

УДК 581.33

Г. М. Чернова

G. Chernova

**К МЕТОДИКЕ ПАЛЕОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ****TO THE METHODS OF PALEOPALINOLOGICAL RESEARCHES
OF QUATERNARY SEDIMENTS**

Приведен обзор основных методик палеопалинологических исследований. Обсуждаются их достоинства и недостатки, рассматриваются некоторые дискуссионные вопросы. Особенно тщательно рассматриваются некоторые важные моменты сбора и обработки материала.

Для палеопалинологических исследований в большей степени, чем для других палеоботанических методов важна не только удачная находка ископаемого материала, но и наиболее полное выделение объектов исследования – микрофоссилий. Первые опыты изучения ископаемых пыльцевых зерен и спор в 1885–1905 гг. как отечественными учеными В. С. Доктуровским, В. Н. Сукачевым, В. В. Кудряшевым, так и зарубежными – швейцарцем И. Фрю, немцем К. Вебером, шведом Н. Лагергеймом, проводились из торфяных отложений (Доктуровский В. С. 1923, Гричук В. П., Заклинская Е. Д. 1948, 3). В торфе обычно содержится большое количество пыльцы и спор, которые хорошо сохраняются и их довольно легко выделить. Позднее, в конце 30-х годов, В. П. Гричук предложил для обогащения образцов пыльцой и спорами сепарационный метод с использованием тяжелой жидкости, что позволило подвергать анализу любые минеральные отложения, как континентального, так и морского генезиса (Гричук В. П., 1937).

Поскольку палеопалинологические исследования представляют собой весьма трудоемкую и дорогостоящую операцию, к выбору образцов нужно относиться очень внимательно, всегда имея в виду те задачи, для решения которых будут привлечены результаты определения обнаруженных пыльцы и спор.

При сборе образцов как при бурении, так и из обнажений, шурфов и т.д. необходимо соблюдать осторожность и аккуратность, исключая занос материала со стороны или других глубин, обращать особое внимание на тщательность документации. При этом необходимо брать целую серию образцов, охватывающую весь разрез, так как единичные образцы, характеризующие только данный горизонт, не могут быть использованы для стратиграфических целей.

При отборе проб из естественных обнажений нужно выбирать такие, которые имеют совершенно ясную стратиграфию и находятся в условиях, которые позволяют распространить выводы их результатов достаточно широко.

В тех случаях, когда заранее можно предполагать, что изучение разреза даст интересный результат (присутствие торфа, погребенных почв и т.д.), не следует останавливаться перед большими расчистками, так как обычно полученные данные окупают затраченный труд. При этом нужно всегда придерживаться правила, что лучше затратить лишний день на исследование обнажения, чем недостаточно тщательным сбором материалов обесценить результаты многодневной аналитической работы (Гричук В. П., Заклинская Е. Д. 1948).

Обнажение, из которого будут отбираться образцы, должно быть тщательно расчищено, причем не только одной вертикальной канавой, но и по всей площади стенки обнажения, чтобы составить отчетливое представление о стратиграфии разреза, при этом обязательно обращать внимание на то, чтобы она была не искажена древними или современными оползнями и оплывинами.

Если обследуются описанные ранее и известные обнажения, то независимо от этого, описание их необходимо сделать самостоятельно. Оно не должно зависеть от точки зрения предыдущих исследователей.

Расчистку следует углублять внутрь склона (или обрыва) до тех пор, пока не будут прорезаны все оплывшие и оползшие массы, а в слоях с ненарушенным залеганием – зона крупных трещин усыхания, так как на стенках таких трещин возможно накопление современной пыли. Так как стенка естественного обнажения в редких случаях бывает отвесной, то углубление канавы следует вести ступенями. Замеры мощности слоев в обнажении производятся по вертикальной фронтальной стенке канавы. В тех случаях, когда глубины взятия образцов, а иногда и мощности слоев, приходится передавать по горизонтальным площадкам ступеней, то для контроля, при высоте обнажения более 5 метров, нужно произвести общее измерение высоты разреза с помощью рулетки и эклиметра общепринятыми в геологической практике методами.

