

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041913**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.14

(21) Номер заявки
201990961

(22) Дата подачи заявки
2019.05.14

(51) Int. Cl. **B24C 7/00** (2006.01)
B24C 5/02 (2006.01)
B24C 3/02 (2006.01)

(54) **АБРАЗИВНАЯ ГОЛОВКА С ВЛОЖЕННОЙ ФОРСУНКОЙ**

(31) **PV 2018-226**

(32) **2018.05.15**

(33) **CZ**

(43) **2020.01.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ПТВ, СПОЛ. С.Р.О.; ИНСТИТУТ
ОФ ДЖЕОНИКС ОФ ДЗЕ ЧАС (CZ)**

(72) Изобретатель:

Мешганек Иржи, Ржиха Зденек (CZ)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-4945688**
US-A-4555872
DE-A1-2928698

(57) Абразивная головка с вложенной форсункой для очистки/удаления поверхностей материалов и деления/резки материалов лучевым потоком (струей) жидкости, обогащенным твердыми абразивными частицами, ведет к увеличению срока службы инструмента, ограничению повреждения заслонки жидкостного сопла абразивом, устранению разрушения абразива внутри инструмента и повышению производительности резки и эффективности потока.

041913

B1

041913
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области гидравлики. Предметом патента является инструмент для очистки/удаления поверхностей материалов и деления/резки материалов лучевым потоком (струей) жидкости, обогащенным твердыми абразивными частицами.

Уровень техники

В настоящее время абразивная головка используется в качестве инструмента преимущественно с автоматическим впуском газа абразива для резки и деления различных материалов. Инструмент состоит из трех главных частей: жидкостного сопла, смесительной камеры и абразивного сопла. Указанные части расположены последовательно на оси инструмента так, чтобы высокоскоростная струя жидкости, создаваемая жидкостным соплом, проходила осью инструмента по всей его длине. Вода здесь может быть использована в качестве жидкости. Воздух здесь может быть использован в качестве газа. Задачей жидкостного сопла является преобразование энергии давления в кинетическую энергию и, таким образом, создание вышеупомянутой высокоскоростной струи жидкости. Тонкий лучевой поток жидкости протекает через центр инструмента или же центр других составных частей абразивной головки. Движение струи через центр смесительной камеры вызывает впуск газа и абразивов в смесительную камеру. Здесь происходит ускорение газа и абразивных частиц за счет движения высокоскоростной струи жидкости. Возникшая смесь жидкости, газа и абразивных частиц поступает затем в абразивное сопло, через центр которого она протекает. Во внутренней части корпуса абразивного сопла, которая в большинстве случаев образована впускным конусом, последующим за предыдущей формой смесительной камеры и длинным цилиндрическим отверстием, происходит дополнительное ускорение газа и абразивных частиц благодаря потоку высокоскоростной струи жидкости.

Общее состояние техники представляет, например, документ US 4648215 (1987), который описывает головку сопла, или EP 2801442 (2014) A, описывающий головку со вспомогательной форсункой, которая позволяет потоку жидкости фокусироваться и увеличить скорость или же давление струи жидкости. Документ US 5144766 (1992) описывает кассету (картридж), которая может быть вставлена в существующие головки, причем кассета содержит сопло, смесительную камеру и выпускную трубку. Документ JP H0349899 (1991) решает эффективное смешивание абразива со струей жидкости так, что приводит жидкостное сопло прямо в смесительную камеру до непосредственной близости от абразивного сопла. Таким образом, не остается много места для столкновения ускоренных абразивных частиц, но в то же время эффективность резки снижается, так как контакт струи жидкости с абразивным облаком слишком короткий и луч/струя уносит меньше абразива. Документ CN 205310080 (2016) представляет общее состояние техники. Недостаток существующих решений, таких как, например, патенты EP 2853349 A1, EP 0873220 B1 и US 2016/0129551 A1 или PV 2014-754, заключается в том, что высокоскоростная струя жидкости за жидкостным соплом создает такое поле потока всей смеси, которое позволяет абразивным частицам течь вплоть к своему жидкостному соплу. Вокруг высокоскоростного луча/струи создается интенсивный обратный поток газа, который транспортирует абразивные частицы к корпусу жидкостного сопла. Является доказанным, что в результате потока абразивных частиц в пространстве непосредственно за водяным соплом происходит его изнашивание этими абразивными частицами. Описываемая действительность, показанная на фиг. 1, ведет к значительному сокращению срока службы жидкостного сопла и, следовательно, к значительному сокращению срока службы всего описанного инструмента. Еще одним следующим недостатком является то, что для обеспечения достаточного срока службы инструмента жидкостное сопло должно быть изготовлено из очень прочного и дорогостоящего материала, например, такого как алмаз.

Раскрытие сущности изобретения

Была разработана новая абразивная головка с вложенной форсункой для деления/резки материала лучом (струей) жидкости, обогащенной твердыми абразивными частицами, которая имеет несколько ключевых особенностей, которые приводят к значительному увеличению срока службы инструмента, ограничению повреждения абразивом заслонки жидкостного сопла, устранению деградации абразива в инструменте и повышению производительности резки и эффективности потока.

Абразивная головка с вложенной форсункой.

1. Уменьшает и преимущественно полностью предотвращает обратный поток смеси газа и абразива назад против направления потока к водяным соплам, в результате чего абразивные частицы движутся в направлении потока наружу из инструмента и не повреждают жидкостные сопла и не разрушают сам абразив.

2. Позволяет смеси газа и абразива автоматически впускаться в смесительную камеру, т.е. нет необходимости в избыточном давлении для подачи абразива в струю/луч воды.

3. Фокусирует смесь газа и абразива в поток жидкостной струи/луча и наружу из смесительной камеры в абразивное сопло, тем самым оптимизирует и делает более эффективным поток в смесительной камере.

В направлении потока абразивная головка содержит по меньшей мере одно жидкостное сопло, которое соединено с общим каналом, к которому присоединяется вложенная форсунка, которая входит в смесительную камеру, к концу которой присоединено абразивное сопло. Предпочтительно между жид-

костным соплом и общим каналом размещен вводной канал, позволяющий струе/лучу жидкости протекание из жидкостного сопла в общий канал. В смесительную камеру входит по меньшей мере один ввод смеси газа и абразива, предпочтительно смесь воздуха и абразива подается в смесительную камеру через несколько симметрично расположенных входов. Предпочтительно вводы смеси газа и абразива подсоединены к распределителю смеси газа и абразива. Общий канал предпочтительно оснащен вводом чистого газа.

