

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РОТОРНО-ВИХРЕВЫХ МЕЛЬНИЦ ТОНКОГО ПОМОЛА

М.А. Кочконбаев

Аспирант Международного университета инновационных технологий, melis1970@mail.ru

***Аннотация.** В этой статье рассматривается общий обзор и сравнительный анализ существующих роторно-вихревых мельниц тонкого помола и их недостатки. Анализируются методы измельчения, указывается какой метод измельчения эффективно применим для получения определенной тонины. Выделяются типы эффективных по применению метода измельчения и перспективных роторно-вихревых мельниц тонкого помола. Ставятся проблемы тонкого помола, связанных скоростями вращения ротора. Для решения проблемы предлагается исследование по направлению улучшения характеристик ротора и помольной камеры роторно-вихревой мельницы (РВМ).*

***Ключевые слова:** тонина помола, метод измельчения, свободный удар, помольная камера, ротор, роторно-вихревая мельница.*

ЗАМАНБАП МАЙДА МАЙДОЛООЧУ РОТОР-КУЮНДУК ТЕГИРМЕНДЕРГЕ СЫН-ПИКИР

М.А. Кочконбаев

Эл аралык инновациялык технологиялар университетинин аспиранты, melis1970@mail.ru

***Аннотация.** Бул макалада майда майдалоочу заманбап ротор-куюндук тегирмендер жана алардын кемчиликтери жалпы карап чыгууну жана салыштырма анализди камтыйт. Майдалоо ыкмалары талдоого алынып, белгилүү бир майдалоону алуу үчүн кандай майдалоо ыкмасы эффективдүү колдонулаары көрсөтүлөт. Майдалоонун эффективдүү ыкмаларынын түрлөрү жана перспективдүү ротор-куюндук майда майдалоочу тегирмендер айырмаланат. Майда майдалоо көйгөйлөрү ротордун ылдамдыгына байланыштуу коюлат. Проблеманы чечүү үчүн ротордун жана ротор-куюндук тегирмендин (РВМ) майдалоочу камерасынын мүнөздөмөлөрүн жакшыртуу боюнча изилдөө сунушталат.*

***Негизги сөздөр:** майдалоонун майдалыгы, майдалоо ыкмасы, эркин сокку, жаргылчак камерасы, ротор, ротор-куюндук тегирмен.*

PROSPECTIVE DIRECTIONS OF FINE MILLS

М.А. Kochkonbaev

Postgraduate student of the International University of Innovative Technologies, melis1970@mail.ru

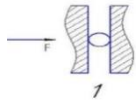
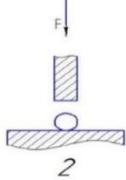
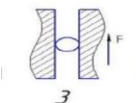
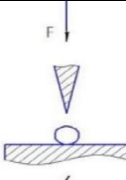
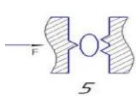
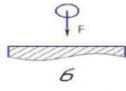
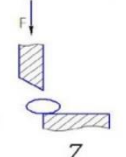
***Annotation.** This article provides a general overview and comparative analysis of existing rotary vortex fine grinding mills and their disadvantages. The methods of grinding are analyzed, it is indicated which grinding method is effectively applicable to obtain a certain fineness. The types of effective grinding methods and promising rotor-vortex mills of fine grinding are distinguished. Problems of fine grinding are posed related to rotor speeds. To solve the problem, a study is proposed to improve the characteristics of the rotor and the grinding chamber of a rotary vortex mill (RVM).*

***Key words:** fineness of grinding, grinding method, free impact, grinding chamber, rotor, rotor-vortex mill.*

Введение. В области измельчение твердых тел используются методы измельчение такие как, измельчение путем раздавливание (таб.1, 1), удара (таб.1, 2), истирание (таб.1, 3) и раскалывание (таб.1, 4).

