

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ СРЕД МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ

В результате теоретических и экспериментальных исследований подтверждена гипотеза о положительном влиянии магнитной обработки на изменение физико-химических свойств технологических жидкостей и топлив. Выявлено, что применение магнитной обработки вызывает заметное улучшение свойств жидкостей, в том числе влияющих на здоровье людей, энергетические и экологические показатели двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: магнитная обработка, магнитное поле, электромагнитное поле, магнитный активатор.

Светлой памяти Виктора Александровича Помазкина посвящается

Технологическая простота процедуры омагничивания жидких сред, состоящей в том, что поток жидкости протекает через зазор между полюсами магнита или через соленоид, питаемый электрическим током, стимулировала проведение экспериментальных работ с последующим внедрением на широком круге объектов.

Идея «магнитной воды», модифицированной путем воздействия постоянного магнитного поля, принадлежит доктору Е.В. Утехину, который показал ее замечательные свойства: он доказал, что в ней увеличивается скорость химических реакций и кристаллизации растворенных веществ, интенсифицируются процессы адсорбции, ускоряется коагуляция примесей и выпадение их в осадок. Омагниченная вода становится более структурированной, биологически активной и оказывает позитивное технологическое и терапевтическое воздействие [1].

В дальнейшем методы магнитной обработки получили применение не только для воды и водных растворов, но и для нефти, моторных топлив, растворов полимеров, цементных и буровых растворов, семян растений, крови и т.д. Путем применения магнитной обработки устраняют засоление почв даже при их поливе водой с высоким содержанием солей, предотвращают отложения минералов и органических веществ при добыче и транспортировке воды и нефти, существенно снижают вязкость цементных растворов и др. Широкое применение магнитная обработка нашла в медицине для улучшения состояния кровеносных сосудов, очистки крови от отравляющих веществ, понижения кровяного давления.

Положительный эффект здесь достигается вследствие того, что после магнитной обработки

многократно увеличивается количество примесей коллоидных частиц. Поскольку коллоидные частицы ферромагнитного железа присутствуют практически в любой технологической жидкости, возникла гипотеза о том, что в такой среде под воздействием магнитного поля изменяются размеры ферромагнитных частиц. Оказалось, что в жидкостях частицы ферромагнитного железа существуют главным образом в виде стержнеобразных кристаллов с длиной менее 1 мкм (10^{-6} м), и эти микрокристаллы соединяются в структуры – агрегаты достаточно больших размеров, в которых объединяются тысячи таких частиц. Под воздействием магнитного поля агрегаты дробятся на фрагменты, представляющие собой агрегаты меньших размеров и отдельные частицы, которые и изменяют свойства растворов. Дробление агрегатов приводит прежде всего к многократному увеличению количества твердых частиц, которые служат центрами кристаллизации и газообразования. Проведен эксперимент по магнитной обработке водопроводной воды с использованием метода структурного анализа и счетчика механических примесей, в результате которого обнаружено, что на агрегатах и отдельных частицах железа формируются газовые пузырьки с размерами от 1 мкм до 100 мкм и более. Магнитная обработка приводила к многократному увеличению совместных образований, включающих газовый пузырек и ферромагнитную частицу (агрегат). Растворение частиц железа с помощью специально подобранного комплекса приводило к снижению количества таких образований вплоть до их полного исчезновения [2].

Механизм разрушения такого агрегата в магнитном поле легко проиллюстрировать на

примере двух ферромагнитных объектов – магнитных стрелок. В зависимости от взаимной ориентации расположенные рядом стрелки могут испытывать как взаимное притяжение, так и отталкивание. Притяжение соответствует минимуму энергии, поэтому частицы при случайных столкновениях образуют агрегаты, где их магнитные моменты взаимно ориентированы таким образом, что между ними возникает взаимное притяжение.

