

ния и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Мичуринск, Издательство: Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144–149.

5. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина, А.В. Козлов // Наука в центральной России. – 5(17). – 2015. – С. 29–33.

6. Влияние угла установки барабана смесителя на качество смеси / К. П. Фудин, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев, В. В. Коновалов // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 12-19. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-12-19.

7. Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси / М. В. Фомина, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 63–69.

8. Влияние частоты вращения мешалки и количества её лопастей на качество приготавливаемой смеси тихоходным смесителем / М. В. Борисова, В. В. Новиков, А. Ю. Титов, В. В. Коновалов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(77). – С. 136–141.

9. Кажияхметова, А.А. Моделирование процесса смешивания в шнековом смесителе с активным каналом обратного хода для получения экологически безопасных смесей / А.А. Кажияхметова, А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, М.Е. Выгузов // Цифровизация агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] : сборник научных статей II Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Тамбов, 21 – 23 октября 2020 г. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. Т. II. – С. 320–324.

10. Регрессионная модель производительности опорожнения тихоходного смесителя / М. В. Борисова, А. Ю. Титов, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 103-108. – DOI 10.31563/1684-7628-2019-50-2-103-109.

УДК 537.6/6.8

Щурин К.В., д-р техн. наук, профессор,

Паньш Ю.Н., магистрант

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет»*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИДКИХ ДИАМАГНЕТИКОВ

Ключевые слова: магнетизм, магнитная индукция, проращивание семян, магнитная обработка воды, накипь, жёсткость воды, бетон.

Key words: magnetism, magnetic induction, seed germination, magnetic water treatment, scale, water hardness, concrete.

Аннотация. Магнетизм является универсальным явлением окружающего нас мира, определяющим как жизненные условия, так и саму жизнь на планете Земля.

Магнитная обработка немагнитных жидкостей всё более широко внедряется во многих отраслях промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Достоинствами магнитной обработки является простота технологической схемы, экологическая безопасность и экономичность.

Особенное значение в современных условиях имеют инновационные сельскохозяйственные технологии, которые могут в комплексе решить задачи увеличения объемов продукции требуемого качества при минимуме затрат, например, магнитных воздействий на растения.

Способом борьбы с известковыми отложениями признана магнитная обработка воды с помощью магнитных устройств, которая технологически проста, экологически безопасна и экономична. Обработанная магнитным способом вода не приобретает никаких побочных, вредных для здоровья человека свойств и существенно не меняет солевой состав, сохраняя высокие вкусовые качества питьевой воды.

При использовании омагниченной воды для затворения бетона прочность его возрастает на 10–25 %, расход цемента уменьшается, а подвижность бетонной массы возрастает.

Abstract. Magnetism is a universal phenomenon of the world around us, determining both the living conditions and life itself on planet Earth.

Magnetic water treatment is increasingly being introduced in many industries, agriculture and medicine. The advantages of magnetic processing are the simplicity of the technological scheme, environmental safety and economy.

Of particular importance in modern conditions are innovative agricultural technologies that can comprehensively solve the problems of increasing the volume of products of the required quality at a minimum of costs, for example, magnetic effects on plants.

The method of combating lime deposits is recognized as magnetic treatment of water with the help of magnetic devices, which is technologically simple, environmentally friendly and economical. Magnetically treated water does not acquire any side, harmful to human health properties and does not significantly change the salt composition, while maintaining the high taste of drinking water.

When using magnetized water for the closure of concrete, its strength increases by 10–25 %, cement consumption decreases, and the mobility of the concrete mass increases.

