

2. Зацепина, Г. Н. Физические свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 184 с.

3. Анализ процессов, обуславливающих влияние магнитного поля на структуру и свойства воды / В. А. Власов [и др.]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-protsessov-obuslavlyayuschih-vliyanie-magnitnogo-polya-na-strukturu-i-svoystva-vody>

4. Воздействие электромагнитного излучения КВЧ - и СВЧ - диапазонов на жидкую воду Л. Д. Гапочка [и др.] // Вестник МГУ. Серия. Физ. астрон. – 1994. – Т. 35, № 4. – С. 71–76.

5. <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9082>.

6. <http://labprice.ua/ru/stati/vliyanie-magnitnogo-polya-na-svoystva-vody>

7. Новицкий, Ю. И. Действие постоянного магнитного поля на растения / Ю. И. Новицкий, Г. В. Новицкая; ответственный редактор член-корреспондент РАН Вл. В. Кузнецов; Российской академия наук, Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – Москва: Наука, 2016. – 350.

8. Классен, В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – Москва: Химия, 1973. – 239 с.

Аннотация. Электропроводность является комплексным показателем, определяющим изменение свойств воды под влиянием магнитной обработки. Актуальной задачей является быстрое достижение требуемого технологического эффекта относительно простыми техническими средствами. Активизацию магнитного воздействия на воду путем перемешивания при воздействии магнитным полем в 17,8–24,3 мТл за относительно короткое время обеспечило снижение электропроводности на 16–92 %.

Ключевые слова: свойства воды, электропроводность, омагниченная вода, перемешивание.

УДК 621.318.2(031):631.67.03

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОМАГНИЧИВАНИЯ ВОДЫ ФЕРРИТОВЫМ И НЕОДИМОВЫМ МАГНИТАМИ

А. В. КЛОЧКОВ, д-р техн. наук, профессор

О. Б. СОЛОМКО, канд. с.-х. наук, доцент

А. А. ЕМЕЛЬЯНЕНКО, В. С. ЧЕРНИКОВ, магистранты

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Для омагничивания воды и других сельскохозяйственных растворов могут использоваться различные типы магнитов. Их свойства определяются характеристиками размагничивающего участка петли магнитного гистерезиса материала магнита: чем выше остаточ-

ная индукция и коэрцитивная сила, тем выше намагниченность и стабильность магнита [1–5].

Постоянный магнит – изделие из магнитотвердого материала с высокой остаточной магнитной индукцией, сохраняющее состояние намагниченности в течение длительного времени. Постоянные магниты изготавливаются различной формы и применяются в качестве автономных (не потребляющих энергии) источников магнитного поля.

Материал, из которого изготовлен постоянный магнит, определяет его свойства: чем выше коэрцитивная сила, и чем выше остаточная магнитная индукция, тем сильнее и стабильнее магнит.

Коэрцитивная сила (от латинского *coercitio* – «удерживание») – это значение напряжённости магнитного поля, необходимое для полного размагничивания ферро- или ферритмагнитного вещества. Таким образом, чем большей коэрцитивной силой обладает конкретный магнит, тем он устойчивее к размагничивающим факторам.

По типу взаимодействия материалов с магнитным полем различают:

- ферромагнетики – материалы, которые обычно и считаются магнитными, эти материалы могут сохранять намагниченность и стать постоянными магнитами;
- ферритмагнетики сходны с ферромагнетиками, но слабее их;
- парамагнетики – такие вещества, как платина, алюминий и кислород, которые слабо притягиваются к магниту;
- диамагнетики – вещества, намагничивающиеся против направления внешнего магнитного поля (углерод, медь, вода и пластики), отталкиваются от магнита.

Наибольшее практическое применение получили неодимовые и ферритовые постоянные магниты. Редкоземельные неодимовые магниты (неодим-железо-бор) изготавливаются прессованием или литьем из интерметаллида. Преимуществами неодимовых магнитов являются высокие магнитные свойства, а также невысокая стоимость. В связи со слабой коррозионной устойчивостью обычно покрываются медью, никелем или цинком. Неодимовые магниты на сегодняшний день востребованы в различных отраслях и представляются наиболее перспективными. Сплав неодим-железо-бор позволяет создавать магниты для различных устройств. Высокая коэрцитивная сила порядка 1000 кА/м и остаточная намагниченность порядка 1,1 Тл, позволяют магниту сохраняться на протяжении многих лет. За 10 лет неодимовый магнит теряет лишь 1 % своей намагниченности, если температура его в усло-

виях эксплуатации не превышает +80 °С (для некоторых марок – до +200 °С). Таким образом, лишь два недостатка есть у неодимовых магнитов – хрупкость и низкая рабочая температура.

Ферритовые магниты хоть и отличаются хрупкостью, но обладают хорошей коррозионной стойкостью, что при невысокой цене делает их наиболее распространенными. Такие магниты изготавливают из сплава оксида железа с ферритом бария или стронция. Данный состав позволяет материалу сохранять свои магнитные свойства в широком температурном диапазоне – от –30 °С до +270 °С. Ферритовые магниты имеют коэрцитивную силу порядка 200 кА/м и остаточную магнитную индукцию порядка 0,4 Тл. В среднем ферритовый магнит может прослужить от 10 до 30 лет.

Основная часть. Цель исследований заключалась в определении степени влияния на омагничиваемую воду неодимового и ферритового магнитов со сходными параметрами магнитной индукции (таблица) при различных вариантах перемешивания воды в магнитном поле.

