



## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

Одна мельница для множества задач

**Вибрационная шаровая мельница MM 400 - это компактный, универсальный настольный лабораторный прибор, специально разработанный для сухого, мокрого и криогенного измельчения небольших количеств проб объемом до 2x20 мл. Мельница смешивает и гомогенизирует порошки и суспензии с частотой 30 Гц в течение нескольких секунд - высокая скорость измельчения и простота в эксплуатации.**

Компактная настольная мельница подходит как для стандартных измельчений, так и для разрушения биологических клеток, а также для экстракции ДНК / РНК и белков. Возможность длительного измельчения до 99 часов делает мельницу MM 400 идеально подходящей для исследовательских задач, например, в механохимии.

По производительности и универсальности эта мельница не имеет аналогов на рынке.

Вам также могут быть интересны модели вибрационных мельниц MM 500 nano and MM 500 vario которые работают по тому же функциональному принципу на частоте 35 Гц, но обеспечивают значительно более высокую производительность. Для задач, требующих охлаждения или нагрева образца, идеальным выбором является вибрационная мельница MM 500 control. Каждая вибрационная мельница RETSCH имеет определенную область применения.

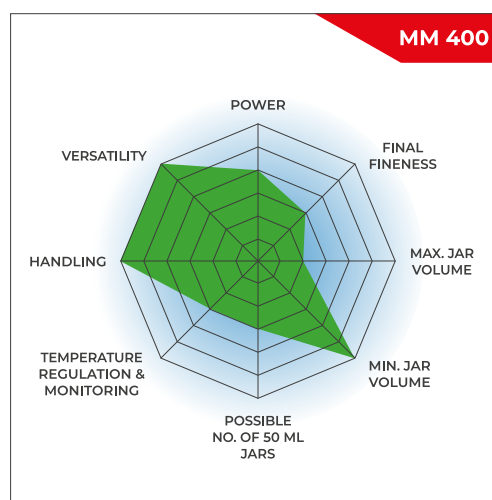


[Смотреть видео](#)

### Видео о приборе

## THE MOST VERSATILE ALL-ROUNDER OF BALL MILLS

- | Max. speed 30 Hz
- | Horizontal oscillation causes strong impact effects for effective sample processing
- | Up to 8 mm feed size and 5 µm final fineness
- | 2 grinding stations for jars of min 2 ml and max 50 ml, adapter for 10 x 2 ml single use vials and 4 x 50 ml conical centrifugation tubes
- | Steel jars can be precooled manually in liquid nitrogen



- | Calibrated speed and time, small benchtop model, storable SOPs and cycle programs, 7 different jar materials

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ДИЗАЙН

- | Мощное измельчение ударами и трением с частотой до 30 Гц
- | Оснащена 2 размольными местами, до 20 образцов одновременно
- | Встроенная память для хранения 12 комбинаций параметров измельчения и 6 программных циклов
- | Удобный сенсорный дисплей

## НЕПРЕВЗОЙДЕННАЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

- | 3 различных режима измельчения: сухой, мокрый или криогенный
- | Подходит для перемешивания порошков и связующих в пластиковых ёмкостях перед таблетированием, например, для РФА
- | Подходит для исследовательских целей, таких как механохимия или разрушение биологических клеток.
- | Экстракция пестицидов (QuEChERS) и растительных компонентов



## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

# КАЛИБРОВКА ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Воспроизводимость имеет первостепенное значение в технологической цепочке от отбора проб до анализа. Лабораторное оборудование, которое можно откалибровать, гарантирует воспроизводимые результаты с минимальным стандартным отклонением каждый раз. Это особенно полезно при сравнении результатов, полученных в разных местах.

ММ 400 - первая лабораторная мельница, которую можно калибровать. RETSCH производит первичную калибровку времени и частоты работы мельницы и предлагает услуги по регулярной калибровке для обеспечения воспроизводимости процессов измельчения.

Эта возможность особенно важна для

- | Тестовых лабораторий с разным местоположением
- | Аккредитованных лабораторий, применяющие ISO/IEC 17025 или ISO 9000ff
- | Фармацевтической продукции



## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

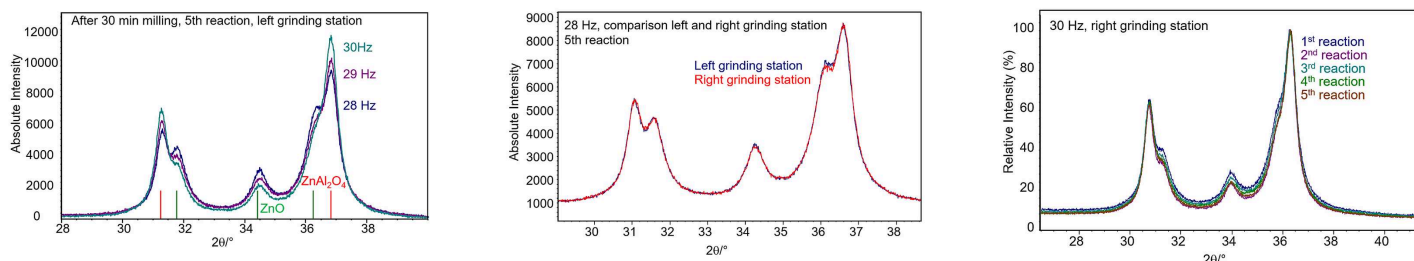
# REPRODUCIBILITY OF MECHANOCHEMICAL REACTIONS IN THE MIXER MILL MM 400

Reproducibility is a fundamental principle of scientific research and is essential for ensuring the credibility and reliability of scientific findings. The Mixer Mill MM 400 was tested regarding the reproducibility within a mechanochemical reaction, and it could be proven that it provides excellent reproducibility during several repetitions, for both clamping positions, and also between different devices. [1]

Minor variations of the frequency from 30 Hz to 29 Hz or 28 Hz have an influence on the yield of the reaction. It is of fundamental interest that the mixer mill maintains a set value, e.g. 30 Hz, and does not deviate from it. A premise which is fulfilled by the MM 400 which comes with a calibration certificate.