Заметно влияние искусственного магнитного поля на прорастание семян [4,7]. Когда семена оказываются между двумя полюсами искусственного магнита, корешки проростков отчетливо отклоняются в сторону меньшей напряженности поля магнита, как бы уходят от его действия. Прорастают быстрее семена, корешки зародышей которых повернуты к южному полюсу магнита. Полежав между двумя полюсами магнита, семя само становится маленьким магнитом. Если такое намагниченное семечко подвесить на тонкой шелковой нитке, то зернышко превращается в стрелку компаса: точно устанавливается по направлению север-юг. Сухие семена после их предварительного намагничивания прорастают более интенсивно, чем обычные. Если зеленые помидоры поместить между полюсами магнита, они созреют быстрее контрольных. Особенно те, которые лежат поближе к южному полюсу магнита. В магнитном поле у растений усиливается дыхание листьев, быстрее растут стебли и корни. Когда напряжение магнитного поля увеличивают в четыре раза по сравнению с земным, семена злаков дают более крупные всходы, все клетки которых увеличены в размерах.

Силовые линии магнитного поля направлены с северного полюса N к южному S. При такой направленности магнитного поля семена большинства растений прорастают быстрее. Но слишком сильное магнитное поле может, отрицательно влиять на растения, нарушая их развитие. Это очень хорошо заметно в районах залежей железной руды – в областях магнитных аномалий, где напряжение магнитного поля в десятки раз превосходит обычное. Там угнетены не только растения, но животные и люди ощущают дискомфорт. Слабое магнитное поле (до 1 мТл = 10 Гс) [5, 9, 14,15,17] считается оптимальным для роста растений. Мощное магнитное поле (от 50 мТл=500 Гс и выше) при непосредственном воздействии на растения подавляет их рост.

Известны различные способы стимуляции прорастивания, в том числе физические (с помощью нагревания и охлаждения), химические (с помощью химреагентов), физико-химические (с помощью обработки в электрических и магнитных полях и др.)

При исследовании использовались чашки Петри (диаметр 95 мм, высота 25 мм), на двух из которых липкой лентой крепились постоянные магниты. Третья чашка с соответствующими семенами служила контролем без действия магнитного поля (рис. 1). Кольцевые ферритовые магниты с размерами 60 x 25 x 9 мм обеспечивали распространение магнитной индукции в зоне расположения семян с известными показателями, замеренными магнитометром ИМП-1 (рис. 2).

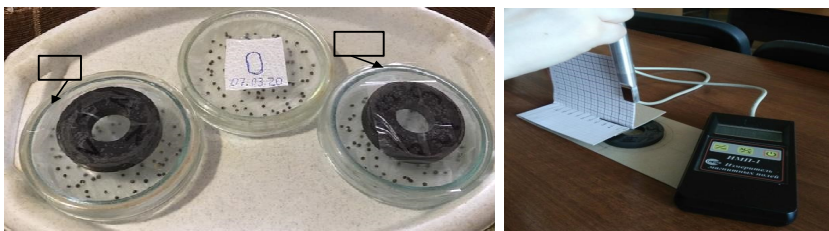


Рисунок 1. Исследуемые семена рапса в чашках Петри
Рисунок 2. Измерение магнитной индукции используемых магнитов с координатным устройством



Рисунок 3. Вид чашек с семенами пшеницы на 4-й день проращивания без действия магнитного поля (O), под южным (S) и северным (N) полюсами

Для исследований использовались семена зерновых, зернобобовых, масличных и других растений.

Результаты показали наличие положительного стимулирующего воздействия магнитного поля на прорастание всех видов исследуемых семян. Положительный эффект проявляется уже в первый день проращивания с увеличением количества проросших семян. Дополнительное действие магнитного поля не способно «пробудить» невсхожие семена, неспособные к развитию. Обобщенным итоговым показателем является наращивание биомассы за время наблюдений с убедительным визуальным эффектом (рис. 3).

На 5-й день взвешивали всю накопленную биомассу на точных лабораторных весах. Результаты показали, что при действии магнитного поля с ориентацией S в сторону семян увеличение биомассы составляет в среднем 119,3 %, а под полюсом N – 122,0 %.