При измельчении в различных мельницах, как правило, используется комплекс видов измельчения. К примеру, раздавливания с истиранием, удар с раздавливанием и истиранием; иногда к главным усилиям присоединяются побочные-изгибающие (таб.1, 5), разрезающие (таб. 1, 7) и свободный удар (таб. 1, 6). Выбор метода измельчения зависит от крупности и прочности кусков измельчаемого материала. Прочные и хрупкие материалы измельчаются раздавливанием и ударом, прочные и вязкие – раздавливанием, вязкие материалы средней прочности – истиранием, ударом и раскалыванием [2].

Таблица 1. Способы измельчения материалов [1]

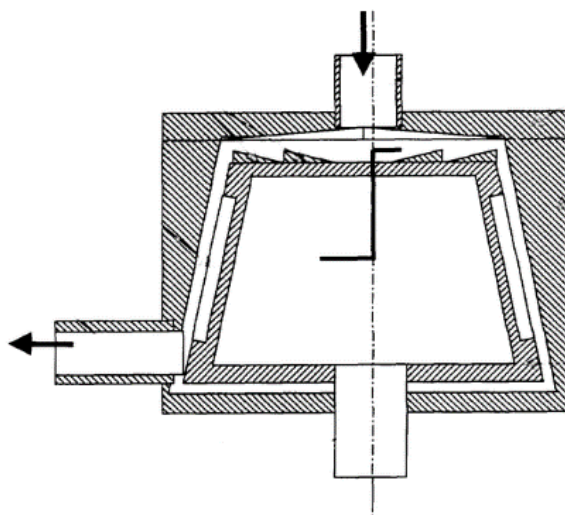
Метод измельчения	Схематический рисунок	Тонина помола, мм	Используемое оборудование
1 Раздавливание		10-350	Щековые, валковые дробилки
2 Удар		0,04-1	молотковые, шаровые мельницы, вибрационные, роторные, дезинтеграторы
3 Истирание		0,1-1	Жерновые мельницы, бегуны
4 Раскалывание		0,1-10	щековые, молотковые, валковые, роторные дробилки
5 Побочно-изгибающее		0,1-10	Зубчато-валковые дробилки
6 Свободный удар		0,001-0,1	струйные, вихревые, роторно-вихревые мельницы
7 Разрезающее		0,1-10	Шредеры, зубчатое-роторные дробилки

Из таблицы видно, что для тонкого помола материалов используется шаровые мельницы, вибрационные мельницы, роторные мельницы, использующие метод измельчение как основной – удар. И струйные, вихревые, роторно-вихревые мельницы, использующие метод измельчение – свободный удар. Но в шаровых, вибрационных и роторных мельницах до 1-2% энергии затрачивается на сам помол, остальная часть энергии уходит на выделение тепловой энергии и на движение уже помолённых частиц (нет внутренняя сепарация), то есть КПД настоящих мельниц очень мала. А с уменьшение тонины помола КПД еще уменьшается и начиная с определенной крупности помол становится невозможным. А метод помола свободный удар в струйных мельницах более эффективнее, но для такой установки требуется помимо камеры измельчения, воздушные фильтры, компрессор высокого давления, и огромный многоступенчатый пылеуловитель и стоят они очень дорого и в цене, и в обслуживании. А в вихревых мельницах такая же ситуация как в струйных мельницах.

Актуальность темы и постановка задач.

