

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042178**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.20

(51) Int. Cl. **C02F 1/48** (2006.01)
B01D 35/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
202100222

(22) Дата подачи заявки
2021.06.11

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКОСТЕЙ (MagVortex)**

(43) **2022.12.30**

(56) RU-C1-2083503
RU-C1-2156225
US-A-4501661
JP-A-2004209455
US-A-4904381

(96) **2021/016 (AZ) 2021.06.11**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ХАЛИЛОВ ЭЛЬЧИН НУСРАТ ОГЛЫ;
ХАЛИЛОВА ТАМИЛЛА ШИРИН
КЫЗЫ; ХАЛИЛОВ АНАР ЭЛЬЧИН
ОГЛЫ; ХАЛИЛОВ ФАРИД ЭЛЬЧИН
ОГЛЫ (AZ)**

(74) Представитель:
Халилов Э.Н. (AZ)

(57) Изобретение относится к области техники магнитной обработки жидкостей. Магнитная обработка жидкостей для изменения их структуры и физических свойств может быть использована для повышения качества топлива, в химической промышленности, при производстве бетона, в системах теплоснабжения, в сельском хозяйстве, медицине, косметологии и т.д. Задачей устройства MagVortex является повышение эффективности устройства для магнитной обработки жидкостей. Сущность изобретения заключается в том, что для повышения эффективности устройства для магнитной обработки жидкостей система постоянных магнитов выполнена в виде каскада трехмерных магнитных матриц. Каждая последующая в каскаде матрица выполнена из шаровых магнитов диаметром от 3/4 до 1/3 от диаметра шаров в предыдущей матрице в каскаде, благодаря чему жидкость подвергается воздействию переменного магнитного поля в более широком спектре частот, что повышает эффективность устройства. Между магнитными матрицами в каскаде размещены разделительные кольца, ширина которых составляет не менее 1/4 от диаметра матрицы, что формирует демпфирующие полости, уменьшающие гидродинамический удар турбулентного потока жидкости при переходе от одной матрицы к другой. Для предотвращения загрязнения матрицы ферромагнитными частицами перед каскадом матриц установлен магнитный сепаратор. Для нормирования потока жидкости на выходном патрубке установлен регулятор потока жидкости. Для усиления индукции магнитного поля матрицы с двух противоположных сторон поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг к другу установлены постоянные аксиально намагниченные магниты, направленные друг к другу противоположными полюсами, длина и ширина которых ограничена длиной и шириной магнитной матрицы. Индукция магнитного поля постоянных магнитов не менее чем в два раза превышает индукцию магнитного поля шаровых магнитов магнитной матрицы.

042178
B1

042178
B1

Изобретение относится к области техники магнитной обработки жидкостей.

Магнитная обработка жидкостей применяется для их структурирования, то есть упорядочивания их молекулярной структуры и улучшения физико-химических свойств, что может быть использовано для повышения качества топлива в химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в системах водоподготовки и теплоснабжения, в мелиорации и сельском хозяйстве, при производстве бетона и строительных материалов, медицине, косметологии и т.д.

Магнитная обработка жидкости осуществляется устройствами, в которых мощное постоянное или переменное магнитное поле воздействует на молекулы и их кластеры жидкости. При прохождении жидкости через магнитное поле происходит ее структурирование, т.е. упорядочение молекул жидкости и разрушение в них кластеров (1, 2). Магнитные свойства различных веществ обусловлены вращением электронов на их орбитах и внутренним моментом их движения (спином). Именно это движение электронов и характеризует своей величиной магнитный момент.

Воздействие мощного магнитного импульса на вещество вызывает в нем ядерно-магнитный резонанс (ЯМР). ЯМР-резонансное поглощение или излучение электромагнитной энергии веществом, содержащим ядра с не нулевым спином во внешнем магнитном поле, на частоте ν (называемой частотой ЯМР) обусловлено переориентацией магнитных моментов ядер (3). При отсутствии внешнего магнитного поля, спины и магнитные моменты протонов ориентированы хаотически. Если поместить протон во внешнее магнитное поле, то его магнитный момент будет либо сонаправлен, либо противоположно направлен магнитному полю, причем во втором случае его энергия будет выше (1, 3).

Таким образом, при прохождении жидкости через мощное магнитное поле в атомах жидкости и веществах возникает явление ядерно-магнитного резонанса, что приводит к ориентированию хаотически ориентированных протонов в строго ориентированное состояние.

Молекулы обычной природной воды объединяются в группы - кластеры, размеры которых могут быть различными и зависят от многих внешних условий - температуры, давления, напряженности магнитного поля и т.д. Наличие кластеров влияет на физико-химические свойства воды, в частности на ее поверхностное натяжение и повышение вязкости (2).