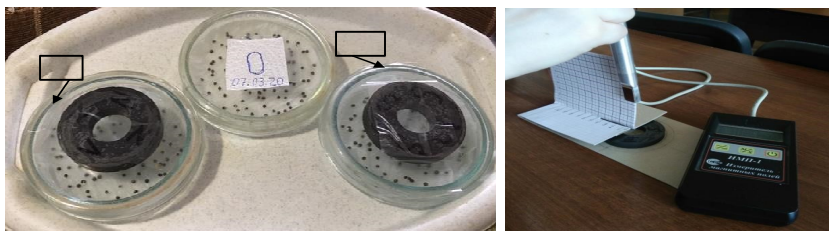


Рисунок 1. Исследуемые семена рапса в чашках Петри

Рисунок 2. Измерение магнитной индукции используемых магнитов с координатным устройством



Рисунок 3. Вид чашек с семенами пшеницы на 4-й день проращивания без действия магнитного поля (O), под южным (S) и северным (N) полюсами

Исследования по проращиванию «индикаторных» семян пшеницы, когда чашки Петри размещались между различными вариантами полюсов магнитов. С учетом высоты чашки Петри в 25 мм индукция магнитного поля в промежутке между полюсами N-N составляла 18,2 мТл, а при ориентации S-S – 12,7 мТл. Магнитное поле привело к снижению результатов проращивания (табл. 1).

В итоге во всех вариантах отмечено снижение показателя полученной биомассы на 8,9–20,6 % от контрольного проращивания без действия магнитного поля (вариант O).

Воздействие искусственного магнитного поля оказывает влияние на проращивание семян различных сельскохозяйственных растений [3]. Результаты исследований с проращиванием семян в чашках Петри, снабженных постоянными ферритовыми магнитами, показали благоприятное воздействие постоянного магнитного поля на прорастание семян различных сельскохозяйственных культур. Отмечается наличие положительного стимулирующего эффекта при размещении магнитов на верхней крышке чашки Петри и создании магнитной индукции в центральной части чашек в пределах 8– 10 мТл. Итоговое увеличение получаемой на 5-й день про-

ращивания биомассы составляет в среднем 19–22 %. При двустороннем размещении магнитов при магнитной индукции 13–18 мТл и различной комбинации полюсов отмечено отрицательное действие на показатели всхожести семян пшеницы.

Таблица 1. – Результаты проращивания семян яровой пшеницы при размещении чашек Петри между магнитами с различной ориентацией полюсов

Показатели	Размерность показателей	Верхний магнит				
		0	N	S	N	S
Число проросших семян за первый день	штук	24	7	14	12	14
Энергия прорастания (на 3-й день проращивания)	%	95	98	97	96	98
Биомасса на 5-й день проращивания	г	12,1	9,61	10,47	11,02	9,67
Относительное изменение биомассы	%	100,0	79,4	86,5	91,1	79,9
		0	N	S	S	N
		Нижний магнит				

Магнитная обработка воды как средство борьбы с накипью и коррозией получила известность еще в 1945 г. (бельгийский патент № 460560, выданный Т. Вермайрену).

Влияние магнитного поля в отношении предотвращения накипеобразования следует рассматривать как фактор, влияющий на процесс кристаллизации солей, а именно процесс образования «затравочных» кристаллов – центров кристаллизации.

При воздействии на воду магнитного поля в ней увеличивается скорость химических реакций и кристаллизации растворенных веществ, интенсифицируются процессы адсорбции, улучшается коагуляция примесей с последующем выпадением их в осадок [2]. Указывающие на бактерицидное действие магнитной обработки воды, что важно для её использования в сантехнических системах, где требуется высокий уровень микробной чистоты.

