ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАЛИВКИ ОСАЖДАЕМОГО МАТЕРИАЛА НА МАГНИТНОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ОСАДКОВ

Исупова Н. В., Шашканов В. А., Данилкин Е. В.

Санкт-Петербургский государственный университет

Исследования по созданию искусственных осадков проводятся нами с целью разработки методики переосаждения, которая позволит, по возможности, максимально точно воспроизводить естественный процесс образования осадочных горных пород. В настоящей работе изучалась роль способа заливки осаждаемого вещества: разовая или порционная. Было создано восемь искусственных осадков, различающихся тем, что одно и то же количество осаждаемого материала заливалось в седиментационный сосуд в один, два… и так до восьми приемов. Напряженность поля осаждения была 0.47 Э. Наклонение поля осаждения 73°. Готовые осадки разрезались на четыре кубических образца каждый с ребром 2.5 см. На каждом образце были измерены *x*-, *y*-, *z*-компоненты ориентационной намагниченности $\mathbf{J_{ro}}$ (рис. 1). Отчетливо видно возрастание величин ориентационной намагниченности J_{ro} с ростом числа заливок. Это, возможно, говорит о том, что магнитные частицы распределяются все более равномерно по высоте осадка, вследствие чего взаимодействие между частицами при осаждении уменьшается. Вычислены наклонения j_0 ориентационной намагниченности.

На каждом образце были также созданы и измерены *x*-, *y*-, *z*-компоненты идеальной намагниченности J_{ri}. (рис. 2). В отличие от величины ориентационной намагниченности, величины идеальной намагниченности J_{ri} с ростом числа заливок убывают до некоторой предельной величины. Показатель P_i вертикальной магнитной анизотро-

пии по отношению к идеальному намагничиванию увеличивается, тоже приближаясь к равновесному значению

В среднем по всем осадкам величина наклонения ориентационной намагниченности J_{ro} составила $j_0 = 30°$, а величина ошибки наклонения $\delta j = 43°$. По методу В. А. Шашканова и Е. В. Исуповой было выполнено исправление ошибки наклонения, в результате чего средняя величина исправленного наклонения ориентационной намагниченности составила 69° (рис. 3).

Кроме того, для некоторых образцов осадков были выполнены «палеомагнитные определения» с помощью Метода магнитной анизотропии, т. е. посредством изучения их магнитной анизотропии с помощью вращательного анизометра.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы. По мере увеличения числа заливок в соответствующих осадках:

1. Величина ориентационной намагниченности монотонно возрастает.
2. Величина идеальной намагниченности убывает, стремясь к некоторому равновесному значению.
3. Показатель P_i вертикальной магнитной анизотропии увеличивается, тоже приближаясь к равновесному значению.
4. Наклонение ориентационной намагниченности J_{ro} испытывает небольшой рост.
5. Ошибка наклонения ориентационной намагниченности исправляется методом В. А. Шашканова и Е. В. Исуповой практически полностью.

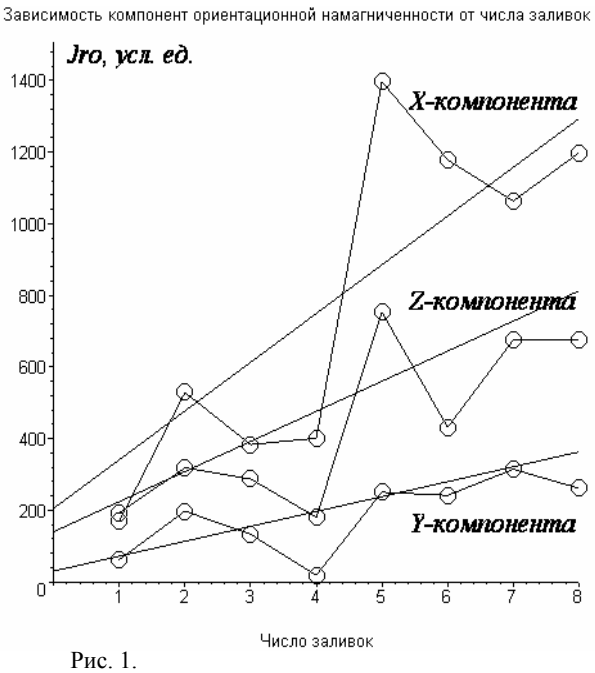


Рис. 1.

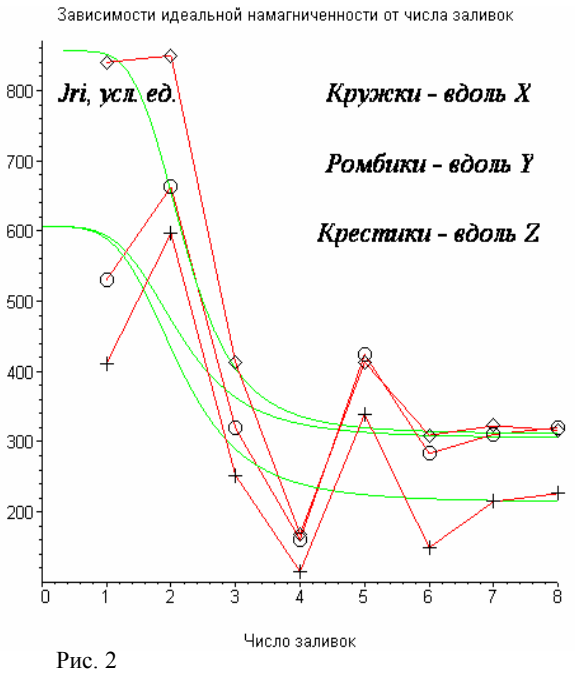


Рис. 2

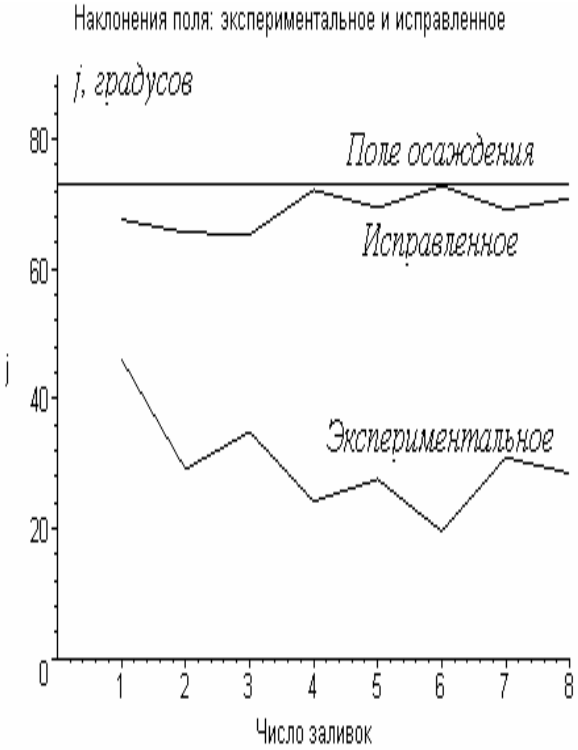


Рис. 3.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект № 01 – 05 – 64763).

МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСАДКА БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ, ВЫСУШЕННОГО В ПРИСУТСТВИИ УПЛОТНЯЮЩЕЙ НАГРУЗКИ

Шашканов В. А., Данилкин Е. В., Суровицкий Л. В., Петров И. Н.

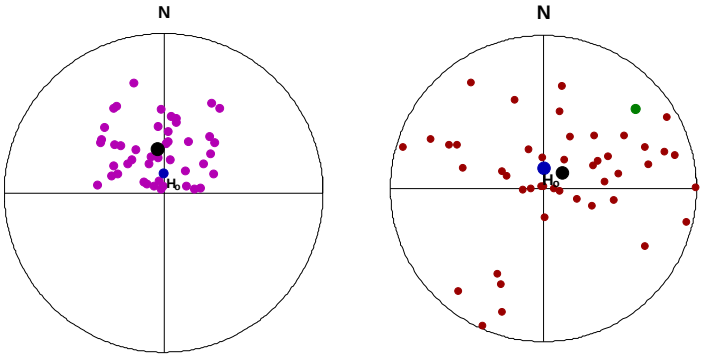
Санкт-Петербургский государственный университет