Образцы, по возможности, берутся снизу вверх, последовательно из всех горизонтов или слоев. Рациональнее, прежде, чем приступить к отбору образцов из обнажения, произвести предварительную разметку точек, откуда они будут взяты. Для этого на фронтальной стенке канавы разворачивается лента рулетки (или обыкновенная сантиметровая лента) и проводятся горизонтальные черты с помощью ножа или лопатки в тех местах, где должны быть взяты образцы.

Параллельно с этой работой нужно произвести детальное описание слоев и зарисовать в полевом дневнике вертикальную колонку разреза, на которой впоследствии отмечаются точки, в которых взяты образцы и проставляются их номера.

Интервалы между образцами зависят от тонкости материала, слагающего породы, мощности осадков. Обычно образцы отбирают послойно с интервалом 2–3 см из почвы, 5–10 см из торфа, 5–10–15 см из суглинков и супесей, через 15–20 см из толщ галечников и песков. Кроме того, обязательно нужно брать образцы, характеризующие нижнюю и верхнюю границы выделяемого горизонта, пласта или свиты, для того, чтобы с помощью палинологических данных выяснить условия начала и конца осадконакопления для каждого стратиграфического подразделения. Необходимо отметить, что отбор нужно производить не с самой границы, а чуть ниже и выше, чтобы не получить смешанный спорово-пыльцевой спектр.

Вес образцов в среднем для минеральных пород 200–400 граммов (иногда до 500 г – для аридных районов, например, сильно карбонатные лессовидные суглинки) и 25(50)–100 г – для органогенных.

Каждый образец должен обязательно характеризоваться полной этикеткой с указанием местоположения и номера разреза, обозначения слоя, названия горной породы, номера образца, глубины его отбора, даты и фамилии отбравшего. Это необходимо строго соблюдать. Потеря общих описаний или отсутствие полевого дневника и этикетки может привести к практически полной гибели сборов.

Образцы лучше упаковывать в полиэтиленовые пакеты или в простую оберточную бумагу, кальку, писать номера образца и разреза, а затем в мешочек из ткани и тоже подписать, что в последствии сильно сократит время на разборку образцов.

Геологическое бурение должно вестись без промыва, так как иначе в керн может быть занесено много посторонних примесей, в том числе пыльца и споры. В качестве образцов для палинологического анализа отбирают куски извлеченной породы с ненарушенной структурой, тщательно очищая их с поверхности и упаковывая как обычно.

Взятие проб из рыхлых органических отложений, не покрытых сверху толщей минеральных осадков, производится обычно при помощи специальных буров системы Гиллера, Сукачева, Института торфа и др. На озерах кроме того можно пользоваться стратоскопами, стратометрами, поршневым буром системы В.В. Перфильева или особыми

лотами. Геологическими бурами пользоваться нельзя, так как они не могут доставить чистый материал для анализа. При бурении на торфяниках и озерах буровые скважины необходимо закладывать на тех участках залежей, где изучаемые отложения достигают наибольшей мощности и дают наиболее полный стратиграфический разрез. Чаще всего такие места приурочены к центру торфяников. Чтобы определить наиболее подходящий пункт для бурения, производят предварительную зондировку торфяника или озера (озерных осадков). Бурить следует обязательно до подстилающих пород. Желательно захватить хотя бы незначительную глубину и минеральный грунт. При этом необходимо не забывая тщательно промывать пробоотборный челнок.

Упаковывать образцы лучше в металлические бьюксы или полиэтиленовые пакеты. Можно ли подсушивать образцы? Дискуссионный вопрос. Несмотря на то, что некоторые исследователи это рекомендуют, делать этого, с нашей точки зрения, не в коем случае нельзя, также как и отжимать образцы торфа во время отбора, что иногда практикуется специалистами при отборе проб на ботанический анализ торфа.

При отборе образцов при любом виде бурения необходимо вести журнал описания отложений, вскрываемых скважинами, и параллельно все наблюдения заносятся в полевой дневник.