Ключевой частью абразивной головки является именно вложенная форсунка. Внутреннее поперечное сечение вложенной форсунки непрерывно уменьшается в направлении потока, а внутреннее поперечное сечение выпускного отверстия вложенной форсунки меньше, чем внутреннее поперечное сечение цилиндрической части абразивного сопла.

Ограничение обратного потока газа и абразива обеспечивается уже самым существенным сужением вложенной форсунки, которое может быть измерено в соответствии с шириной струи/луча воды или поперечным сечением выходного отверстия жидкостного сопла, из которого вытекает луч/струя. Благодаря этому можно использовать произвольно широкие вводные и общие каналы и оснастить их вводами чистого газа, поскольку сужение обеспечивает именно вложенная форсунка.

Ограничение обратного потока газа, с точки зрения конструкции, обеспечено таким образом, что ввод газа и абразива образуют с осью инструмента угол максимально 60° , а поперечное сечение выпускного отверстия вложенной форсунки максимально в три раза превышает поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью струи/луча жидкости, причем поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью струи/луча жидкости, составляет от 66 до 83% суммы поперечных сечений выходных отверстий жидкостных сопел. В случае трех 0,1 мм поперечных сечений жидкостных лучей поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью струи/луча жидкости, составляет от 2 до 2,5 мм, причем внешняя окружность представляет собой круг, описанный вокруг неравномерной формы луча.

Предпочтительно также выгодно использовать только одно из условий, тем самым, по меньшей мере, приведет к уменьшению обратного потока, наклона привода смеси газа и абразива или поперечного сечения выходного отверстия вложенной форсунки.

Автоматический впуск смеси газа и абразива по сравнению с вводом смеси избыточным давлением осуществляется посредством более узкого внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки относительно внутреннего поперечного сечения цилиндрической части абразивного сопла. Поскольку при расширении струи жидкости из вложенной форсунки в смесительную камеру и ее последующего потока в/из большего выпускного отверстия абразивного сопла возникшее пониженное давление используется именно для впуска смеси газа и абразива в камеру смешения в поток струи жидкости.

Другой важной и выгодной особенностью абразивной головки является внешняя форма вложенной форсунки, которая предпочтительно сужается в направлении потока, причем эта форма используется путем внедрения вложенной форсунки в смесительную камеру, причем эта коническая внешняя форма вложенной форсунки плавно сужает пространство в смесительной камере и направляет и далее фокусирует смесь газа и абразива в поток струи жидкости.

Ограничение обратного потока с точки зрения конструкции еще проще обеспечено так, что абразивная головка содержит вводные каналы лучей жидкости, которые предпочтительно оснащены по меньшей мере одним вводом чистого газа. Благодаря впуску чистого газа происходит присасывание газа в абразивную головку, что ограничивает нежелательную рециркуляцию воздуха вместе с частицами самого абразива, которые повреждают внутренние части инструмента и, прежде всего, жидкостное сопло. Рециркуляция изображена на фиг. 1 и 2, где фиг. 1 показывает рециркуляцию газа и абразива против направления потока вплоть к жидкостному соплу в случае, когда ввод чистого газа не установлен, а фиг. 2 показывает поток чистого газа каналом в направлении потока струи жидкости, который заполнением всего канала ограничивает обратную рециркуляцию газа с абразивным материалом. Ввод чистого газа в вводные каналы инструмента таким образом осуществляется отдельно перед подачей абразива.

Преимущественно может быть использована абразивная головка с несколькими соплами для жидкости, чьи струи/лучи смешиваются друг с другом (интерференция), что полезно для повышения производительности режущей мощности головки, при этом интерференцию лучей жидкости можно настроить в общем канале или во вложенной форсунке.

Жидкостное сопло расположено на оси инструмента за вводом воды под давлением и входит в вводной канал или непосредственно в общий канал. Общий канал сужается с помощью вложенной форсунки в направлении потока перед входом в смесительную камеру, предпочтительно поперечное сечение выпускного отверстия вложенной форсунки меньше, чем диаметр цилиндрической части абразивного сопла. Вложенная форсунка не только ограничивает проникновение абразивных частиц в близость жидкостных сопел, но и настройкой размера выпускного отверстия позволяет регулировать количество автоматически выпускаемой смеси газа и абразива. В случае предпочтительного решения инструмента с вводом чистого газа в общий канал вложенная форсунка регулирует соотношение между автоматически впускаемым чистым газом в общий канал и между автоматически впускаемой смесью газа и абразива в смесительную камеру. Если выпускной диаметр вложенной форсунки равен или меньше поперечного

сечения цилиндрической части абразивного сопла, в инструмент может автоматически впускаться как чистый газ, так и смесь газа и абразива.

В то же время предпочтительно, чтобы поперечное сечение выходного отверстия вложенной форсунки не превышал диаметр струи жидкости более чем в три раза, соответственно, в многоструйной структуре объединенной струи жидкости.

Предпочтительно вложенная форсунка сконструирована в виде корпуса из прочного материала, который совместим с изготавливаемыми в настоящее время сопловыми головками. Вложенная форсунка таким образом позволяет продлить срок службы существующего инструмента. Вложенная форсунка может быть установлена в существующем инструменте относительно простым способом, например, с помощью электроэрозионной обработки. Существующий общий канал за водяным соплом увеличится так, чтобы в новое созданное пространство можно было вставить корпус вложенной форсунки. У существующего инструмента таким образом уменьшается повреждение жидкостного сопла абразивными частицами, и в то же время не снижается производительность резки абразивной головки. Кроме того, путем подходящего изменения формы внешней части корпуса вложенной форсунки можно добиться улучшения потока газожидкостной смеси и абразивных частиц.

