

УДК: 537.2

Пичка Т.В., к-т техн. наук, старший научный сотрудник

Институт физики горных процессов НАН Украины, г. Днепр

Пашкова В.Л., ст. лаборант кафедры философии

Усик И.И., к-т техн. наук, доцент

Дараган Т.В., магистр,

кафедра строительства, геотехники и геомеханики

Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», г. Днепр, Украина

СЛАБЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ И МИНЕРАЛАХ

Представлены основные научные результаты исследований в области влияния электрических полей слабой напряженности на фазовые и структурные превращения в горных породах. Исследования проводились сотрудниками НТУ «Днепропетровская политехника» с участием специалистов других научно-производственных организаций. В период с 2017 по 2019 г. включительно исследования каменных углей выполнялись с коллегами Института физики горных процессов НАН Украины.

Исследования действия электрических полей слабых напряженностей в области экспериментальной минералогии и различных геомеханических явлений до 80-х годов прошлого столетия не проводились. Не трудно понять причину отсутствия научного интереса к таким исследованиям – существующая догма о неспособности низкоэнергетического влияния таких полей стимулировать на какие-либо твердофазные реакции [1].

Первые исследования, проведенные в горном университете [2], свидетельствовали о заметном влиянии слабых полей на примерах твердофазного синтеза монокристаллов алмаза [2,3]. По сути, полученные результаты послужили основой для создания способов дополнительной обработки технологической смеси [4,5], состоящей из металлического сплава с графитом и синтезированными в камерах высокого давления алмазами, получения нано- и микрочастиц алмаза с металлическими покрытиями для производства алмазного инструмента [6-14].

В разные годы результаты исследований были внедрены на предприятиях, специализирующихся на обработке природных кристаллов алмаза в бриллианты, на машиностроительных предприятиях, в частности на «Южном машиностроительном заводе» и «Полтавском заводе искусственных алмазов и алмазного инструмента».

Впервые неизвестный ранее новый химический эффект скачкообразного увеличения электропроводности был экспериментально обнаружен (В.Соболев, 1995)) при исследовании образцов яшмы, на которые воздействовали слабым электрическим полем при одновременном нагревании [15, 16]. В результате только лишь нагревания или только воздействия электрического поля при комнатной температуре эффект не регистрировался. Физическую интерпретацию обнаруженному явлению было предложено после анализа результатов исследований фазовых превращений в сидерите [17-22], смеси микропорошков сидерита, кальцита и кремния [24, 25]. В целом же физические и химические явления, протекающие на поверхностях зерен минерала, могут быть описаны с учетом квантово-механических закономерностей [25]. Основные физико-химические эффекты, обнаруженные в яшме и карбонатах, были интерпретированы с точки зрения подобных явлений, характерных для пород земной коры [20, 22, 25-30]. Один из основных результатов обработки сидерита (диэлектрика) представлен эффектом скачкообразного возникновения электропроводного слоя в межзерновом пространстве. Слой образован углеродными фазами (графеном и графаном, магнетитом); характеризуется смешанным типом проводимости.

Идеи о «созидательной роли» слабых полей были заложены в основных положениях гипотезы образования угля [31-33]. В экспериментах использованы каменные угли марок Г, Ж, К, пробы которых отбирались из пластов спокойных и выбросоопасных зон, выброшенных углей. В целом методика и техника экспериментов соответствовали исследованиям карбонатов. Обрабатывались угли, отобранные из спокойных зон, после проведения физико-химических исследований, проводился сравнительный анализ с углями из спокойных зон [34-43].

Авторы цитированных работ установили, что воздействие внешнего электрического поля стимулирует дополнительное выделение газа углем, в том числе тяжелых углеводородов. Обработка предварительно измельченных углей в отдельных случаях приводит к увеличению внутренней поверхности почти на 35% и, таким образом, – к увеличению химической активности поверхностей микрочастиц. Установлено, что слабые поля стимулируют образование электретного потенциала, релаксирующего в течение нескольких дней. Численные значения этого параметра для выбросоопасного угля и угля, который обрабатывался электрическим полем, совпадают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нюссик Я.М., Комов И.Л. Электрохимия в геологии – Ленинград: Наука, 1981. – 200 с.
2. Соболев В.В. Методы комплексной обработки давлением и их применение для реализации физико-химических превращений в

углеродсодержащих материалах. – Автореф... докт техн наук: 01.04.07 «Физика твердого тела», 05.03.05 Процессы и машины обработки давлением».– Краматорск, 1990. – 32 с.

3. Соболев В.В., Таран Ю.Н., Губенко С.И. Синтез алмаза в чугунах // *Металловедение и терм. обработка металлов.* – 1993. – №1. С3-6.