При сборе в поле материала для палинологических исследований помимо общего экспедиционного снаряжения необходимо иметь ряд предметов специального назначения. Прежде всего нужны: хорошая саперная лопата для зачистки обнажений, маленькая шанцевая лопатка, 1–2 скальпеля или перочинный нож, рулетка, сантиметровая лента с булавкой, специальный упаковочный материал (бьюксы, мешочки, бумага, шпагат), этикетки, журнал и полевой дневник.

Для извлечения пыльцы и спор из образцов четвертичных отложений их подвергают специальной лабораторной обработке. Из сравнительно большого количество методов обработки, предложенных различными авторами [Гричук В. П., Заклинская Е. Д., 1948, Гричук В. П., 1937, Гричук М. П., Шумова Г. М., Шипорина И. А., 1967], в настоящее время наиболее часто применяемые в практике лабораторий следующие: усовершенствованная щелочная методика Л. фон Поста, применяющаяся при обработке торфяных отложений, сепарационная методика В. П. Гричука, используемая при подготовке для анализа минеральных осадков, а также ацетоллизная методика Г. Эрлмана, как дополнительная при обработке продуктов мацерации для лучшего окрашивания пыльцы и спор и увеличения их объема и морфологической выраженности. Реже используется обработка пород плавиковой (фтористоводородной) кислотой. Большой вклад в практику лабораторных исследований внесла своими обобщениями, ценными рекомендациями, основанными на большом личном опыте, сотрудник ВСЕГЕИ И. В. Петрова (Петрова И. В., 1977, 8).

Щелочной метод. Этот метод обработки, ставший классическим, был предложен Л. фон Постом в 1916 г. В более поздние модификации он состоит в следующем: навеска торфа (влажного около 50 г, сухого около 15 г) переносится в чистую фарфоровую химическую чашку и заливается 10%-ным раствором едкого калия, или едкого натрия, или пиррофосфорнокислого натрия, чтобы он покрывал торф не менее, чем на 1 см. Оставить образец на 10–15 минут; если очень сухой – на сутки, чтобы он пропитался раствором, набух, если необходимо, то добавить еще раствор щелочи, чтобы он покрывал торф не менее, чем на 1 см. Затем смесь кипятится в течении 3–5 минут при периодическом перемешивании стеклянной палочкой. После чего ее остужают. Холодную смесь, энергично взбалтывая, профильтровать через сито. Сита можно использовать как металлические, так и шелковые и капроновые с размером ячеек 0.1 мм. В шелковых и капроновых ситах сетка должна иметь плетение из нитей в виде жилок (без пушистых волокон). Наиболее удобны сита, смонтированные на проволочном каркасе в форме круга или овала

(Петрова И. В., 1977). Остатки на сите и в чашке тщательно промыть водой (лучше дистиллированной), после чего грубые органические остатки, задержавшиеся на сите, ликвидировать. Суспензию, прошедшую через сито, поставить для отстоя не менее, чем на 3 часа, лучше на сутки. Отстоявшийся прозрачный раствор слить осторожно, не до конца. Далее осадок необходимо центрифугировать в пробирке. При скорости 1000 об./час, в среднем 5–7 минут. В конце центрифугирования осадок обязательно промыть водой. В пробирку добавить глицерин, чтобы он покрывал осадок не более, чем на 0.5 см; это необходимо для просветления пыльцы и спор, а также для того, чтобы препарат не подсыхал.

Препараты для подсчета и изучения пыльцы и спор под микроскопом приготавливаются следующим образом. На чистое предметное стекло наносится капля глицерина, в которую стеклянной палочкой с оплавленным концом (или лучше стеклянной трубкой) помещается капля из пробирки с приготовленным образцом торфа. Предварительно образец тщательно перемешивается палочкой (или трубкой), чтобы проба была не случайной. Капли глицерина и мацерата также тщательно перемешиваются на предметном стекле, а затем смесь осторожно накрывается покровным стеклом. Покровное стекло не следует сразу опускать плашмя, а постепенно, сначала поставив на ребро под углом, чтобы придавить препаратальной иглолкой.