Корпус вложенной форсунки вставляется в новый или существующий инструмент на границе общего канала и смесительной камеры. Корпус вложенной форсунки таким образом позволяет своей внешней формой завершить пространство смесительной камеры так, чтобы ускорение абразива в смесительной камере происходило без взаимодействия абразивных частиц с окружающими стенками данных компонентов абразивной головки на высоких скоростях, благодаря чему предотвращается повреждение самого инструмента и разрушение абразивных частиц, оба этих фактора увеличивают производительность резки самого инструмента. Выходное отверстие из внутренней части вложенной форсунки может быть значительно приближено за счет конической формы внешней части вложенной форсунки к абразивному соплу без учета присоединения вводов смеси газа и абразива со смесительной камерой. Тем самым приведет к элиминации пространства смесительной камеры, а также к элиминации пространства с высокими скоростями, данным потоком высокоскоростной струи жидкости через камеру смешивания. Это приводит к уменьшению вероятности разрушения абразива и окружающих стенок в смесительной камере и на входе в абразивное сопло. Особенно выгодно использовать внешнюю форму вложенной форсунки для завершения пространства смесительной камеры, если существует более одного ввода смеси газа и абразива в смесительную камеру. Таким образом происходит значительное снижение скорости абразивных частиц уже в описываемых вводах смеси газа и абразива, что приводит к снижению гидравлических потерь и устранению разрушения абразива из-за его взаимодействия с окружающими стенками камеры смешения, так как при уменьшении скорости потока значительно уменьшается кинетическая энергия частиц, поступающих в камеру смешения, которая используется для их разрушения в случае столкновения абразивных частиц со стенкой камеры смешения. Благодаря внедрению внешней формы вложенной форсунки в смесительную камеру пространство с высокими скоростями абразивных частиц сводится к минимуму, что приводит к созданию предпочтительного поля потока с целью дальнейшего эффективного ускорения абразивных частиц с помощью высокоскоростной струи жидкости. Благодаря подходящей форме внешней части вложенной форсунки и ее внедрению в смесительную камеру производительность резки модифицированной абразивной головки увеличивается.

Вложенная форсунка, расположенная между общим каналом и смесительной камерой, вызывает гидравлические потери. Поскольку струя жидкости протекает через центр инструмента, а также через центр упомянутой вложенной форсунки, эти гидравлические потери очень малы, учитывая величину входной гидравлической мощности жидкости перед жидкостным соплом. Гидравлические потери, вызванные вложенной форсункой, могут быть дополнительно уменьшены путем подачи чистого воздуха в общий канал. Воздействием присутствия газа у внутренних стенок инструмента, и прежде всего у внутренних стенок вложенной форсунки гидравлические потери сводятся максимально малым благодаря низкому значению вязкости газа по сравнению с жидкостью. Во время эксплуатации абразивной головки с вложенной форсункой таким образом производительность резания не уменьшается по сравнению с эксплуатацией без вложенной форсунки. Благодаря очень низким гидравлическим потерям вложенной форсунки становится возможным транспортировать смесь газа и абразивных частиц в смесительную камеру путем автоматического впуска, вызванного потоком струи/луча жидкости через центр инструмента, как это в случае с инструментом без вложенной форсунки.

Предпочтительно внутренняя форма вложенной форсунки определяется постепенно уменьшающимся поперечным сечением потока в направлении потока. Выходное поперечное сечение потока вложенной форсунки является наименьшим поперечным сечением потока внутренней формы вложенной форсунки.

Вложенная форсунка также может использоваться и у инструмента с несколькими жидкостными соплами.

Существует два способа предотвращения полного контакта абразивных частиц с жидкостными соплами. Первым способом является реализация инструмента с вложенной форсункой и с впуском чистого газа.

Благодаря присасыванию чистого газа предотвращается рециркуляция газа в общем канале и в вводном канале, и абразив в инструменте перемещается только в направлении потока жидкости. Другой способ заключается в реализации инструмента с корпусом вложенной форсунки, вставленным в смесительную камеру, и вводом смеси газа и абразива, наклоненным к оси инструмента менее чем на 60° в направлении потока. Комбинацией этих условий достигается то, что абразивные частицы не проникают против направления потока к жидкостным соплам, что существенно продлевает срок службы всего инструмента, особенно дорогих жидкостных сопел.

Предпочтительно корпус вложенной форсунки помещают в несущий корпус инструмента вместе с другими частями, такими как корпус смесительной камеры и корпус абразивного сопла. Корпус вложенной форсунки должен быть закреплен в несущем корпусе инструмента разборным или неразборным способом, чтобы предотвратить перемещение или поворот вложенной форсунки во время работы абразивной головки. Материал корпуса вложенной форсунки предпочтительно является износостойким, так чтобы внешняя часть корпуса вложенной форсунки выдерживала нагрузки от протекающих абразивных частиц в смесительной камере.

Осуществление конструкции инструмента.

Конструкция инструмента должна быть выбрана с учетом степени его нагрузки. Части инструмента, подвергающиеся нагрузке, несущие компоненты и сопла могут быть изготовлены из твердой стали или высокопрочной стали, износостойкой стали по отношению к абразивным частицам (например, сталь 17-4PH, сталь 17022, сталь 1.4057, сталь 17346 и т.д.), сопла предпочтительно выбирать из очень прочных материалов, например алмаз или сапфир. Для вводов и частей инструмента без нагрузки можно выбрать менее стойкие материалы, например ПВХ.

Предпочтительно, чтобы инструмент имел несущий корпус, в который вкладывается внутренняя часть жидкостного сопла вместе с другими частями инструмента. В верхней части несущего корпуса расположено соединение воды под давлением. Во внутреннем корпусе расположены корпус жидкостного сопла, корпус общего канала, корпус вложенной форсунки и корпус смесительной камеры, причем корпуса и другие компоненты могут быть присоединены посредством болтового соединения или запрессовки или другим перманентным и разборным способом. Несколько корпусов или компонентов могут быть изготовлены из одного куска. В нижнюю часть несущего корпуса расположено абразивное сопло. Абразивное сопло предпочтительно может быть зафиксировано в несущем корпусе с помощью резьбового соединения или может быть прикреплено к корпусу с помощью цанги и гайки. Смесительная камера может быть непосредственно составной частью несущего корпуса.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - состояние уровня техники. Инструмент без отдельного ввода чистого газа 96, без вложенной форсунки,

фиг. 2 - инструмент с отдельным вводом 26 чистого воздуха 96, без рециркуляции смеси газа и абразива 94,

фиг. 3 - абразивная головка согласно примеру 1 с вводом 26 чистого газа 96 в общий канал 27 и с вложенной форсункой 29,

фиг. 4 - абразивная головка согласно примеру 2 с тремя вводами 28 смеси 94 газа и абразива, с вложенной форсункой 29, с использованием ее внешней формы 29.2 для подходящего изменения формы смесительной камеры 22,