4. Соболев В.В., Бондаренко Е.В. Изменение зернового состава кристаллов алмаза при обработке продуктов синтеза в электромагнитном поле // *Сверхтвердые материалы.* – 1993. – №4. – С.54-55.

5. Соболев В.В. О некоторых результатах синтеза алмаза в КВД при циклических изменениях давления и величины пропускаемого электрического тока // *Сверхтвердые материалы.* – 1994. – №4. – С.60-61.

6. Соболев В.В., Пашкова В.Л., Бунчук Ю.П., Губенко С.И., Ушеренко С.М. Спосіб одержання композиційних матеріалів // Пат. України 81622; від 25.01.2008 за заяв. № 20040907832, приор. від 27.09.2004. Опубл. 25.01.2008, Бюл. №2.

7. Фурсова В.Л., Шарабура А.Д., Соболев В.В. Новый метод активирования поверхности алмаза в процессе химического осаждения металлов // *Состояние и перспективы развития алмазно-бриллиантового комплекса России. Тез. докл.* – Смоленск. 1998. – С.147-149.

8. Фурсова В.Л., Соболев В.В., Зегжда Г.Д. Металлические покрытия на сверхтвердых материалах для алмазно-абразивных инструментов // *Высокоэнергетическая обработка материалов. Сб. науч. тр. / Редкол.: Соболев В.В. (Отв. ред.) и др. - Днепропетровск: Арт-Пресс, 1997. – С.179-184.*

9. Шарабура А.Д., Соболев В.В., Фурсова В.Л. Новый композиционный материал для обработки природных алмазов // *Состояние и перспективы развития алмазно-бриллиантового комплекса России. Тез. докл.* – Смоленск. 1998. – С.150-152.

10. Фурсова В.Л., Соболев В.В., Баскевич А.С. К вопросу о методе активирования поверхности алмазных зерен никелем и кобальтом в процессе химического осаждения // *Высокоэнергетическая обработка материалов / Сб. науч. тр. НГАУ. - №8.-Днепропетровск: Сич, 1999.- С.228-231.*

11. Фурсова В.Л., Соболев В.В. Роль агрегированных углеводородных радикалов на поверхности алмаза в процессах металлизации // *Вопросы химии и химической технологии.-2001.-№2.-С.95-100.*

12. Фурсова В.Л., Соболев В.В., Баскевич А.С. Комплексное активирование поверхности алмаза для получения высокодисперсных порошковых композиционных материалов "алмаз-марганец покрытия" // *Вопросы химии и химической технологии.-2001.-№2.-С.123-128.*

13. Фурсова В.Л., Соболев В.В., Шарабура А.Д. К вопросу о методе активации поверхности алмазных частиц в процессе химической металлизации // *Поверхность.* – 1994. – №5. – С.88-90.

14. Слободской В.Я., Соболев В.В., Губенко С.И., Удоев А.А. К вопросу повышения реакционной способности катализатора для синтеза алмаза // *Физика и химия обработки материалов.* – 1990. – №2. – С. 122-126.

15. Характер изменения электрического сопротивления образцов яшмы при нагреве и влиянии электрического поля / В.В. Соболев, О.В. Орлинская, А.В. Чернай и др. // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – №4. – С.24-25.
16. Влияние температуры и электрического поля на электропроводность образцов минералов и горных пород. 1. Яшма / В.В. Соболев, О.В. Орлинская, А.В. Чернай [и др.] // Минералогический журн. – 1998. – №4. – С. 90-95.
17. Влияние температуры и электрического поля на электропроводность горных пород и минералов. 2. Сидерит / В.В. Соболев, А.В. Чернай, О.В. Орлинская, Р.Б. Камков, Н.В. Билан // Минералогический журнал. – 2003. – №1. – С. 91-94.
18. Образование новых минеральных фаз при электротермической обработке сидерита / В.В. Соболев, Н.В. Билан, А.С. Баскевич // Сборник научных трудов НГУ. – 2003. – №18. – С. 31-38.
19. On formation of electrically conductive phases under electrothermal activation of ferruginous carbonate / V.V. Sobolev, N.V. Bilan, A.V. Khalimendik // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2017. – №4 (160) – P. 27-35.
20. Предполагаемый механизм образования электропроводящих фаз в горных породах и минералах-диэлектриках / В.В. Соболев, А.В. Чернай, О.В. Орлинская, И.В. Нестеренко // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – №4. – С. 27-29.
21. Соболев В.В. Явление скачкообразного увеличения электропроводности минералов класса карбонатов при воздействии температуры и электрического поля / В.В. Соболев, А.В. Чернай, О.В. Орлинская // Проблемы комплексного освоения недр // Сб. науч. тр. НГА Украины. Днепропетровск: РИК НГА Украины, 1998. – №2. – С. 215-224.
22. Орлинская О.В. Термоэлектрическая обработка минералов и горных пород / О.В. Орлинская, В.В. Соболев, А.В. Чернай. – Днепропетровск: НГА Украины, 1999. – 93 с.
23. Соболев В.В. Физика минералов и горных пород // История кафедры строительных геотехно-логий и геомеханики Национального горного университета. Донецк: НОРД-ПРЕСС, 2004. – С. 316-331.
24. Соболев В.В. Образование новых фаз в измельченном кальците с добавками кремния при нагревании и пропускании электрического тока // Минералогический журнал. – 2008. – №4. – С. 25–32.
25. Соболев В.В., Камков Р.Б. Электротермическое стимулирование процесса образования новых минеральных фаз в системе сидерит–кальцит–кремний // Записки Российского минералогического общества, 2008. – Ч.СXXXVII, №1. – С.65-71.

