	300 – 2000 об/мин
Охлаждение	встроенная регулируемая система водяного охлаждения / опция: подключение к водопроводу или холодильной машине
Контроль температуры	да (настройка минимальной и максимальной температуры)
Кол-во размольных мест	2
Тип размольного стакана	со встроенными предохранительными замками
Материал размольной гарнитуры	нержавеющая сталь, карбид вольфрама, оксид циркония
Объем размольного стакана	50 / 125 мл
Настройка времени измельчения, времени интервала, времени паузы	00:01:00 – 99:59:59
Интервал	да, изменение направления вращения (опция)
Сохранение в памяти стандартных программ	10
Интерфейс передачи данных	USB / LAN (RJ45)
Привод	3-фазный асинхронный двигатель с частотным преобразователем
Мощность привода	2600 Вт
Потребляемая мощность	ок. 3100 Вт (ВА)
Класс защиты	IP 30
ШхВхГ (с закрытой крышкой)	625 x 525 x 645 мм
Вес нетто	ок. 120 кг
Соответствие стандартам	CE

* в зависимости от исходного материала и конфигурации прибора

Информация для заказа

Высокоскоростная шаровая мельница Emax

Emax, 200–240 В, 50/60 Гц, высокоскоростная шаровая мельница с 2 размольными местами	Артикул 20.510.0001
--	------------------------

Размольные стаканы

Размольные стаканы	50 мл	125 мл
Нержавеющая сталь	01.462.0305	01.462.0313
Карбид вольфрама	01.462.0317	–
Оксид циркония	01.462.0312	01.462.0307

Аксессуары для измельчения в инертной среде

Аэрационные крышки для размольных стаканов	50 мл	125 мл
Нержавеющая сталь	01.107.0568	01.107.0567
Оксид циркония	01.107.0569	01.107.0564

Расходные материалы

Уплотнительное кольцо для размольного стакана объемом 50 мл, 1 шт.	Артикул 05.114.0057
Уплотнительное кольцо для размольного стакана объемом 125 мл, 1 шт.	05.114.0122

Размольные шары

Размольные шары	Ø 0,1 мм	Ø 0,5 мм	Ø 1 мм	Ø 2 мм	Ø 3 мм	Ø 4 мм
Нержавеющая сталь ²⁾	–	–	–	–	22.455.0002	22.455.0001
Нержавеющая сталь ³⁾	–	–	–	22.455.0010	22.455.0011	–
Карбид вольфрама ²⁾	–	–	–	–	22.455.0006	22.455.0005
Оксид циркония ³⁾	32.368.0005	32.368.0003	32.368.0004	05.368.0089	05.368.009	–

Размольные шары	Ø 5 мм	Ø 7 мм	Ø 10 мм	Ø 12 мм	Ø 15 мм
Нержавеющая сталь ¹⁾	05.368.0034	05.368.0035	05.368.0063	05.368.0037	05.368.0109
Нержавеющая сталь ²⁾	22.455.0003	–	–	–	–
Карбид вольфрама ¹⁾	05.368.0038	05.368.0039	05.368.0071	05.368.0041	–
Карбид вольфрама ²⁾	22.455.0004	–	–	–	–
Оксид циркония ¹⁾	–	–	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113
Оксид циркония ²⁾	22.455.0009	–	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113

¹⁾ 1 размольный шар ²⁾ Комплект размольных шаров, ок. 200 г ³⁾ Комплект размольных шаров, ок. 500 г



part of **VERDER**
scientific

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY