

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ ОТЛОЖЕНИЙ МИКУЛИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ (РАЗРЕЗ «ЭТАЛОН»): РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2022 ГОДА

¹Дуданова В.И., ^{1,2}Веселовский Р.В., ³Шитов М.В., ¹Шухвостов Р.С.

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

² Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия,

³ ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия

Представлены новые данные петро- и палеомагнитных исследований мгинских морских глин микулинского горизонта в опорном разрезе среднего–верхнего неоплейстоцена в карьере кирпичного завода «Эталон». Приводятся результаты изучения магнитной восприимчивости отложений и ее анизотропии (AMS). На основе термомагнитного и рентгенофазового анализов установлено, что минералом-носителем намагниченности в изученных отложениях является грейгит (Fe₃S₄). По результатам магнитных чисток выделяются два коротких интервала, в которых направление ChRM в образцах имеет обратную полярность, что предположительно может соответствовать экскурсам геомагнитного поля Блейк (~120 тыс.) и пост-Блейк (~100 тыс.).

Ключевые слова: *поздний неоплейстоцен, микулинское межледниковье, мгинская трансгрессия, петромагнетизм, палеомагнетизм, Нева*

Введение. На территории Приневской низменности известен ряд опорных и стратотипических разрезов позднечетвертичных отложений, связанных с разновозрастными морскими, озерными и озерно-ледниковыми бассейнами, а также флювиальными системами [Марков, 1934; Ауслендер, 2003; Дуданова и др., 2021]. Для задач высокоточного расчленения и корреляции этих разрезов, установления хронологии развития осадочных систем и возраста ключевых палеогидрологических событий региона необходимо выявление узких датированных интервалов и уровней, пригодных для дальней (межрегиональной) корреляции. Весьма перспективным для выявления таких уровней является почти непрерывный и один из самых полных разрезов верхнемосковских–микулинских отложений в карьере завода «Эталон» (59°48' с.ш., 30°40' в.д.). Его палеомагнитное изучение открывает возможность для получения непрерывной записи параметров геомагнитного поля и установления ключевых палеомагнитных реперов – эпизодов и экскурсов обратной полярности, что является принципиально важным и новым инструментом для стратификации четвертичной толщи северо-запада Русской платформы.

Геологическая характеристика. Опорный разрез «Эталон» расположен в центральной части Приневской низменности на правом берегу р. Нева в районе пос. им. Свердлова. Здесь вскрывается сложно построенная толща среднего–верхнего плейстоцена видимой мощностью более 35 м. В основании разреза залегают ленточно-слоистые глины московского горизонта (lgIIms), которые перекрыты отложениями мгинской морской межледниковой толщи микулинского горизонта (mIIImk) – главным стратиграфическим маркером верхнего неоплейстоцена Приневья. Мгинский мариний представлен плотными глинами темно-серого и черного цвета мощностью 9,5–10,0 м, часто с тонкой горизонтальной, волнистой и линзовидной слоистостью, а также большим количеством рассеянного органического вещества. К верхней части толщи приурочен уровень с биотурбациями и многочисленными раковинами двустворчатых моллюсков. На мгинском маринии несогласно залегают осташковский тилл (gIIIos), а венчают разрез позднеледниковые ленточные глины Балтийского ледникового озера (lgIIIbl).

Полевые работы осени 2022 г. являются продолжением ранее начатых петро- и палеомагнитных исследований [Dudanova et al., 2022] с целью получения детальной записи изменения параметров геомагнитного поля в микулинское межледниковье.

Методика исследований. Отбор образцов для их петро- и палеомагнитного изучения проводился из вертикальных стенок разреза в виде ориентированных штуфов размером около 15×10×10 см практически сплошным отбором. Штуфы в лабораторных условиях были распилены на стандартные кубики 2×2×2 см количеством от 3 до 7 образцов из одного штуфа. Всего коллекция составила 166 образцов по 2 дубля с каждого уровня.

Магнитная чистка образцов проводилась в Лаборатории Главного геомагнитного поля и петромагнетизма (ИФЗ РАН, Москва), а также Петромагнитной лаборатории МГУ. Все образцы подвергались пошаговому размагничиванию переменным полем до 35–40 мТл с помощью приставки-демагнетайзера к криогенному магнитометру (2G Enterprises, США); число шагов чистки достигало 9. Для пилотной коллекции образцов была выполнена температурная чистка до 340°C с шагом от 50 до 20°C в немагнитной печи MMTD-80 (Magnetic Measurements, Англия). Величина и направления остаточной намагниченности образцов измерялись на спин-магнитометре JR-6 (AGICO, Чехия) и криогенном (SQUID) магнитометре (2G Enterprises, США). Измерения магнитной восприимчивости (k) и ее анизотропии (AMS) проводились на многофункциональном каппа-мосте MFK1-A (AGICO, Чехия) в Петромагнитной лаборатории МГУ. Обработка результатов измерений была выполнена с помощью программы ANISOFT 4.2.

Магнитно-минералогическое изучение образцов заключалось в исследовании магнитной восприимчивости при высоких температурах, которое проводилось на каппометре KLY-4S с термоприставкой CS-3 (AGICO, Чехия). Образцы нагревались до 700°C с последующим охлаждением их до комнатной температуры со скоростью прогрева и остывания 9–11°C/мин.