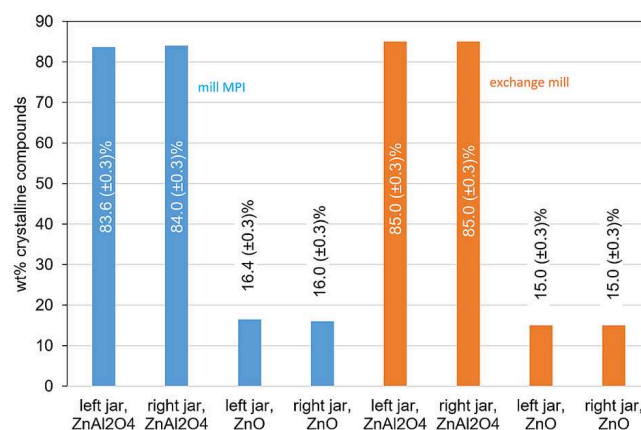
The mechanochemical reaction  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$  was conducted for 30 min using 25 ml grinding jars, 2 x 15 mm grinding balls, 1 g educts, at 28 Hz, 29 Hz and 30 Hz five times in a row. The comparison between left

and right clamping station showed highly reproducible results, also the comparison between the 5 trials.



XRD patterns after the mechanochemical reaction  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ : Left: Grinding at 28 Hz, 29 Hz and 30 Hz, results after 5th reaction. Middle: Comparison left and right grinding station at 28 Hz 5th reaction each. Right: Reaction 1 to 5 at 30 Hz, right grinding station. Results presented by the group of Claudia Weidenthaler. [8]

The experiments were repeated using another MM 400 device to compare the results between the two mills. Again, the excellent reproducibility was verified for the 5 tests conducted at 30 Hz, for both, left and right grinding station.



Almost identical results (weight % of educts and product) and reproducibility are obtained with a different MM 400 device. Results presented by the group of Claudia Weidenthaler. [1]

ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

## РЕШЕНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ И РАЗРУШЕНИЯ КЛЕТОК

Вибрационные мельницы часто используются для гомогенизации биологических образцов. Так

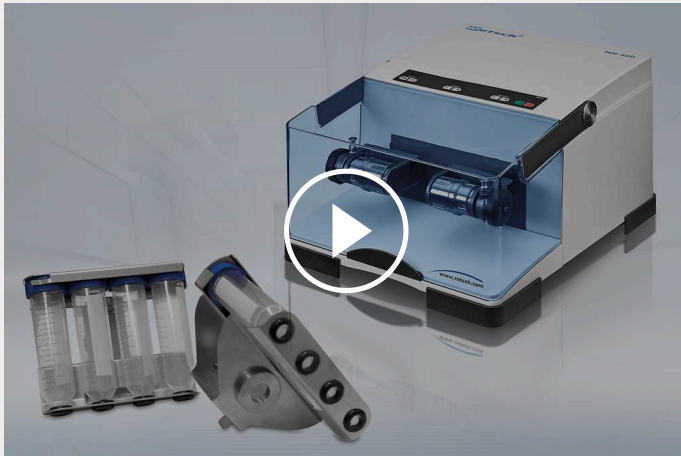
называемое измельчение мелким стеклянным бисером является признанным методом разрушения клеток дрожжей, микроводорослей или бактерий. Образец при этом нагревается незначительно, что может быть сведено к минимуму предварительным охлаждением.

ММ 400 может использоваться для эффективного разрушения клеток объемом до 240 мл клеточной суспензии для экстракции ДНК / РНК и белков. Также возможно выделить интактные бактерии из тканей в 8 пробирках по 30 мл или в 10 пробирках по 5 мл, используя адаптеры для точной диагностики инфекций.

ММ 400 может быть оснащена различными адаптерами для одноразовых пробирок следующей вместимости:

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

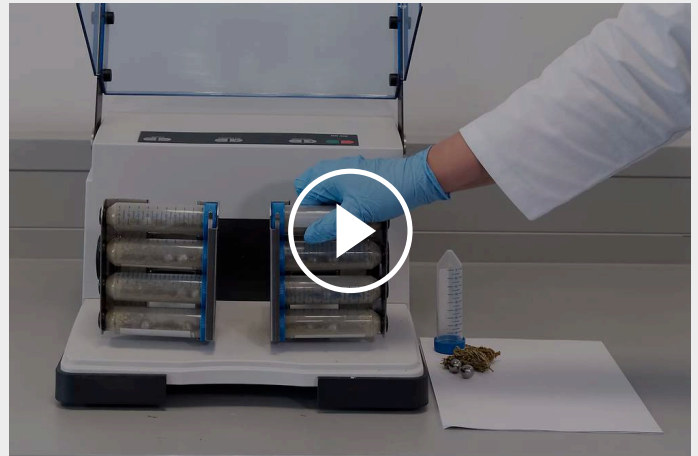
Для измельчения 25-30 г растительного материала, например, цветков конопли, лучше всего подходят конические центрифужные пробирки. До 8 образцов тканей, например, свежая печень в буферном растворе, также могут быть гомогенизированы в этих 50 мл пробирках с использованием шаров из стали или оксида циркония. Чтобы механическая нагрузка на пробирки была как можно меньше, рекомендуется использовать меньшую частоту и высокую степень заполнения, например, буфером и образцом.



[Смотреть видео](#)

Вибрационная мельница MM 400 - разрушение дрожжевых клеток\*

\*На видео показана предыдущая модель с тем же принципом работы.



[Смотреть видео](#)

Вибрационная мельница MM 400 - Измельчение конопли\*



## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

### РЕШЕНИЯ ДЛЯ КРИОГЕННОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Набор CryoKit - это экономичное решение для криогенного измельчения образцов с помощью вибрационной мельницы ММ 400. Набор состоит из двух изолированных ёмкостей, двух щипцов и защитных очков.

Образец, который необходимо охрупчить, и мелющий шар помещаются в размольный стакан из нержавеющей стали, который плотно закручивается. Непрямое охрупчивание осуществляется путем предварительного охлаждения стакана в ёмкости с жидким азотом. Примерно через 2 минуты образец достаточно охлаждается для проведения криогенного измельчения.

Если необходимо избежать прямого контакта с жидким азотом, следует использовать CryoMill или вибрационную мельницу ММ 500 control , обе мельницы имеют данную опцию. Мельницы могут быть оснащены стаканами из других материалов, помимо стали, для криогенного измельчения.



[Смотреть видео](#)

Вибрационная мельница ММ 400 - криогенное измельчение\*

## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

### ПРИМЕНЕНИЯ В МЕХАНОХИМИИ

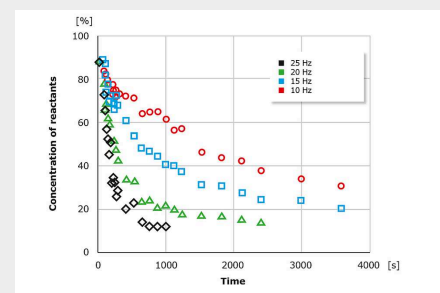
Механохимия позволяет проводить быстрые реакции веществ в среде без растворителей. Некоторые химические реакции требуют силы трения планетарной шаровой мельницы, в то время как другие типы реакций требуют ввода энергии посредством удара - именно здесь в игру вступает вибрационная мельница ММ 400.

Зачастую объёмы проб, доступные для исследовательских целей, очень малы. Это делает выгодным использование небольших размольных стаканов объемом до 50 мл, доступных, например, для ММ 400. В связи с необходимостью проведения длительных реакций, возможность программирования времени процесса на несколько часов является еще одним важным преимуществом.

Вибрационные мельницы имеют уникальное преимущество перед планетарными шаровыми мельницами в механохимии: использование прозрачных стаканов в сочетании с типичным горизонтальным движением стакана позволяет проводить РАМАН спектроскопию. Это позволяет в режиме реального времени контролировать процесс реакции, чтобы определить оптимальное время для получения максимального выхода и избежать длительной обработки.

ММ 400 обладает множеством преимуществ для механохимических применений:

- | Длительность измельчения до 99 ч
- | Различные размеры и материалы исполнения размольных стаканов
- | Прозрачные размольные стаканы из ПММА позволяют проводить Рамановскую спектроскопию
- | Возможность программирования частоты и времени перерывов
- | Адаптер для 4 x 5 мл размольных стаканов из нержавеющей стали позволяет проводить до 8 реакций одновременно



Протекание реакции Кневенагеля между ванилином и барбитуровой кислотой в механохимических условиях с использованием 2x10 мм шаров из оксида циркония в 19 мл стакане из ПММА при 30 Гц. Реакция протекает в течение 30 минут и ход реакции отображается изменением цвета.

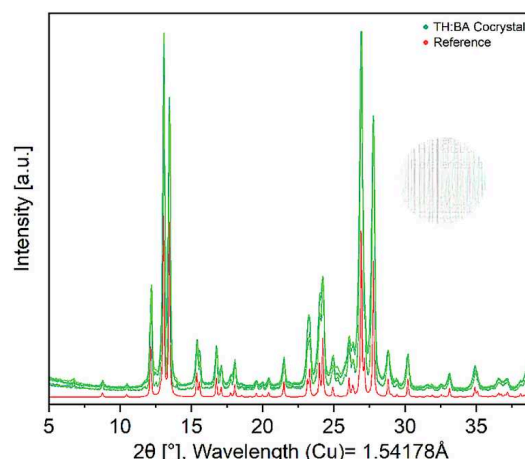
Предоставлено д-ром Свенном Гретцем,  
Рурский университет Бохума, факультет химии  
и биохимии, AG Prof. Borchardt.

## CO-CRYSTAL SCREENING WITH THE MM 400

Co-crystal screening can be effectively performed in Mixer Mills. In a study [9] using the MM 400, 2 ml steel tubes and the corresponding PTFE adapter were employed to co-crystallize theophylline and benzamide in a 1:1 ratio under the following conditions:

- | 60 min milling time
- | 30 Hz frequency
- | One 6 mm steel ball per tube
- | Four experiments without solvent and four with 20  $\mu$ L ethanol

X-ray powder diffraction patterns of the eight resulting samples (shown in green) align closely with the simulated reference pattern of the target co-crystal. All observed signals correspond to the desired product, with no significant additional signals, indicating successful and reproducible co-crystal formation. The MM 400 with 2 ml steel tubes delivers consistent results, and this compatibility extends to the MM 500 series, which can also accommodate 2 ml steel tubes.



