

ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
ОБЛАСТЕЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

КНИГА 10 из 11

# СМЕШИВАНИЕ, ПЕРЕМЕШИВАНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

Ред. 01.04.2024

[vihrihaosa.ru](http://vihrihaosa.ru)

[vihrihaosa.wordpress.com](http://vihrihaosa.wordpress.com)

Хаустов Владимир Игоревич

2020 год.

[vihrihaosa@mail.ru](mailto:vihrihaosa@mail.ru)



г. Череповец.

## СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование	стр. №
1.	Тороидальная вихревая мельница ультратонкого помола порошков металлов микронного уровня.....	3
2.	Тороидально-вихревой способ ультратонкого диспергирования водо-угольного топлива.....	7
3.	Технологии механического перемешивания (смешивания) в многомерных закрученных течениях.....	12
4.	Детонационно-распылительный способ получения порошков металлов микронного уровня.....	21
4.	Приложение.....	24
5.	Литература.....	25

# 1. ТОРОИДАЛЬНАЯ ВИХРЕВАЯ МЕЛЬНИЦА УЛЬТРАТОНКОГО ПОМОЛА ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ МИКРОННОГО УРОВНЯ

Опубликована: 15.02.2022 года.

Ссылка: [Тороидальнопоточная вихревая мельница ультратонкого помола порошков металлов микронного уровня | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaos.ru/wordpress.com)

Принцип работы основан на формировании в замкнутой шаровой полости мельницы и поддержания на должном уровне полноценного тороидального вихревого потока порошка истираемого материала.

Шаровая полость мельницы зафиксирован в вертикальной плоскости на тросовых элементах.

Тороидальный вихревой поток порошка металла внутри шаровой полости мельницы формируется и поддерживается за счёт периодической (бегущей) инициации тангенциальных(!!!) ударных импульсов механическими вибраторами, подводимых к шаровой полости мельницы снаружи. Механические ударные импульсы подводятся снаружи корпуса мельницы в нижней части и в верхней части. Формируются две бегущие ударные волны в нижней и верхней части шаровой полости мельницы, закреплённой в вертикальной полости тросовым способом. Механические ударные импульсы как в нижней части, так и в верхней части шаровой полости строго синхронизированы между собой и позволяют иницировать внутри волновые потоки любых веществ.

Для целей полноценного формирования тороидального вихревого потока любого вещества шаровая полость мельницы оборудована внутри вверху и внизу специальными центростремительными направляющими поток конусами.

Особенностью любого тороидального вихревого потока, в том числе и частиц металла является сложная траектория движения.

В такой вихревой тороидальной порошковой структуре присутствует осевая область, в которой осуществляется непосредственно процесс истирания.

По мере приближения к осевой части тороидального вихря скорость частиц многократно возрастает, радиус вращения уменьшается. В этом случае вихревой тороидальный

поток порошкового металла в осевой части претерпевает значительные сжимающие и истирательные воздействия для целей заявляемого.

Конструктивное исполнение заявленной вихревой мельницы и принцип работы наглядно представлен на рис. № 7.1.

