

# О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕННОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И В БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Заднепровский РП, д.т.н., НИИ инновационных технологий, Волгоград

**Аннотация.** Рассмотрены особенности использования относительно слабых магнитных и электрических полей для контроля и изменения структурного состояния напряженных металлоконструкций и для биопроцессов ( растениеводство, медицина)

**Ключевые слова:** электромагнитные поля, магнитная память материалов, структура контроль свойств металлов, биопроцессы, растениеводство, инфракрасное излучение, лазер

**Primary the particularities under influence of feebe magnetic the fields on the proprietes of metallic structural and biological process**

**Zadneprovsky R.P., J** " ref. Dr-Jng.

*Abstract.* Regarded primary the particularrityes influens magnetic fields for control metallic stress and application of stancis and impulse electro-magnetics fields on the object and biologic

*Key-word:* *magnetic fields* , magnetic remanence , control metallic stress, bioprocess, impuls radiation

Ниже рассмотрены основы использования электромагнитных и ряда импульсных полей в промышленных( метод магнитной памяти) и биологических процессах применительно к металлам, дисперсным средам и живым организмам в растениеводстве, медицине, ветеринарии.

*СУЩНОСТЬ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ для контроля напряженности металлоконструкций.* В ферра- и парамагнитных промышленных металлах имеется собственное магнитное поле рассеяния (СМПП) и связанный с ним эффект магнитной памяти металла к действию силовых нагрузок растяжения и циклического нагружения.. В зоне концентрации напряжений на поверхности объекта контроля образуется градиент магнитного поля рассеяния, который фиксируется специализированными магнитометрами Это явление используется для контроля силовой напряженности элементов стальных кончтрукций. В частности значительные исследования в этом направлении выполнены в Волгоградской специализированной лаборатории под руководством д.т.н.Жульева С.И., а также изложены в работах Дубова А.А.[4,5] .Механизм возникновения СМПП на скоплениях дислокаций обусловлен закреплением доменных границ, когда эти скопления

становятся соизмеримы с толщиной доменных стенок. Искусственным намагничиванием в работающих конструкциях такой источник информации, как собственное магнитное поле, получить невозможно. Только в малом внешнем поле, каким является магнитное поле Земли, в нагруженных конструкциях, когда энергия деформации, намного превосходит энергию внешнего магнитного поля, такая информация формируется и может быть получена [6]. В реальных ферромагнитных изделиях всегда имеется остаточная намагниченность матрицы. Под действием рабочих нагрузок (когда энергия деформации намного больше энергии внешнего магнитного поля) происходит смещение доменных границ матрицы в зону устойчивых полос скольжения дислокаций и их закрепление в этой зоне (когда размеры скоплений дислокаций становятся соизмеримы с толщиной доменных стенок). Практический опыт контроля ферромагнетиков с использованием метода магнитной памяти металла показывает, что в зонах устойчивых полос скольжения дислокаций (в условиях, когда энергия деформации на порядок больше энергии магнитного поля Земли) вектор намагниченности металла может изменять знак и направление (в соответствии с направлением полос скольжения в металле). Если провести сортировку известных методов диагностики состояния материалов по типу используемых физических полей, получаем следующие виды: *электрические; магнитные; электромагнитные; тепловые; механические*. Такие известные и широко применяемые методы как оптические, радиоволновые, рентгеновские, акустические, капиллярные, методы электрического сопротивления, тензометрические не исчезли, а заняли свои места в указанных этих пяти видах. Классификация методов диагностики не является самоцелью, а лишь вспомогательным инструментом для разработки ее общей концепции. Рассмотрим подробнее лишь некоторые наиболее характерные виды диагностики.