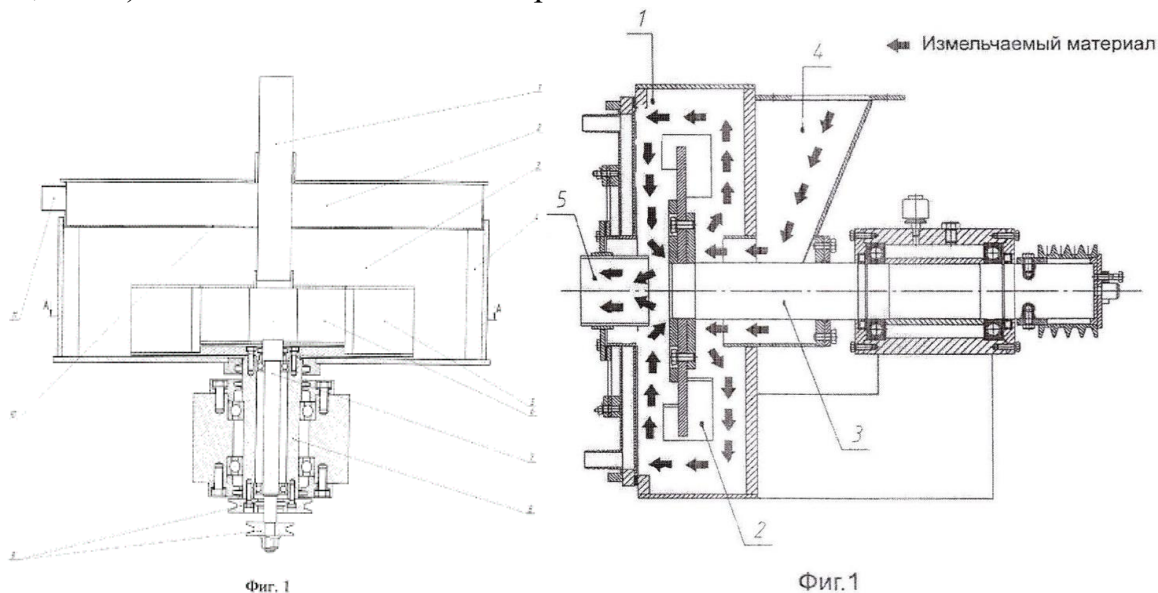
И так, остается роторно-вихревые мельницы тонкого помола использующие метод помола - свободный удар на высоких скоростях. В них не нужен компрессор высокого давления для ускорение мелющих частиц. Для этого есть ротор с высокой угловой скоростью (линейная скорость обечайки примерно равно 100-200 метр/секунд). И не нужен огромный многоступенчатый пылеуловитель, так как скорость входящей и выходящей среды очень мала (или нужен очень простой рукав-пылеуловитель) и имеет внутреннюю сепарацию частиц, то есть частицы не выходят из помольной камеры, многократно соударяясь между собой и деталями помольной камеры, пока не приобретают нужный размер и достигнув нужного размера частицы быстро выводятся из помольной камеры.

Известны типы роторно-вихревых аппаратов, содержащий корпус с патрубками ввода и вывода обрабатываемого материала, в котором коаксиально размещен ротор, на боковой поверхности которого выполнены пазы прямоугольного (или различного) сечения, а боковые, поверхности ротора и корпуса, обращенные друг к другу, выполнены конусными.