При воздействии на воду мощным магнитным полем происходит разрушение кластеров, из-за чего вода становится однородной, ее вязкость и поверхностное натяжение снижаются. В результате этого происходит структурирование воды от уровня ядер атомов, до уровня имеющихся в воде макромолекул и микрочастиц различных химических соединений. Образующиеся в воде центры кристаллизации приводят к слипанию микрочастиц целого ряда соединений и солей в воде, которые выпадают в осадок. Таким образом происходит существенное умягчение воды и снижение ее поверхностного натяжения, повышается ее биологическая и химическая активность (1, 4, 5).

Кроме того, известно, что создание вихревого потока воды также весьма эффективно разрушает кластеры воды и повышает ее энергетику и биологическую активность. Это свойство механического воздействия на воду используется в вихревых магнитных активаторах воды (6, 7).

В то же время известно, что акустическое воздействие на воду на частоте инфразвука способствует разрушению кластеров воды и ее структурированию (8).

Известно устройство для активации жидкостей, включающее корпус, входной и выходной патрубки, размещенную в корпусе спираль для протока жидкости (6). Жидкость поступает через входной патрубок в корпус и движется по спирали, при этом возникает вихревой поток жидкости, что приводит к разрушению кластеров и структурированию жидкости.

Недостатком данного устройства является низкая эффективность, так как жидкость подвергается только механическому воздействию, при этом могут разрушаться только очень крупные кластеры воды, тогда как для более эффективного структурирования воды необходимо воздействие на уровне атомных ядер и молекулярных структур воды, что достигается воздействием на жидкость мощного магнитного поля.

Известно устройство для магнитной активации жидкостей, включающее корпус, входной и выходной патрубки, находящуюся внутри корпуса камеру магнитной активации жидкостей, в которой размещена система постоянных магнитов. Магнитная система состоит из двух подсистем, расположенных в цилиндрическом корпусе одноименными полюсами друг к другу, при этом каждая из подсистем идентична другой и каждая состоит из двух и более постоянных магнитов кольцевой формы, обращенных друг к другу разноименными полюсами, при этом корпус имеет поперечный по отношению к его продольной оси паз, в котором между одноименными полюсами двух магнитных подсистем расположен трубопровод (9).

Недостатком данного устройства является то, что отдельные части жидкости, проходящей через трубопровод, подвергаются воздействию магнитного поля неравномерно. То есть соприкасающаяся непосредственно с магнитными сборками часть жидкости подвергается максимальному воздействию магнитного поля, а части жидкости отдаленные от поверхности и находящиеся посередине между постоянными магнитами подвергаются минимальному по интенсивности воздействию магнитного поля. Учитывая, что магнитное поле уменьшается обратно пропорционально кубу расстояния до поверхности магнита, снижение воздействия магнитного поля даже при незначительном удалении будет существенным.

Кроме того, в устройстве жидкость движется параллельным потоком, что препятствует различным частям жидкости перемешиваться в потоке и подвергаться, одновременно, магнитному и виброакустическому воздействию. Другими недостатками устройства является его большие размеры, большой вес и низкий КПД, что связано с необходимостью использования постоянных магнитов больших размеров, чтобы обеспечить достаточно высокую интенсивность магнитного поля во всем объеме корпуса, через который протекает жидкость.

Известно устройство для магнитной активации жидкости, включающее корпус, входной и выходной патрубки, камеру образования вихревого потока жидкости и последовательно связанную с ней камеру магнитной активации жидкостей, в которой размещена система постоянных магнитов. Жидкость входит в устройство через входной патрубок и попадает в вихревую камеру, где подвергается завихрению, после чего жидкость поступает в камеру магнитной активации воды, где подвергается воздействию магнитного поля постоянных магнитов, в результате чего повышается эффективность магнитной активации жидкости. Таким образом, жидкость подвергается последовательно воздействию двух физических факторов: завихрению и магнитной активации (7).

Недостатком данного устройства является то, что жидкость последовательно проходит два разных устройства, каждое из которых воздействует на нее независимо. Это, с одной стороны, увеличивает размеры и вес устройства, а с другой стороны снижает эффективность активации воды, так как магнитная и вихревая активация воды не происходят одновременно.