Основные параметры исследованных магнитов

Виды магнитов	Диаметр, мм		Масса, г	Магнитная индукция, мТл	
	наружный	внутренний		максимальная	на расстоянии 10 мм
Неодимовый	50,0	24,0	56,0	218,0–220,0	19,3–21,7
Ферритовый	75,0	28,0	222,0	17,8–24,3	13, 2–23,8

Следует отметить, что максимальная магнитная индукция неодимового магнита была значительно выше (в 9–12 раз), чем у ферритового. При этом на удалении от плоскости магнита на 10 мм разница в показателях индукции была уже незначительной.

При проведении опытов в пластиковый сосуд заливали 700 мл водопроводной воды, и с использованием электропривода вращали в ней роторный смеситель с частотой 230 и 260 об./мин. Внизу сосуда располагали исследуемые магниты, которые ориентировали поочередно полюсами N и S в сторону омагничиваемой воды. Электропроводность с интервалом в 1 минуту активного перемешивания измеряли поверенным кондуктометром МАРК-630 в пятикратной повторности с последующим расчетом среднего значения. Затем сравнивали динамику изменений электропроводности по вариантам опытов с использованием неодимового и ферритового магнитов.

Измерения показали, что неподвижная вода без действия магнитного поля в течение 5 минут сохраняла постоянную электропроводность (мкСм/см) в пределах:

594,4–596,4 – для серии опытов с неодимовым магнитом;

623,0–623,5 – для серии опытов с ферритовым магнитом.

В контрольных вариантах с перемешиванием воды электропроводность (мкСм/см) за время опыта снижалась на:

23,6–24,2 – неодимовый магнит;

15,6–23,2 – ферритовый магнит.

При перемешивании воды в поле действия магнита снижение электропроводности (мкСм/см) было более значительным и составляло (рис. 1):

28,6–47,7 – неодимовый магнит;

27,0–29,9 – ферритовый магнит.

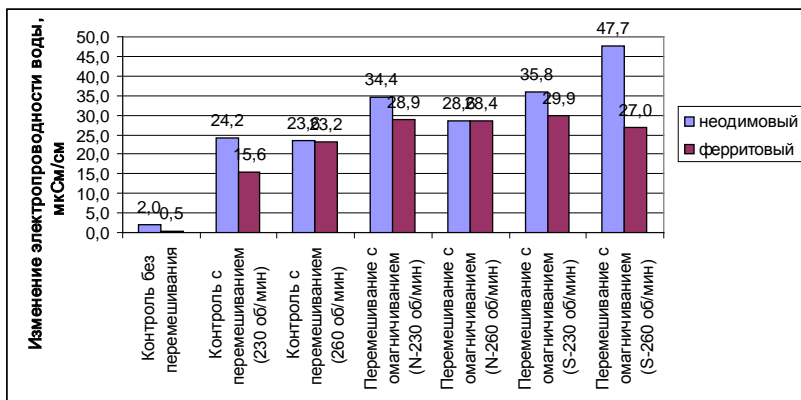


Рис. 1. Изменение электропроводности воды в исследованных вариантах опытов при использовании неодимового и ферритового магнитов

Результаты проведенных исследований показывают, что без проведения перемешивания за время 5 минут электропроводность изменяется незначительно (на 0,5–2,0 мкСм/см). Дополнительное воздействие магнитного поля снижает электропроводность воды на 18–202 % при использовании неодимового магнита, и на 16–92 % при работе с ферритовым магнитом в сравнении с вариантами перемешивания без действия магнитного поля.

Влияние частоты вращения смесителя в исследованных пределах 230–260 об/мин не оказывало на процесс заметного влияния.

Увеличение степени воздействия отмечено при ориентации магнита полюсом S в сторону воды и повышенных оборотах смесителя.

Заключение. Перемешивание воды в зоне действия магнитного поля обеспечивает снижение ее электропроводности на 16–202 %. Применение неодимового магнита позволило получить более высокие результаты воздействия. Ориентация полюсов и обороты ротора при перемешивании не оказывали на процесс существенного воздействия. Неодимовый магнит имеет значительно меньшие габариты и массу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вонсовский, С. В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро- и ферромагнетиков / С. В. Вонсовский. – Москва: Наука, 1971. – 132 с.

2. Клочков, А. В. Разработка устройства к опрыскивателю для омагничивания воды / А. В. Клочков, А. Е. Маркевич, А. А. Емельяненко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 58–62.

3. Новицкий, Ю. И. Действие постоянного магнитного поля на растения / Ю. И. Новицкий, Г. В. Новицкая; ответственный редактор член-корреспондент РАН Вл. В. Кузнецов; Российская академия наук, Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – Москва: Наука, 2016. – 350.

4. Савельев, И. В. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: курс общей физики / И. В. Савельев. – Москва: Наука, 1978. – 480 с.

5. Савельев, И. В. Электричество и магнетизм: курс общей физики / И. В. Савельев. – Москва: Астрель/АСТ, 2004. – Т. 2. – 336 с.

Аннотация. Для омагничивания воды могут применяться неодимовые и ферритовые магниты. Их сравнительные испытания проведены с определением изменения электропроводности воды при различных вариантах воздействия. Перемешивание воды в зоне действия магнитного поля обеспечивает снижение ее электропроводности на 16–202 %. Применение неодимового магнита позволило получить более высокие результаты воздействия. Ориентация полюсов и обороты ротора при перемешивании не оказывали на процесс существенного воздействия. Неодимовый магнит имеет значительно меньшие габариты и массу.

Ключевые слова: неодимовый магнит, ферритовый магнит электропроводность, омагничивание воды.