фиг. 5 - абразивная головка согласно примеру 3 с четырьмя вводами 26 чистого газа 96, с тремя вводами 28 смеси 94 газа и абразива, с вложенной форсункой 29, с использованием ее внешней формы 29.2 для подходящего изменения формы смесительной камеры 22,

фиг. 6 - абразивная головка согласно примеру 4 с четырьмя жидкостными соплами 21 и вводом 26 чистого газа 96 сквозь отделенные вводные каналы 25 и четырьмя вводами 28 смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22,

фиг. 7 - абразивная головка согласно примеру 5 с тремя жидкостными соплами 21 и с одним вводом 28 смеси 94 газа и абразива, заведенными в смесительную камеру 22 под углом 45° в направлении потока,

фиг. 8 - абразивная головка согласно примеру 6 с двумя жидкостными соплами 21 и с одним вводом 26 чистого газа 96 в общий канал 27, с тремя вводами 28 смеси 94 газа и абразива, заведенными в смесительную камеру 22,

фиг. 9 - абразивная головка согласно примеру 7 с пятью жидкостными соплами 21, расположенными на двух глубинах инструмента, и с одним вводом 26 чистого газа 96, с тремя вводами 28 смеси 94 газа и абразива, заведенными в смесительную камеру 22,

фиг. 10 - абразивная головка согласно примеру 8 с двумя жидкостными соплами 21 входящими в общий канал 27 и с одним вводом 26 чистого газа 96 в общий канал 27, с тремя вводами 28 смеси 94 газа и абразива, заведенными в смесительную камеру 22.

Примеры осуществления изобретения

Пример 1. Абразивная головка с вводом чистого газа в общий канал и с вложенной форсункой.

Фиг. 3 показывает пример выполнения инструмента с впуском чистого газа 96 посредством ввода

26, входящего в общий канал 27 за водяным соплом 21, расположенным за вводом 73 жидкости под давлением. Водяное сопло 21 соединено с коротким вводным каналом 25, который вместе с вводом 26 чистого газа 96 входит в общий канал 27. Главные части инструмента, т.е. водяное сопло 21, смесительная камера 22 и абразивное сопло 23 расположены на оси 55 инструмента, причем ось 56 жидкостного сопла 21 идентична с осью вводного канала 25 и с осью 55 инструмента. Общий канал 27 на своем конце в направлении потока сужается с помощью вложенной форсунки 29, которая определена внешней формой 29.2 и внутренней формой 29.1, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 3:1. Вложенная форсунка 29 входит в смесительную камеру 22, в которую также входит один ввод 28 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 через ввод 28 смеси 94 газа и абразива автоматически, так же как чистый газ 96 автоматически впускается через ввод 26 чистого газа 96. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 95 жидкости, поступает в абразивное сопло 23, которое соединено со смесительной камерой 22. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены корпус жидкостного сопла 21, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23, содержит вводной канал 25 за водяным соплом 21, ввод 26 чистого газа 96 и ввод 28 смеси 94 газа и абразива. Он изготовлен из стали 17-4PH. Корпус смесительной камеры 22 изготовлен из твердой стали. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 26 чистого газа 96, изготовленный из стали 17022. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 28 смеси 94 газа и абразива, изготовленный из стали 17022.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 1, не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию ввода 26 чистого газа 96 в общий канал 27. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 2. Абразивная головка с вложенной форсункой, с использованием ее внешней формы для подходящего изменения формы смесительной камеры.

Фиг. 4 показывает пример выполнения инструмента с вложенной форсункой 29. Главные части инструмента водяное сопло 21, смесительная камера 22 и абразивное сопло 23 расположены вдоль оси 55 инструмента. Перед входом водяной струи/луча 95 в смесительную камеру 22 установлена вложенная форсунка 29, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 2,5:1, а внешняя форма 29.2 форсунки сужается в направлении потока, а вложенная форсунка входит в смесительную камеру. Форма поля потока на выходном отверстии из вложенной форсунки 29 принципиально ограничивает поток абразивных частиц через вложенную форсунку 29 вплоть к водяному соплу 21. В смесительную камеру 22 входят три ввода 28 смеси 94 газа и абразива. Указанная смесь 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 автоматически впускается под воздействием потока высокоскоростной струи/луча жидкости 95 вдоль оси 55 инструмента. В смесительной камере 22 и абразивном сопле 23 происходит ускорение абразивных частиц, которые затем воздействуют на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены корпус жидкостного сопла 21 и корпус абразивного сопла 23, содержит вводной канал 25 за водяным соплом 21, смесительную камеру 22 и ввод 28 смеси 94 газа и абразива. Он изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 26 чистого газа 96, изготовленный из стали 17346. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 28 смеси 94 газа и абразива, изготовленный из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 2, значительно ограничена рециркуляция газа благодаря присутствию вложенной форсунки 29. Абразивные частицы благодаря препятствию рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостного сопла 21 и не повреждают его. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 3. Абразивная головка с четырьмя вводами чистого газа, вводом смеси газа и абразива, с вложенной форсункой, с использованием ее внешней формы для подходящего изменения формы смесительной камеры.

Фиг. 5 показывает пример выполнения инструмента с впуском чистого газа 96 четырьмя вводами 26, входящими в общий канал 27, расположенный за водяным соплом 21, и с вложенной форсункой 29. Главные части инструмента водяное сопло 21, смесительная камера 22 и абразивное сопло 23 расположены вдоль оси 55 инструмента. Между водяным соплом 21 и смесительной камерой 22 автоматически впускается чистый газ 96 через четыре ввода 26 чистого газа 96, соединенных с общим каналом 27. За вводом 26 чистого газа 96 расположена вложенная форсунка 29, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 2,7:1. Внутренняя форма вложенной форсунки 29.1 постепенно уменьшается в направлении потока высокоскоростной струи/луча жидкости 95 так, что форма поля потока на выходном

отверстии из внутренней части вложенной форсунки 29.1 не позволяет абразивным частицам течь обратно к жидкостному соплу 21. Внешняя форма вложенной форсунки 29.2, закругленная коническая форма, сужающаяся в направлении потока, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входят три ввода 28 смеси 94 газа и абразива. Указанная смесь 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 автоматически впускается также, как чистый газ 96 через ввод 26 чистого газа 96 под воздействием потока высокоскоростной струи/луча жидкости 95 вдоль оси 55 инструмента. В смесительной камере 22 и абразивном сопле 23 происходит ускорение абразивных частиц, которые затем воздействуют на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены корпус жидкостного сопла 21 и корпус абразивного сопла 23, содержит вводной канал 25 за водяным соплом 21, ввод 26 чистого газа 96, общий канал 27, смесительную камеру 22 и ввод 28 смеси 94 газа и абразива. Он изготовлен из стали 17-4PH. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 26 чистого газа 96, изготовленный из стали 17346. К несущему корпусу абразивной головки подсоединен ввод 28 смеси 94 газа и абразива, изготовленный из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 3, не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию ввода 26 чистого газа 96 в общий канал 27. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 4. Абразивная головка с четырьмя жидкостными (водяными) соплами и с впуском чистого газа сквозь отделенные вводные каналы и четырьмя вводами впуска смеси газа и абразива в смесительную камеру.