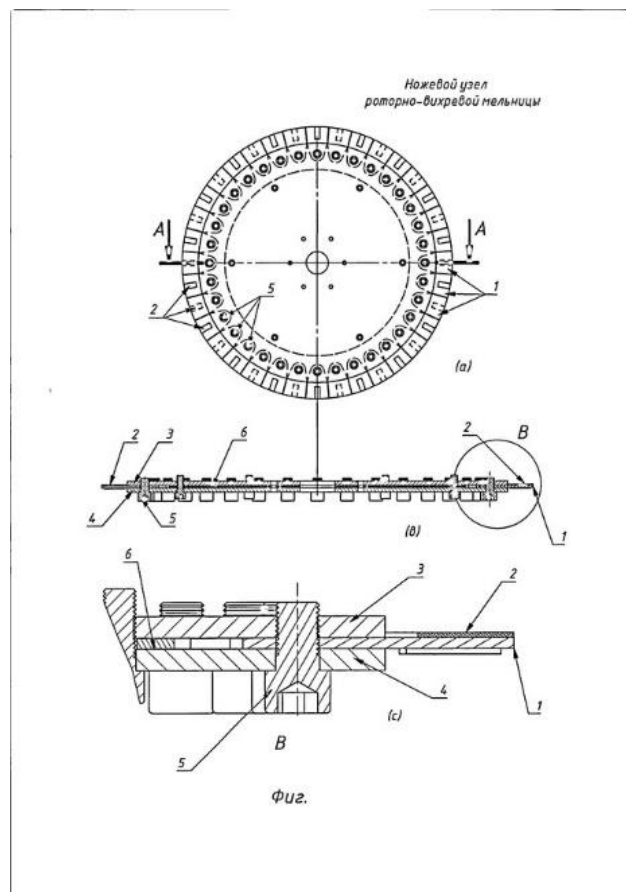
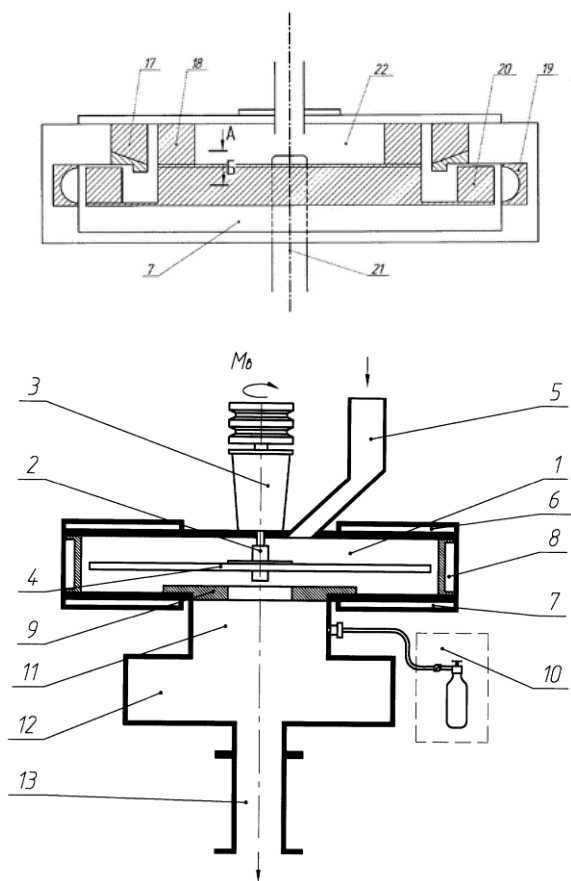
Недостаток этих устройств- отсутствие внутренней сепарации частиц, вследствие, возможность “проскока” частиц от входного патрубка к выходному с неконтролируемой степенью обработки, что приводит к снижению фракции с требуемой степенью измельчения.

Известны типы роторно-вихревых аппаратов, содержащий корпус с патрубками ввода и вывода обрабатываемого материала, в котором размещен диск-ротор, на поверхности которого выполнены лопасти для разгона мелющих частиц, а на боковой поверхности статора выполнены пазы разного (прямоугольного, трапецеидального, круглого, и.т.д.) сечения для создания вихря.



Недостатки этих устройств – так как ротор крутится до скоростях 3000 оборот/мин (линейная скорость обечайки до 100 м/с), в них преобладает менее эффективный метод помола - трением, нежели эффективный метод - свободный удар. Для тонкого помола различных материалов эффективный скорость свободного удара (раскалывания) начинается на скоростях 120-150 м/с. А если увеличить скорость ротора данных устройств, то лопасти будут мешать процессу сепарации, а также, сопротивление среды будет большой, из-за этого расходуется большая энергия для движение системы.

