

УДК 548.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СКОРОСТЬ РОСТА КРИСТАЛЛОВ ДИГИДРОФОСФАТА КАЛИЯ (KDP)

Бермагамбетова Ж.Ш. – магистрант, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Поезжалов В.М. – к.ф.-м.н., доцент кафедры электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Приведено обоснование необходимости управления ростом кристаллов. Показано, что наиболее приемлемым способом управления является воздействие на кристаллообразующую среду и растущий кристалл внешних электрических и магнитных полей. Проведен обзор некоторых работ, показывающих неоднозначность результатов воздействий полей на кристаллы и кристаллообразующую среду. Определены основные факторы, влияющие на выращивание кристаллов, показаны предполагаемые механизмы воздействия, получившие наибольшее признание. Приведены результаты экспериментов по выращиванию кристаллов дигидрофосфата калия (KDP) в магнитном поле постоянного магнита, где силовые линии поля параллельны или перпендикулярны к направлению кристалла с наибольшей скоростью роста.

Ключевые слова: кристалл, магнитное поле, кристаллообразующая среда.

Кристаллические вещества и монокристаллы все шире используются в современной науке и технике. В результате того, что в большинстве случаев необходимы кристаллы с однородным распределением свойств, то актуальность вопроса, как улучшить структуру получаемых кристаллов, только возрастает. Сделать это можно пока только одним путем, – целенаправленно воздействуя на процесс кристаллизации или же на уже выращенные кристаллы. И в большинстве случаев инструментом внешнего воздействия являются различные физические поля.

Мы ограничили свое исследование влиянием магнитных полей.

Что касается воздействия магнитного поля на уже выращенные кристаллы, то в этом вопросе понимание процессов воздействия среди большинства исследователей не достигнуто. В некоторых случаях авторы считают механизмы влияния поля на некоторые свойства более или менее ясными. Например, авторы работ [1] и [2], исследовавшие магнитопластичность ионных кристаллов, придерживаются единой точки зрения о том, что магнитное поле в них влияет на спин-зависимые реакции между парамагнитными дефектами. Похожие идеи обсуждаются и в работах [3] и [4].

Однако в литературе имеется множество примеров, когда необходимые условия возникновения спин-зависимых реакций заведомо не выполняются. В качестве такого примера можно привести работы по влиянию магнитного поля на выращенные и “состаренные” кристаллы, в которых не протекают никакие процессы и реакции, а потому магнитному полю не на что влиять.

Примером таких работ могут служить статьи [5], [6], в которых сообщается о влиянии магнитного поля электромагнита на микротвердость кальциевых солей.

Странным обстоятельством, объединяющим все упомянутые исследования, является то, что магнитное поле с индукцией менее одной Теслы сильно изменяет многие свойства кристаллов, вопреки тому, что энергия, передаваемая электронным спинам на два порядка величины меньше энергии термических флуктуаций kT при той температуре, на которой было выполнено большинство экспериментов.

Вместе с тем известно, что воздействия различных внешних электромагнитных полей широко используются в различных технологиях выращивания кристаллических структур как с целью управления процессом кристаллизации, так и с целью повышения их однородности: уменьшение количества примесей, уменьшение дефектности [7].

В монографии [8] указывается на влияние магнитного поля на процесс кристаллизации. Большинство авторов работ полагают, что механизм действия внешнего магнитного поля связан с влиянием поля на неспаренные электроны.

При выращивании кристаллов из растворов процесс взаимодействия кристаллообразующей среды и магнитного поля существенно усложняется, поскольку кроме основного (растворенного) вещества, имеется и другое, не являющееся частью кристалла – жидкость (растворитель).

Известно, что при воздействии магнитного поля жидкости становятся более структурированными, в них увеличиваются скорости химических реакций, улучшается коагуляция примесей [9]. Чаще всего механизм воздействия связывают с химической поляризацией ядер в магнитном поле и изменением констант скоростей реакций между частицами с неспаренными электронными спинами и триплетными молекулами [10]. Установлено также, что в магнитных полях увеличиваются скорости реакций в жидкой и твердой фазах [10]. Однако этот эффект прекращается сразу же после снятия магнитного поля, и не наблюдается явления «памяти» о магнитной обработке

жидкостей [11,12]. Эффект действия поля объясняется воздействием на частицы, связанные силами Ван-дер-Ваальса. Ускорение процесса кристаллизации минеральных примесей в воде, прошедшей магнитную обработку, приводит к значительному уменьшению размеров кристаллов. При отсутствии железа в среде действие магнитного поля объясняют его влиянием на сольватную оболочку гидратированных ионов. Кроме того, предполагают, что магнитное поле оказывает воздействие на структуру ассоциатов воды [9]. Указанные факторы производят синергетическое воздействие на процесс выращивания кристаллов из растворов, делая его достаточно сложным и трудно управляемым.