Фиг. 6 показывает пример выполнения инструмента с четырьмя водяными соплами 21, причем водяные сопла 21 вращательно симметрично расположены вокруг оси 55 инструмента за вводом 73 жидкости под давлением. Оси 56 водяных сопел 21 и оси отделенных вводных каналов 25 образуют с осью 55 инструмента угол 15° . Каждое водяное сопло 21 соединено со своим собственным вводным каналом 25 постоянного поперечного сечения, который позволяет течь высокоскоростной струе 95 жидкости из данного водяного сопла 21 в точку пересечения, определяемую пересечением осей 56 жидкостных сопел 21 и оси 55 инструмента. Каждый вводной канал 25 оснащен вводом 26 чистого газа 96, причем чистый газ 96 в отделенные вводные каналы 25 впускается автоматически. Вводы 26 чистого газа 96 вводятся в общий распределитель 72 чистого газа 96. Четыре отделенные вводные каналы 25 объединяются в один общий канал 27 постоянного поперечного сечения. Здесь объединяются отдельные струи 95 жидкости в одну общую, которая продолжается вдоль оси 55 инструмента. Общий канал 27 перед входом в смесительную камеру 22 оснащен вложенной форсункой 29, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 1,7:1. Внешняя форма вложенной форсунки 29.2, закругленная коническая форма, сужающаяся в направлении потока, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входят четыре ввода 28 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 сквозь вводы 28 смеси 94 газа и абразива автоматически воздействием пониженного давления в смесительной камере 22. Вводы 28 смеси 94 газа и абразива подсоединены к общему распределителю 71 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 92 жидкости, поступает в абразивное сопло 23. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены: корпус жидкостных сопел 21, вложенная форсунка 29, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23, изготовлен из стали 17-4PH. Корпус сопел, в котором расположены водяные сопла 21, изготовлен из стали 17346. Корпус вложенной форсунки 29 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус смесительной камеры 22 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. Ввод 26 чистого газа 96 изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 72 чистого газа 96 изготовлен из стали 17022. Ввод 28 смеси 94 газа и абразива изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 71 смеси 94 газа и абразива изготовлен из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 4 не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию вводов 26 чистого газа 96 в отделенные вводные каналы 25. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 5. Абразивная головка с тремя жидкостными (водяными) соплами и одним вводом впуска смеси газа и абразива в смесительную камеру, наклоненным к оси инструмента на 45° .

Фиг. 7 показывает пример выполнения инструмента с тремя водяными соплами 21, причем водяные сопла 21 вращательно симметрично расположены вокруг оси 55 инструмента за вводом 73 жидкости под давлением. Оси 56 водяных сопел 21 и оси отделенных вводных каналов 25 образуют с осью 55 инструмента угол 10° . Каждое водяное сопло 21 соединено со своим собственным вводным каналом 25 постоянного поперечного сечения, который позволяет течь высокоскоростной струе 95 жидкости из данного водяного сопла 21 в точку пересечения, определяемую пересечением осей 56 жидкостных сопел 21 и оси 55 инструмента. Три отделенные вводные каналы 25 объединяются в один общий канал 27 постоянного поперечного сечения. Здесь объединяются отдельные струи 95 жидкости в одну общую струю 92, которая далее продолжается вдоль оси 55 инструмента. Общий канал 27 перед входом в смесительную камеру 22 оснащен вложенной форсункой 29, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения выпускного отверстия вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 6:1. Внешняя коническая форма вложенной форсунки 29.2, сужающаяся в направлении потока и вставленная в смесительную камеру 22, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входит ввод 28 смеси 94 газа и абразива, наклоненным к оси инструмента 55 на 45° в направлении потока. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 сквозь вводы 28 смеси 94 газа и абразива автоматически под воздействием пониженного давления в смесительной камере 22. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 95 жидкости, поступает в абразивное сопло 23. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены: корпус жидкостных сопел 21, вложенная форсунка 29, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23. Он изготовлен из стали 17-4PH. Корпус сопел, в котором расположены водяные сопла 21, изготовлен из стали 17346. Корпус вложенной форсунки 29 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус смесительной камеры 22 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. Ввод 28 смеси 94 газа и абразива изготовлен из ПВХ.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 5, не происходит рециркуляция газа благодаря наклону ввода 28 смеси 94 газа и абразива, определенному соотношению между выходами жидкостных сопел 21 и вложенной форсункой 29, а также вхождением корпуса вложенной форсунки 29 в смесительную камеру 22, причем внешняя форма 29.2 вложенной форсунки 29 довершает формование смесительной камеры 22, тем самым способствует ограничению проникновения абразивных частиц к жидкостным соплам 21. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 6. Абразивная головка с двумя жидкостными (водяными) соплами и с впуском чистого газа в общий канал, с тремя вводами впуска смеси газа и абразива в смесительную камеру.