Существует несколько *гипотез*, объясняющих механизм воздействия магнитного поля на воду. Первая заключается в формировании под действием магнитного поля центров фазовых превращений примесей, что способствует их дальнейшей седиментации [5]. Вторая объясняет действие магнитного поля поляризацией и деформацией гидратных оболочек ионов растворенных в воде соединений, что ведет к снижению гидратации и повышению возможности сближения и агрегации [6]. Большинство сторон-

ников данных гипотез подчеркивают роль влияния магнитных полей на гидратацию ионов. В основе «ионных» гипотез лежит действие магнитных полей на перемещающиеся в них ионы. Возникающая при этом сила Лоренца определяется уравнением:

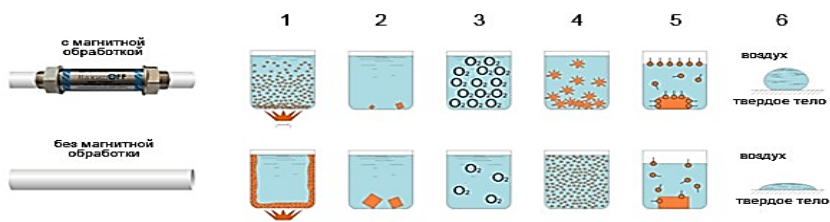
$$F = KquH \sin \alpha, \quad (1)$$

где q – заряд иона; H – напряженность магнитного поля; u – скорость перемещения ионов;

α – угол между направлением поля и движением иона; K – коэффициент пропорциональности.

Положительно и отрицательно заряженные ионы под действием сил Лоренца отклоняются в противоположные стороны.

Третья предполагает, что магнитное поле оказывает воздействие непосредственно на структуру ассоциатов воды, деформации водородных связей, дробление ассоциатов-кластеров, повышая мобильность растворенных в воде ионов и коллоидов, что влечет за собой изменение характера всего комплекса протекающих в воде физико-химических процессов: изменение интенсивности образования накипи; ускорение растворения твердых тел; изменение концентрации растворенных газов; ускорение коагуляции (слипание взвешенных в воде частиц); ускорение и усиление адсорбции [8].



Гипотезы, в основе которых лежит действие магнитных полей на коллоидные частицы, обладающие довольно большой магнитной восприимчивостью (пара - и ферромагнитные). Здесь взаимодействовать с магнитными полями в условиях магнитной обработки могут только пара - и ферромагнитные частицы субмикроскопических размеров, всегда присутствующие в воде.

Присутствие железа усиливает влияние магнитного поля на воду.

При удалении из воды солей железа эффект её активации в отдельных случаях не наблюдается.

Одни объясняют воздействие магнитной обработки слипанием мельчайших намагниченных частиц в агрегаты, которые являются центрами возникновения кристаллов. Другие отмечают возможность изменения поверхностных свойств коллоидных ферромагнитных частиц при намагничивании.

Все эти факторы открывают широкие перспективы для водоподготовки.

Когда мы говорим о «чистой воде», не всегда четко понимаем, что это означает. Вода, которую мы используем, не может быть идеально (химически) чистой. В ней обязательно присутствуют примеси: растворенные соли и газы, а также тонкодисперсные твердые и т.н. коллоидные частицы (промежуточная стадия между полным растворением и твердыми частицами, способными к осаждению). Вода, которую мы можем пить без негативных последствий для себя и которую мы получаем из водопровода или родников, может содержать до одного грамма растворенных солей на каждый литр. Основную часть растворенных солей в питьевой воде природного происхождения составляют сульфаты и бикарбонаты кальция (в меньшей степени магния), которые растворяются в грунтовых водах при фильтровании через известняковые слои. Эти примеси выделены в отдельную группу, именуемую жесткостью воды (соли жесткости).

Эти растворенные соли, хотя и не представляют для людей прямой опасности, тем не менее, оказывают существенное влияние на физико-химические процессы, протекающие в воде. Они повышают поверхностное натяжение воды, что негативно сказывается на ее моющих свойствах: при стирке требуется большее количество моющих средств. Растворенные соли способствуют росту коррозионной агрессивности воды.