26. Соболев В.В. Закономерности изменения энергии химической связи в поле точечного заряда // Доп. НАН України. – 2010. – №4. – С. 88-95.

27. Соболев В.В., Орлинская О.В. Новый взгляд на причины формирования полосчатости докембрийских железистых кварцитов // Сб. науч. тр. Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск: РИК НГАУ, 1998. – Т.2, №3. – С. 86-89.

28. Особливості зміни електропровідності деяких мінералів та гірських порід при термоелектричній дії / В.В. Соболев, О.В. Орлінська // Науковий вісник АН Вищої школи України, Київ, 2000. – №23. – С. 45-49.

29. Условия и процессы рудообразующей усадки железистых кварцитов в зонах дислокационного метаморфизма / В.М. Кравченко, В.В. Соболев // Доп. НАН України. – 2002. – №4. – С.129-132.

30. Соболев В.В., Кравченко В.М., Орлинская О.В. Минеральные фазы дислокационного метаморфизма // Вестник Воронежского университета. Геология. – 2002. – №1. – С.133-139.

31. Соболев В.В. Роль поверхностных физико-химических явлений в образовании каменного угля // Сб. науч. тр. Национальной горной академии Украины Т.1. – Днепропетровск: РИК НГАУ, 1999. – №3. – С.98-102.

32. Соболев В.В., Колоколов О.В. О генезисе каменного угля // Горный информационно-аналитический бюллетень.-М.: МГГА, 1999.-№3.-С.107-110.

33. Соболев В.В. К вопросу о природе образования выбросоопасных углей // Сборник научных трудов НГУ. Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – Т.1, №17. – 624 с. – С.374-383.

34. Pivnyak, G.G., Sobolev, V.V., Filippov, A.O. (2012) Phase transformations in bituminous coals under the influence of weak electric and magnetic fields // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu Volume 5, 2012, Pages 43-49.

35. Soboliev V., Bilan N., Samovik D. Magnetic stimulation of transformations in coal // Mining of Mineral Deposits. – Leiden: CRC Press/Balkema, 2013. – S. 221-225.

36. Фізика гірських порід / В.В.Соболев, О.В.Скобенко, С.Я.Іванчішин. – Дніпропетроувськ: Поліграфіст, 2003. – 255 с.

37. Soboliev V.V., Bilan N.V., Khalimendik A.V. On formation of electrically conductive phases under electrothermal activation of ferruginous carbonate // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2017,– №4.– Pp. 53-60.

38. Soboliev V., Bilan N., Filippov A., Baskevich A. Electric stimulation of chemical reactions in coal // Echnical and Geoinfkrmational systems in Mining 2011. – S. 125-130.

39. Rudakov D., Sobolev V. A Mathematical Model of Gas Flow during Coal Outburst Initiation // International Journal of Mining Science and Technology, Available online 7 March 2019, p. 791-796.

40. Frolkov, G.D., Fandeev, M.I., Malova, G.V., Frolkov, A.G., Frantsuzov, S.A., Sobolev, V.V. Effect of natural mechanical activation on coal blow-up hazards // *Khimiya Tverdogo Topliva*, Issue 5, September 1997, Pages 22-33.

41. Пивняк Г.Г., Соколов В.В., Баскевич А.С. Устойчивость углеродсодержащих фаз в углях при прохождении слабого электрического тока // *Доп НАН Украины*. –2012. – №2. – С. 107-113.

42. Sobolev V.V., Rudakov D.V., Molchanov O.M., Stefanovych L.I., Kirillov A.K. (2019) Physical and chemical transformations in gas coal samples influenced by the weak magnetic field // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, — 2019.– № 6. – 52-58.

43. Молчанов А.Н., Стефанович Л.И., Кириллов А.К. и др. Физико-химические превращения в механо- и электроактивированных каменных углях // *Физико-технические проблемы горного производства*, 2018, №20, с. 32-54.