Фиг. 8 показывает пример выполнения инструмента с двумя водяными соплами 21, причем водяные сопла 21 вращательно симметрично расположены вокруг оси 55 инструмента за вводом 73 жидкости под давлением. Оси 56 водяных сопел 21 и оси отделенных вводных каналов 25 образуют с осью 55 инструмента угол 10° . Каждое водяное сопло 21 соединено со своим собственным вводным каналом 25 постоянного поперечного сечения, который позволяет течь высокоскоростной струе 95 жидкости из данного водяного сопла 21 в точку пересечения, определяемую пересечением осей 56 жидкостных сопел 21 и оси 55 инструмента. Два отделенных вводных канала 25 объединяются в один общий канал 27 постоянного поперечного сечения. Здесь объединяются отдельные струи 95 жидкости в одну общую, которая далее продолжается вдоль оси 55 инструмента. Общий канал 27 оснащен вводом 26 чистого газа 96, причем чистый газ 96 в вводной канал 25 впускается автоматически. Общий канал 27 перед входом в смесительную камеру 22 оснащен вложенной форсункой 29. Внешняя форма вложенной форсунки 29.2, закругленная коническая форма, сужающаяся в направлении потока, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входят три ввода 28 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 сквозь вводы 28 смеси 94 газа и абразива автоматически под воздействием пониженного давления в смесительной камере 22. Вводы 28 смеси 94 газа и абразива соединены к общему распределителю 71 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 92 жидкости, поступает в абразивное сопло 23. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены: корпус жидкостных сопел 21, вложенная форсунка 29, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23. Он изготовлен из стали 17-4PH. Корпус сопел, в котором расположены водяные сопла 21, изготовлен из стали 17346. Корпус вложенной форсунки 29 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус смесительной камеры 22

изготовлен из стали 17346. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. Ввод 26 чистого газа 96 изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 72 чистого газа 96 изготовлен из стали 17022. Ввод 28 смеси 94 газа и абразива изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 71 смеси 94 газа и абразива изготовлен из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 6, не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию вводов 26 чистого газа 96 в общий канал 27. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 7. Абразивная головка с пятью жидкостными (водяными) соплами, расположенными в двух глубинах инструмента, и с впуском чистого газа через один ввод чистого газа, с тремя вводами впуска смеси газа и абразива в смесительную камеру.

Фиг. 9 показывает пример выполнения инструмента с пятью водяными соплами 21, расположенными в двух комплектах, причем водяные сопла 21 вращательно симметрично расположены в двух глубинах вокруг оси 55 инструмента за вводом 73 жидкости под давлением. Оси 56 водяных сопел 21 в первом комплекте и оси отделенных вводных каналов 25 образуют с осью 55 инструмента угол 12° . Оси 56 водяных сопел 21 во втором комплекте и оси отделенных вводных каналов 25 образуют с осью 55 инструмента угол 10° . Каждое водяное сопло 21 соединено со своим собственным вводным каналом 25 постоянного поперечного сечения, который позволяет течь высокоскоростной струе 95 жидкости из данного водяного сопла 21 в точку пересечения, определяемую пересечением осей 56 жидкостных сопел 21 и оси 55 инструмента. В инструменте имеются два пересечения. Сначала встречаются первые три оси 56 жидкостных сопел 21 вместе с осью 55 инструмента. Затем во второй точке пересечения встречаются другие две оси 56 жидкостных сопел 21 вместе с осью 55 инструмента и вместе с объединенной струей первых трех жидкостных сопел 21. Три отделенные вводные каналы 25 объединяются в один общий канал 27 постоянного поперечного сечения. Здесь объединяются отдельные струи 95 жидкости в одну общую струю 92, которая далее продолжается вдоль оси 55 инструмента. Общий канал 27 оснащен вводом 26 чистого газа 96, причем чистый газ 96 в вводной канал 25 впускается автоматически. Общий канал 27 перед входом в смесительную камеру 22 оснащен вложенной форсункой, реализованной сужением 29. Первая точка пересечения находится в общем канале 27, а вторая точка пересечения находится во вложенной форсунке 29. Здесь происходит объединение всех лучей (струй) 95 жидкости в одну общую струю, которая продолжается вдоль оси 55 инструмента в камеру смешивания 22. Внешняя форма вложенной форсунки 29.2, закругленная коническая форма, сужающаяся в направлении потока, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входят три ввода 28 смеси 94 газа и абразива под углом 25° к оси инструмента. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 сквозь вводы 28 смеси 94 газа и абразива автоматически под воздействием пониженного давления в смесительной камере 22. Вводы 28 смеси 94 газа и абразива соединены к общему распределителю 71 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 92 жидкости, поступает в абразивное сопло 23. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены жидкостные сопла 21, вложенная форсунка 29, которое является корпусом вложенной форсунки, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23. Он изготовлен из стали 17346. Корпус смесительной камеры 22 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. Ввод 26 чистого газа 96 изготовлен из стали 17-4PH. Корпус распределителя 72 чистого газа 96 изготовлен из стали 17022. Ввод 28 смеси 94 газа и абразива изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 71 смеси 94 газа и абразива изготовлен из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 7, не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию вводов 26 чистого газа 96 в общий канал 27. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Пример 8. Абразивная головка с двумя жидкостными (водяными) соплами, входящими прямо в общий канал, и с впуском чистого газа в общий канал, тремя вводами впуска смеси газа и абразива в смесительную камеру.

Фиг. 10 показывает пример выполнения инструмента с двумя водяными соплами 21, причем водяные сопла 21 вращательно симметрично расположены вокруг оси 55 инструмента за вводом 73 жидкости под давлением. Оси 56 водяных сопел 21 образуют с осью 55 инструмента угол 10° . Оба водяных сопла 21 входят напрямую в общий канал 27 постоянного поперечного сечения, который позволяет течь высокоскоростной струе 95 жидкости из данного водяного сопла 21 в точку пересечения, определяемую пересечением осей 56 жидкостных сопел 21 и оси 55 инструмента. Здесь объединяются отдельные струи 95 жидкости в одну общую, которая далее продолжается вдоль оси 55 инструмента. Общий канал 27 осна-

шен вводом (26) чистого газа 96, причем чистый газ 96 в вводной канал 25 впускается автоматически. Общий канал 27 перед входом в смесительную камеру 22 оснащен вложенной форсункой 29, причем соотношение размеров внутреннего поперечного сечения вложенной форсунки 29 к поперечному сечению жидкостного сопла составляет 1,3:1. Внешняя форма вложенной форсунки 29.2, коническая форма, сужающаяся в направлении потока, помогает определить пространство смесительной камеры 22 так, чтобы во время течения смеси 94 газа и абразива в смесительную камеру 22 не происходило разрушение абразивных частиц из-за их взаимодействия с окружающими стенками инструмента. В смесительную камеру 22 входят три ввода 28 смеси 94 газа и абразива под углом 25° к оси инструмента. Смесь 94 газа и абразива поступает в смесительную камеру 22 сквозь вводы 28 смеси 94 газа и абразива автоматически под воздействием пониженного давления в смесительной камере 22. Вводы 28 смеси 94 газа и абразива соединены к общему распределителю 71 смеси 94 газа и абразива. Смесь 94 газа и абразива, ускоряемая общей высокоскоростной струей 92 жидкости, поступает в абразивное сопло 23. Абразивное сопло 23 установлено на оси 55 инструмента на его конце. Здесь происходит дальнейшее ускорение описанной смеси до воздействия на разрезаемый материал.