Изучение магнитной анизотропии осадков большой площади методом вращательных моментов и последующая палеомагнитной интерпретация результатов методом магнитной анизотропии показали, что полная магнитная анизотропия осадка в целом пространственно неоднородна. Это сильно отражается в результатах выделения направления легкой оси ориентационной компоненты при изучении отдельных образцов осадка, т. е. на палеомагнитных определениях новым методом. Одной из возможных причин неоднородности магнитной анизотропии может быть то обстоятельство, что после принудительного уплотнения окончательное обезвоживание (высушивание) осадков большой площади нами выполняется уже при их полной разгрузке. При этом, кроме вертикального уплотнения, происходит и некоторое всестороннее сжатие вещества осадка, возможно – неоднородное. В качестве очередной задачи процесса разработки нового метода палеомагнитных определений было решено попытаться максимально избавиться от этого всестороннего сжатия. Учитывая, что в природе осадки обезвоживаются, в основном, не за счет высыхания, а за счет «выдавливания» воды из нижележащих слоев огромной (часто многокилометровой по высоте) массой вышележащих слоев, мы попытались смоделировать (хотя бы частично) именно эту сторону седиментации.

Искусственный осадок большой площади (в плане: 20×25 см^2) был создан по технологии, при которой давление принудительного уплотнения (100 гПа) поддерживалось вплоть до полного обезвоживания материала осадка. (Этим мы стремились предотвратить всестороннее сжатие материала осадка, чтобы тем самым максимально смоделировать условия формирования магнитной анизотропии естественной осадочной породы). Всестороннее сжатие было, действительно, существенно уменьшено. Это выразилось наглядно в том, что привычного и заметного при создании искусственных осадков большой площади уменьшения горизонтальных размеров осадка не произошло. Осадок был разрезан на 45 образцов. Измерена их ориентационная намагниченность. Магнитная анизотропия образцов осадка исследована методом магнитной анизотропии.

В лаборатории уже был ранее создан в таком же магнитном поле осадок большой площади, подобный данному, но высушенный без нагрузки. Измерения ориентационной намагниченности образцов нового осадка показало, что его намагниченность мало отличается от намагниченности первого осадка (даже ошибка наклонения такая же). К сожалению, измерения магнитной анизотропии методом вращательных моментов и последующие расчеты ориентаций осей легкого намагничивания ориентационной компоненты магнитной анизотропии дали результат, лишь немногим «лучший», чем имел место для первого осадка. Действительно, кучность ориентаций легких осей повысилась почти в 2 раза (K_2 = 2,8) , но осталась столь же незначимой, как и

для первого осадка (K_1 = 1,9). Зато в новом осадке практически потеряли свою информационную значимость оси трудного намагничивания, которые в первом осадке приобрели роль практически палеоинформативных осей [1]. Видимо, новый режим формирования магнитной анизотропии искусственного осадка обусловил и иные превращения в структуре магнетика осадка.



Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект № 01 – 05 – 64763).

1. V. A. Shashkanov, O. V. Korobeinikov, I. N. Petrov. Palaeomagnetic Study of the Large-Square Artificial Sediments with the Torque Moments Method // Proceedings of the International Conference "Problems of Geocosmos", June 3-7, 2002, St. Petersburg, Russia, p. 355-357.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КОЭРЦИТИВНОГО СПЕКТРА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ВО ВРЕМЕНИ

Шашканов В. А., Абашеева Р. В., Сергиенко Е. С.

Санкт-Петербургский государственный университет

Проверка гипотезы В. А. Шашканова – В. В. Попова [1] о возможности долговременных закономерных изменений коэрцитивного спектра осадков, эффекта, способного обеспечить построение магнитного метода определения их абсолютного возраста, выполнена нами посредством создания так называемых «быстрых» осадков и в рамках новых способов анализа формы коэрцитивных спектров.