Наиболее близким техническим решением является устройство для магнитной активации жидкости, включающее корпус, входной и выходной патрубки, находящуюся внутри корпуса камеру магнитной активации жидкостей, в которой размещена система постоянных магнитов. Система постоянных магнитов выполнена в виде трехмерной матрицы из магнитных шаров, которая в сечении образует гексагональную структуру, вписанную в периметр сечения камеры магнитной активации жидкости, при этом число слоев образующих матрицу составляют не менее трех. Каждый последующий слой после первого, в матрице магнитных шаров соосно повернут относительно предыдущего слоя по окружности, соединяющей центры угловых шаров гексагонального сечения, на величину, равную радиусу магнитного шара, при этом все слои повернуты в одинаковом направлении, а на входном и выходном патрубках установлены ограничительные сетки, размеры ячеек которых меньше диаметра шаров (10).

Данное устройство также обладает рядом недостатков.

Недостаток 1.

В процессе проводимых авторами работ по применению магнитных активаторов жидкости на основе применения магнитной матрицы, описанной в прототипе (10), для омагничивания воды при поливе пшеницы (11) и помидоров (12) выяснилось следующее. Разборка и осмотр, проведенные авторами, магнитного активатора жидкости через год после эксплуатации для омагничивания поливочной воды показал, что шары в матрице были покрыты тонким слоем ферромагнитной пыли и микрочастиц, которые были выведены из поливочной воды и притянуты к поверхности шаров. Большую часть ферромагнитной пыли составлял оксид железа (ржавчина).

Таким образом, было установлено, что магнитная матрица также играет, не предусмотренную для нее роль магнитного сепаратора, что приводит к постепенному ее загрязнению и снижению объема и проницаемости пор. Этот факт не только со временем снижает эффективность магнитной обработки жидкости, но и может привести к полной закупорке пор и выведению из строя магнитной матрицы. Необходимо также отметить, что магнитная матрица не может быть механически очищена от загрязнений без полной разборки и для очистки магнитов требуется полная разборка магнитной матрицы, то есть ее фактическая замена.

Недостаток 2.

В процессе испытаний, проведенных авторами, устройства для магнитной активации жидкостей, было установлено, что в результате магнитной обработки меняется ряд физических параметров жидкости, в частности снижается ее вязкость и поверхностное натяжение. Эти результаты испытаний полностью согласуются с результатами исследований других авторов, в частности, для воды (1, 4, 5), для углеводородного топлива (13) и для нефти (14, 15). В результате снижения вязкости и коэффициента поверхностного натяжения омагниченной жидкости происходит увеличение ее расхода при том же самом давлении. Это приводит к перерасходу воды или топлива в зависимости от типа омагничиваемой жидкости.

Недостаток 3.

Как было описано в прототипе, при прохождении через магнитную матрицу жидкость испытывает воздействие переменного магнитного поля, частота которого зависит от двух факторов: скорости потока и размеров шаров составляющих матрицу. То есть при той же самой скорости потока жидкости уменьшение диаметра шаров в матрице приводит к повышению частоты переменного магнитного поля воздействующего на жидкость. Причем при любой скорости потока, частотный спектр переменного магнитного поля воздействия на жидкость будет достаточно узким.

Частота переменного магнитного поля, воздействующего на жидкость, имеет большое значение для эффективности магнитной обработки жидкости, что было показано на примере магнитной обработки топлива и нефти (13, 15). Это связано с тем, что в жидких средах, в частности в углеводородном топливе,

образуются макромолекулы, объединенные в кластеры, наличие которых ухудшает качество топлива. Как указано в работе (13), молекулярные кластеры могут образовываться по разным причинам, одной из которых является длительность хранения топлива в различных резервуарах, в том числе в баках автомобилей. В результате попадания кластеров топлива в цилиндры двигателей внутреннего сгорания, они не могут сгореть полностью, поскольку значительная часть молекул, находящихся внутри кластера, находится в момент воспламенения в недостижимой для окислителя зоне. Это существенно снижает эффективность сгорания топлива и приводит к увеличению вредных выбросов в атмосферу (13).

В зависимости от многих факторов, образованные в топливе и других жидкостях кластеры имеют различные размеры. Это также зависит от времени их образования. Кластеры, образованные в более раннее время, продолжают расти и имеют наибольшие размеры, тогда как вновь образующиеся кластеры обладают меньшими размерами. Таким образом, кластеры как молекулярные структуры обладают различной резонансной частотой. Поэтому в зависимости от частоты воздействия, наибольшему разрушению будут подвергаться кластеры определенных размеров, в то время как кластеры других размеров будут менее подвержены разрушению. Зависимость эффективности магнитной обработки жидкостей, в частности нефти и нефтепродуктов, от частоты воздействия переменным магнитным полем отмечается в целом ряде научных исследований, в частности в работе (15).

Между тем, учитывая, что в прототипе применяется матрица с шарами одного размера, то эффективность воздействия переменного магнитного поля на кластеры ограничена определенным размером кластеров. Молекулярные кластеры других размеров подвержены магнитной обработке в меньшей степени.

Недостаток 4.

Одним из наиболее важных факторов эффективности магнитной обработки жидкости является магнитная индукция постоянных магнитов, составляющих магнитную матрицу, т.е. чем больше индукция магнитного поля, тем более эффективным является намагничивание жидкости, что связано с усилением ядерно-магнитного резонанса и, как следствие, более эффективным структурированием жидкости, в первую очередь - разрушением кластеров. В воде и углеводородах с усилением индукции магнитного поля также усиливается процесс выделения свободного кислорода и протонов водорода, что усиливает свойства намагниченной жидкости.

Между тем индукция магнитного поля матрицы напрямую связана с индукцией составляющих матрицу магнитных шаров, т.е. значение как общей индукции магнитного поля магнитной матрицы, так и значение индукции в любой точке ее объема являются одинаковыми. В то же время, значение индукции магнитного поля матрицы ограничено пределом возможной намагниченности составляющих ее шаров. Как известно, намагниченность ферромагнетиков зависит от двух основных параметров - от напряженности внешнего магнитного поля в процессе намагничивания ферромагнетика и от объема ферромагнетика.

То есть в данном случае речь идет об общем магнитном состоянии материала, когда учитываются все магнитные моменты атомов и молекул, из которых состоит вещество и то пространство, которое они занимают, то есть сумма моментов, деленная на объем, охватываемый этими моментами

$$\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}}{V}$$

где величина M называется намагниченностью материала, А/м; V - объем, м³. Проще говоря, чем больше объем намагничиваемого материала, тем большее число доменов участвует в процессе его намагничивания.

Таким образом, становится ясно, что максимальная индукция магнитного поля магнитной матрицы ограничена максимальной индукцией магнитных шаров, из которых она состоит.

На практике производимые промышленностью неодимовые магниты в виде шаров ограничены примерно следующими максимальными значениями.

Диаметр магнитного шара	Индукция магнитного поля, Гаусс
3 мм	1200-1500
5 мм	2500 - 3000
10 мм	4500 - 6000

Между тем постоянные магниты, имеющие больший объем, могут быть намагничены до 12000-14000 Гс.

Таким образом, на практике магнитная матрица имеет существенные ограничения величины индукции магнитного поля, что снижает эффективность магнитной активации жидкостей.

Задачей предполагаемого изобретения является повышение эффективности работы устройства для магнитной обработки жидкостей.

Поставленная задача решается тем, что устройство для магнитной обработки жидкости, в котором согласно изобретению система постоянных магнитов выполнена в виде каскада трехмерных магнитных

матриц, где каждая последующая в каскаде матрица выполнена из шаровых магнитов диаметром от $3/4$ до $1/3$ от диаметра шаров в предыдущей матрице в каскаде, а между магнитными матрицами в каскаде размещены разделительные кольца, ширина которых составляет не менее $1/4$ от диаметра матрицы, перед каскадом матриц установлен магнитный сепаратор, а на выходном патрубке установлен регулятор потока жидкости, при этом с двух противоположных сторон поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг к другу установлены постоянные аксиально намагниченные магниты, направленные друг к другу противоположными полюсами, длина и ширина которых ограничена длиной и шириной магнитной матрицы, а индукция магнитного поля постоянных магнитов не менее, чем в два раза превышает индукцию магнитного поля шаровых магнитов магнитной матрицы.

Сущность изобретения заключается в том, что система постоянных магнитов выполнена в виде каскада трехмерных магнитных матриц, причем, каждая последующая в каскаде матрица выполнена из шаровых магнитов, диаметром от $3/4$ до $1/3$ от диаметра шаров в предыдущей матрице в каскаде. Это позволяет расширить частотный спектр воздействия переменного магнитного поля на проходящую через устройство жидкость.

Число матриц в каскаде может быть подобрано экспериментально. Причем ограничение числа матриц может быть продиктовано минимальным размером шаров, из которых можно практически собрать последнюю матрицу в каскаде.

Между магнитными матрицами в каскаде размещают разделительные кольца, ширина которых составляет не менее $1/4$ от диаметра матрицы. Разделительные кольца создают между матрицами демпфирующие камеры для смягчения гидравлических ударов и снижения гидравлического сопротивления, вызываемых резким переходом турбулентного потока жидкости из одной матрицы в другую, из-за разных размеров пор и диаметров магнитных шаров.

Перед каскадом матриц устанавливается магнитный сепаратор, который собирает на своей поверхности ферромагнитные микрочастицы и пыль, тем самым препятствуя загрязнению и выходу из строя магнитной матрицы.

С целью предотвращения перерасхода омагниченной жидкости, в результате снижения ее вязкости и поверхностного натяжения, на выходном патрубке установлен регулятор потока жидкости, позволяющий частично перекрыть выходящий поток омагниченной жидкости и предотвратить ее перерасход.

Каждая последующая в каскаде матрица выполнена из шаровых магнитов, диаметр которых составляет от $3/4$ до $1/3$ от диаметра шаров в предыдущей матрице или группе матриц в каскаде. Таким образом, уменьшение диаметра шаров в матрице приводит к увеличению частоты переменного магнитного поля, воздействующего на протекающую жидкость. Это связано с тем, что за один и тот же промежуток времени вода проходит через большее количество знакопеременно размещенных шаровых магнитов. Наличие в каскаде матриц с различным диаметром шаров позволяет расширить частотный спектр переменного магнитного поля, воздействующего на жидкость. Проходя через размещенные спиралевидно поры магнитных матриц, жидкость переходит в турбулентное вихревое движение, подвергаясь не только воздействию переменного магнитного поля, частота которого зависит от скорости потока и размеров шаров в матрице, но также воздействию переменного давления, что является одним из факторов, способствующих дополнительному разрушению кластеров и более эффективному структурированию жидкости.

Соотношение диаметров шаров каждой последующей матрицы по отношению к предыдущей от $3/4$ до $1/3$ было подобрано экспериментально и позволяет наиболее эффективно расширить частотный диапазон переменного магнитного поля, воздействующего на проходящую через устройство жидкость.

Обоснование необходимости установки разделительных колец между двумя соседними матрицами и их ширины, составляющей не менее $1/4$ от диаметра матриц, объясняется следующим образом.

При переходе жидкости от одной матрицы к другой в пограничной зоне между матрицами возникает гидродинамический удар и появление "паразитных завихрений" потока жидкости, что повышает гидродинамическое сопротивление и вызывает паразитные пульсации давления потока жидкости. Это происходит из-за уменьшения пор и диаметров шаров каждой последующей матрицы в каскаде, т.е. из-за изменения геометрической структуры каждой последующей матрицы по отношению к предыдущей. Поэтому в устройстве был применен метод смягчения гидродинамических ударов и "паразитных завихрений" с помощью создания демпфирующих полостей, широко применяемых в гидродинамике (17, 18).

Магнитная матрица представляет собой плотнейшую упаковку, в которой объем пор составляет около 10% от всего объема матрицы (16). Соответственно площадь пор в сечении матрицы также составляет 10% от общей площади сечения матрицы. Авторами экспериментально была установлена наиболее эффективная ширина разделительных колец между матрицами, которая составляет не менее $1/4$ от диаметра матриц. Эта величина была определена следующим образом.

Через изготовленный образец устройства, состоящий из двух матриц, между которыми размещалось разделительное кольцо, пропускалась вода под разным давлением от 0,5 до 4 Атм. При этом, к корпусу устройства для магнитной активации жидкостей был закреплен трехкомпонентный вибродатчик с измерителем вибрации Октава -101В. Измерения уровня вибрации проводились при разном давлении воды с разницей 0,5 Атм следующим образом.

В первом эксперименте между матрицами не было установлено разделительного кольца. Затем, ме-

жду матрицами устанавливалось разделительное кольцо различной ширины и при каждой ширине измерялся уровень вибрации. При этом было использовано 10 разделительных колец с шириной от 1/10 до 1 от диаметра матрицы. Было установлено, что при ширине разделительного кольца до 1/4 от диаметра матрицы, при прохождении воды возникали непериодические импульсные вибрации, которые также выражались в неравномерности и пульсациях давления потока жидкости. Амплитуда вибраций существенно снижалась при ширине разделительного кольца 1/4 от диаметра матрицы и при дальнейшем увеличении ширины кольца, амплитуда вибраций оставалась практически неизменной.

Регистрируемые непериодические вибрации появлялись в результате гидродинамического удара и появления "паразитных завихрений" потока жидкости, вызванных переходом от одной матрицы к другой. Таким образом, при ширине разделительного кольца, равной 1/4 от диаметра матрицы, образовывалась демпфирующая полость между двумя матрицами, благодаря которой происходило существенное смягчение гидродинамического удара при переходе турбулентного потока жидкости от одной матрицы к другой. Поэтому величина ширины матрицы, равная 1/4 от ее диаметра, была авторами принята как минимальная ширина разделительных колец.

Как было отмечено в описании недостатка 4 прототипа, величина индукции магнитного поля матрицы ограничена величиной индукции составляющих ее шаровых магнитов. В свою очередь, магнитная индукция шаровых магнитов зависит от их размеров (объема). Этот фактор ограничивает повышение эффективности магнитной матрицы за счет усиления ее индукции магнитного поля. Поэтому с целью повышения величины индукции магнитного поля магнитной матрицы, с двух противоположных сторон боковой поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг другу, установлены постоянные аксиально намагниченные магниты, направленные друг к другу противоположными полюсами, длина и ширина которых ограничена длиной и шириной магнитной матрицы, а индукция магнитного поля постоянных магнитов не менее чем в два раза превышает индукцию магнитного поля шаровых магнитов магнитной матрицы.

Благодаря размещению с двух противоположных сторон боковой поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг к другу, мощных (усиливающих) постоянных аксиально намагниченных магнитов, магнитный поток, проходящий через матрицу, усиливает общую индукцию магнитного поля матрицы. Это связано с тем, что индукция магнитного поля "усиливающих" магнитов не менее чем в два раза превышает индукцию магнитного поля шаровых магнитов, образующих матрицу. При этом, структура магнитного поля матрицы несколько деформируется из-за переориентации магнитных доменов в шаровых магнитах матрицы. Это связано с тем, что элементарные магнитные моменты в шаровых магнитах разворачиваются навстречу внешнему магнитному полю "усиливающих" магнитов. В соответствии с принципом суперпозиции полный суммарный вектор магнитной индукции в каждом шаре определяется как векторная сумма векторов магнитной индукции внешнего и внутреннего магнитных полей (20). Общее магнитное поле магнитной матрицы вытянуто перпендикулярно "усиливающим" магнитам. Этот фактор также приводит к существенному повышению амплитуды ядерно-магнитного резонанса при прохождении молекул жидкости через осевую плоскость сечения вдоль магнитной матрицы, расположенную перпендикулярно к "усиливающим магнитам", в процессе движения вихревого потока жидкости через поры матрицы. Это существенно повышает эффективность омагничивания и структурирования жидкости.

Что касается условия превышения индукции магнитного поля "усиливающих магнитов" не менее чем в два раза по отношению к индукции магнитного поля магнитных шаров, составляющих матрицу, то эта величина была определена авторами экспериментально. Заметное повышение эффективности омагничивания жидкости наблюдается при величине индукции магнитного поля "усиливающих магнитов", превышающей величину индукции магнитного поля шаров в матрице на менее чем в два раза. Эта величина была определена посредством измерений величины ряда параметров (вязкости и поверхностного натяжения) при омагничивании автомобильных масел и дизельного топлива, а также снижение температуры воспламенения и температуры вспышки дизельного топлива. Так, при величине индукции магнитного поля "усиливающих магнитов", превышающей в два раза и более индукцию магнитного поля шаров матрицы, происходило заметное изменение тренда в сторону более интенсивного изменения вышеуказанных параметров жидкостей.

Число матриц в каскаде подбирается экспериментально, при этом производят омагничивание жидкости с помощью одного, двух, трех и большего количества матриц в каскаде. Измеряют изменения параметров рабочей жидкости при каждом значении числа матриц в каскаде. Например, в случае применения в качестве рабочей жидкости топлива измеряются такие параметры, как вязкость, поверхностное натяжение, плотность, температура вспышки, температура воспламенения, которые изменяются при магнитной обработке топлива (13). Выбирается такое число матриц в каскаде, при котором достигаются параметры топлива, наиболее близкие к требуемым.

На фиг. 1. показана в качестве примера схема конкретного исполнения устройства для магнитной активации жидкостей. Устройство состоит из корпуса 1, входного патрубка 2, выходного патрубка 3, магнитных матриц с разными диаметрами шаров А, В и С, ограничительных сеток матриц 4, разделительных колец 5, установленных между ограничительными сетками двух соседних матриц, демпфирую-

щих полостей K1 и K2, образованных разделительными кольцами между двумя соседними матрицами, магнитного сепаратора 6, состоящего из магнитного цилиндра 6а и опорных элементов магнитного цилиндра 6б. Магнитный сепаратор может быть любой известной конструкции. В данном примере магнитный сепаратор выполнен по широко известной схеме (19) и состоит из серии цилиндрических магнитов 6с, разделенных цилиндрическими прокладками из немагнитного материала, что необходимо для лучшей сепарации ферромагнитных загрязнителей, содержащихся в жидкости. В данном устройстве магнитный сепаратор жидкости 6 также служит для первичной магнитной обработки жидкости, что повышает эффективность структурирования жидкости.

На выходном патрубке 3 установлен регулятор потока жидкости 7. В качестве регулятора потока жидкости может быть использован любой тип регулятора, используемый для данного типа жидкости, например вентиль или регулировочный винт.

