

Серия научно-справочная

Д-р РИХАРД КРЕЙЗЕЛЬ

Экстраординарный профессор палеоботаники и ботаники Университета
во Франкфурте на Майне

МЕТОДЫ
ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
РУКОВОДСТВО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ
РАСТЕНИЙ И ОБРАЗОВАННЫХ ИМИ ГОРНЫХ ПОРОД

С 39 фиг. в тексте

Перевод В. М. КРИШТОФОВИЧ

Под редакцией и с дополнениями

Проф. А. Н. КРИШТОФОВИЧА

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
Июнь 1932 г.

Непременный Секретарь академик *В. Волгин*

Редактор издания проф. А. Н. Криштофович

Технический редактор К. А. Гранстрем. — Ученый корректор С. М. Шнейдер

Сдано в набор 28 марта 1932 г. — Подписано к печати 6 июня 1932 г.

144 стр. + 39 фиг. в тексте

Формат бум. 62 × 94 см. — 91/4 печ. л. — 39632 тип. зн. в п. л. — Тираж 2500
Ленгорлит № 39606. — АНИ № 154. — Зак. № 660

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие редактора	5
Предисловие автора	9
I. Задачи и цели палеоботаники	11
А. Палеоботаника, как ботаническая дисциплина	11
1. Палеоботаника и систематика	11
2. Палеоботаника, филогения и морфогения	12
3. Палеоботаника и генетическая география растений	13
В. Палеоботаника, как вспомогательная ветвь геологии	15
1. Палеоботаника и стратиграфия	15
2. Палеоботаника и петрография осадочных отложений	17
3. Палеоботаника и происхождение каустобиолитов	17
4. Палеоботаника и палеоклиматология	18
5. Палеоботаника и палеогеография	19
II. Материал	22
А. Процессы фоссилизации	22
1. Обугливание и тление	22
2. Обуглероживание	24
3. Образование осадков	25
В. Способы сохранения	26
1. Обугленные ископаемые	26
3. Полости и отпечатки	26
3. Каменные ядра	28
4. Инкрустаты	28
5. Истинные окаменелости	29
6. Растения с твердыми частями	32
7. Горючие горные породы (каустобиолиты)	33
а) липтобиолиты	34
б) сапропелиты	35
в) гумит, гумусовые угли	37
болото и торф	37
ископаемые гумиты	39
бурый уголь	40
каменные угли	42
С. Условия нахождения и сохранения	45
III. Собираение растительных остатков	50
1. Более древние окаменелости	50
2. Включения в торфе	52
IV. Методы исследования	59
А. Обработка крупных ископаемых объектов	59
1. Подготовительная препарировка	59
2. Выщелачивание	60

	Стр.
3. Слепки и копии	62
4. Флюорографическое исследование	62
5. Применение рентгеновских лучей	63
6. Изучение включений в торфе	64
7. Консервирование	64
8. Современный сравнительный материал	65
В. Анатомическо-микроскопическое исследование	65
1. Пыльцевой анализ	65
а) предварительная подготовка проб	66
б) поверхностные пробы	67
в) качественная и количественная оценка пыльцевого материала	68
2. Исследование ископаемых кремневых водорослей (диатомовых)	72
3. Изготовление тонких шлифов	77
а) аппаратура и ход работы	77
б) изготовление тонких шлифов углей	88
4. Изготовление непрозрачных шлифов	91
5. Изготовление травленных шлифов	95
6. Изготовление рельефных шлифов	97
7. Мацерация	99
а) мацерация обугленных ископаемых	99
б) мацерация углей	105
в) препараты по Уолтону	106
г) препараты по Эшби	108
д) выделение окаменелостей из породы путем растворения	110
8. Изготовление тонких срезов	111
а) срезы по Томасу	111
б) обработка лигнита и т. п. материала	113
в) микротомные срезы лигнитов	114
г) тонкие срезы углей	116
9. Изготовление препаратов из золы (сподогрaмм).	120
10. Изготовление коллоидных препаратов	121
С. Микрoхимические исследования	121
1. Определение лигнина	122
2. Определение целлюлозы	123
3. Определение кутина и суберина	125
4. Определение восков и смолы	126
V. Определение разновидностей угля и его составных частей	128
1. Каменный уголь, бурый уголь, торф	128
2. Гумусовые угли и сапропелиты	129
VI. Оборудование палеоботанических лабораторий (дополнение А. Н. Криштофовича)	131
Алфавитный указатель	137
Список рисунков	144

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Издание руководства известного немецкого палеоботаника, проф. д-ра Р. Крейзеля, вызывается тремя обстоятельствами: потребностью нашей научно-прикладной практики, отсутствием чего либо подобного на нашем книжном рынке и собственными достоинствами труда проф. Крейзеля.

Колоссальное количество геологических работ, ежегодно осуществляемых у нас, имеет результатом необычайное накопление палеоботанического материала, в обработке которого заинтересованы как геологическая съемка, так и изучение месторождений полезных ископаемых, а прежде всего угля. Появление такого компендиума, как руководство д-ра Крейзеля, несомненно должно сильно содействовать успеху палеоботаники и геологии в нашей стране, в частности — изучению ее угольных месторождений.

Среди нашей специальной палеоботанической литературы совершенно отсутствуют работы, которые в какой бы то ни было степени могли заменить труд Крейзеля. Некоторые методические указания на приемы изучения углей и древесины, мы можем правда, найти в старых работах И. Шмальгаузена, С. Карчевского; ряд указаний на обработку диатомовых дал Е. Гапонов, но палеоботаническая методология ушла далеко вперед, и первые имеют теперь интерес пожалуй чисто исторический. Лишь таблицы для определения пыльцы В. Доктуровского и В. Кудряшова являются нашим новейшим вкладом в этого рода литературу.