Результаты и их обсуждение. *Петромагнитные исследования.* Значения удельной магнитной восприимчивости (k_m) сильно варьируют по разрезу от 6.6 до 189.5 (10^{-5} м³/кг). В целом, самые большие величины k наблюдаются в средней части разреза. Такие скачкообразные изменения значений магнитной восприимчивости, вероятно, могут быть связаны с резким повышением концентрации магнитных минералов в отложениях. Магнитная текстура пород, которая определяется по характеру анизотропии магнитной восприимчивости (AMS), тесно связана с условиями осаждения магнитных зерен. Эллипсоиды AMS в образцах мгинской морской толщи преимущественно имеют уплощенную форму: минимальные оси эллипсоидов (K3) ориентированы субвертикально, промежуточные (K2) и максимальные (K1) лежат в горизонтальной плоскости. Пространственное распределение направлений главных осей эллипсоида AMS в изученных образцах является характерным для осадочных пород, накапливающихся в спокойных гидродинамических условиях.

Кроме того, по результатам измерения AMS образцов и их дублей выполнялась проверка и контроль правильности ориентировки штуфов при их отборе и дальнейшей распиловке образцов. Таким образом, если распределение осей эллипсоида AMS в образце сильно отличалось от смежных образцов, то такие данные исключались при дальнейшей интерпретации.

Для определения минералов-носителей естественной остаточной намагниченности у наиболее характерных образцов была изучена зависимость магнитной восприимчивости от температуры. В процессе нагрева образца наблюдается резкий рост магнитной восприимчивости (k) в интервале температур 380–400°C и ее спад около 575–580°C (точка Кюри магнетита), что наиболее вероятно соответствует переходу железосодержащих сульфидов в магнетит при нагреве [Минюк и др., 2013]. Данный вывод подтверждается результатами рентгенофазового анализа пород: минералом-носителем намагниченности в образцах микулинского горизонта является грейгит (Fe₃S₄).

Палеомагнетизм. По результатам ступенчатого размагничивания образцов переменным полем естественная остаточная намагниченность изученных образцов состоит, преимущественно, из одной, реже из двух компонент: соответственно

высококоэрцитивной, которая, как правило, является характеристической (ChRM) и низкокоэрцитивной вязкой компоненты, разрушающейся в поле до 10–15 мТл. Температурная магнитная чистка пилотной группы образцов показала, что разрушение ChRM полностью происходит в интервале 320–340°C; вязкая компонента, при ее наличии, удаляется при температурах 100–160°C.

По результатам компонентного анализа в подошве мгинской морской толщи, на границе с озерно-ледниковыми ленточными глинами московского горизонта, выделяется серия из нескольких образцов, в которых направление ChRM по результатам АФ-чистки имеет обратную полярность. Вверх по разрезу образцы морских глин микулинского межледниковья несут характеристическую компоненту намагниченности прямой полярности, а в кровле толщи снова выделяется краткий интервал с обратной полярностью. Можно предположить, что указанные интервалы представляют собой экскурсы геомагнитного поля Блейк (~120 тыс.) и пост-Блейк (~100 тыс.), однако это требует уточнения природы и возраста компонент NRM, что планируется сделать в ходе дальнейшей работы.

ЛИТЕРАТУРА

Ауслендер В.Г., Котлукова И.В., Малаховский Д.Б., Насонова Л.Д., Саммет Э.Ю., Яновский А.С. Геологическое положение Санкт-Петербурга и вклад геологов в его становление и развитие // Геологи – 300-летию Санкт-Петербурга. 2003. С. 3–22.

Дуданова В.И., Шитов М.В., Бискэ Ю.С., Шухвостов Р.С. Ключевые события геологической истории Приневья в позднечетвертичное время // Мат. II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. М.: Институт географии РАН. 2021. С. 99–103.

Марков К.К., Порецкий В.В., Шляпина Е.В. О колебаниях уровней Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время // Труды Комиссии по изучению четвертичного периода. Л., 1934. Т. IV. Вып. 1. С. 71–129.

Минюк П.С., Тюкова Е.Э., Субботникова Т.В., Казанский А.Ю., Федотов А.П. Термокаппаметрия природных сульфидов железа Северо-Востока России // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 4. С. 601–614.

Dudanova V., Veselovskiy R. New data on the paleomagnetism and geochronology of the Neva Lowland varves // 14-й школа-конференция с международным участием «Проблемы Геокосмоса». 2022.

NEW DATA ON THE MAGNETOSTRATIGRAPHY OF SEDIMENTS OF THE MIKULINO (EEMIAN) INTERGLACIAL: RESULTS OF FIELD WORKS 2022

¹Dudanova V.I., ^{1,2}Veselovskiy R.V., ³Sheetov M.V., ¹Shukhovostov R.S.

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

¹Schmidt Institute of Physics of the Earth of the RAS, Moscow, Russia

³A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

We present the new results of petro- and paleomagnetic studies, carried out on reference Middle-Upper Neopleistocene section of Mikulino marine clays in the Etalon factory (v. Sverdlov, Leningrad region). The results of studying the magnetic susceptibility of sediments and anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) are presented. The magnetic minerals in the studied sediments were identified by X-ray diffraction and the shape of the temperature dependences of the initial magnetic susceptibility at heating from room temperature to 700°C. The characteristic remanent magnetization (ChRM) is carried by greigite (Fe₃S₄). The two reversed and one normal polarity intervals were identified in the studied samples that may attributed to the Blake and post-Blake excursions.

Keywords: *Late Pleistocene, Mikulino (Eemian) interglacial, petromagnetism, paleomagnetism, Neva region*