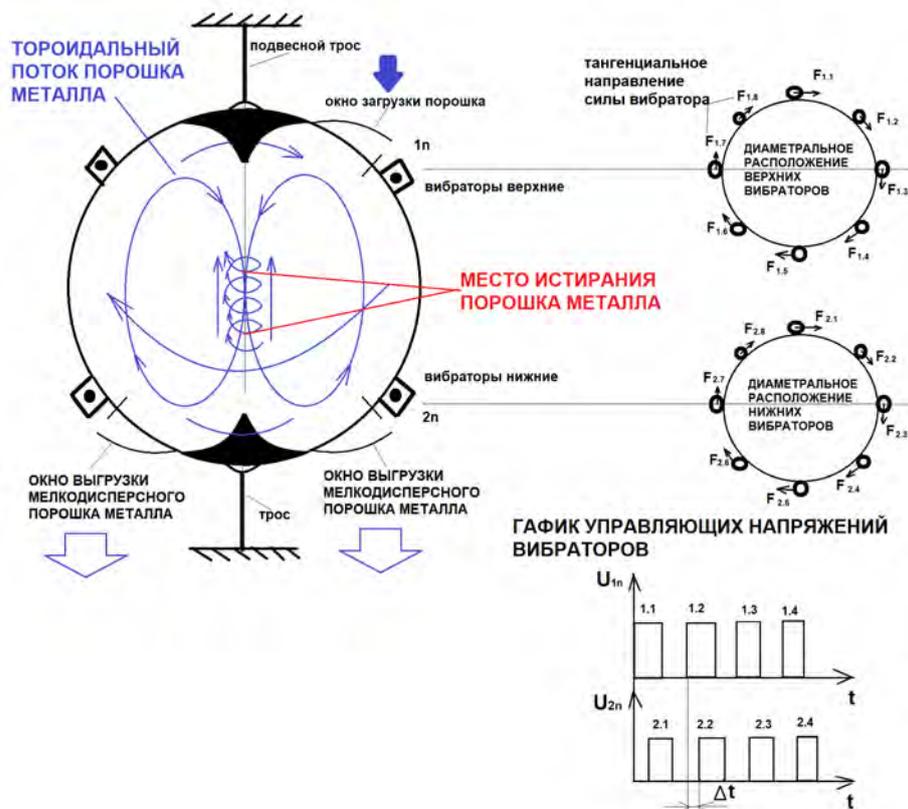


Рис. № 7.1. Торoidalно поточная вихревая мельница ультратонкого помола порошков металлов микронного уровня.

Нижние и верхние вибраторы со своими тангенциальными силами приложения при работе формируют в замкнутой шаровой полости мельницы циклическую бегущую дорожку из порошка металла, которая по спирали поднимается вверх. Сверху специальный центростремительный направляющий конус направляет поток порошка в при осевую область вниз. Происходит осесимметричное сжатие потока порошкового металла. Формируется внутренний осевой торoidalный вихревой сверх высокоскоростной противопоток, внутри которого обеспечивается непосредственный ультра дисперсионный помол любых порошков металлов за счёт сверхвысоких сил трения. По оси на выходе снизу шаровой полости мельницы также размещён направляющий конус.

Таким образом, благодаря формированию линейкой вибраторов внутри шаровой полости вихревого порошкового потока, направленного вверх и двух осесимметричных конусов, изменяющих направление движения потока — формируется полноценный тороидальный вихревой поток с значительными истирательными возможностями в осевой части шаровой полости мельницы.

В заявленном предложении интенсивность вихревого тороидального потока, и как следствие, истирательное осевое усилие мельницы (её эффективность) зависит исключительно от степени согласованности работы линейки вибраторов, их интенсивности, места размещения на внешнем корпусе шаровой полости мельницы и подбирается индивидуально для каждого порошкового материала.

Для наглядности на заявленном выше рисунке вибраторы конструктивно размещены в два яруса. При этом расположение вибраторов может быть и другое, например по спирали с различным шагом или другим.

**В любом случае заявляется главное — все вибраторы должны работать строго согласовано для целей формирования внутри шаровой полости мельницы спирального вихревого восходящего вихревого потока порошкового металла.**

## **ВЫВОД:**

Заявленный способ позволит проводить ультратонкий помол порошков металлов микронного уровня относительно просто и без использования какого либо дополнительного высокоэнергетического оборудования и носителей, по сравнению с классическими существующими способами.

Останавливаться на классике нет смысла, она широко представлена для различных технологических целей, имеет свои достоинства и недостатки.

Заявленный способ кардинально отличается от классики. За счёт периодической инициации тангенциальных (!!!) ударных импульсов по типу бегущей волны механическими вибраторами — в подвешенной шаровой полости помола формируется полноценный тороидальный вихревой поток частиц металла. В этом случае сама структура тороидального потока позволяет формировать в осевой центральной

части значительные истирательные усилия за счёт значительного сжатия. По мере приближения к осевой части тороидального вихря скорость частиц в этом случае многократно возрастает, радиус вращения уменьшается. В этом случае вихревой тороидальный поток порошкового металла в осевой части претерпевает значительные сжимающие истирательные воздействия для целей заявляемого.