XRD patterns after the co-crystal formation of theophylline and benzamide after 60 min milling time in the MM 400 against a simulated reference. Results presented by experiments of Dominik Al-Sabbagh. [2]

## CHEMISTRY IN THE MILL: TEFLON RECYCLING (PTFE) USING MECHANICAL ENERGY

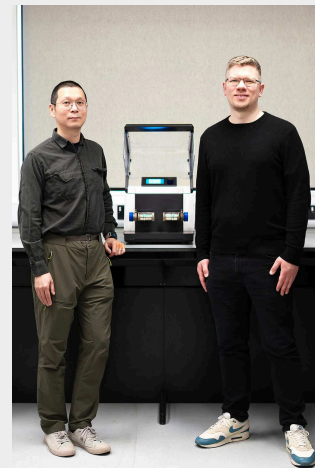
### MECHANOCHEMICAL RECYCLING OF PTFE (TEFLON)

Mechanochemical reactions can also be carried out particularly efficiently using the MM 400. Recent research shows how PTFE (Teflon) can be broken down in the MM 400 through a reaction with sodium, using mechanical energy. The intense movement of the grinding balls provides the energy needed to break the stable carbon-fluorine bonds – without any additional heat or pressure. In this way, large portions of the material can be converted into sodium fluoride and carbon – a promising approach for future recycling processes.

Image on the right: Dr. Erli Lu and Dr. Dominik Kubicki with the Mixer Mill MM 400, which was used to decompose PFAs. [4]

The process using MM 400 was part of the renowned science program – “Forschung aktuell” on Deutschlandfunk. Give it a listen!

**The radio segment is available only in German.**



## FUNCTIONALIZING BIOMASS FOR PHARMA APPLICATIONS VIA MECHANOCHEMISTRY

Mechanochemistry is transforming how functional biomaterials are made, and cationic cellulose is a prime example. Using a solvent-free process, cotton fibers are combined with a catalytic base and a minimal additive, then milled together with the cationic reagent to activate the reaction using the Mixer Mill MM 400. This solid-state approach eliminates water and bulk solvents, dramatically reducing chemical use and waste compared to conventional methods. After milling, a short aging step completes the reaction, delivering highly charged cellulose fibers with exceptional performance. [3]

Optimal reaction conditions: Cotton fibers were milled in a 50 ml stainless steel jar with 3 x 10 mm balls for 5 min at 25 Hz, then EPTMAC was added, and the mixture was milled for additional 30 min. The subsequent aging of the reaction mixture at 50 °C for 24 h, followed by Soxhlet extraction (48 h) and freeze drying, resulted in the isolation of pure cCF material.

### Why is this exciting for pharma?

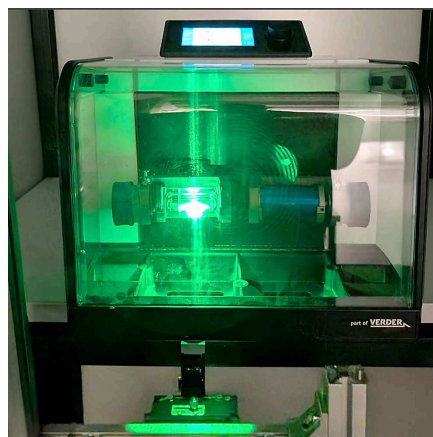
These cationic fibers show strong electrostatic binding to viruses, enabling efficient removal of pathogens from water and process streams—critical for sterile manufacturing and clean water applications. Beyond filtration, the material offers potential in drug delivery, antimicrobial surfaces, and bioprocessing aids. The process achieves outstanding sustainability metrics aligning with green chemistry principles and industry goals. It also allows precise control over charge density for tailored performance.

This innovation demonstrates how mechanochemistry can deliver high-value, eco-friendly solutions for pharmaceutical production—combining safety, efficiency, and sustainability in one breakthrough approach.

## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400 IN-SITU RAMAN SPECTROSCOPY

*In-situ Raman* spectroscopy is a powerful analytical technique that allows for the monitoring and analysis of materials in their natural or process environment. This method utilizes Raman scattering, a phenomenon where light interacts with molecular vibrations, leading to shifts in the wavelength of the scattered light. These shifts provide a unique spectral fingerprint for the material being analyzed, offering insights into its chemical composition or molecular structure.

The "*in-situ*" aspect refers to the ability to observe and measure these characteristics directly during an ongoing process. This can include observing changes in the presence of various chemical reactions, also the so called mechanochemistry. Mechanochemistry involves the use of impact, shearing, or friction actions to induce chemical changes in solids. This approach is increasingly popular for its ability to bypass the need for solvents, potentially offering a more environmentally friendly and energy-efficient pathway for chemical synthesis. The Raman spectroscopy can provide invaluable insights into the reaction mechanism, phase transformations, reaction kinetics or for optimization of reaction conditions.



The MM 400 is "Raman-ready", allowing easy removal of the bottom plate inlay. The bottom plate has openings for the Raman probe to consistently measure at the bottom of the jars by placing the Raman probe underneath the mill and thus underneath the jars, where particle interaction is most intense, ensuring accurate data. The Retsch PMMA grinding jars, with their transparency and chemical resistance, enhance spectral data without contamination. The plane outer shapes of the jars further enhance the spectroscopic data. These design adjustments streamline the experimental workflow. Researchers can now perform *in-situ* Raman spectroscopy with greater ease and precision, opening new possibilities for in-depth material analysis.

ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

## **АКСЕССУАРЫ ДЛЯ ММ 400**



#### РАЗМОЛЬНЫЕ СТАКАНЫ ИЗ 7 РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Номинальный объём размольного стакана с закручивающейся крышкой составляет от 1,5 до 50 мл. Доступные материалы исполнения: закалённая сталь, нержавеющая сталь, агат, карбид вольфрама, оксид циркония и ПТФЭ, что обеспечивает подготовку проб без намола.

Прозрачные размольные стаканы из ПММА используются в Романовской спектроскопии, а также для фотохимических реакций. Кроме того, они устойчивы к воздействию различных химических веществ. Стаканы могут использоваться с предыдущей моделью ММ 400 так же, как



#### 2 ML TUBES FOR CRYOGENIC GRINDING

Small 2 ml steel tubes are used for cryogenic applications. Up to 20 of these tubes can be clamped into the MM 400 using an adapter. The advantage: they can withstand low temperatures and mechanical stress and do not break like disposable vessels. Ideal for the smallest sample quantities in the cryogenic range.



#### АДАПТЕРЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ ОДНОРАЗОВЫХ ПРОБИРОК

Мельница ММ 400 может оснащаться адаптерами для установки одноразовых пробирок объёмом 0,5 / 1,5 / 2 / 5 мл. Для большего количества пробы, например, для экстракции белков, доступны адаптеры для конических пробирок для центрифугирования объёмом 50 мл и широкогорлые бутылки объёмом 30 мл.



#### АДАПТЕРЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

ММ 400 может быть оснащена адаптерами для установки четырёх стаканов для измельчения объёмом 5 мл из нержавеющей стали, что позволяет одновременно измельчать до 8 образцов. Такая увеличенная пропускная способность особенно важна для механохимических задач.

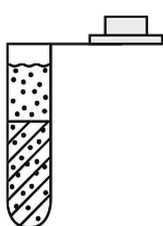


старые модели  
стаканов совместимы  
с последней моделью  
вибрационной  
мельницы.

## ДЛЯ ММ 400 ДОСТУПНЫ ФЛАКОНЫ, БУТЫЛКИ И ПРОБИРКИ

### 1.5 или 2 мл

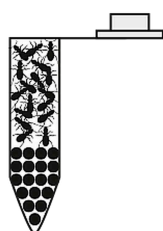
Безопасная фиксация  
одноразовые пробирки  
2 x 10 пробирки макс.



- | Разрушение клеток для обнаружения белков/метаболитов ДНК/РНК
- | Криогенное измельчение мягких образцов (ткани, растения, клеточные гранулы, насекомые)
- | Сухое или мокрое измельчение мягких образцов (ткани, насекомые)

### 5 мл

безопасная фиксация  
одноразовые пробирки  
2 x 5 пробирки макс.



- | Разрушение клеток для обнаружения белков/метаболитов ДНК/РНК
- | Криогенное измельчение мягких образцов (ткани, растения, клеточные гранулы, насекомые)
- | Сухое или мокрое измельчение мягких образцов (ткани, насекомые)

### 30 мл

одноразовые широкогорлые бутылки  
2 x 4 бутылей макс.



- | Разрушение клеток для обнаружения белков/метаболитов ДНК/РНК
- | Сухое или мокрое измельчение мягких образцов (ткани, насекомые)
- | Сухое измельчение твёрдых образцов (кварцевый песок)

### 50 мл

одноразовые конические центрифужные пробирки  
2 x 4 пробирки макс.



- | Разрушение клеток для обнаружения белков/метаболитов ДНК/РНК
- | Сухое или мокрое измельчение мягких образцов (ткани, насекомые)
- | Экстракция пестицидов из продукты питания/растения (QuEChERS)
- | Смешивание порошка и воска для прессования гранул для XRF

## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ РАЗМОЛЬНОГО СТАКАНА

Для получения наилучших результатов измельчения объём стакана должен соответствовать объёму измельчаемого образца. В идеале, размер мелющих шаров должен быть в 3 раза больше размера самой крупной частицы образца. В соответствии с этим эмпирическим правилом, количество мелющих шаров в зависимости от размера шаров и объёма стакана указано в таблице ниже. К примеру, для измельчения 20 мл с максимальным размером частиц 8 мм рекомендуется использовать размольный стакан объёмом 50 мл и 25 мм шары. Согласно таблице, потребуется один мелющий шар. В тоже время, для измельчения 20 мл образца с размером частиц до 5 мм возможно использовать 4 мелющих шара размером 15 мм.

| Размольный стакан<br>номинальный<br>объём | Количество<br>образца | Макс. размер<br>образца | Рекомендуемая загрузка шарами (штук) |           |            |            |            |            |            |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                           |                       |                         | Ø 5<br>mm                            | Ø 7<br>mm | Ø 10<br>mm | Ø 12<br>mm | Ø 15<br>mm | Ø 20<br>mm | Ø 25<br>mm |
| 1.5 ml                                    | 0.2 – 0.5 ml          | 1 mm                    | 1 – 2                                | -         | -          | -          | -          | -          | -          |
| 5 ml                                      | 0.5 – 2 ml            | 2 mm                    | -                                    | 1 – 2     | -          | -          | -          | -          | -          |
| 10 ml                                     | 2 – 4 ml              | 4 mm                    | -                                    | 5 – 7     | 1 – 2      | 1 – 2      | -          | -          | -          |
| 25 ml                                     | 4 – 10 ml             | 6 mm                    | -                                    | -         | 5 – 6      | 2 – 4      | 1 – 2      | -          | -          |
| 35 ml                                     | 6 – 15 ml             | 6 mm                    | -                                    | -         | 6 – 9      | 4 – 6      | 2 – 3      | 1          | -          |
| 50 ml                                     | 8 – 20 ml             | 8 mm                    | -                                    | -         | 12 –<br>14 | 6 – 8      | 3 – 4      | 1          | 1          |

В таблице приведены рекомендуемая загрузка (в штуках) мелющих шаров разного диаметра в зависимости от объёма размольного стакана, количества пробы и максимального размера исходного материала.

## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

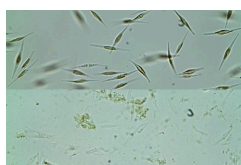
### ТИПИЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ МАТЕРИАЛОВ

Вибрационные мельницы RETSCH - действительно многофункциональный инструмент для гомогенизации таких материалов, как корм для животных, кости, керамика, зерновые, химические продукты, уголь, кокс, лекарства, электронный лом, стекло, зерно, волосы, минералы, масличные семена, руды, бумага, растительные материалы, пластмассы, сточные воды, шлам, почва, солома, таблетки, текстиль, ткань, табак, отходы, древесина, шерсть и т. д.



#### **ВОЛОКНИСТЫЙ: ВОЛОСЫ**

30 мл образца  
50 мл стакан из  
нержавеющей  
стали  
1 x 25 мм шар из  
нержавеющей  
стали  
2 мин при 30 Гц



#### **РАЗРУШЕНИЕ КЛЕТОК: МИКРОВОДОРОСЛИ**

30 мл клеточной  
суспензии  
8 конических  
центрифужных  
пробирок по 50  
мл (адаптер)  
25 мл  
стеклянного  
бисера  
размером;  
0,5-0,75 мм  
30 с при 30 Гц



#### **УПРУГО- ЖИДКИЕ: КАПСУЛЫ С ЖИДКОСТЬЮ**

15 мл образца  
50 мл стакан из  
нержавеющей  
стали  
1 x 25 мм шар из  
нержавеющей  
стали  
предварительное  
охлаждение в  
жидком азоте в  
течение 3 мин  
4 x 2 мин при 30  
Гц с  
промежуточным  
охлаждением



#### **СРЕДНЕЙ ТВЁРДОСТИ/ ВОЛОКНИСТЫЙ: ПОЧВА**

20 мл образца  
50 мл стакан из  
нержавеющей  
стали  
1 x 25 мм шар из  
нержавеющей  
стали  
1 мин при 30 Гц



[Смотреть видео](#)

#### **PARSLEY**



**ТВЁРДЫЙ-  
ВОЛОКНИСТЫЙ:  
ДЕРЕВО**

5 мл образца  
10 мл стакан из  
оксида циркония  
2 x 12 мм шары из  
оксида циркония  
3 мин при 30 Гц



**УПРУГО-  
ЖЁСТКИЕ:  
ГРАНУЛЫ ИЗ  
ПОЛИУРЕТАНА**

20 мл образца  
50 мл стакан из  
нержавеющей  
стали  
1 x 25 мм шар из  
нержавеющей  
стали  
предварительное  
охлаждение  
жидким азотом в  
течение 3 мин  
4 x 2 мин при 30  
Гц с перерывами  
на охлаждение



**ВОЛОКНИСТЫЙ:  
КОНОПЛЯ**

3 г образца  
стакан на 50 мл  
из нержавеющей  
стали  
1 x 25 мм шар из  
нержавеющей  
стали  
предварительное  
охлаждение  
жидким азотом в  
течение 2 мин  
90 с при 30 Гц



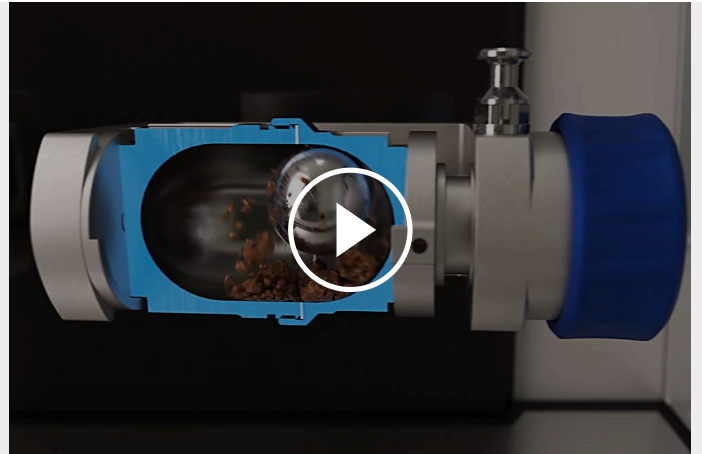
**ТВЁРДЫЙ И  
ХРУПКИЙ:  
БЕТОН**

10 мл образца  
25 мл стакан из  
оксида циркония  
2 x 15 мм шара из  
оксида циркония  
2 мин при 30 Гц

ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА MM 400

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

Размольные стаканы MM 400 осуществляют радиальные колебания в горизонтальной плоскости. Благодаря инерции движения размольные шары совершают удары с высокой кинетической энергией по веществу в закругленных концах размольных стаканов и измельчают его. Совместное движение размольных стаканов и шаров приводит к интенсивному перемешиванию пробы. Степень перемешивания может быть дополнительно увеличена при помощи большего количества шаров меньшего диаметра. Так при использовании мелких шаров (например, стеклянного бисера) возможно разрушение биологических клеток.