Известны типы роторно-вихревых аппаратов, включающий вертикальную цилиндрическую камеру измельчения с верхней и нижней крышками, внутри которой на коаксиальном ей валу закреплен роторный нож, загрузочное устройство, сепаратор частиц измельченного материала, выполненный в виде перегородки с центральным отверстием, расположенной снизу роторного ножа на нижней крышке камеры измельчения, приемный бункер



Помимо хороших свойств измельчения и сепарации частиц, есть и недостатки этих устройств – для улучшения характеристик предварительного (преждевременного) ускорения частиц, входящих в помольную камеру, вставляли в ротор разнообразные лопасти, направляющие и для сменных ножей применяли болты, и ротор становился громоздкой.

Результаты исследования и рекомендации. Наши исследования показали, что на больших скоростях ротора (больше 100 м/с) все эти приспособления по ускорению не нужны. Входящие в помольную камеру, частицы и без них хорошо ускоряются. А вот для сепарации частиц эти детали ускорения и болт, удерживающий сменную нож, будут мешать.

Если представить, что, входящая частица в камеру измельчения не ускорившись достиг до обечайки (ножа) ротора, столкнется с ножом, то разница скорости частицы и ножа (отбойника) будет максимальным, как раз для применения метода измельчения – свободный удар.

Не достигнув скорости столкновения, для применения метода измельчения удар (свободный удар), частицы измельчаются путем (методом) истирания со стенками помольной камеры и роторным ножом. Поэтому, в помоле преобладают частицы округлой формы, что сказывается на текучести порошка, то есть текучесть увеличивается. И это отличное качество для порошка.

Выводы. Перспективное направление в области тонкого помола является применение роторно-вихревых мельниц тонкого помола. В роторно-вихревых мельницах можно измельчать материалы, которых на других типах мельницах было

невозможным, из-за невыносимости перегрева измельчаемого материала. Например, резина, пластик, лекарственные растения и материалы, сухофрукты и так далее.

Современные роторно-вихревые мельницы очень эффективны по энергозатратам на удельный помол. Но применив наши исследования и изменив конструкции узлов роторно-вихревых мельниц можно получить более хороших результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. **Сиденко П.М.** *Измельчение в химической промышленности.* – М.: Химия, 1977. – С. 25.
2. **Кавецкий Г.Д., Королев А.В.** *Процессы и аппараты пищевых технологий.* – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.
3. **Г.С. Ходаков.** *Физика измельчения.* Изд-во «Наука». Москва-1972
4. **А.А. Краснов.** *Области применения мельниц роторно-вихревых мельниц сверхтонкого измельчения.* Издание «Новые технологии. Инжиниринг» Россия, Санкт-Петербург-2017
5. **А.А. Костылев.** *Разработка конструкции мельницы, использующей принцип вихревого измельчения.* Журнал «Вестник КрасГАУ». 2014. №6. Стр.238
6. **А.А. Костылев.** *Исследование процесса измельчения в роторно-вихревой мельнице тонкого помола.* Журнал «Вестник КрасГАУ». 2014. №8. Стр.245
7. Заявка 2012147619 Российская Федерация. *Роторно-вихревая мельница тонкого помола* / **А.А. Костылев, В.Н. Невзоров, Т.В. Ступко.** – Заявитель ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». – № 2012147619; заявл. 08.11.2012.
8. **В.И.Лисица, В.И.Павлов.** *Роторно-вихревые мельницы серии «Титан МД».* Журнал «Титан». Номер 04 Июнь 2005г. Издание ЗАО «Новые Технологии»
9. **А.А. Костылев.** *Совершенствование конструкции роторно-вихревой мельницы тонкого помола.* Международная научная конференция 2013. **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ.** Материалы международной научной конференции (15 октября 2013 г.). Секция №6
10. **Садыков М.А., Бейшенбаев А.Т., Кенешов К.Б.** **РАЗВИТИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ** /Наука и инновационные технологии. 2018. № 3 (8). С. 106-108.
11. **Суюндуков Н.Т., Садыков М.А.** **ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ/ Наука и инновационные технологии.** 2020. № 3 (16). С. 123-129.