## 2. ТОРОИДАЛЬНО-ВИХРЕВОЙ СПОСОБ УЛЬТРАТОНКОГО (МЕНЕЕ 50 МКМ.) ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ВОДО-УГОЛЬНОГО РАСТВОРА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

Опубликовано: 23.01.2024 года

Ссылка: [Тороидально-вихревой способ диспергирования водо-угольного топлива](#)

*Идея предложена на основании запроса № 17 от 21.01.2023 года краудсорсинговой площадки изобретателей проекта ВИХРИ ХАОСА - Новые измельчители для приготовления водо-угольного топлива.*

### ВСТУПЛЕНИЕ

Известно, что водо-угольное топливо используется на теплогенерирующих объектах, как альтернатива природному газу и мазуту. Водо-угольное топливо имеет следующие усреднённые характеристики: состав — измельченный уголь (60÷70 %) + вода (30÷40 %). Средний размер частиц — 50÷70 мкм (до 120 мкм). Устойчивость — не менее 30 дней.

Известные способы приготовления водо-угольного топлива имеют множество отдельных технологических операций:

- предварительный этап - помол угля до фракции в 1 мм.
- основной этап - помол угля с фракции 1 мм. до фракции 100 мкм, смешивание с водой, доводка водо-угольной смеси к использованию различными способами (химическая, кавитационная обработка и т. п.).

Известны проблемы использования водо-угольного топлива. Водо-угольное топливо напрямую конкурировать с мазутом может только ценой уменьшения фракционного состава углерода ниже среднего, уменьшением % содержания воды или внесением изменений в конструкцию печи. С энергетической точки зрения это всё затратно. Простая замена мазута на водо-угольное топливо в действующей печи становится нерентабельной. Измельчение угля менее 50 мкм. представляет собой достаточно сложную технологическую задачу. Для достижения такого фракционного состава, например, в традиционных

шаровых барабанных мельницах в несколько раз увеличивают время диспергирования.

В любом случае, измельчение угля менее 50 мкм. известными способами, сопровождается заметным ростом затрат на его приготовление. И не всегда оправдывает себя. В таких условиях прямое конкурентное водо-угольного топлива, например, с мазутом не всегда возможно.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

Предлагается тороидально-вихревой способ ультратонкого (менее 50 мкм.) диспергирования водо-угольного раствора для использования в качестве топлива.

Тороидально-вихревой способ объединяет процессы формирования и диспергирования водо-угольной смеси в готовый энергоноситель для использования на теплогенерирующих объектах.

Формирование водо-угольного топлива происходит в тороидально-вихревой мельнице из воды и порошка угля среднего фракционного состава в 1 мм в соответствующей пропорции.

Тороидально-вихревой способ основан на создании в замкнутом объёме U сечения многомерного закрученного течения водо-угольной суспензии по спирали в форме тора с достаточно упругим центральным нисходящим многомерным закрученным потоком и относительно разряжённым наружным восходящим многомерным закрученным потоком. Основной процесс истирания водо-угольной суспензии фракционного состава менее 50 мкм. происходит в достаточно упругом центральном нисходящем многомерном закрученном потоке.

Многомерное закрученное течение водо-угольной суспензии по спирали в форме тора - это движение с вращением вокруг двух и более параллельных осей, которые в свою очередь также вращаются вокруг общего центра вращения аксиально или радиально или аксиально-радиально. Торное многомерное закрученное течение представлено на рис. № 1.

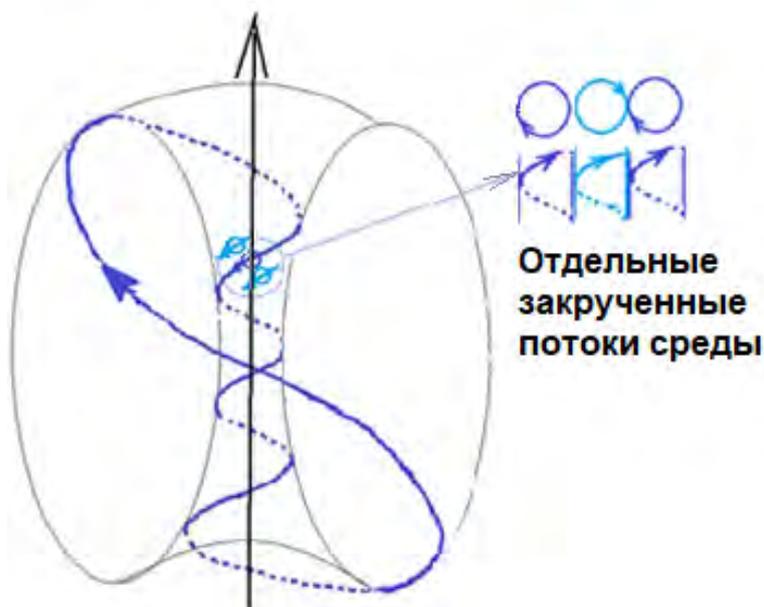


Рис. № 1. Торговое многомерное закрученное течение.