По этой причине влиянию магнитного поля на процесс выращивания монокристаллов и даже кристаллов из растворов посвящено сравнительно небольшое количество работ. Например, в работе [13] показано влияние магнитного поля на рост кристаллов гидрокарбоната натрия. Продемонстрировано, что при выращивании кристаллов из водного раствора наблюдается уменьшение размеров кристаллов за счет увеличения константы скорости зародышеобразования. Скорость лимитирующей стадией в данном случае является перенос протонов и поэтому предполагается, что магнитное поле влияет на спиновую релаксацию протонов.

Как видно единого мнения о механизме воздействия магнитного поля, особенно поля малой напряженности, в настоящее время нет. Поэтому работы, направленные на изучение влияния магнитного поля на процесс выращивания кристаллов в магнитном поле являются достаточно актуальными.

В качестве первого этапа такого исследования нами проведены эксперименты по влиянию магнитного поля на скорость роста монокристалла КДР в постоянном магнитном поле при расположении оси кристалла с наибольшей скоростью роста вдоль и поперек этого поля. При проведении экспериментов мы рассматривали также изменения габитуса кристаллов и определялись внешние изменения.

Исследование производилось в полях кольцевых магнитов с индукцией 0,1 Тл. Структура магнитного поля одного магнита показана на рисунке 1.

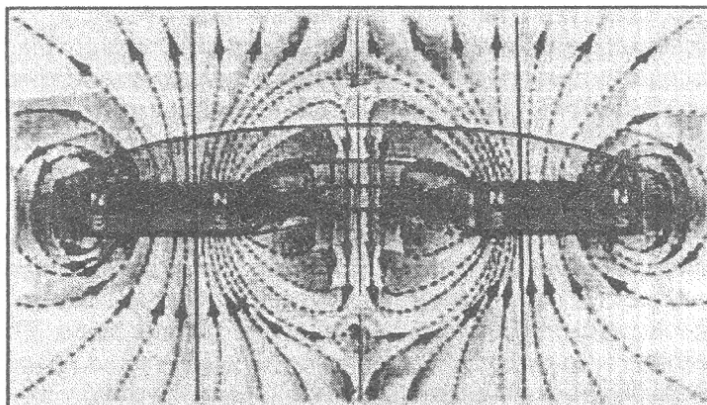


Рисунок 1- Структура магнитного поля одного магнита

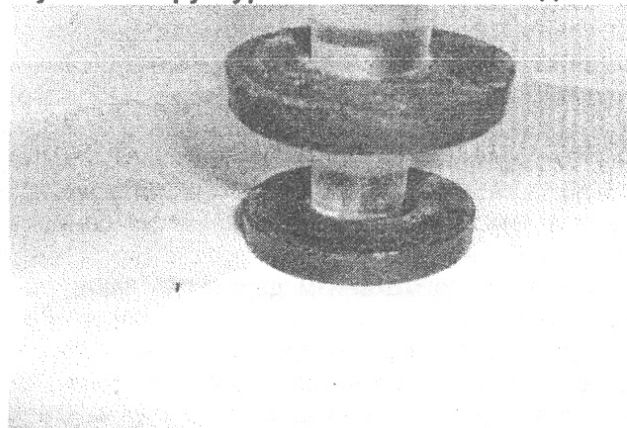


Рисунок 2- Кристаллизатор в магнитном поле

Применяя пару магнитов, обращенных одноименными полюсами друг к другу, в кольцевом пространстве между магнитами силовые линии магнитного поля будут расположены практически горизонтально. А при обращении магнитов одноименными полюсами друг к другу силовые линии магнитного поля внутри кольца будут вертикальны. Располагая в этом пространстве кристаллизационную камеру с затравочным кристаллом, вырезанным перпендикулярно оси Z, можно выращивать

кристаллы в магнитном поле, расположенном вдоль и поперек оси с наибольшей скоростью роста, как показано на рисунке 2. Установка помещалась в прозрачный воздушный термостат, который позволял поддерживать температуру 32°C с точностью до 0,5 градуса, проводить наблюдение за ростом и производить фотографирование кристалла. Рост кристаллов проводился методом испарения растворителя в условиях естественной конвекции. Прирост граней {100} и текущие размеры выращиваемого кристалла определялись по серии последовательных фотоснимков. Для этого предварительно, до начала выращивания монокристалла, в кристаллизатор, заполненный раствором, помещалась плоская пластинка с нанесенной на ней сеткой линий, проведенных через один миллиметр. Эта сетка фотографировалась цифровым фотоаппаратом. В дальнейшем геометрия расположения кристаллизатора и фотоаппарата не изменялись. При проведении экспериментов производилось фотографирование выращиваемых кристаллов через равные промежутки времени. Затем эти фотографии при помощи компьютерной программы *Photoshop* совмещались, где в качестве реперных точек использовалось изображение кристаллизационной камеры. Программа позволяет производить увеличение фотографий и по ним определять прирост монокристалла за время, прошедшее между смежными фотографированиями. При помощи геометрических построений нами была определена погрешность измерений, связанная с оптическими искажениями, вносимыми объективом, цилиндрической стенкой кристаллизатора с раствором, не параллельностью лучей и несовпадением расположения измерительной пластинки и кристалла. Она оказалась сопоставимой с погрешностью измерения и составила не более ± 0.5 мм.

Результаты исследований показаны на графике.

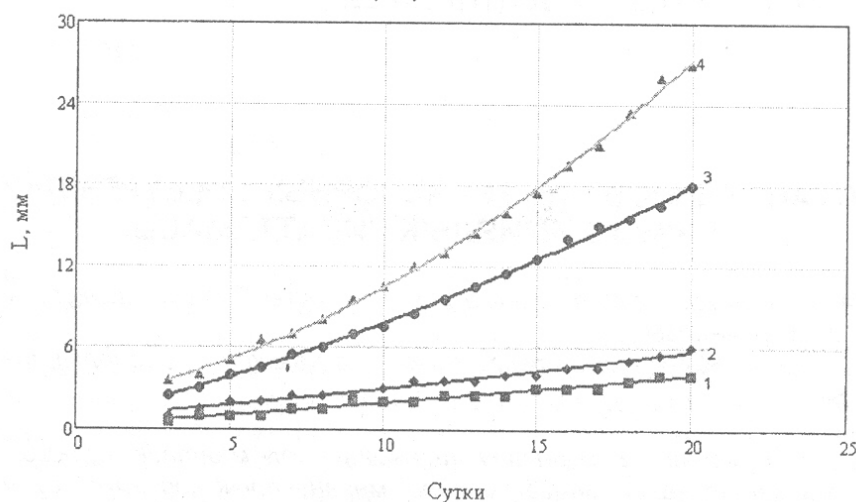


График 1 - Результаты исследований скорости роста кристаллов

Как видно, при росте монокристалла «поперек» магнитного поля (график 3) его скорость роста по оси Z на 62% меньше, чем при расположении поля «вдоль» этой оси (график 4). Аналогично действие магнитного поля и на скорость роста кристалла и вдоль оси X. Несмотря на то, что реальная скорость роста кристаллов по оси X меньше, аналогичная картина наблюдается и в этом случае. А именно, при совпадении направления роста кристалла и вектора напряженности магнитного поля скорость роста возрастает в среднем на 50% (графики 1 и 2). Возрастание скорости роста, как мы считаем, может быть объяснено тормозящим действием поля на концентрационное перемешивание раствора за счет воздействия на ферромагнитные примеси. Увеличение скоростей роста возможно связано с возрастанием скорости движения раствора относительно поверхности грани при движении раствора «по полю». Косвенно об этом свидетельствует тот факт, что наблюдалось выклинивание кристалла, что свидетельствует о присутствии в ростовом растворе примесей многовалентных металлов. Возможно, что исследование полученных кристаллов даст больше информации о механизме ускорения и замедления скорости роста.

Литература:

1. Alshits, V. I. Magnetoplastic Effect in Nonmagnetic Crystals / V. I. Alshits et al. // *Dislocations in Solids*. 2008. - V. 14. - P. 333-337.
2. Головин, Ю. И. Кинетика мартенситных превращений в циркониевых керамиках при nano индентировании / Ю. И. Головин, В. В. Коренков, Б. Я. Фарбер // *Известия РАН, Серия физическая*. - 2003. - Т. 67, N 6. - С. 840-844
3. Бадылевич М.В., Иунин Ю.Л., Кведер В.В., Орлов В.И., Осипьян Ю.А./ Влияние магнитного поля на стартовые напряжения и подвижность индивидуальных дислокаций в кремнии// *ЖЭТФ*, 2003, Том 124, Вып. 3, стр. 664