Сепарационный метод В. П. Гричука применяется при обработке минеральных отложений и основан на принципе действия тяжелой жидкости, удельный вес которой был бы выше удельного веса спор и пыльцы, заключенных в пробе и меньше удельного веса наиболее легкого минерального компонента изучаемых осадков. В такой жидкости порода разделяется: органические остатки (споры, пыльца, растительные ткани и др.) всплывают наверх, а все минеральные частицы оседают на дно.

В. П. Гричуком применялась жидкость Туле с высоким содержанием ртути, которая легко изготавливается, но очень ядовита: разрушающе действует на кожу, слизистые оболочки. От нее отказались. В настоящее время широко используются тяжелые жидкости ПД-2, ПД-3, ПД-6 (ПД – пыльцевая-диатомовая) – концентрированные водные растворы йодистого и бромистого цинка, а также КК-2.6 – калий-кадмиевая-концентрированный водный раствор йодистого калия и йодистого кадмия. Последняя очень эффективна при обработке сильнокарбонатных проб, но необходимо отметить, что все соединения кадмия также очень ядовиты. При работе следует соблюдать особые меры предосторожности: исключить попадание жидкости на кожу, работать в вытяжном шкафу при включенной тяге. Удельный вес жидкости, применяемый для обогащения пород пылью и спорами, должен быть от 1.8 до 2.6 (не выше 2.7 – удельного веса кварца). Для отложений плейстоцена и голоцена предпочтителен удельный вес 2.28–2.30. Измеряют его с помощью ареометра или пикнометра.

Методика обработки минеральных проб различна в деталях, отдельных приемах, применяемых в разных лабораториях страны. Предлагаемая ниже методика используется в палинологической лаборатории Научно-исследовательского института географии и на кафедре биогеографии факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета, разработана с учетом рекомендаций И. В. Петровой [Петрова И. В., 1977, 8].

Перед обработкой все образцы обязательно проверяют на карбонатность, нанеся на поверхность их 1–2 капли раствора 10%-ной соляной кислоты. Если наблюдается вскипание, характерное потрескивание – образец карбонатный, поэтому его обработку начинают с соляной кислоты.

Предварительно твердые породы измельчаются на куски, размером с горошину или меньше, при помощи ступки и пестика. Ступку и пестик тщательно мыть щеткой после каждого образца и высушивать. Измельчение проводить только вверх-вниз, не растирая

пробу.

Пробу (100 г и более) всыпать в сухой чистый стакан объемом не менее чем 800 мл. Осторожно (вначале по каплям) влить в стакан небольшую порцию 10%-ной соляной кислоты и дать ей отреагировать. Добавить кислоты и опять дать ей отреагировать. Периодически добавляя кислоту, перемешивая суспензию палочкой, взбалтывая пробу, встряхивая стакан, довести ее объем на 1 см выше осадка. После чего слить отреагировавшую кислоту без осадка в другой стакан с таким же лабораторным номером. Повторять эту процедуру необходимо до тех пор, пока карбонаты полностью не растворятся. Полноту растворения карбонатов определить по реакции на добавление к сырому осадку нескольких капель концентрированной соляной кислоты (25–35%-ной). Полученную суспензию разлить поровну в оба стакана и до верха залить холодной водой, оставить на 2 часа для отстоя (в первый день лучше на сутки). Слить избыток кислого раствора осторожно (не до конца!) и залить осадок водой, повторяя процедуру через 2 часа до получения раствора с $pH=5.0$.

Затем слить избыток воды и залить осадок горячим раствором 5–10%-ной щелочи, лучше свежеприготовленной (на 1 объем осадка 2 объема щелочи). Хорошо взбалтываем суспензию, оставляем в растворе пробу на 30 минут, чтобы она пропиталась и набухла. Залить пробу теплой водой до верха стакана и оставить на отстой на 3 часа (первый день лучше на сутки). Осторожно слить избыток раствора (не до конца!), снова залить пробу теплой водой и поставить на отстой на 3 часа. Процедуру повторять до получения прозрачного столба воды и раствора с $pH=6.0$.