Сформированный тордовый многомерный закрученный по спирали поток проявляет интересную особенность.

Сжимаясь к центру, происходит уменьшение диаметра вращения отдельных закрученных течений. Это приводит к увеличению вращательной скорости отдельных закрученных течений. Увеличение вращательных скоростей и уменьшение диаметра отдельных закрученных течений в приосевом части приводит к тому, что истирание частиц угля происходит по всему диаметру поверхности каждого отдельного закрученного потока.

За счёт сжатия центрального нисходящего многомерного закрученного потока и увеличения вращательных скоростей отдельных течений в этом потоке - происходит ультратонкое диспергирование менее 50 мкм. водо-угольной суспензии до готового продукта.

## КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

В конструктивном плане исполнение тороидально-вихревого способа диспергирования водо-угольной смеси аналогично исполнению турбинной мешалки, за исключением самой турбинной мешалки.

Формирование тороидально-вихревого многомерного закрученного течения обеспечивает инновационным ленточным многомерным кольцевым горизонтальным завихрителем, см. рис. № 2.



Рис. № 2. Ленточный многомерный кольцевой горизонтальный завихритель.

Экспериментальными работами подтверждено, что ленточный кольцевой многомерный завихритель формирует, при вращении в замкнутой полости, множество отдельных, не зависящих друг от друга закрученных потоков в общем торовом вращении по спирали, см. рис. № 3. Количество отдельных закрученных потоков соответствует количеству витков ленточного кольцевого завихрителя.

Визуализация тороидально-вихревого многомерного потока жидкости представлена на рис. № 3.



Рис. № 1. Визуализация тороидально-вихревого многомерного потока жидкости.

## **ВЫВОД.**

- Ультратонкое диспергирование уровня 50 мкм и менее происходит за счёт сжатия центрального нисходящего многомерного закрученного потока и увеличения вращательных скоростей отдельных течений в этом потоке. Организация торового многомерного закрученного движения по спирали является основой способа.
- Способ позволяет отказаться от многих отдельных технологических процессов и объединить помол угля с фракции в 1 мм, до 50 мкм. и менее, смешивание с водой, доводка водо-угольной смеси к использованию в один технологический процесс в тороидально-вихревой мельнице.
- Эффективность процесса истирания в многомерном закрученном течении пропорциональна уменьшению диаметра внутреннего нисходящего многомерного закрученного потока, по отношению к внешнему восходящему многомерному закрученному потоку.
- Эффективность процесса истирания в многомерном закрученном течении зависит от скорости вращения и количества отдельных закрученных течений – конструктивного исполнения ленточного многомерного кольцевого горизонтального завихрителя.
- Техническая реализация способа достаточна проста и повторима.
- В разделе сайта ВИХРИ ХАОСА "[Закрученные течения перспективных исследований](#)" предложено большое количество конструктивного исполнения различных формирователей многомерных закрученных течений по спирали. Такие формирователи могут быть использованы в качестве альтернативы заявленному выше ленточному многомерному кольцевому горизонтальному завихрителю, см. рис. № 2.
- Задача с краудсорсинговой площадки № 17 по поиску новых идей ультратонкого диспергирования веществ позволила по-новому взглянуть на использование физических процессов, протекающих в многомерных торовых закрученных течениях для использования в различных технологических процессах, например – диспергирование, смешивание, перемешивание, техническая левитация, температурные эффекты и т.п.

### 3. ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ (СМЕШИВАНИЯ) В МНОГОМЕРНЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ТЕЧЕНИЯХ

Опубликовано: 10.01.2024 года.

Ссылка: [Перемешивание в многомерных закрученных течениях](#)

*Идея предложена на основании запроса № 16 от 04.01.2023 года с краудсорсинговой площадки изобретателей - поиск инновационных идей уменьшения энергопотребления миксеров для бочек с краской для металлургической компании: ссылка - **КРАУДСОРСИНГОВАЯ ПЛОЩАДКА ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ***

#### ВСТУПЛЕНИЕ

Все существующие механические способы перемешивания ограничены тем, что используют один общий поток (одномерное течение) сред с тангенциальным, или радиальным, или осевым, или смешанным - спиральным или тороидальным и т.п. течением.

С точки зрения энергозатрат существующие способы смешивания / перемешивания примерно одинаковы. Для самого процесса смешивания / перемешивания равнозначно, каким способом будет формироваться поток.

Например, турбинная мешалка использует меньше времени на перемешивание, чем винтовая, но и потребляемая мощность у турбинной мешалки выше, чем у винтовой. В итоге по энергозатратам все механические способы смешивания / перемешивания примерно одинаковы. Выигрыш только в скорости самого процесса образования нового вещества при смешивании или доведения раствора до требуемой консистенции / однородности при перемешивании.

С другой стороны, можно и вручную проводить смешивание / перемешивание.

В любом случае, в пересчёте на энергозатраты - итог будет для всех способов перемешивания / смешивания примерно одинаков. Как было заявлено выше - связано это в первую очередь с тем, что все существующие способы смешивания / перемешивания основываются на формировании *одномерного закрученного течения среды* по

спирали, при котором происходит вращение жидкости (газа) вокруг одной спиральной оси вращения.

## ПОЯСНЕНИЯ

**Условно одномерное закрученное течение** – это открытое (в пространстве) течение среды по спирали вокруг оси, направленной аксиально или радиально или аксиально-радиально. См. рис. № 1.

**Условно многомерное закрученное течение** - это открытое (в пространстве) течение когда среда вращается вокруг двух и более параллельных осей, которые в свою очередь также вращаются вокруг общего центра вращения аксиально или радиально или аксиально-радиально. Здесь уместна грубая аналогия с канатной свивкой. См. рис. № 1.



Рис. № 1. Торoidalно-вихревые закрученные течения.

## ВВЕДЕНИЕ

Спиральное, или вихревое многомерное движение часто встречается в природе. Движение вращающихся планет, движение отдельных закрученных потоков воды или воздуха в смерчах, торнадо.

По спиральным кривым движутся с вращением элементарные частицы в силовых полях. По спиральям растут листья деревьев и лепестки цветов.

В таких природных многомерных закрученных течениях проявляются следующие интересные эффекты:

- Температурные изменения потоков.
- Формирование самоподдерживающейся вихревой структуры.
- Формирование новых не скомпенсированных сил во вращающейся вихревой структуре.
- Интенсификация химических процессов.
- Интенсификация физических процессов (фильтрация, сепарация, смешивание и т.п.)
- Новые физические эффекты.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

Если предположить, что многомерная форма движения по спирали идеально подходит, чтобы сохранять энергию, то применительно к теме публикации предлагается следующее.

Смешивание / перемешивание проводить в многомерных спиральных вихревых течениях по типу канатной свивки, в которых каждая жила каната представляет собой отдельный вихревой поток сред или одномерное течение.

Для этих целей предлагается использовать любой тип формирователя многомерного тороидально-вихревого закрученного течения.

Предполагается, что идея позволит увеличить крутку и циркуляцию потоков (эффективность процессов смешивания / перемешивания) при одновременном снижении энергопотребления.

## **ФОРМИРОВАТЕЛЬ МНОГОМЕРНОГО ТОРОИДАЛЬНО-ВИХРЕВОГО ЗАКРУЧЕННОГО ТЕЧЕНИЯ**

В разделе сайта ВИХРИ ХАОСА "[Закрученные течения перспективных исследований](#)" предложено большое количество

различных завихрителей – формирователей многомерных закрученных течений по спирали.

Все заявленные типы многомерных завихрителей тестировались в основном в воздухе исключительно для целей:

- формирования температурных изменений потоков.
- формирования самоподдерживающейся вихревой структуры.
- формирования новых, не скомпенсированных сил во вращающейся вихревой структуре.
- исследование новых физических эффектов.

**Задача с краудсорсинговой площадки позволила по-новому взглянуть на использование многомерных торовых закрученных течений в жидкостях для целей более эффективного смешивания / перемешивания. База для НИОКР по идее инновационного многомерного смешивания / перемешивания в жидкости была заложена ещё 3 года назад.**

Таким образом, для целей инновационного смешивания / перемешивания в жидкостном многомерном торовом закрученном течении предлагается использовать два вида механических завихрителей многомерного тороидально-вихревого закрученного течения.

1. Ленточные многомерные завихрители, см. рис. № 1.