Наибольшую проблему эти соли представляют для систем теплоснабжения. При повышении температуры более 45–50 °С начинается разложение бикарбонатов и выделение из воды в твердую форму карбоната кальция (известняка). Эти твердые отложения называют накипью. Они приводят как к уменьшению проходного сечения трубопроводов, так и значительно снижают теплопередачу в котлах и радиаторах.

Согласно нормативам, СанПиН 2.1.4, норма общей жесткости обрабатываемой воды регламентируется значениями 7-10 мг-экв/л [12]. Повышенная жесткость делает воду непригодной для хозяйственно-бытовых нужд. В результате эксплуатации теплообменных устройств и труб на такой воде происходит сужение внутреннего диаметра труб и ухудшение условий теплообмена и теплопередачи, т.к. накипь обладает чрезвычайно малым коэффициентом теплопроводности и тем самым создаёт большое термическое сопротивление. Поэтому с течением времени энергетические потери могут сделать работу теплообменника на такой воде неэффективной или вовсе невозможной.

Особенностью магнитной обработки воды является то, что химический состав ее не изменяется: не происходит ни удаление веществ, образующих накипь, ни введение дополнительных реагентов. При нагревании из воды выделяется накипь: основная часть твердого осадка образуется не твердым камнем на поверхности труб и нагревательных элементов, а мелкими кристаллами в объеме воды, и уносятся вместе с ней. Эффективность устройств магнитной обработки в значительной степени зависит от

соответствия расхода воды и исходного химического состава рекомендуемым производителем аппарата параметрам. Поэтому данный способ, не требуя сложного обслуживания, реагентов и энергии, позволяет обеспечить высокую степень защиты нагревательного, насосного и трубопроводного оборудования от накипи при больших безвозвратных потерях воды, при этом не изменяя ее потребительские качества.

Принцип действия магнитных устройств умягчения воды основан на комплексном воздействии магнитного поля, генерируемого постоянными магнитами или электромагнитами на растворённые в воде гидратированные ионы металлов и структуру кластеров воды, что приводит к изменению скорости электрохимической коагуляции (слипания и укрупнения) дисперсных частиц в потоке намагниченной жидкости. В результате содержащиеся в воде магниевые и кальциевые соли теряют способность формироваться в виде плотного отложения и выделяются в виде легко удаляемого потоком воды шлама, скапливающегося в грязевиках или отстойниках. Магнитная обработка воды обеспечивает снижение коррозии стальных труб и оборудования на 30–50 % (в зависимости от состава воды), что дает возможность увеличить срок эксплуатации теплоэнергетического оборудования, водопроводов и паропроводов и существенно снизить аварийность [13]. На неподвижную воду магнитные поля действуют гораздо слабее, поскольку обрабатываемая вода обладает некоторой электропроводностью; при ее перемещении в магнитных полях индуцируется небольшой электрический ток [16].

Конструктивно большинство аппаратов магнитной обработки воды (АМО) представляют собой магнитодинамическую ячейку, изготавливаемую в виде полого цилиндрического элемента из нержавеющей стали, с магнитами внутри, врезающегося в водопроводную трубу с помощью фланцевого или резьбового соединения. Выпускаемые аппараты для магнитной обработки воды могут быть установлены в систему водоснабжения через фланцевое или резьбовое соединение как в промышленных, так и бытовых условиях: в магистралях подающих воду в водопроводные сети горячей и холодной воды в доме, бойлерах, проточных водонагревателях, паровых и водяных котлах, системах охлаждения различного технологического оборудования (компрессорные станции, термическое оборудование, сантехнические системы), стиральных и посудомоечных машинах.

Постоянные магниты, располагаются внутри цилиндрического корпуса, изготовленного из нержавеющей стали, на концах которого находятся снабженные центрирующими элементами конусные наконечники, соединенные аргоно-дуговой сваркой. В аппаратах с электромагнитами, электромагниты могут быть расположены как внутри аппарата, так и вне его.