Несущий корпус абразивной головки, в котором расположены: корпус жидкостных сопел 21, вложенная форсунка 29, корпус смесительной камеры 22 и корпус абразивного сопла 23. Он изготовлен из стали 17-4РН. Корпус сопел, в котором расположены водяные сопла 21, изготовлен из стали 17346. Корпус вложенной форсунки 29 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Корпус смесительной камеры 22 изготовлен из стали 17346. Корпус абразивного сопла 23 изготовлен из твердой стали. Ввод 26 чистого газа 96 изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 72 чистого газа 96 изготовлен из износостойкой стали 1.4057. Ввод 28 смеси 94 газа и абразива изготовлен из ПВХ. Корпус распределителя 71 смеси 94 газа и абразива изготовлен из стали 17346.

В инструменте, изготовленном согласно примеру 8, не происходит рециркуляция газа благодаря присутствию вводов 26 чистого газа 96 в общий канал 27. Абразивные частицы благодаря предотвращению рециркуляции и вложенной форсунке 29 общего канала 27 не попадают в близость жидкостных сопел 21 и не повреждают их. Одновременно не происходит разрушение самих абразивных частиц.

Перечень позиций.

- 21 - Жидкостное сопло,
- 22 - смесительная камера,
- 23 - абразивное сопло,
- 25 - вводный канал,
- 26 - вводы чистого газа 96,
- 27 - общий канал,
- 28 - вводы смеси 94 газа и абразива,
- 29 - вложенная форсунка, сужение общего канала 27,
- 29.1 - внутренняя форма вложенной форсунки,
- 29.2 - внешняя форма вложенной форсунки,
- 55 - ось инструмента,
- 56 - ось жидкостного сопла 21,
- 71 - распределитель смеси 94 газа и абразива,
- 72 - распределитель чистого газа 96,
- 73 - ввод жидкости под давлением,
- 75 - цилиндрическая часть абразивного сопла 23,
- 92 - общая струя (луч) жидкости,
- 94 - смесь газа и абразива,
- 95 - струя (луч) жидкости,
- 96 - чистый газ.

Промышленная применимость

Очистка материалов, удаление поверхностей материалов, деление или резка материалов струей (лучом) жидкости, обогащенной твердыми абразивными частицами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Абразивная головка с вложенной форсункой для деления/резки материала струей жидкости, обогащенной твердыми абразивными частицами, содержащая в направлении потока по меньшей мере одно жидкостное сопло (21), смесительную камеру (22), оснащенную по меньшей мере одним вводом (28) смеси (94) газа и абразива, присоединенную к абразивному соплу (23), отличающаяся тем, что жидкостное сопло (21) входит в общий канал (27), который переходит во вложенную форсунку (29), которая входит в смесительную камеру (22), причем жидкостное сопло (21), вложенная форсунка (29) и абразивное сопло (23) лежат на общей оси (55) инструмента, и внутреннее поперечное сечение вложенной форсунки (29) уменьшается в направлении потока, а ее выходное внутреннее поперечное сечение меньше, чем внутреннее поперечное сечение цилиндрической части (75) абразивного сопла (23), и вложенная форсунка

ка (29) имеет сужающуюся внешнюю форму (29.2) в направлении потока и более узкий конец, закругленный и встроенный в смесительную камеру (22), при этом внутреннее поперечное сечение выпускного отверстия вложенной форсунки (29) максимально в три раза превышает поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью струи/луча жидкости.

2. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, отличающаяся тем, что между жидкостным соплом (21) и общим каналом (27) находится вводной канал (25).

3. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, отличающаяся тем, что общий канал (27) оснащен вводом (26) чистого газа (96).

4. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.2, отличающаяся тем, что вводной канал (25) оснащен вводом (26) чистого газа (96).

5. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, отличающаяся тем, что вложенная форсунка (29) имеет коническую форму.

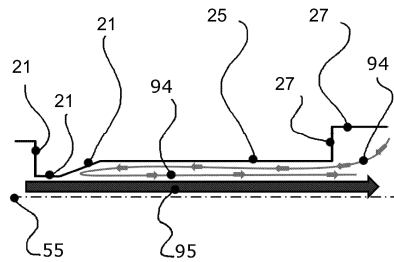
6. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, отличающаяся тем, что внутреннее поперечное сечение выпускного отверстия вложенной форсунки (29) максимально в три раза превышает поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью (92) струи жидкости, причем поперечное сечение, ограниченное внешней окружностью (92) струи жидкости, составляет от 66 до 83% суммы выходных сечений жидкостных сопел (21).

7. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, отличающаяся тем, что ось ввода (28) смеси (94) газа и абразива образует с осью (55) инструмента угол максимально 60° .

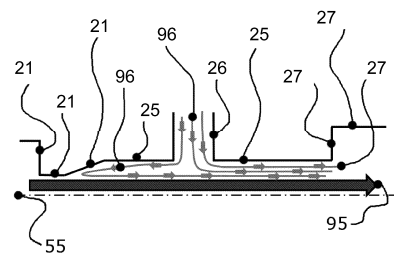
8. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1, или 4, или 6, отличающаяся тем, что содержит три жидкостных сопла (21).

9. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.2 или 8, отличающаяся тем, что содержит три отделенных вводных канала (25).

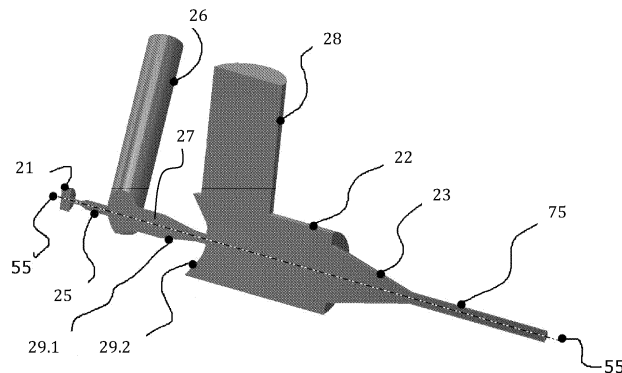
10. Абразивная головка с вложенной форсункой по п.1 или 9, отличающаяся тем, что содержит по меньшей мере два ввода (28) смеси (94) газа и абразива.