- кольцевой горизонтальный ленточный завихритель ,
- кольцевой вертикальный ленточный завихритель,
- профильный вертикальный ленточный завихритель,
- спиральный ленточный завихритель,
- и т.п.



Рис. № 1. Ленточные многомерные завихрители.

2. Гребенчатые многомерные завихрители, см. рис. № 2.

- радиальный гребенчатый завихритель,
- кольцевой вертикальный гребенчатый завихритель,
- профильный вертикальный гребенчатый завихритель,
- и т.п.

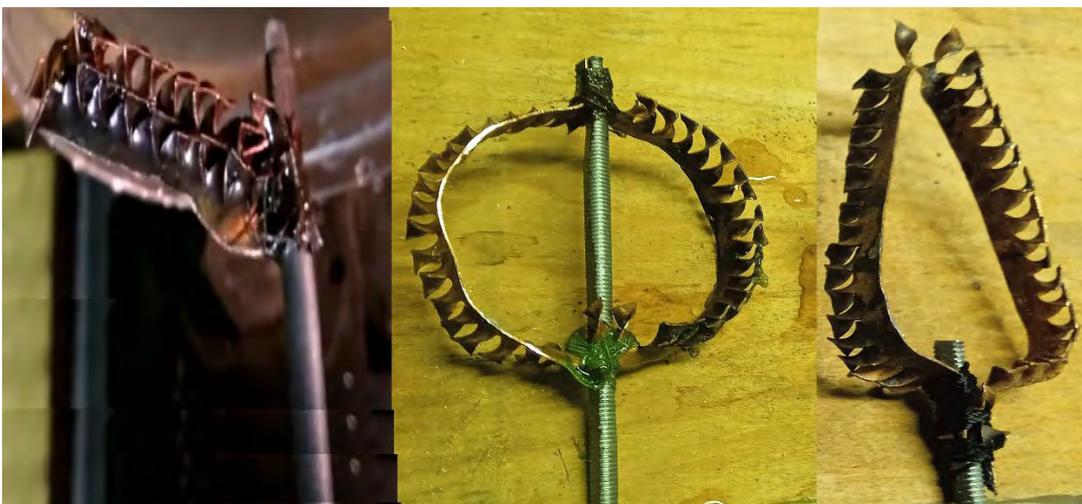


Рис. № 2. Гребенчатые многомерные завихрители.

На основании проведённых экспериментов, о которых будет заявлено ниже, можно заявить следующее. Приведённые выше примеры различных типов многомерных завихрителей соотносятся друг с другом также, как и классические типы мешалок (лопастная, винтовая, турбинная и т.п.)

Каждый тип идеально подходит для операций смешивания или перемешивания определённого типа жидкостей, различающихся

физическими и химическими характеристиками. Должен быть уточнён проведением дополнительных ОКР.

## ЭКСПЕРИМЕНТ

Для проверки идеи механического смешивания / перемешивания в многомерном торовом закрученном течении были проведены эксперименты с различными типами формирователей многомерных закрученных течений по спирали.

Все завихрители имели одну скорость вращения (максимальная скорость вращения сверлильного станка 1500 об/мин.

Тестируемые среды – масляная краска и вода.

Объёмы тестируемых сред – 5 литров.

Диагностическим маркером эффективности выступали:

1. Потребляемый ток привода формирователя многомерного закрученного течения по спирали (электродрель).
2. Визуализация вихревых процессов, одновременно протекающие в исследуемых и эталонных образцах.

Эталонными образцами для сравнения эффективности для каждого типа формирователей многомерных закрученных течений по спирали - классическая винтовая мешалка и классическая лопастная кольцевая мешалка, см. рис. № 3.



Рис. № 3. Эталонные образцы классической винтовой и лопастной кольцевой мешалки.

По геометрии проходного сечения классические лопастная и винтовая мешалки были подобраны примерно одинаковыми с формирователями многомерных закрученных течений по спирали.

## ВЫВОД

Исходя из проведённых экспериментальных работ можно оценить роль многомерных вихрей в процессах смешивания / перемешивания:

1. Все предложенные многомерные типы мешалок формируют устойчивый **многомерный** торовой вихревой поток в жидкости, см. рис. № 4.



Рис. № 4. Смешивание / перемешивание в многомерном торовом вихревом потоке жидкости.

На рисунке вида наружная часть многомерной воронки / “хобота” торового многомерного закрученного течения. Толщина стенки воронки / “хобота” ориентировочно составляет  $1/6$  от наружного диаметра “хобота”.