С двух противоположных сторон боковой поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг к другу устанавливаются постоянные аксиально намагниченные магниты 8, направленные друг к другу противоположными полюсами.

На фиг. 2. показано распределение силовых линий магнитного поля в продольном и поперечном сечении магнитных матриц. На фиг. 2а) показано распределение силовых линий магнитного поля в продольном сечении каскада магнитных матриц с усиливающими магнитами, размещенными с противоположных сторон матриц. На фиг. 2б) для сравнения показано распределение силовых линий в поперечном сечении трехмерной магнитной матрицы, используемой в прототипе, с указанием магнитных диполей D1, D2 и D3. На фиг. 2с) показано распределение силовых линий и магнитных диполей в поперечном сечении магнитной матрицы с усиливающими магнитами, имеющими прямоугольное поперечное сечение. На фиг. 2д) показан вариант практического исполнения усиливающих магнитов с дугообразным поперечным сечением. Преимуществом использования усиливающих магнитов с прямоугольным поперечным сечением, как показано на фиг. 2с), является универсальность и практичность прямоугольных магнитов, не требующих специального изготовления под размеры магнитных матриц разных диаметров. Преимуществом магнитов с дугообразным поперечным сечением, как показано на фиг. 2д), является более высокий коэффициент полезного действия, что связано с максимально близким прилеганием всей поверхности усиливающих магнитов к поверхности магнитной матрицы.

Устройство работает следующим образом. Как показано на фиг. 1, жидкость поступает во входной патрубок 2 и проходит через магнитный сепаратор 6, где происходит ее очистка от ферромагнитных загрязнителей. Затем жидкость проходит через ограничительную сетку 4 и матрицу С, после выхода из которой, через сетку 4, жидкость попадает в демпфирующую полость K1, снижающую гидродинамический удар и коэффициент сопротивления турбулентного потока при переходе от одной матрицы к другой. Полость K1 формируется с помощью разделительного кольца 5, установленного между ограничительными сетками соседних матриц.

После прохождения полости K1 жидкость последовательно проходит через магнитную матрицу В, демпфирующую полость K2 и магнитную матрицу А, после чего выходит через регулятор потока жидкости 7 и выходной патрубок 3. Минимальный размер демпфирующих полостей снижения гидравлических ударов и сопротивления турбулентного потока между матрицами был получен экспериментально и составляет 1/4 от диаметра матрицы. Регулятор жидкости 7 позволяет снижать расход жидкости при прохождении через сепаратор из-за снижения ее вязкости и поверхностного натяжения.

Размещенные с двух противоположных сторон поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии и параллельно друг к другу, постоянные аксиально намагниченные магниты 8 усиливают величину полной индукции магнитного поля магнитной матрицы и повышают эффективность омагничивания жидкости.

Название "Устройство для магнитной обработки жидкостей (MagVortex)" было предложено авторами с учетом особенностей физического принципа действия устройства. В названии "MagVortex", Mag означает магнитное поле, а Vortex - в переводе с английского - вихрь, т.е. "магнитный вихрь". Проходя через спиралевидную структуру матрицы жидкость из ламинарного потока переходит в турбулентный, и это завихрение жидкости приводит к тому, что жидкость также подвергается и воздействию спиралевидного магнитного поля (что детально обосновано в прототипе настоящего изобретения (10)). Таким образом, сокращенное название "MagVortex" отражает физический принцип действия предлагаемого технического решения.

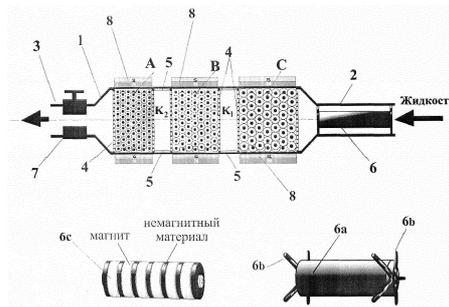
Источники информации, принятые ко вниманию.

1. Классен И.В. Омагничивание водных систем. Изд. 2-ое дополненное. М., Химия, 1982, с. 265-282.