В достаточно сильном внешнем магнитном поле такой агрегат разрушится, поскольку составляющие его частицы приобретут одинаковую ориентацию вдоль поля и за счет сил отталкивания отдалятся друг от друга. Через некоторое время, если частицы не участвовали в других химических и физических процессах, агрегаты образуются вновь. Следовательно, агрегаты ферромагнитных частиц окислов железа представляют собой такой объект, который, взаимодействуя с магнитным полем, проявляет многочисленные вторичные эффекты магнитной обработки. Поскольку примеси таких частиц присутствуют в большинстве технологических жидкостей, в крови животных и человека, в структурах растений и тканей, становится очевидной универсальность процессов магнитной обработки, обуславливающая широкую область их биологических и технических приложений [3].

Как уже отмечалось выше, важнейшей составляющей процесса магнитной обработки является возникновение микропузырьков газа, образованных на поверхности железосодержащих частиц. Исследования показали, что такие микропузырьки обладают электрическим зарядом и высокой адсорбционной активностью по отношению к органическим и минеральным отложениям. После магнитной обработки такие пузырьки придают жидкости моющие свойства, подобные тем, которые возникают при добавлении в воду стирального порошка или мыла. Сталкиваясь со стенками, пузырьки отделяют от них частички отложений и уносят их на своей поверхности в поток жидкости, очищая стенки топливопроводов, нагревательные элементы и даже стенки кровеносных сосудов.

Наличие физико-химической модели магнитной обработки дает возможность естественным образом объяснить эффекты, наблюдавшиеся в различных процессах. Начнем с отложения солей жесткости – процесса образования в пере-

сыщенном растворе нерастворимых солей карбоната кальция. При увеличении количества центров кристаллизации средние размеры выпавших кристаллов значительно уменьшаются, т.е. происходит «растворение» твердой фазы, следовательно, значительно снижается скорость седиментации, ведущей к образованию накипи. Микропузырьки газа с прикрепленными к ним твердыми частицами окислов железа и карбонатов, взаимодействуя с поверхностью нагрева, будут захватывать частицы отложений и выноситься в объем, двигаясь вместе с конвекционным потоком нагретой жидкости. Совокупность «растворения» и флотационного выноса частиц и дает эффект предотвращения и удаления накипи после магнитной обработки воды. Этот эффект используется для предотвращения отложения солей и органических веществ в промышленных трубопроводах и теплоэнергетических установках, он является перспективным для повышения безотказности и долговечности систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания мобильных и стационарных машин.

Примеси окислов железа присутствуют в крови человека, являясь продуктами распада гемоглобина, и, поскольку кровь является переносчиком газов воздуха, можно ожидать, что магнитная обработка потока крови приводит к образованию многочисленных микропузырьковых активных элементов. Поэтому магнитная обработка крови способствует устранению холестериновых отложений на стенках сосудов и, следовательно, улучшает гемодинамику, в том числе капиллярную. Вторичным эффектом магнитной обработки может служить понижение кровяного давления, а также ликвидация отложений солей.

При магнитной обработке дизельных, бензиновых топлив и мазута наблюдается уменьшение средних размеров капель в воздушно-капельной смеси, поскольку частицы окислов являются центрами адсорбции примесей смол, асфальтенов, воды и центрами газообразования. Уменьшение средних размеров капель приведет к более полному и равномерному сгоранию смеси и выразится в снижении расхода топлива и уменьшении содержания закиси углерода и азота.

Все вышеперечисленные эффекты магнитной обработки могут быть достигнуты, если ее производить рационально сконструированным магнитным устройством, установленным в нужном месте. Другим условием является на-

личие в растворе хотя бы минимального количества примесей, необходимых для проявления эффекта магнитной обработки. Таким образом, высокая эффективность внедрения технологии магнитной обработки возможна только на основе многофакторной оптимизации.

В.А. Помазкиным разработан и запатентован «Аппарат Помазкина для магнитной обработки жидкостей» [4], который представляет собой соленоидную катушку, надетую на латунную трубку диаметром 20 мм. Внутри нее смонтирован концентратор из шести дисков диаметром 18 мм, разной толщины, выполненных из материала Ст-3 и АРМКО-железа. Расстояние между дисками регулировали медными кольцами, свободно перемещающимися внутри трубки. Установленный на выходе аппарата вентиль позволял регулировать скорость протекания воды в зазорах аппарата.

В первой серии опытов определялась зависимость эффективности омагничивания от токового режима аппарата. Расход воды был выбран таким, чтобы в средних зазорах аппарата вода текла со скоростью 0,5 м/с. Значение эффективности омагничивания определяли как среднее арифметическое из 7–9 однотипных измерений, соответствующих данной токовой нагрузке аппарата. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Анализируя результаты, можно прийти к выводу, что аппарат сохраняет высокую работоспособность при изменении его токового режима в диапазоне от 0,5 до 3,5 А. То есть изменение рабочего тока в семь раз и более не выводит аппарат из рабочего режима. Изменение же рабочего тока аналогичных аппаратов более чем на 30% при сохранении стабильности скорости перемещения воды практически выводит стандартные аппараты из режима эффективного омагничивания. Следовательно, стабильность аппарата Помазкина по отношению к изменению токового режима в 15–20 раз выше, чем у существующих омагничивающих аппаратов.

Чтобы оценить работоспособность этого аппарата по отношению к изменению скорости протекания жидкости в рабочей магистрали,

Таблица 1. Зависимость эффективности магнитной активации от токового режима аппарата

Ток в катушке, А	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5
Эффективность омагничивания, %	15	33	42	40	43	47	33

была проведена вторая серия опытов. Токовый режим был выбран в середине рабочего диапазона, т.е. ток взяли равным 2 А. Каждое значение эффективности омагничивания определяли усреднением по результатам 5–7 однотипных измерений. Скорость движения воды в средних зазорах аппарата определяли по расходу воды в единицу времени. Результаты этого эксперимента представлены в таблице 2.

По результатам эксперимента видно, что работоспособность аппарата сохраняется при изменении скорости протекания воды от 0,35 до 1,2 м/с, т.е. изменение скорости в 3,4 раза не выводит аппарат из рабочего режима. В существующих аналогичных аппаратах изменение скорости на 50–60% делает аппарат при данном токовом режиме неработоспособным. Следовательно, стабильность данного аппарата по отношению к изменению расхода жидкости рабочей магистрали в 5–6 раз выше, чем у существующих аналогичных омагничивающих аппаратов.

В разработанном и защищенном патентом «Экспресс-анализе физической активации жидкостей» [5] в основу положен феномен изменения вязкостно-коагуляционных свойств жидкостей, прошедших обработку магнитным полем или подвергнутых другой физической активации. Нерастворимый в данной жидкости порошок будет оседать в ней со скоростью, которая будет изменяться в зависимости от вязкости этой жидкости и от размеров частиц порошка, как это следует из уравнения Стокса:

$$v = \frac{2(\rho - \rho')gr^2}{9\eta}$$

где ρ и ρ' – плотность жидкости и порошка соответственно, кг/м³;

η – коэффициент вязкости жидкости, Па·с

r – радиус частиц порошка, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

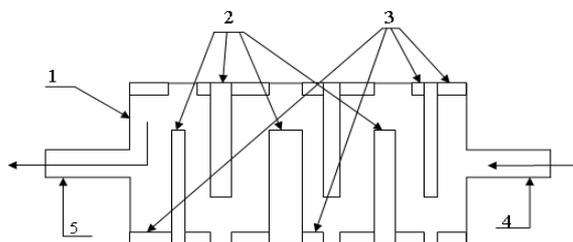
Таблица 2. Зависимость эффективности магнитной активации аппарата от скорости движения воды относительно магнитного поля

Скорость воды, м/с	0,25	0,3	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,2
Эффективность омагничивания, %	17	20	32	37	43	44	42	40	38	43	39

Поскольку омагничивание приводит к усилению коагуляции – укрупнению размеров частиц и уменьшению вязкости, то оба этих фактора приведут к увеличению скорости оседания порошка. В отличие от известной «реакции Пиккарди» изменение скорости оседания порошка не сопряжено с какими-либо изменениями химизма жидкости или порошка, т.е. способ основан на чисто физическом явлении, что делает его более стабильным и повышает воспроизводимость получаемых с его помощью результатов.