2. Все известные типы мешалок (винтовая, лопастная, турбинная и т.п.) формируют устойчивый один или два **одномерных** торовых вихревых потока в жидкости, см. рис. № 5.



Рис. № 5. Смешивание / перемешивание в одном одномерном торовом вихревом потоке жидкости.

На рисунке видна классическая одномерная воронка / одномерный “хобот” торового одномерного закрученного течения.

3. Для жидкостей с небольшой кинематической вязкостью водных растворов наиболее эффективным является ленточный многомерный кольцевой горизонтальный завихритель, см. рис. № 6.



Рис. № 6. Ленточный многомерный кольцевой горизонтальный завихритель.

4. Для жидкостей с кинематической вязкостью масел и красок эффективным можно назвать ленточный многомерный вертикальный тип завихрителя, см. рис. № 7.



Рис. № 7. Ленточные многомерные кольцевые вертикальные типы завихрителей.

5. Потребляемый ток электропривода в установившемся режиме:
  - 20,4 мА при работе с многомерной мешалкой.
  - 20,7 мА при работе с классической одномерной мешалкой.
  
6. Обнаружен эффект самобалансировки ротора многомерной мешалки в установившемся режиме. В установившемся режиме биение ротора полностью компенсирует многомерный вихревой поток.
  
7. Видеоотчёты экспериментальных работ с различными типами многомерных завихрителей размещены здесь : [ОКР](#)

## **4 ДЕТОНАЦИОННО-РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ МИКРОННОГО УРОВНЯ.**

Опубликован: 14.02.2022.

Ссылка: [Распылительный способ получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня любых металлов из жидких расплавов. | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaosca.wordpress.com)

### **ВСТУПЛЕНИЕ**

Получение порошков металлов методом газового распыления является относительно простым и дешевым технологическим процессом. При этом, и это важно — уровень “микронности” ограничен энергетическими характеристиками первичного газового потока:

1. Размер образующихся частиц зависит от скорости газового потока.
2. Размер образующихся частиц зависит от энергетики газового потока.
3. Размер образующихся частиц зависит от температуры газового потока. Наиболее эффективно распыление идёт при температуре газового потока, совпадающего с температурой расплава или выше её, так как вязкость и поверхностное натяжение при этом не претерпевают изменений в процессе дробления струи из-за отсутствия переохлаждения расплава.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

Анализируя выше поименованные ограничения получается, что для увеличения эффективности процесса получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня необходимо увеличивать энергетику, скоростные и температурные характеристики первичного газового потока.

Исходя из выше изложенного, предлагается обратить внимание на детонационные источники энергии в качестве источника первичного высокоскоростного, высокоэнергетического и высокотемпературного Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна

распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядков выше дефлаграционного фронта (обычного горения). Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией. Теплопередача от продуктов детонации к теплоносителю существенно выше, чем при использовании обычного горения, ввиду огромной конвективной составляющей.

Наиболее подробно принципы работ, виды, типы, особенности, конструктивные исполнения детонационных источников энергии заявлены здесь:

### **Детонационные источники энергии и технологии**

**Предлагается для заявленных целей в качестве источника высокотемпературного, высокоскоростного и высокоэнергетического газового потока использовать классическую сферическую детонационно-резонансную горелку, например такого конструктивного исполнения, ссылка:**

**[Детонационно-резонансная горелка.](#)**

### **КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ПО ЗАЯВЛЯЕМОМУ СПОСОБУ**

Предлагаемое конструктивное исполнения по заявленному способу достаточно просто и выглядит согласно рис. № 4.

Сферическая детонационно-резонансная горелка размещена сверху по центру достаточно габаритного пылеуловительного бункера. Сама горелка имеет конструктивное отличие от классики тем, что дополнительно на наружной части сферического резонатора горелки в центральной части установлена ёмкость с жидким металлом. В ёмкости внизу на выходе установлен клапан регулировки потока подачи жидкого металла. Бункер снабжён по середине пылеуловительными тарелками и нижним затвором для выгрузки мелко дисперсионного порошка металла.