В исследованиях свойств материалов используются *электромагнитные методы*, которые в зависимости от диапазона частот разделяются на следующие группы или подвиды (по возрастанию частоты возбуждаемого поля): *радиоволновые, СВЧ-методы, инфракрасные, оптические (видимый диапазон) ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-методы*. Все эти разновидности так или иначе основаны на взаимодействии возбуждающего электромагнитного поля с собственными электромагнитными полями исследуемого материала, создаваемыми его молекулами, атомами или их электронными оболочками. Причем наибольший эффект проявляется в том случае, когда частоты возбуждающего и собственных полей близки. Частоты же собственных электромагнитных полей зависят от напряженного состояния материала.

Современная диагностика состояния конструкционных материалов, располагающая

большим арсеналом различных физических методов и средств, уже не ограничивается задачами дефектоскопии, а все более широко используется при решении задач определения механических характеристик материалов, причем основное место здесь занимают методы и средства измерения остаточных и рабочих внутренних напряжений.

Ограничения широко известных магнитных методов обусловлены тем, что заложенный в них принцип основан на зависимости магнитных характеристик материала от его структуры или фазового состояния, которые определяются технологическими и эксплуатационными свойствами материала и начинают заметно изменяться только при значительных пластических деформациях, соответствующих механическим напряжениям, близким к предельным. При этом, рассматриваемые активные магнитные методы отличаются практически полной нечувствительностью к аномалиям материала, расположенным в глубине детали.

Известные пассивные магнитные методы диагностики напряженно- деформированного состояния ферромагнитных материалов представляют более тонкий инструмент, однако, и для них характерны низкая чувствительность к аномалиям, расположенным в глубине материала, и неоднозначность результатов оценки состояния материала. Наиболее эффективным методом контроля фактического напряженно- деформированного состояния оборудования и конструкций, который получает все большее распространение, на практике, остается метод магнитной памяти металла (ММП).

Метод магнитной памяти металла представляет принципиально новое направление в технической диагностике. Это второй после акустической эмиссии (АЭ) метод, при котором используется информация излучения конструкций. При нем ММП, кроме раннего обнаружения развивающегося дефекта, дает дополнительно информацию о фактическом напряженно-деформированном состоянии объекта и выявляет причину образования зоны концентрации напряжений – источника развития повреждения.

По сравнению с методом АЭ, ММП начинает «работать» на более раннем этапе с превышением внешней нагрузкой уровня внутренних напряжений металла.

При практическом использовании метода магнитной памяти (ММП) определяются траектории линий концентрации напряжений . при определении которых возникают следующие факторы, которые существенно влияют на достоверность определений: форма и ориентация объекта контроля относительно магнитного поля Земли; наличие близко расположенных других ферромагнитных объектов; явления блуждающих токов: проявление термоактивного эффекта: резкое изменение структуры металла ( например, в

месте сварки); локальная намагниченность от механического воздействия (например, удара). Указанные факторы могут создавать свою линию с отчетной (нулевой магнитной напряженностью). Наиболее применимы вышеуказанные методы магнитной памяти для оценки механического состояния (напряженности, состояния контактов и др.) в узлах паровых турбин, энергетических агрегатов, запорной аппаратуры (расшатанности шпонок, заклепок и т.п). Оценка зон и уровня концентрации напряжения в исследуемых деталях позволяет определить предельно состояние металла в отдельных элементах напряжений конструкции.

*Об эффекте применения слабых ЭМП в биопроцессах (растениеводство, медицина, ветеринария) и в производстве строительных материалов.*

Постоянное и переменное магнитное поле (в диапазоне 400-2000 Эрстед) при кратковременном воздействии на жидкости и влагосодержащие цементные смеси значительно ускоряют процесс твердения и конечную прочность, а полив с/х растений омагниченной водой ускоряет впитывание и прорастание семян и, в конечном итоге, повышает урожайность. Постоянный электрический потенциал 0,05-0,2В приложенный между корнями и верхушкой овощных растений ускоряет процесс переноса питательного раствора из почвы. В результате этого урожайность плодов повышается на 20-30%. Отметим, что в данном случае источником потенциала может служить разность потенциалов системы металл-почва (за счет помещенного в почву вблизи корней мелких обломков металлических отходов производства). Опыты автора показали значительный эффект повышения урожайности овощных культур при 2-3 кратных подкормках омагниченными растворами удобрений (по сравнению с обычными без омагничивания). Агрегат для подкормок включал трактор, цистерну с раствором удобрений и постоянный магнит закрепленный вблизи регулировочного крана. Оптимальный режим достигался изменением скорости потока раствора на выходе и расстояния от магнита. Напряженность магнитного поля в данном случае могла меняться в пределах 500 – 2500 Эрстед (до 50Тесла). Прирост урожая томатов составлял 25-40%. Омагничивающее устройство монтируется на патрубок дополнительного (параллельного) трубопровода с увеличенным диаметром. Для проверки оптимизации магнитной активации