[Смотреть видео](#)

## ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА ММ 400

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Применения</b>                           | size reduction, mixing, homogenization, cell disruption, cryogenic grinding, mechanochemistry                                                                                                                                      |
| <b>Область применения</b>                   | биология, геология / металлургия, машиностроение / электроника, медицина / фармацевтика, окружающая среда / переработка, пищевая промышленность, сельское хозяйство, стекло / керамика, строительные материалы, химия / пластмассы |
| <b>Исходный материал</b>                    | твёрдый, средней твёрдости, мягкий, хрупкий, эластичный, волокнистый                                                                                                                                                               |
| <b>Принцип измельчения</b>                  | удар, трение                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Исходный размер частиц*</b>              | <= 8 мм                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Конечная тонкость*</b>                   | ~ 5 мкм                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Размер загрузки / полезный объем*</b>    | max. 2 x 20 ml                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Количество размольных мест</b>           | 2                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Vibrational frequency</b>                | 3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Обычное время измельчения</b>            | 30 с - 2 мин                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Max. grindig time</b>                    | 99 ч                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Сухое измельчение</b>                    | да                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Мокрое измельчение</b>                   | да                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Криогенное измельчение</b>               | да                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Разрушение клеток в пробирках</b>        | да, до 20 x 2,0 мл                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Самоцентрирующее зажимное устройство</b> | да                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Тип размольных стаканов</b>              | с винтовой резьбой                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Материал размольной гарнитуры</b>        | закаленная сталь, нержавеющая сталь, карбид вольфрама, агат, Оксид циркония, Политетрафторэтилен, PMMA                                                                                                                             |
| <b>Размеры размольных стаканов</b>          | 1,5 мл / 5 мл / 10 мл / 25 мл / 35 мл / 50 мл                                                                                                                                                                                      |
| <b>Установка времени измельчения</b>        | цифровая, 10 с - 8 ч                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Количество программ в памяти прибора</b> | 12                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Сохраняемые программы циклов</b>         | 6                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Электропитание</b>                       | 100-240 В, 50/60 Гц                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Тип электросети</b>                      | 1-фазная                                                                                                                                                                                                                           |

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| <b>Степень защиты</b>            | IP 30              |
| <b>Потребляемая мощность</b>     | 165W               |
| <b>Ш x В x Г в закрытом виде</b> | 385 x 350 x 470 mm |
| <b>Вес нетто</b>                 | ~ 27,5 kg          |
| <b>Стандарты</b>                 | CE                 |

\*в зависимости от исходного материала, конфигурации и настроек прибора

## REFERENCES

[1] Reaction scheme and performance of the experiments: Prof. Dr. Claudia Weidenthaler, Research Group Leader Heterogeneous Catalysis Powder Diffraction and Surface Spectroscopy, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostiainen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

[www.retsch.com/mm400](http://www.retsch.com/mm400)



## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

### ВИБРАЦИОННАЯ МЕЛЬНИЦА MM 400

**Вибрационная мельница MM 400 с быстросъемными зажимами (размольные стаканы и шары заказываются, пожалуйста, отдельно)**

20.715.0001



MM 400

100–240 В, 50/60 Гц

### РАЗМОЛЬНЫЕ СТАКАНЫ MM 400, С ЗАВИНЧИВАЮЩЕЙСЯ КРЫШКОЙ

#### ЗАКАЛЁННАЯ СТАЛЬ

01.462.0237



25 мл

#### НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ

01.462.0230



1,5 мл

01.462.0231



5 мл

01.462.0290

5 мл (для использования с адаптером 02.706.0351)

01.462.0236



10 мл

01.462.0213



25 мл

01.462.0214



35 мл

01.462.0216



50 мл

#### КАРБИД ВОЛЬФРАМА

01.462.0235 10 мл



01.462.0217 25 мл



#### АГАТ

01.462.0232 5 мл



01.462.0233 10 мл



#### ОКСИД ЦИРКОНИЯ

01.462.0234 10 мл



01.462.0201 25 мл



01.462.0215 35 мл



#### ПТФЭ

01.462.0238 25 мл



01.462.0244 35 мл



22.041.0004 Mixing beakers of polystyrene, 56 ml, 100 pcs.



#### ПММА, ПРОЗРАЧНЫЕ СТАКАНЫ ДЛЯ МЕХАНОСИНТЕЗА

01.462.0539 10 мл, 10 штук



02.462.0539 10 мл, 2 штуки



#### ACCESSORIES FOR AERATION AND INCREASED PRESSURE

|             |                                                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01.462.0548 | Jar set incl. aeration jar 28 ml stainless steel, filter 10 µm, sealings and fittings 2 x 1/8" for hose diameter 3 mm and 0.65 mm wall thickness (2x3 m hose included) |
| 22.050.0005 | Conversion kit including 2 connectors for the hoses on grinding arm, bottom plate for leading hoses out of the housing, counterweight                                  |

#### ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РАЗМОЛЬНЫХ СТАКАНОВ ММ 400

|             |                                                                                     |                                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 22.486.0005 |    | Opening aid for grinding jars, 2 pcs.                                       |
| 02.706.0351 |    | Adapter for use of 2/4 grinding jars 5 ml (01.462.0550)                     |
| 22.085.0007 |    | Gasket for grinding jar 1.5 ml, 10 pcs.                                     |
| 22.085.0008 |   | Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0231)        |
| 22.111.0001 |                                                                                     | Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0550)        |
| 22.085.0009 |  | Gasket for grinding jar 10 ml, 10 pcs.                                      |
| 22.085.0006 |  | Gasket for grinding jar 25 ml hardened steel and stainless steel, 10 pcs.   |
| 22.085.0003 |  | Gasket for grinding jar 25 ml zirconium oxide and tungsten carbide, 10 pcs. |
| 22.085.0005 |  | Gasket for grinding jar 35 ml stainless steel, 10 pcs.                      |
| 22.085.0004 |  | Gasket for grinding jar 35 ml zirconium oxide, 10 pcs.                      |
| 22.085.0002 |  | Gasket for grinding jar 50 ml stainless steel, 10 pcs.                      |

#### ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ММ 400 ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КЛЕТОК

|             |                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 22.001.0020 | Адаптеры для 4 конических центрифужных пробирок, 2 штуки, вкл. 20 пробирок |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|

05.026.0001



Конические центрифужные пробирки, 50 мл, 20 штук

22.001.0021



Адаптер для 4 широкогорлых бутылей , 2 штуки, вкл. 12 широкогорлых бутылей, 30 мл

## ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ММ 400 ДЛЯ КРИОГЕННОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

22.354.0001



Комплект для охлаждения размольных стаканов в жидком азоте (вкл. 2 ёмкости (1 и 4 литровые) 2 пары щипцов для размольных стаканов, 1 пару защитных очков)

## ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ММ 400

99.200.0043

IQ/OQ Документация для ММ 400

## ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ

22.008.0010



Adapter for 5 reaction vials 5.0 ml, made of PTFE

22.008.0014

Adapter for 10 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel

22.008.0005



Adapter for 5 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel

22.008.0006



Адаптер для 10 пробирок на 0,2 мл, из ПТФЭ

22.749.0006

Пробирки с пробкой на 5,0 мл, 200 шт.

22.749.0001



Пробирки с пробкой на 2,0 мл, 1000 шт.

22.749.0002



Пробирки с пробкой на 1,5 мл, 1000 шт.

22.749.0004



Пробирки с пробкой на 0,2 мл, 1000 шт.

22.749.0008



Reaction vials made of stainless steel 316L, 2.0 ml, 10 pcs.  
(for use with adapter 22.008.0014)

## МЕЛЮЩИЕ ШАРЫ

### ЗАКАЛЁННАЯ СТАЛЬ

05.368.0029  5 мм Ø

05.368.0030  7 мм Ø

05.368.0059  10 мм Ø

05.368.0032  12 мм Ø

05.368.0108  15 мм Ø

### НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ

22.455.0010  2 мм Ø, 500 г (прим. 110 мл)

22.455.0011  3 мм Ø, 500 г (прим. 120 мл)

22.455.0002  3 мм Ø, 200 штук (прим. 6 мл)

22.455.0001  4 мм Ø, 200 штук (прим. 14 мл)

22.455.0003  5 мм Ø, 200 штук (прим. 25 мл)

05.368.0034  5 мм Ø

05.368.0035  7 мм Ø

05.368.0063  10 мм Ø

05.368.0037 12 мм Ø



05.368.0109 15 мм Ø



05.368.0062 20 мм Ø



05.368.0105 25 мм Ø



#### КАРБИД ВОЛЬФРАМА

22.455.0006 3 мм Ø, 200 штук (прим. 6 мл)



22.455.0005 4 мм Ø, 200 штук (прим. 14 мл)



22.455.0004 5 мм Ø, 200 штук (прим. 25 мл)



05.368.0038 5 мм Ø



05.368.0039 7 мм Ø



05.368.0071 10 мм Ø



05.368.0041 12 мм Ø



05.368.0110 15 мм Ø



#### АГАТ

05.368.0024 5 мм Ø



05.368.0025 7 мм Ø



05.368.0067 10 мм Ø



05.368.0027 12 мм Ø



#### ОКСИД ЦИРКОНИЯ

05.368.0089 2 мм Ø, 0.5 кг (прим. 135 мл)



05.368.0090 3 мм Ø, 0.5 кг (прим. 140 мл)



22.455.0007 3 мм Ø, 200 штук (прим. 6 мл)



22.455.0009 5 мм Ø, 200 штук (прим. 25 мл)



05.368.0146 7 мм Ø

05.368.0094 10 мм Ø



05.368.0096 12 мм Ø



05.368.0113 15 мм Ø



05.368.0093 20 мм Ø



05.368.0106 25 мм Ø



#### ПТФЭ СО СТАЛЬНОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ

05.368.0045 10 мм Ø



05.368.0046 12 мм Ø



05.368.0114 15 мм Ø



05.368.0047



20 мм Ø

#### ПОЛИАМИДНЫЕ ШАРЫ

05.368.0042



5 мм Ø

05.368.0043



7 мм Ø

05.368.0044



9 мм Ø

05.368.0003



12 мм Ø

#### СТЕКЛЯННЫЙ БИСЕР

22.222.0001



0.10 – 0.25 мм Ø, 500 г (прим. 320 мл)

22.222.0002



0.25 – 0.50 мм Ø, 500 г (прим. 320 мл)

22.222.0003



0.50 – 0.75 мм Ø, 500 г (прим. 320 мл)

22.222.0004



0.75 – 1.00 мм Ø, 500 г (прим. 320 мл)

22.222.0005



1.00 – 1.50 мм Ø, 500 г (прим. 320 мл)