4. A.L.Buchachenko, Mass-Independent Isotope Effects/The Journal of Physical Chemistry B 2013 117 (8), 2231-2238
5. A. RubanKumarn, S. Kalainathan/ Effect of magnetic field in the microhardness studies on calcium hydrogen phosphate crystals// Journal of Physics and Chemistry of Solids 71 (2010) 1411–1415
6. Clifford Y Tai|Chi-KaoWu|Meng-Chun Chang/Effects of magnetic field on the crystallization of CaCO₃ using permanent magnets// Chemical Engineering Science, V 63 (2008) p/ 5606--5612
7. Ефимов В.А. Физические методы воздействия на процессы затвердевания сплавов / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов. – М.: Металлургия, 1995. – 272 с.
8. Лякишев, Н.П. Металлические монокристаллы / Н.П. Лякишев, Г.С. Бурханов. – М.: ЭЛИЗ, 2002. – 312 с.
9. Классен В.И. Омагничивание водных систем [Текст] / В.И. Классен. – М.: Химия, 1988. – 240 с
10. Бучаченко А.Л. Магнито-спиновые эффекты в химических реакциях [Текст] / А.Л. Бучаченко, Ю.Н. Молин, Р.З. Сагдеев, К.М. Салихов // Успехи химии. – 1995. – Т. 64. – № 6. – С. 863.
11. Лесин В.И. Изменение физико-химических свойств водных растворов под влиянием электромагнитного поля [Текст] / В.И. Лесин, А.Г. Дюнин, А.Я. Хавкин // Журнал физической химии. – 1993. – Т. 67. – № 7. – С. 1561–1562
12. Лесин В.И. Физико-химический механизм обработки воды магнитным полем [Текст] / В.И. Лесин // Сб. докладов 5-го Международного конгресса «Экватэк». – Москва. – 4–7 июня 2002 г. – С. 371 (на русском и английском языках).
13. Hans E. Crystallization of calcium carbonate in magnetic field in ordinary and heavy water // Journal of Crystal Growth, № 01/2004; 267(1):p. 251-255.

УДК 539.215.08

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДЫҒЫ КЕНОРНЫНЫҢ БҰРҒЫЛАУ ШЛАМЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Жанбулатова А.Б. - магистрант, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті, Орал қаласы

Адырова Г.М. - т.ғ.қ., Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті, Орал қаласы

Берілген ғылыми мақалада бұрғылау шламының элементтік құрамы мен қасиеттері зерттелген, сонымен қатар келесі көрсеткіштері механикалық қоспалар, су мөлшері асфальт-шайырлы заттар және мұнай өнімдері анықталған. Өткізілген зерттеулердің негізінде келесі қорытынды жасауға болады, яғни қосымша тазалау мен сұйық және қатты фазаларды бөлгеннен кейін бұрғылау шламының компоненттерін зертханалық сынаулардың нәтижесіне байланысты әрі қарай өндірістің әртүрлі салаларында қолдануға болады.

Негізгі ұғымдар: бұрғылау шлам, механикалық қоспалар, тығыздық, су, күкірт, мұнай өнімдері, асфальт-шайырлы заттар

Қазіргі таңда, мұнай өндіру және мұнай өңдеу өнеркәсібі Қазақстан экономикасының ең қарқынды дамып келе атқан салаларының бірі болып табылады. Президент Н.Ә.Назарбаевтың «Нұрлы жол - Путь в будущее» атты жолдауында, ол республиканың индустриальді және де қызмет көрсету саласындағы, атап айтқанда азық-түлік және химия өнеркәсібі жобаларын, машина жасау, сондай-ақ қызмет көрсету саласында қолдау, ең өзекті мәселелерді шешу үшін қажетті болып табылады.

Мұнай өндіру технологиясының заманауи дамуының сатысында мұнай кен орнын пайдалану кезінде тұнба шұңқырларында артық мөлшерде жиналатын қалдықтардың көп мөлшері пайда болады.

Ластану барлық сатыда кездеседі: ұңғыманы пайдалану және салуда, көміртек шикізатын өңдеу мен тасымалдауда. Мұнай және газ өнеркәсібі қоршаған ортаның және оның жекелеген нысандарының ластануында өте қауіпті болып табылады. Осыған сәйкес барлық технологиялық үрдістер табиғи экологиялық жағдайдың бұзылуына әкеледі. Геоэкологиялық жүйеге ең жағымсыз әсер ететін мұнай өнімдері, мұнай және бұрғылау қалдықтары. Қалдық шлам – құрамында мұнай және мұнай қалдықтары және улы полимерлі қоспалары бар минералды құрамдар: КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза), ССБ (сульфит-спирттібард), ПАА (полиакриламид) және басқа да қосылыстар мен табиғи жүйелер мен әсері, олардың ылғал, жауын-шашын тұнбаларымен, жерасты және жер бетіндегі сулармен байланысы кезінде жергілікті био және агроценозды орналасқан табиғи тепе-теңдігін [1].