раствора предложен прибор ( а/с № 379887) , позволяющий измерять изменение вязкости по относительной разности скорости скатывания с наклонной плоскости капель обычной и омагниченной жидкости.

Методы импульсного электромагнитного воздействия в последнее время интенсивно исследуются и применяются для повышения урожайности и качества с\х продукции.

*Электрообработка* семенного материала проводится с целью стимуляции всхожести и начальной стадии роста растений. Используются электростатическое поле и поле коронного разряда в последовательном импульсно-временном режиме.

*Электрообработка тканей растений с целью их необратимого повреждения*, например, для борьбы с сорняками или для повышения качества сырья в дальнейшей технологической переработке - например, электроискровая обработка листьев табака. Мощность и продолжительность импульсов определяются экспериментально. При этом подбираются и соответствующие параметры электроразрядной установки: емкость конденсаторов, напряженность поля и сопротивление цепи. Ориентировочная мощность на входе конвейера для обработки листьев табака -200 - 400 Вт.

Выбор режима электрообработки для борьбы с сорняками требует систематических данных по электропроводности растительных тканей различных сорных растений (стеблей, листьев, корневой системы) с учетом фаз их вегетации, Для основных сорняков Волгоградской области удельное сопротивление стеблей составляет 14- 170м.м, корневой системы- 21-23 Ом.м . Для возможности электропрополки необходима напряженность поля не менее 3-4 кВ/см (Баев В.И., Юдаев И.В.,ВГСХА). Мобильный агрегат для электропрополки должен включать источник энергии (трактор с синхронным генератором), преобразователь напряжения и систему подвода электроэнергии разряда к сорнякам. Параметры разрядного контура ,энергия

цикла разрядки, время импульса и напряженность электрополя должны быть регулируемыми. Ориентировочное значение количества энергии для надежного повреждения растительных тканей на единицу их объема составляет около  $1,5 \text{ Дж/см}^3$

Для борьбы с болезнями садовых культур может использоваться лазерное или инфракрасное излучение (например, на основе электрооптического преобразователя лампы ИФК-120). Опыты показали, что второй метод экономичнее и может снижать заболеваемость плодов яблонь паршей до 30%. Развитие болезней на плодах при импульсном электровоздействии значительно замедляется. Такое воздействие может заменять химобработку, что весьма важно для получения экологически чистой продукции.

Метод сушки материалов в поле коронного разряда. Доказана перспективность повышения интенсификации сушки плодов и растительных материалов энергией «ионного ветра»- в поле коронного разряда. Опыты по обезвоживанию картофеля И показали, что для устойчивого коронного разряда необходима напряженность около  $1,5 \text{ кВ/мм}$  ( на коронирующем электроде), потребляемая энергия - около  $3500 \text{ кДж}$  на кг испаряемой воды. Сушка ускоряется в несколько раз по сравнению с естественной. В этом методе материал практически не нагревается ,что делает его перспективным для сушки медицинских и ряда других препаратов, когда нагрев приводит к необратимым, нежелательным побочным процессам.