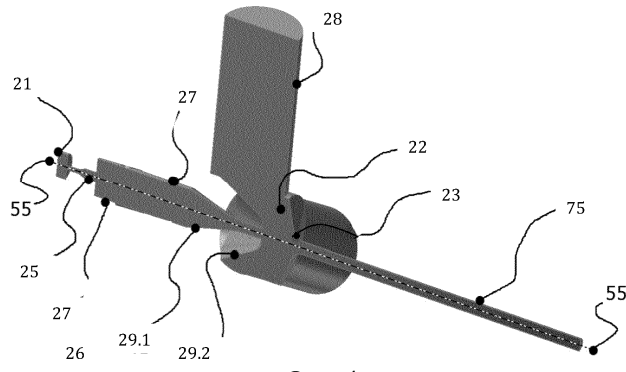
Фиг. 1



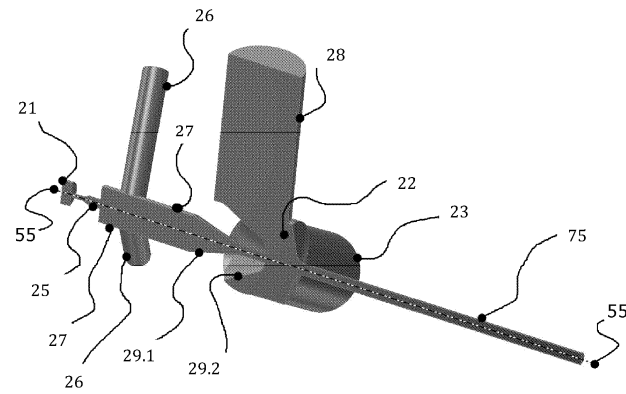
Фиг. 2



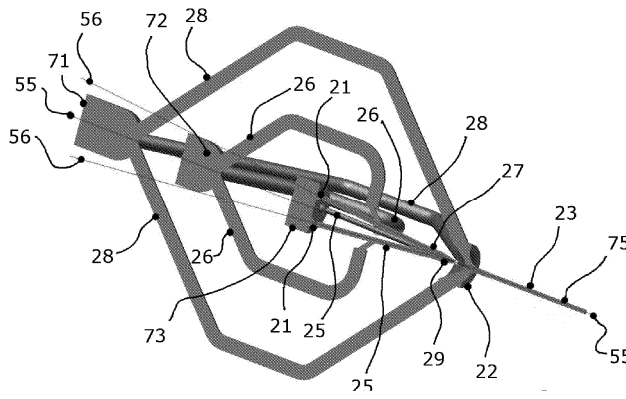
Фиг. 3



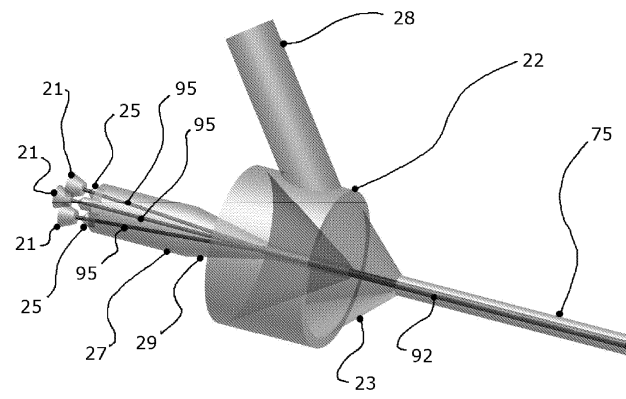
Фиг. 4



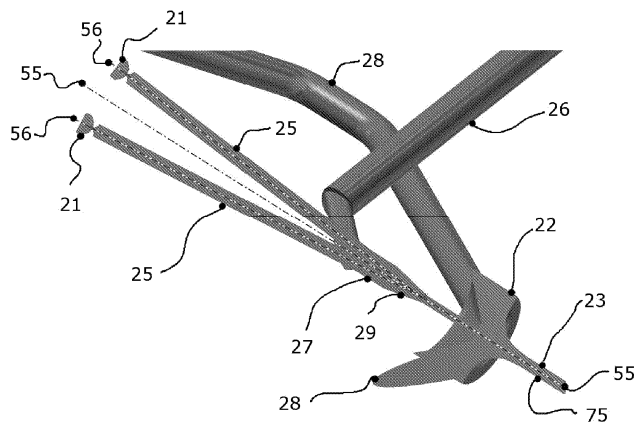
Фиг. 5



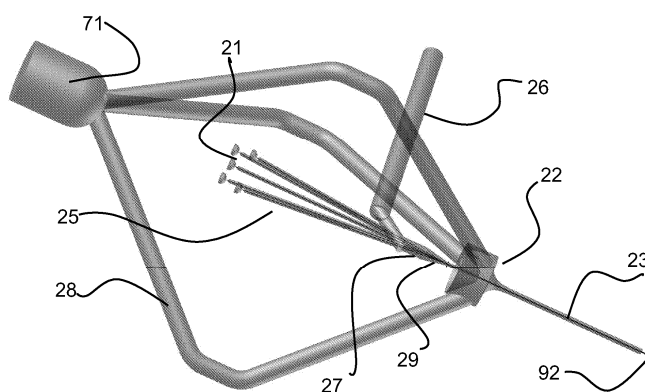
Фиг. 6



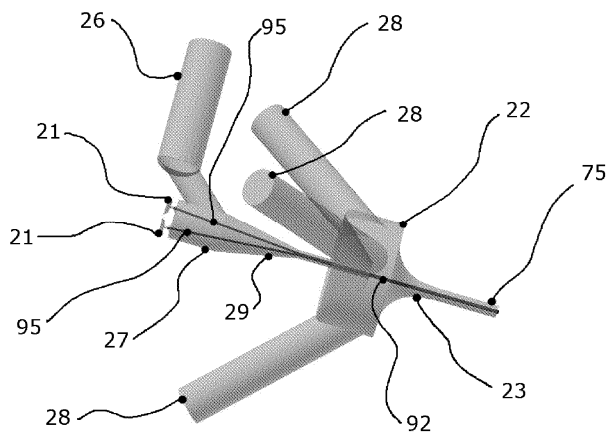
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10