Разработанный способ позволяет не только обнаружить феномен изменения свойств жидкости, вызванный ее магнитной обработкой, но и дает возможность количественной оценки глубины этих изменений, т.е. позволяет сформировать обоснованное заключение о характере процессов магнитной активации. Диапазон контроля степени омагничивания различных по химическому составу сред у способа [5] существенно шире, чем у известных аналогичных способов, и его можно использовать для индикации физической активации спиртов, масел, топлив органических растворителей и других жидких сред.

Авторами разработан и защищен патентом Российской Федерации магнитный активатор жидких сред [8]. Принципиальное отличие активатора от ближайшего аналога [4] заключается в том, что омагничивание происходит не в ограниченных локальных объемах (рабочих зазорах), а на всем пути следования жидкости, поскольку его конструкция предусматривает зигзагообразное движение жидкости, например топлива, внутри активатора; при этом пересечение магнитных силовых ли-



1 – неферромагнитный корпус; 2 – концентратор силовых линий, выполненный из ферромагнитных пластин; 3 – регулировочные неферромагнитные прокладки, задающие расстояние между пластинами концентратора; 4 – подводный патрубок; 5 – отводящий патрубок.

Рисунок 1. Схема магнитного активатора жидких сред

ний происходит под углом, незначительно отличающимся от 90° , что является предпосылкой достижения максимального эффекта омагничивания. Активатор состоит из неферромагнитного корпуса, внутри которого расположен концентратор магнитных силовых линий, выполненный в виде ферромагнитных пластин, однократно обработанных магнитным импульсом, создающих максимально эффективные рабочие магнитные поля в зоне обработки активируемой жидкости за счет собственной остаточной индукции пластин, а рабочие промежутки аппарата расположены в шахматном порядке относительно друг друга.

Исследования В.А. Помазкина позволяют сделать вывод, что на степень активации жидких сред наиболее эффективно влияют не высокие напряженности магнитных полей, а поля напряженностью 18–120 Э. Кроме того, эффективность практически напрямую зависит от времени воздействия магнитного поля. Поэтому магнитные поля в зоне движущейся жидкости мы создавали за счет остаточной магнитной индукции ферромагнитных пластин магнитного концентратора, подвергнув их однократной импульсной магнитной обработке. Для повышения магнитной жесткости пластин, изготовленных из обычных конструкционных сталей, они подвергались термической обработке. Для увеличения времени воздействия магнитного поля внутри активатора предусмотрено зигзагообразное движение обрабатываемой жидкости по отношению к продольной оси аппарата, что позволяет удлинить путь активируемого вещества в магнитном поле в несколько раз. Чтобы принудить жидкость двигаться с различными скоростями при одноразовом прохождении в магнитном поле, расстояния между пластинами концентратора выполнены различными, а для повышения эффективности воздействия магнитного поля поток обрабатываемой жидкости разбили на очень тонкие слои – до 0,5 мм (рисунок 1).

Одной из важнейших особенностей активатора является возможность регулирования при настройке всех четырех магнитотропных параметров: напряженности, градиента напряженности, времени пребывания и скорости движения в магнитном поле. При этом появляется возможность локальной корректировки напряженности и градиента напряжен-

ности магнитного поля методом «локального размагничивания – импульсного намагничивания». При настройке же известных аналогичных аппаратов предусмотрено регулирование лишь одного параметра – напряженности магнитного поля.