*В биопроцессах (медицинского и ветеринарного направления) наиболее перспективны энергетические поля магнитных наночастиц, в частности, для повышения надежности и эффективности в диагностики и лечении онкозаболеваний . Наиболее эффективны магнитные наночастицы на основе оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) размером 3-4 мкм, используемые для извлечения радиочастиц из растворов [ 6,7 ]. Следует делать различие при воздействии*

электромагнитных полей (ЭМП) на жидкую среду биообъекта ( в первую очередь воду и ее растворы) и введение в биообъект влаги подвергнутой обработке ЭМП. Можно отметить следующие примеры эффективного воздействия: 1) хаотично движущиеся в воде микроорганизмы упорядочивают свое движение ( по кругу) при приближении магнитов, 2) в намагниченном физиологическом растворе крови эритроциты набухают и разрушаются быстрее, 3) омагниченная вода обладает существенно повышенной биоактивностью и при практическом применении ( например, для лечения суставов ) может быть достигнут положительный эффект при правильно подобранном режиме омагничивания, 4) действие ЭМП ощущается на клеточном уровне, изменяется активность клеток, проницаемость биомембран, существенно заметно влияние на нервную и сердечно сосудистую систему. Следует подчеркнуть, что механизм воздействия ЭМП на живые биообъекты изучен недостаточно и необходим индивидуальный подбор оптимальной интенсивности ЭМП , особенно когда дело касается организма человека. Неоднородное магнитное поле ( при напряженности напряженности до 1500А/м) действует сильнее однородного. При этом при изменении напряженности наблюдается несколько экстремальных значений изменяемых показателей биообъектов. Это является одной из главных причин индивидуального поиска оптимальной интенсивности для каждого данного биообъекта . Так, например в опытах автора по изменению свойств воды при слабом омагничивании (напряженности  $H = 6-24$  А/м и скорости протекания воды  $V = 0,5-2$  м./с) наблюдалось 2-4 экстремальных значений изменяемых свойств (электропроводность, вязкость, уровень адгезии влажных порошков к металлу). При существенном изменении режима омагничивания отмечаются также следующие эффекты: ускорение дегазации неочищенных стоков, ускорение кристаллизации пересыщенных растворов, увеличение растворимости солей и коррозионного разрушения

цветных металлов,, изменение режима окисления кристаллизации растворов., значительное ускорение промывки засоленных вод и грунтов. Интересно отметить значительное повышение интенсивности ЭМП при комбинации с ультразвуком для роста противонакипного эффекта ( в 1,3 – 1,7 раза). Следует подчеркнуть, что зависимость интенсивности и скорости изменения физических свойств воды и влажных материалов от параметров намагничивания во многих случаях полиэкстремальна и при отклонениях от оптимального ( для данного процесса) режима можно получить обратные результаты от ожидаемых.

#### Использованная литература

1. Заднепровск ий Р.П. Об эффективности и закономерностях влияния внешних энергетических воздействий на свойства тел. Научные труды Волгоградского клуба докторов наук , Волгоград: изд «Сфера» ,2017. С. 5-14
2. Коваленко В.С. Нетрадиционные методы обработки материалов в Японии.//Электронная обработка материалов , 2000,№3, с.4-12
3. Пындак В.И., Лагутин В.В., Юшкин А.В. Перспективы применения активированных водных растворов в растениеводстве // Поволжский экологический вестник,2001, вып.8,с.119-122.
4. Дубов А.А. Исследование свойств металлов с использованием метода и магнитной памяти// Металловедение и термическая обработка металлов, 1997, №9
5. Горицкий В.М., Дубов А.А.Демин Е.А. Исследование структурной повреждаемости стальных образцов с использованием метода магнитной памяти металла // Контроль, Диагностика 2000,,№7
6. Заднепровский Р.П. О способах изменения физико-химических свайств воды и их влияния на влагосодержащие материалы , состояние и биообъектов и экологической среды. Научные труда Волгоградского клуба докторов наук, Волгоград: изд.»Сфера»,2017.С.14—22.
7. Шкинев В.М., Джемлода Р.Х., Миходоева О.Б. и др. Получение магнитных наночастиц для медицинского применения. Нанотехнологии в с современных материалах технологического биомедицинского применения. Изд. Севастопольского госуниверситета, 2018, с.39-41