Отмытый осадок перевести в центрифужный стакан (1/3 объема) путем центрифугирования (5–7 минут) и оставить на 2–3 часа (до 12 часов) не переворачивая стакан вверх дном. Добавить тяжелую жидкость (удельный вес 2.28) на 1 объем осадка 2–3 объема жидкости и очень тщательно перемешиваем суспензию чистой сухой (!) палочкой. Центрифугировать смесь 10 минут при скорости 1500 об/час или 20 минут при скорости 1000 об/час.

Слить осторожно, несколько поворачивая стаканчик, органическую фракцию в химический стакан, залить ее водой (на 1 часть 9–10 частей воды), добавить 2–3 капли соляной или уксусной 10%-ной кислоты, перемешать чистой палочкой и оставить на 10–12 часов.

Осторожно слить отстоявшийся прозрачный раствор. Осадок центрифугировать в пробирке с узким концом. В конце центрифугирования обязательно его промыть водой. В пробирку добавить глицерин, чтобы осадок он покрывал не более чем на 0.5 см.

Методика с применением фтористоводородной кислоты подробно нами рассматриваться не будет. В основе ее лежит обработка образцов плавиковой кислотой, которая превращает кремний в летучие соединения и тем самым увеличивает концентрацию пыльцы. Фтораты, получаемые соли, растворяют соляной кислотой, а затем водой. Работать с плавиковой кислотой следует под сильной тягой, так как она дает очень едкие пары. Хранится эта кислота в свинцовых, парафиновых или полиэтиленовых сосудах, соответственно такую же посуду следует применять при работе с ней. В наших лабораториях применяется редко из-за невозможности обеспечить необходимые условия.

Ацетолитный метод Г. Эрзмана применяют как дополнительную методику, чтобы облегчить изучение ископаемого материала, а также обрабатывают ею свежую рецентную пыльцу и споры в процессе подготовки их для изготовления постоянных препаратов.

Продукты сепарации породы (или рецентная пыльца или споры) заливаются уксусной кислотой на 1 объем осадка около 5 объемов кислоты. Тщательно размешать их и центрифугировать. После чего добавить свежесмешанную ацетилирующую из 9 частей уксусного ангидрида и 1 части концентрированной серной кислоты (на 1 объем осадка 2–3 объема смеси). Смесь готовят только в момент ее употребления, так

как реакция весьма экзотермична, то сначала в цилиндр наливается уксусный ангидрид, а затем осторожно по каплям добавляют серную кислоту. Суспензию с ацетилирующей смесью в пробирке тщательно перемешать обязательно сухой палочкой и поместить в водяную баню, которая находится в вытяжном шкафу. При этом необходимо соблюдать осторожность, чтобы пробирки не лопнули, температура воды должна быть 30–40, 50°C, после чего быстро довести ее до кипения. После закипания воды выдержать пробирки 60 секунд, вынуть из водяной бани и сразу центрифугировать также в течение 60 секунд. Декантировать ацетильную смесь в текущую воду. Промыть остаток уксусной кислотой, чтобы предупредить осаждение ацетата целлюлозы, путем центрифугирования. После чего промыть осадок 3–4 раза водой также путем центрифугирования. В пробирку добавить глицерин.

Каждая палинологическая лаборатория обязана иметь у себя хотя бы небольшую сравнительную коллекцию постоянных эталонных препаратов рецентных спор и пыльцы. Такая коллекция служит пособием при палеопалинологических исследованиях.

Препараты спор и пыльцы для постоянной коллекции могут изготавливаться как из свежего, так из гербарного материала. Растения при этом обязательно должны быть определены специалистами. Подготовка к обработке свежего материала: тычинки с пылью или спороносящие части свежих растений кладут в пробирки с уксусной кислотой, в которых они могут находиться несколько дней или даже месяцев в ожидании окончательного препарирования. Подготовка к обработке гербарного материала: части растений, содержащие пыльцу и споры, извлекаются пинцетом и кладутся в бумажные конвертики, где хранятся до химической обработки. Л. фон Пост применял обработку пыльцы и спор 10%-ным раствором едкого калия, но при этом пыльцевые зерна и споры не становятся совершенно прозрачными, поэтому предпочтительнее описанный выше ацетолизный метод Г. Эрдмана.