Современные аппараты для магнитной обработки воды используются для предотвращения накипи; для снижения эффекта накипеобразования в трубопроводах горячего и холодного водоснабжения общехозяйственно-

го, технического и бытового назначения, нагревательных элементов котельного оборудования, теплообменников, парогенераторов, охлаждающего оборудования и т.п.; для предотвращения очаговой коррозии в трубопроводах горячего и холодного водоснабжения общехозяйственного, технического и бытового назначения; осветления воды (например после хлорирования), в этом случае скорость осаждения примесей увеличивается в 3–4 раза, что требует отстойники в 3–4 раза меньшей емкости; для увеличения фильтроцикла систем химической водоподготовки - фильтроцикл увеличивается в 1,5–2 раза (соответственно уменьшается потребление реагентов), для очистки теплообменных агрегатов. Аппараты могут использоваться самостоятельно или как составная часть систем подготовки воды в жилых помещениях, постройках, детских и лечебно-профилактических учреждениях, для водоподготовки в пищевой промышленности и т.п.

Вода (водный раствор), прошедшая через магнитный активатор, изменяет свою структуру: распределение, разгруппировку на микроуровне молекул и ионов в пространстве. Данное состояние приводит к интенсификации физических процессов, связанных с диффузией (скоростью движения молекул и ионов в растворе), фазовыми переходами и поверхностными явлениями.

При нагревании такой воды кристаллы накипи начинают образовываться во всем ее объеме, при этом быстро и достаточно полно выбирая из воды плохо растворимые соединения накипи. Кристаллов при этом образуется много и они настолько мелкие, что обнаружить их человеку чрезвычайно сложно.

Уже существующие твердые отложения также начинают интенсивно разрушаться: объем вновь выделяющейся именно на стенках оборудования накипи не позволяет компенсировать разрушение старого слоя, и он начинает трескаться и кусками отваливаться. Этот процесс на раннем этапе следует отслеживать и предупреждать забивание критических мест образовавшимся шлаком.

Вода является активным участником большинства технологических процессов, в том числе при применении вяжущих веществ для изготовления различных искусственных камневидных материалов.

Магнитная обработка воды ускоряет процесс твердения и повышает прочность бетона и других строительных материалов. Изменение структуры и свойств воды в технологии достигается с помощью механических воздействий, электрическим током, нагревом в автоклаве, высокочастотным полем, ультразвуком и т.д. Изменение свойств воды после магнитной обработки возрастает с увеличением концентрации примесей и сменой их характера [1].

Развернутое исследование влияния омагничивания воды затворения на плотность и морозостойкость гидротехнического бетона проведено Ю.И. Шипиловым, Он установил, что в этом случае уменьшается водоцементное отношение бетона, улучшается его структура (уменьшается объем контракционных и капиллярных пор), что уменьшает водопроницаемость бетона. Все это значительно повышает морозостойкость бетона (более чем на 100 циклов замораживания-оттаивания).

С 1974 года в лаборатории строительных материалов профессор П.П. Ступаченко и доцент А.Н. Гульков, усилиями которых на многих заводах с большим экономическим эффектом внедрялась магнитная обработка воды с введением добавок – стабилизаторов эффекта до ее омагничивания. Проведение большого количества экспериментов и опыт работы многих ЖБИ на омагниченной воде позволили группе профессора П.П. Ступаченко сделать следующие выводы [10]:

- Магнитная обработка воды затворения цементных смесей приводит к положительным результатам по многим свойствам: увеличивает прочность, плотность, морозостойкость, снижает пористость, водопоглощение, повышает удобоукладываемость бетонной смеси и т.д.

- Магнитную обработку воды можно проводить магнитами постоянного поля и электромагнитами. Напряженность поля в различных условиях может изменяться от 40103 до 70103 А/м, при этом определяющим фактором является химический состав воды и цемента.