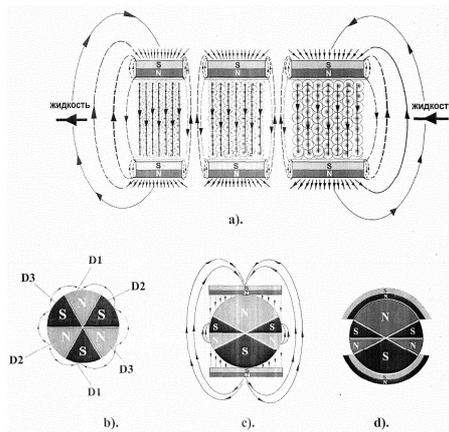
2. Мосин О.В. Формирование кластеров воды.
<http://www.o8ode.ru/article/learn/klaster.htm>
3. Дероум А. Современные методы ЯМР в химических исследованиях. М., Мир, 1990.
4. Методы омагничивания воды.
<http://www.o8ode.ru/article/oleg2/magnit/Methods-of-magnetised-water>
5. Ткаченко Ю.П. Магнитные технологии в сельском хозяйстве. 2015.
<https://www.proza.ru/2016/09/26/1066>
6. Discover the Vortex Water Revitalizer. <https://www.alivewater.com/vortex-water-revitalizer-product-description>
7. Super Imploder. <https://www.fractalwater.com/catalog/super-imploder/>
8. Коваленко В.Ф., Глазкова В.В. Влияние акустических волн на структурные свойства воды. Биомедицинская инженерия и электроника. № 1 (3), 2013, с. 2-14.
9. Устройство магнитной очистки и обработки воды ЭКОМАГ-100Г. Патент РФ № 2 333 895, 2006.
10. Халилов Э.Н. Устройство для магнитной активации жидкостей. Заявка на получение патента ЕАПО №201900186. (Получено уведомление о готовности выдачи патента).
11. Talai C.M., Khalilov E.N., Zamanov A.A., Allahverdiyev T.I., Ibrahimova I.Q., Hasanova Q.M. Effect of magnetized water using the MAGMATRIX devices on yield and quality wheat indicators. Science Without Borders. Transactions of the International Academy of Science H&E. Vol. 6. Innsbruck, SWB, 2021, ISSN 2070-0334.
12. Allahverdiyev E, Khalilov E, Ibrahimov A. Results of tests of the influence of irrigation of magnetized water using the "MAGMATRIX AGRO" technology to vegetable growth. Science Without Borders. Transactions of the International Academy of Science H&E. Vol. 6. Innsbruck, SWB, 2021, ISSN 2070-0334
13. Щурин К.В., Панин И.Г. Изменение свойств немагнитных жидкостей в переменном магнитном поле. *Металлургия и материаловедение. Информационно-технологический вестник* № 1(11) 2017, сс.1-5.
14. Пивоварова Н.А. Магнитные технологии добычи и переработки углеводородного сырья. *Обз. Информ. М.: ООО Газпром Экспо, 2009, 120 с.*
15. Злобин А.А. Изучение механизма магнитной активации нефти для защиты добывающих скважин от асфальтеносмолопарафиновых отложений. *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело.* 2017, Т.16, №1. С.49–63
16. Слоэн Н. Дж. А. Упаковка шаров. *Scientific American.* Издание на русском. №3, март, 1984, с. 72–82.
17. Руководство по расчету средств защиты водоводов от гидравлических ударов. ВНИИ «ВОДГЕО», Москва, 1970.
18. В.Н. Ковальногов, А.В. Чукалин, Л.В. Хахалсва, Р.В. Федоров, А.А. Плеханова. Исследование влияния количества демпфирующих полостей на сопротивление трения турбулентного потока. *Автоматизация процессов управления* № 1 (47) 2017. с.34-39.
19. Магнитный сепаратор, как он устроен? <https://supermagnit.kz/teh-info?node=946>
20. Лесных Е.В., Бобров А.Л. Физические основы магнитного метода неразрушающего контроля. Сибирский государственный университет путей сообщения. Новосибирск, 2015, 40 с.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для магнитной обработки жидкости, отличающееся тем, что система постоянных магнитов выполнена в виде каскада трехмерных магнитных матриц, где каждая последующая в каскаде матрица выполнена из шаровых магнитов диаметром от $3/4$ до $1/3$ от диаметра шаров в предыдущей матрице в каскаде, а между магнитными матрицами в каскаде размещены разделительные кольца, ширина которых составляет не менее $1/4$ от диаметра матрицы, перед каскадом матриц установлен магнитный сепаратор, а на выходном патрубке установлен регулятор потока жидкости, при этом с двух противоположных сторон поверхности каждой матрицы, вдоль ее осевой линии, параллельно друг к другу установлены постоянные аксиально намагниченные магниты, направленные друг к другу противоположными полюсами, длина и ширина которых ограничена длиной и шириной магнитной матрицы, индукция магнитного поля постоянных магнитов не менее чем в два раза превышает индукцию магнитного поля шаровых магнитов магнитной матрицы.



Фиг. 1



Фиг. 2