При проведении эксперимента по определению эффективности омагничивания бензина магнитный активатор устанавливался в разрез топливного шланга между карбюратором и топливным насосом. Испытания активатора заключались в снятии внешней и частичной скоростных характеристик автомобильного карбюраторного двигателя на обкаточно-тормозном стенде в двух комплектациях системы питания: штатное состояние и состояние с активатором топлива.

По результатам проведенных испытаний выявлено, что при использовании магнитного активатора крутящий момент увеличился в среднем на 4,2%, мощность двигателя увеличилась на 3,9%, удельный расход топлива уменьшился на 6,2%, содержание углекислого газа в выхлопных газах снизилось на 14,4%, а соединений углеводородов – на 22,6% [6].

Такие результаты получились в связи с тем, что топливо, проходя через камеру активатора, становится мелкодисперсным (силовые линии магнитного поля рубят углеводородную цепочку), что увеличивает его тепло-

творную способность. Процесс сгорания топлива происходит с повышенной скоростью и более полно, в связи с чем, соответственно, возрастает мощность. Для дополнительного повышения эффективности омагничивания в камере активатора находится устройство, создающее электромагнитное поле, пульсирующее с высокой частотой, что активировывает процессы собственных колебаний на молекулярном уровне, вследствие чего снижается скорость образования нагара и закоксовывания двигателя. Параллельно происходит интенсификация образования высокоактивных газозвездных «пузырьков», которые способствуют очистке стенок систем подачи топлива от отложений: двигатель с активатором топлива в процессе эксплуатации сам себя очищает [7].

Выпускаемые в настоящее время отечественной промышленностью постоянные высококоэрцитивные магниты на основе редкоземельной керамики дают возможность, не прибегая к импорту, выпускать магнитные активаторы, способные создавать необходимый технологический эффект при высоких собственных показателях безотказности и долговечности. Это открывает возможность технологического рывка для широкой гаммы процессов и устройств.

16.05.2011

Список литературы:

1. Лесин, В.И. Физико-химический механизм обработки воды магнитным полем (The physical mechanism of water magnetic treatment) // Сборник докладов 5-го Международного конгресса «Экватэк», Москва, 4-7 июня 2002. С. 371 (на русском и английском языках).
2. Лесин, В.И. Обработка магнитным полем водных растворов – способ разрушения примесей агрегатов ферромагнитных микрочастиц // Материалы VII Всероссийского симпозиума «Актуальные проблемы теории адсорбции, модификации поверхности и разделения веществ», Отделение общей и технической химии РАН, Москва – Клязьма, 22-26 апреля 2002. С. 101.
3. Помазкин, В.А. Неспецифические воздействия физических факторов на объекты биотехносферы: Монография / В.А. Помазкин. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2001. С. 315.
4. Патент RU№2096339 С1, МПК С 02 F 1/48. Аппарат Помазкиной для магнитной обработки жидкостей / В.А. Помазкин. (РФ). – №1994013168/25. – Заявлено 15.04.1994. – Решение о выдаче патента от 01.09.1996 г. – Оpubл. 20.11.1997 г., Бюл. №32. – 4 с.: ил.
5. Патент RU№2096759 С1, МПК G 01 N 15/04, С 02 F 1/48. Экспресс-анализ физической активации жидкостей / В.А. Помазкин (РФ). – №1994028491/25. – Заявлено 28.08.1994. – Решение о выдаче патента от 11.09.1996 г. – Оpubл. 20.11.1997 г., бюл. №32. – 3 с.: ил.
6. Помазкин, В.А. Оценка эффективности магнитной активации автомобильных топлив / В.А. Помазкин, К.В. Щурин, Е.В. Цветкова // Сборник материалов IX Российской научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах»: Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. С. 282-291.
7. Цветкова, Е.В. Магнитная обработка топлива как способ улучшения эксплуатационных показателей автомобильных двигателей / Е.В. Цветкова, В.А. Помазкин, К.В. Щурин, А.Н. Гулин // Сборник материалов международной научной конференции «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации», часть 6: Оренбург, 2010. С. 208-212.
8. Патент RU№2411190 С1, МПК С 02 F 1/48. Магнитный активатор жидких сред / В.А. Помазкин, К.В. Щурин, Е.В. Цветкова (РФ). – №2009124037/05. – Заявлено 23.06.2009. – Решение о выдаче патента от 01.09.2010 г. – Оpubл. 10.02.2011 г., бюл. №4. – 2 с.: ил.