Бұрғылау қалдықтары фракциясы әсеріндегі геологиялық және сулы ортаның химиялық құрамының экологиялық зардаптар әсерінен ластануы және өзгеруінің шекті мүмкіндігі геоэкологияның бұрғылау қалдықтарымен айналысу тәсілдері мен мұнай өндіру тәсілдері кезіндегі сулы және

palustris Schott., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman., *Gymnocarpium jessoense* (Koidz.) Koidz., *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm., *Gymnocarpium tenuipes* Pojark., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Woodsia ilvensis* (L.) R.Br., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Из них *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray. и *Gymnocarpium jessoense* (Koidz.) Koidz. ранее не отмечались для территории национального парка.

Литература:

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 августа 2000 года № 1246. О государственном национальном природном парке «Бурабай» / Справочная правовая система Юрист, 04.11.2008.
2. Лавренко Е.М., Никольская Н.И. Ареалы некоторых центральноазиатских и северотуранских видов пустынных растений и вопрос о ботанико-географической границе между Средней и Центральной Азией // Бот. журн. Л., 1963. Т. 48, № 12. С. 1734 – 1747.
3. Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. З.В. Карамышева, Е.И. Рачковская. – Л., 1973. – 276 с.
4. Султангазина Г.Ж. Флора национального природного парка «Бурабай» / Г.Ж. Султангазина, И.А. Хрусталева, А.Н. Куприянов, С.М. Адекенов; отв.ред. А.Н. Куприянов; Рос. Акад. Наук, Сиб. отд-ние, Ин-т экологии человека [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 242 с. ил. ISBN 978-5-7692-1381-6
5. Флора Казахстана. Алма-Ата, 1956, Т – 1. – 354 с.
6. Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. М.: Наука, 1987. – 160 с.
7. Семенов В.Ф. О болотах и торфяниках озера Светлого в Боровской лесной даче бывшего Кокчетавского уезда Акмолинской области // Изв. Зап.-Сиб. отд. Русск. геогр. о-ва. Омск, 1930. Т.7. С. 113 – 119].
8. Пугачев П.Г. Реликты во флоре сосновых лесов Тургайской впадины // Флора и растительные ресурсы Центрального Казахстана: сб. науч. тр. Караганда: Изд-во КарГУ, 1992. С. 24 – 28

УДК 620.162

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНОВ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Куанышбаева Н. Ж. - магистрант, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Поезжалов В.М. – к.ф.-м.н., доцент, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Байняшев А.М. - старший преподаватель кафедры электроэнергетики и физики, магистр физики, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Определены основные действующие факторы, влияющие на величину сопротивления и точность измерения. Показано, что наиболее точную и объективную информацию можно получить измеряя полное сопротивление, исключая влияние электродных процессов. Предложена схема измерителя импеданса (полного электрического сопротивления), позволяющая производить измерения в диапазоне 20Гц – 25кГц. Прибор легко сопрягается с компьютером и позволяет получать информацию в виде таблиц или графиков.

Ключевые слова: сопротивление, электродные процессы, схема измерителя импеданса.

Измерение удельного сопротивления поверхности дает исключительно полезную информацию о состоянии бетонной конструкции. Доказано, что удельное сопротивление железобетонных конструкций связано с вероятностью коррозии и ее скоростью. Последние исследования показали, что есть прямая корреляция между удельным сопротивлением и скоростью карбонизации, а также определением прочности на сжатие свежих бетонов [1]. Это делает его одним из наиболее универсальных методов неразрушающего контроля бетона. Электрическое сопротивление бетона является одной из важных характеристик, определяющих его защитные свойства при электрохимической коррозии арматуры.

Хорошо известно, что в бетонах и железобетонах проводником электрического тока является жидкая фаза, представляющая собой воду с растворенными в ней минералами цементного клинкера. Твердые компоненты - сухие зерна цемента и заполнителей - практически не проводят электрический ток. Электропроводность бетона обуславливается качеством и количеством жидкой фазы. Удельное электрическое сопротивление бетонов на пористых заполнителях зависит от тех же факторов, что и