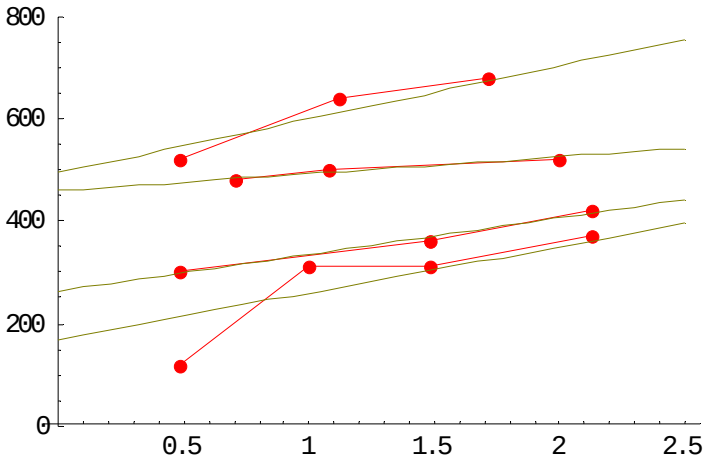
Физическая задача определения возраста породы может быть решена лишь в том случае, если в этой породе происходит некий процесс – единый и непрерывный с самого момента ее образования – развитие которого к моменту изучения породы еще не завершилось. Это должен быть процесс, способный обеспечить "запоминание" породой ее возраста, и удовлетворяющий следующим требованиям: 1) имеет место однозначная и несложная зависимость процесса от времени; 2) скорость процесса определяется исключительно первичным составом породы и не зависит от последующих внешних воздействий; 3) процесс должен быть довольно медленным и продолжительным, чтобы, как правило, не заканчиваться в течение земной жизни; 4) желательно, чтобы для разных пород это был один и тот же процесс (хотя бы феноменологически). В работе [2] сформулированы и экспериментально обоснованы принципы действия подобного хронометра для изверженных горных пород: по мнению ее авторов, наиболее перспективным путем исследования естественных магнитных состояний является изучение коэрцитивного спектра остаточного намагничивания.

Целью настоящей работы является исследование возможности По-строения магнитного метода определения возраста для осадочных горных пород. Экспериментальная сложность подхода к проблеме состоит в том, что даже для искусственных осадков (а для естественных осадочных пород – особенно) под вопросом остается вопрос о конкретном моменте формирования их магнитного состояния. Мы продолжили развитие выдвинутой в [1] идеи создания так называемых быстрых осад-ков. Это искусственные осадки, немагнитная матрица которых готовится на основе немагнитный глины с большой (до 60 вес. %) добавкой молотого мела. Осаждение производится в специальных пористых седиментационных сосудах. Полное время приготовления осадка (до сухого состояния) составляет 3 дня. Моментом формирования соответствующего детритового магнитного состояния принимаем момент заливки (разовой) осадка. Осадок разрезается на 4 – 6 образцов, которые исследуются по схеме, предложенной в [1]: выполняется нормальное их намагничивание из исходного и нулевого состояний.

Анализ результатов основан на сравнении кривых приращений (коэрцитивных спектров) кривых нормального намагничивания $J_r(H)$, Однако в получаемых численным дифференцированием спектрах – большой разброс точек, что затрудняет их интерпретацию. Для повышения надежности интерпретации мы вначале выполняем максимально «точные» аналитические аппроксимации непосредственно экспериментальных кривых намагничивания $J_r(H)$, и уже по ним просто рассчитываем коэрцитивные спектры.

Важной задачей явилось отыскание подходящей функции (набора функций) для аппроксимации кривых намагничивания. В итоге, была выбрана *S*-образная функция $\sum S(K_n) = 1 - \left(\frac{3}{K_n}\right) \cdot \left(\coth(K_n) - \frac{1}{K_n}\right)$, где $K = \frac{H}{H_n}$,

которая для трех-четырех величин H_n обеспечила очень надежную адекватную аппроксимацию кривых $J_{ro}(H)$. Создано и изучено 5 искусственных быстрых осадков. Для четырех из них получены надежные зависимости изменений их коэрцитивных спектров во времени. Соответствующие графики «движения точки пересечения спектров нормального намагничивания из исходных DRM-состояния и нулевого состояния (НС)» для возрастов осадков до ~130 дней приведены на рисунке.



Работа выполнена при поддержке Министерства Образования Российской Федерации (проект Е02–4.0–31).
1. Попов В. В. Релаксация текстуры вращения осадочных горных пород. Дипломная работа. Л. 1987.
2. Шашканов В. А., Стабровский К. А. Влияние процесса дезаккомодации на коэрцитивный спектр естественных магнитных состояний горных пород. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1978, № 3, с. 64-71.