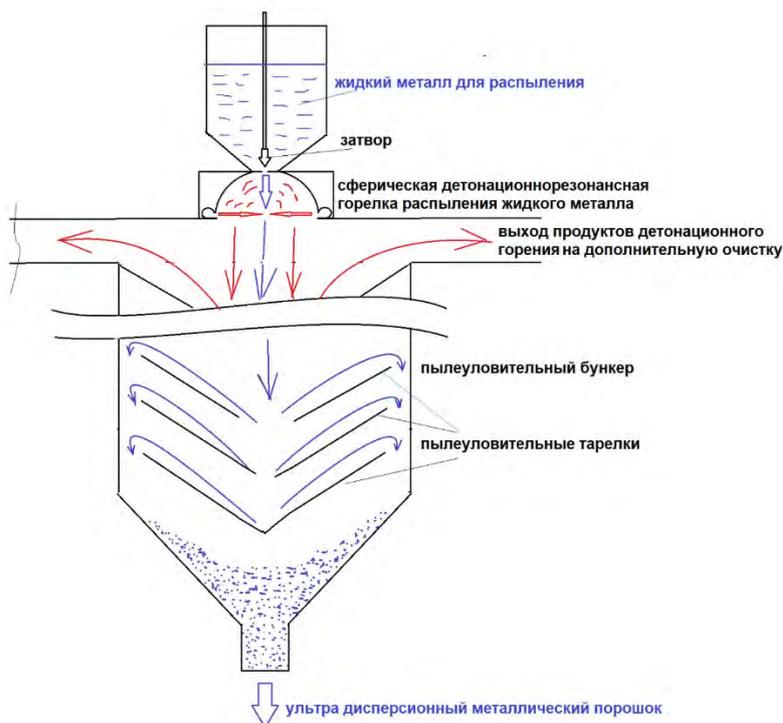


Рис. № 4. Гравитационно-детонационный распылительный способ получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня любых металлов из жидких расплавов.

### ПРИНЦИП РАБОТЫ:

Жидкий металл гравитационным способом подаётся в фокус сжатия/разряжения волн детонационного горения классической детонационно-резонансной горелки. Структура потока определяется клапаном регулировки подачи жидкого металла.

Разрушение жидкого металла начинается непосредственно в фокусе формирования следующих друг за другом волн детонационного горения в детонационно-резонансной горелке. Затем частицам жидкого металла придаётся значительное ускорение следующими друг за другом сверхзвуковыми волнами горения/сжатия.

Происходит высоко энергетическое, высокотемпературное и высокоскоростное распыление жидкого металла. Время пребывания частичек металла в волнах горения несоизмеримо мало, поэтому последние не успевают сгореть с образованием оксидов. Продукт распыления оседает в крупногабаритном бункере с встроенными пылеуловительными тарелками.

## 5. ПРИЛОЖЕНИЕ

Добро пожаловать в авторский проект инновационных идей и экспериментов, а также творчество в различных областях науки и техники - ВИХРИ ХАОСА.

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

### Проект предлагает:

- инновационные не патентованные идеи, научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы и творчество в различных областях науки и техники.
- инновационные идеи и решения технических задач по заявкам сторонних лиц.
- научно-техническая оценка инновационных идей, решений, проектов сторонних лиц.
- раскрытие ноу-хау, конструкций, моделей и услуг технологического содержания.
- авторские книги в различных областях науки и техники ([ссылка](#)).
- видео отчёты результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ([ссылка](#)).
- новый формат взаимодействия изобретателей – краудсорсинговая площадка изобретателей ([ссылка](#)).

## 6. ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Электрическая генерация.**  
Книга 1 из 11. Издание 2020 год.
2. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Экология.**  
Книга 2 из 11. Издание 2020 год.
3. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Диагностика, контроль и управление.**  
Книга 3 из 11. Издание 2020 год.
4. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Металлургия.**  
Книга 4 из 11. Издание 2020 год.
5. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Двигатели силовые установки и привода.**  
Книга 5 из 11. Издание 2020 год.
6. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Транспорт.**  
Книга 6 из 11. Издание 2020 год.
7. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Аэродинамика.**  
Книга 7 из 11. Издание 2020 год.
8. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Сверхлёгкие самодельные вертолёты.**  
Книга 8 из 11. Издание 2020 год.
9. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Самодельное оборудование для НИОКР.**  
Книга 9 из 11. Издание 2020 год.
10. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Смешивание, перемешивание, измельчение.**  
Книга 10 из 11. Издание 2020 год.
11. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Идеи, эксперименты и технологии прочие.**  
Книга 11 из 11. Издание 2020 год.