Постоянные препараты изготавливаются на быстро застывающих фиксаторах. Можно назвать более 20 рецептов этих сред [3,5]. Наиболее широкой популярностью в нашей стране пользуется желе из глицерина–желатина. Существует несколько рецептов его приготовления. Смесь Кайзера: 1 весовая часть желатина, 7 весовых частей глицерина, 6 весовых частей дистиллированной воды, 2–3 капли (кристалла) тимола или фенола как антисептиков. Смесь Киссера: 50 г. желатина, 150 мл. глицерина, 175 мл. дистиллированной воды, около 7 г. фенола [3].

Приготовление препаратов производят следующим образом: стеклянной трубкой (удобны трубочки, которые используют при анализе крови) берется часть осадка, содержащего пыльцу или споры и переносится на предметное стекло, куда помещается кусочек глицерина–желатина со спичечную головку, после чего смесь нагревают на плиточке, не доводя до кипения и постоянно перемешивая препаровальной иглолочкой. Затем снимают с плиточки предметное стекло, смесь накрывается покровным стеклом и придавливается препаровальной иглолочкой. После этого быстро переворачивают покровным стеклом вниз и оставляют.

Через два–три дня препараты, изготовленные на глицерине–желатине окантовываются. Для окантовки используют асфальтовый, битумный или косметический лаки, канадский бальзам, эпоксидные смолы и другие быстро застывающие средства, которые предохраняют препараты от высыхания и придают им долговечность. Окантовка производится либо тонкой кисточкой, либо тонко очиненной спичкой таким образом, чтобы лак закрывал край покровного стекла и часть предметного, примыкающую к покровному. Этикетки с указанием названия растения помещаются на препарате. Готовые препараты хранятся в специальных ящиках или коробках.

Необходимо обратить внимание на то, что лаборанты, инженеры, проводящие химическую обработку проб, должны ежегодно проходить медицинский осмотр, у них

должен быть сокращенный рабочий день, то есть определенные льготы в связи с вредностью контакта с химическими реагентами. Особо нужно сказать о регенерации тяжелой жидкости. Процесс этот при нынешней дороговизне и трудности получения реактивов вынуждены практиковать. Если его проводить, то только в изолированных помещениях, там, где не должны постоянно находиться люди и в исправном вытяжном шкафу с принудительной вентиляцией. Как показывает опыт, несоблюдение техники безопасности может привести к получению профессиональных заболеваний.

В то же время для успешного проведения палеопалинологических исследований лучший учитель – опыт работы с разнообразными образцами, представленными различными типами четвертичных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

Доктуровский В. С. Метод анализа пыльцы в торфе // Изв. научн. экспед. торф. ин-та, 1923. – № 5. – С. 5–24.

Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / Ред. К. К. Марков. М.: ОГИЗ-ГЕОГРАФИЗ, 1948. – 224 с.

Пыльцевой анализ / Ред. И. М. Покровская. – М.: Госгеолитдат, 1950. – 571 с.

Гричук В. П. Новый метод обработки осадочных пород для целей спорового анализа // Труды советской секц. междунар. ассоц. по изуч. четверт. периода. – М.-Л.: ОНТИ, 1937. Вып. 3. – С. 159–165.

Палеопалинология / Ред. И. М. Покровская. Л.: Недра, 1966. – Т. 1.

Гричук М. П., Шумова Г. М., Шипорина И. А. О применении нового метода выделения пыльцы из плейстоценовых лессовидных и глинистых отложений // Вестн. Московск. ун-та, География, 1967. – № 3. – С. 87–89.

Петрова И. В. К вопросу о сепарации осадочных пород при палинологических исследованиях // Труды ВСЕГЕИ, Новая серия, 1977. – Т. 279. – С. 72–75.

Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе / Ред. Е. Д. Заклинская, Л. А. Панова. – Л.: Недра, 1986. – 77 с.

SUMMARY

Review of main methods of paleopalynological researches is used. Their dignities and shortcomings are being discussed and some discussion questions are being examined. Some important moments of collection and treatment of materials are being examined especially carefully.