Сведения об авторах:

Щурин Константин Владимирович, декан транспортного факультета, заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и сертификации Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор

Цветкова Елена Вячеславовна, старший преподаватель кафедры общей физики, физический факультет Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел.: (3532) 372560; (3532) 372439

UDC 537.6/62-404

Shchurin K.V., Tsvetkova Ye.V.

Orenburg state university, e-mail: tteng@mail.ru

CHANGE THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF LIQUID ENVIRONMENTS BY MAGNETIC PROCESSING

After theoretical and experimental studies the authors confirmed the hypothesis about the positive effects of magnetic treatment on physico-chemical properties of technological liquids and fuels. It was discovered that the application of magnetic treatment causes a marked improvement in properties of liquids, including those affecting human health, energy and environmental performance of internal combustion engines.

Key words: magnetic processing, magnetic field, electromagnetic field, magnetic activator.

Bibliographical list:

1. Lesin V.I. The physicochemical mechanism of water magnetic treatment // Reports collection of 5th International congress «Ekvatek», Moscow, 4-7 June 2002, P. 371 (in Russian and English).
2. Lesin V.I. Water solutions magnetic treatment – a destroy way of ferromagnetic microparticles aggregates impurities // Materials of VII All-Russian symposium «Actual problems of adsorption theory, surface modification and substances division», General and technical department of RAS, Moscow-KI'azma, 22-26 April 2002, P. 101.
3. Pomazkin V.A. Non-specific influence of physical factors on biotechnosphere objects: Monograph: Orenburg, OSU, 2001, P. 315.
4. Patent RU №2096339 C1, MPK C 02 F 1/48. Apparatus by Pomazkin for water magnetic treatment. / V.A. Pomazkin (RF). – №1994013168/25. – Announced on 15.04.1994 – The decision about patent issuing from 01.09.1996. – Publ. 20.11.1997, Bull. №32. – 4 p.: illustr.
5. Patent RU №2096759 C1, MPK G 01 N 15/04, C 02 F 1/48. Express-analysis of liquids physical activation. / V.A. Pomazkin (RF). – №1994028491/25. – Announced on 28.08.1994 – The decision about patent issuing from 11.09.1996. – Publ. 20.11.1997, Bull. №32. – 3 p.: illustr.
6. Pomazkin V.A. Magnetic activation efficiency evaluation of motor-car fuels / V.A. Pomazkin, K.V. Schurin, E.V. Tsvetkova / Materials of IX Russian scientific-practical conference «Progressive technologies in transport systems»: Orenburg: OSU, 2009, Pp. 282-291.
7. Tsvetkova E.V. Fuel magnetic treatment – as a way of working indices improvement of motor-car engines / E.V. Tsvetkova, V.A. Pomazkin, K.V. Schurin, A.N. Gulin // Materials of international scientific conference «Science and education: fundamental grounds, technologies, innovations», Part 6: Orenburg, 2010, Pp. 208-212.
8. Patent RU №2411190 C1, MPK C 02 F 1/48. Magnetic activator of liquid surroundings. / V.A. Pomazkin, K.V. Schurin, E.V. Tsvetkova (RF). – №2009124037/05. – Announced on 23.06.2009 – The decision about patent issuing from 01.09.2010. – Publ. 10.02.2011, Bull. №4. – 2 p.: illustr.