- Твердение цементных смесей различного состава значительно ускоряется в первые 7 дней и продолжает интенсивно нарастать в дальнейшие сроки при нормальных условиях и при пропаривании. В возрасте 28 суток превышение прочности растворов и бетонов против контрольных образцов составляет, по данным различных авторов, 10...40 %, и ряд других выводов.

Способ омагничивания воды для затворения бетонной смеси с введением добавок – стабилизаторов эффекта (ЗШ и СДБ) до ее магнитной обработки, в результате чего наблюдалось постоянное повышение плотности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона, повышению прочности бетона при естественном твердении на 17–29 % и имеется возможность получения бетона марки 500 с расходом цемента до 500 кг/м³ бетона.

Схема магнитного аппарата с постоянными неодимовыми магнитами, рациональная для практического применения, [11,18], конструкция которого представлена на рисунке 3 в частично разобранном состоянии, использована принципиально иная схема активации топлива переменным магнитным полем, основанная на локальном увеличении проходного сечения трубопровода, что позволяет обеспечить снижение скорости движения и пропорционально увеличить время экспозиции топлива в магнитном поле.

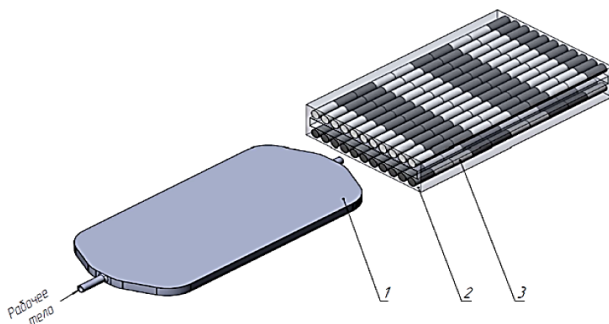


Рисунок 3. Схема магнитного активатора жидкости [11]

Устройство содержит расширительную ёмкость 1 и корпус 2 из ферромагнитного материала, состоящий из двух параллельных кассет, в которых выполнены продольные параллельные каналы с расположенными в них магнитами 3. Количество магнитов в каждом канале одинаковое, и они соединяются друг с другом одноимёнными полюсами. Расширительная ёмкость монтируется внутри корпуса, а её размеры соответствуют размерам проходного сечения корпуса. Магниты расположены таким образом, чтобы их силовые линии проходили под углом 90° сквозь активированная жидкость, движущееся в расширительной емкости, и замыкались на противоположных полюсах параллельных магнитов. Переменное магнитное поле создаётся изменением полярности магнитов на противоположную через определённые промежутки, равные длине магнита. Суммарное количество магнитов в кассетах корпуса назначается по критерию обеспечения заданных параметров магнитной активации жидкости с учётом её вида и характеристик движения потока. КИРО данной конструкции не менее 7.

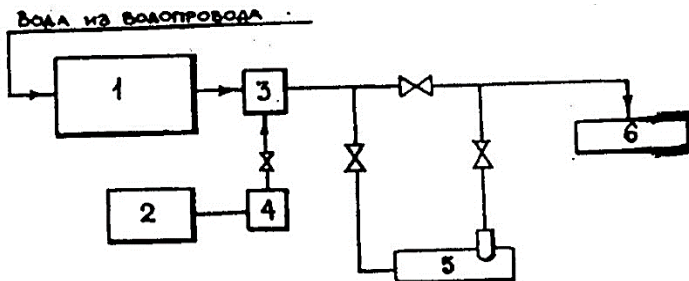


Рис. 4. Технологическая схема приготовления бетонной смеси на омагниченной воде с добавкой-стабилизатором: 1 – расходная емкость воды; 2 – расходная емкость добавки; 3 – дозатор воды; 4 – дозатор добавки; 5 – магнитный аппарат; 6 – бетоносмеситель