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОЗЕРНЫХ ОСАДКОВ

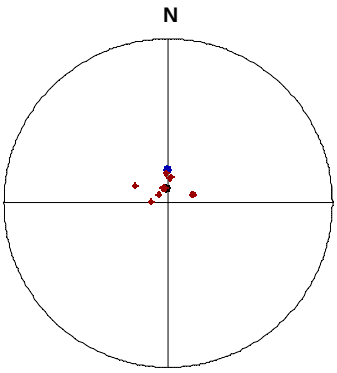
Шашканов В. А., Данилкин Е. В., Петров И. Н., Мезенцев А. Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет

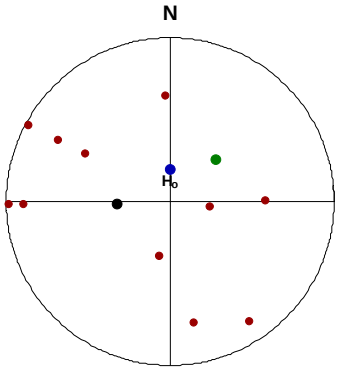
Метод магнитной анизотропии, основанный на Методе Вращательных Моментов, открывает перспективу палеомагнитного изучения осадочных горных пород на основе их магнитной анизотропии. Принцип выделения осей ориентационной МА, положенный в основу идеи собственно палеомагнитных определений, в целом оправдал себя. Однако пока еще при изучении модельных осадков (искусственные осадки, созданные в полях различного наклонения и разной напряженности) кучность рассчитанных ориентаций осей магнитной анизотропии образцов существенно ниже, чем кучность направлений намагниченности образцов этих же коллекций. Нами показано, что это обусловлено тем, что легкая (информативная) ось ориентационной анизотропии в процессе гравитационного уплотнения осаждающегося материала может «становиться» трудной осью, плавно «проходя» через состояние промежуточной оси анизотропии. Особенно сильно эффект заметен для искусственных осадков, созданных в магнитном поле высоких (выше 45 градусов) наклонений. К сожалению, пока еще не удалось выработать правила интерпретации, позволяющие из трех главных осей ориентационной анизотропии выделять ту, которая отвечает истинному направлению поля осаждения. В связи с этим необходимо продолжить экспериментальное изучение и теоретический анализ механизмов формирования магнитной анизотропии осадочных горных пород. В первую очередь – для выяснения и изучения механизмов открытого нами процесса постседиментационной трансформации ориентационной магнитной анизотропии осадков, приводящего к «перерождению» изначально «легкой» (и, следовательно, информационной) оси ориентационной анизотропии в состояние «трудной» оси. Однако основной акцент при этом необходимо сделать на способы выявления самого факта трансформации, характера и степени ее проявлений в общей картине магнитной анизотропии и на разработку критериев оценки и приемы «учета» происшедших изменений. Конечная цель – разработка уверенных приемов анализа полной анизотропии осадочных пород и надежного выделения именно той «первичной» ориентационной анизотропии, которая отвечает направлению магнитного поля во время образования осадка (седиментационный и постседиментационный этапы). Принципиальное значение здесь будет иметь сопоставление результатов палеомагнитных определений, выполненных на естественных осадочных горных породах традиционным способом (т.е. с использованием в качестве палеоинформативного элемента осадка его ориентационной намагниченности), с результатами палеомагнитных исследований, выполненных Новым методом.

Для двух небольших коллекций современных озерных (водохранилища на Волге) осадков (11 и 12 образцов) с известными характеристиками магнитного поля их формирования палеомагнитные определения выполнены как традиционным методом (по их ориентационной намагниченности), так и методом магнитной

анизотропии (измерены и проинтерпретированы кривые вращательных моментов). На рис. 1 и 2 приведены результаты двух «независимых» палеомагнитных исследований одной из коллекций. В данном случае новый метод по качеству результатов принципиально «проигрывает» традиционному методу.



Направления намагниченности



Ориентации осей легкого намагничивания

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект № 01 – 05 – 64763).