Список использованной литературы

1. Арадовский Я.Л., Тер-Осипянц Р.Г., Арадовская Э.М. Свойства бетона на магнитообработанной воде // Бетон и железобетон, №4. М., 1972.
2. Банников В. В. Электромагнитная обработка воды. Экология производства. №4, 2004, с. 25-32.
3. Богатина, Н.И. Влияние магнитного поля на скорость роста проростков пшеницы Мироновская / Н.И. Богатина, В.М. Литвин, М.П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1983. – № 2. – С. 80–83.
4. Богатина, Н.И. О собственном электромагнитном поле зерновок пшеницы / Н.И. Богатина, В.М. Литвин, М.П. Травкин // Биофизика. – 1989. – Т. 34, № 2. – С. 336–338.
5. Гульков А. Н., Заславский Ю. А., Ступаченко П. П. Применение магнитной обработки воды на предприятиях Дальнего Востока // Владивосток: изд-во Дальневосточного университета. 1990. С. 134;
6. Домнин А. И. Гидромагнитные системы – устройства для предотвращения образования накипи и точечной коррозии. "Новости теплоснабжения", № 12, (28), декабрь, 2002, С. 31–32.
7. Клочков, А. В. Параметры магнитного поля в устройствах омагничивания воды / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, А. А. Емельяненко // «Агропанорама» – № 5. – 2020. – С. 23-28.
8. Мартынова О. И., Копылов А. С. , Теребенихин Е. Ф., Очков В. Ф. К механизму влияния магнитной обработки на процессы накипеобразования и коррозии. – «Теплоэнергетика», 1979, № 6.
9. Новицкий, Ю. И. Реакция растений на магнитные поля / Наука, 1978. – С. 119–130.
10. Панов Н.П., Афанасьев В.П., Крупнов В.А. Свойства омагниченной воды и использование ее в сельском хозяйстве. М., 1992.
11. Патент № 2703837 РФ. Магнитный активатор / Щурин К. В., Панин И. Г., Фокин А. А. – Оpubл. 22.10.2019. Бюл. № 30.
12. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10–124 РБ 99»
13. Теребенихин Е. Ф., Гусев Б. Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. М.: Энергия, 1970. С. 144.
14. Травкин, М. П. Влияние слабого однородного магнитного поля на расходование сухого вещества при прорастании семян ржи Онохойсуая / М. П. Травкин, Ю. И. Новицкий // Материалы III Всесоюзного симпозиума «Влияние магнитных полей на биологические объекты». – 1975. – С. 187–188.

15. Сидорцов, И. Г. Повышение эффективности воздействия постоянного магнитного поля на семена зерновых культур при их предпосевной обработке: автореф. дис. канд. техн. наук / И.Г. Сидорцов. – зерноград, 2008. – 19 с.

16. Чеснокова Л. Н. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. - М.: Цветметинформация, 1971. – С. 75.

17. Чуваев, П. П. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на семена и проростки высших растений / П. П. Чуваев, А. И. Арнаутова, Н. А. Крюков // Тезисы докладов II зонального симпозиума по бионике. – 1967. – С. 104–106.

18. Щурин К. В. Изменение свойств немагнитных жидкостей в переменном магнитном поле / К. В. Щурин, И. Г. Панин // «Информационно-технологический вестник» – № 1. – 2017. – С. 103–114.

УДК 633.2/.3

А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент,

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, **В.В. Остриков**, студент,
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛУГОПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ

Ключевые слова: энергосбережение, комбинированный сошник, минимальная обработка, почва, семена, ленточный посев.

Key words: energy saving, combined coulter, minimum tillage, soil, seeds, strip seeding.

Аннотация. Предложена энергосберегающая технология улучшения лугопастбищных угодий с использованием сошника для минимальной обработкой почвы при прямом посеве семян с одновременным внесением удобрений на разных уровнях.

Abstract. The energy-saving technology of grassland improvement using the minimum tillage coulter for direct seeding with simultaneous fertilization at different levels has been proposed

Одной из целей государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021–2025 г являются повышения продуктивности лугопастбищных угодий, общая площадь которого составляет около 3 млн. га [1].