Едва ли нужно много говорить о достоинствах работы автора. Имя еще молодого, но одного из самых энергичных в Германии исследователей ископаемой флоры, создавшего себе имя открытием и описанием древне-девонской флоры Эльберфельда и прекрасным описанием миоценовой флоры Силезии, само говорит за себя.

Автор удачно соединил свой собственный опыт с опытом и указаниями отдельных специалистов в их собственных обла-

стях и дал исчерпывающие общие указания на методику работы в области всей палеоботаники, делая ссылки на новейшую литературу, где читатель найдет еще более точные и подробные сведения. Я не могу не отметить лишь одного: автор везде остается слишком европейцем, трактуя все вопросы с точки зрения науки, как это создавалось в Западной Европе, и мало считаясь напр. с материалом Азии, часто меняющим обычные представления. Это особенно сказалось в вопросе о возрасте бурых и каменных углей (стр. 39), и я нашел необходимым тогда внести некоторые дополнения. То же самое я делал, когда видел, что автор упускает из поля зрения СССР, ее материалы и исследования, произведенные ее учеными. Особенно непонятно мне было заметить в главах о сапропелитах и их элементах отсутствие указаний на работы нашего маститого исследователя М. Д. Залесского, даже в тех случаях, где упоминаются новейшие авторы, лишь под конец примкнувшие к точке зрения Залесского. Но мы знаем из истории нашей науки, как трудно наши работы, написанные на языке, непонятном для Запада, становятся достоянием ученого мира...

Появление книжки Р. Крейзеля и ряда специальных работ по методике изучения ископаемых растений знаменует новый этап в нашей „scientia amabilis“. В Западной Европе давно прошел предварительный период первичного накопления палеоботанического материала, частью уже описанного по старым традициям. В этом отношении мы никогда не можем быть уверены, что может дать и чего не может дать нам тот или иной материал. Изучение кутикул, флюорография, исследование пыльцы, препараты по Уолтону и Эшби действительно позволят нам подвергать один и тот же материал самым разнообразным процессам изучения и не останавливаться в самых смелых надеждах.

Это изобилие накопленного материала вызывает не только естественное желание произвести обобщающую ревизию старых работ, но и побудило палеоботанических работников Европы и Америки проявить максимум энергии в отношении развития методики самого исследования. Это движение в последние 25 лет было стимулировано целым рядом открытий, возбудивших несколько было утрачиваемый интерес к палеоботанике, именно — открытием птеридосперм, *Caytoniales* и древне-девонской флоры в Шотландии и на Рейне. Эти открытия заставили перестроить целые отделы палеоботанического здания. Успехи в области

методологии исследований действительно очень велики, хотя Крейзель и думает, что и здесь мы стоим лишь в начале пути. Один за другим возникают и усовершенствуются методы мацерации, коллоидных пленок, рентгенологического исследования, флюорографии, изучения непрозрачных шлифов, рельефных шлифов, сподограмм, методы снятия углистых пленок. Наконец в последние 10 лет возник и безмерно развился метод анализа пыльцы, поставивший изучение болот и их хронологию и вместе с тем и хронологию четвертичного периода на необычайную высоту в отношении полноты и точности, в которых соединяются выводы в отношении палеоботаники, геологии, археологии и антропологии. Бурно развивается методика изучения углей — путем шлифов, прозрачных и непрозрачных, рельефных тонких срезов; развиваются и усовершенствуются микроскопические исследования, описывающие еще невиданные перспективы. Успехи палеоботаники заставляют опираться на нее при построении самых смелых теорий и решений глубочайших проблем истории земной коры. Теория Вегенера, построения палеоклиматологов или палеогеографов поддерживаются или колеблются палеоботаническими успехами.

Из описаний Р. Крейзеля видно, как энергично идет палеоботаническое исследование в Европе и Америке. И при всем этом автор считает, что великолепно оборудованные лаборатории Германии и ряд исследователей все же не обеспечивают ей той гегемонии, какую она имела во дни Геера, Шенка, Эттингсгаузена и других корифеев. По отчету Палеоботанического комитета Северной Америки, во главе с д-ром Д. Уайтом, там теперь работает над изучением ископаемой флоры не менее 40 человек, не считая занимающихся вопросами строения углей.

Несмотря на оживление в нашей стране интереса к палеоботанике и изучению строения углей мы сильно отстали от мировой науки как в отношении числа работников, так и обстановки работ и оборудования лабораторий. А между тем материал, который нам дает Восточная Европа и наша Азия, с ее полной интереса полярной окраиной, конечно по богатству своему во много раз превышает сравнительно однообразный материал Европы. И хотя наши музеи и так ломятся от палеоботанических материалов, но едва ли в них представлена $\frac{1}{10}$ того, что вообще имеется в нашей стране в отношении полноты иллюстрации геологической истории и развития жизни в ее пределах.

Для осмысленного и целесообразного изучения этих материалов требуется целая армия работников, и я желал бы, чтобы издание перевода полезной книги проф. Р. Крейзеля способствовало образованию хоть одной центурии из нужных нам легионов.

Помимо отдельных вставок в текст Крейзеля, я счел полезным дополнить работу еще списком инструментов, аппаратов, посуды и реактивов, описываемых автором при изложении методов исследования. Из этого списка яснее будет видно, что нужно хорошо оборудованной лаборатории, и чего она лишается, если она недостаточно снабжена аппаратурой. Я его поместил, в виде добавления, как часть VI книги.

А. Криштофович

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Палеонтология, наука о жизни прошедшего, постоянно тесно связана с геологией. Сначала это было совершенно естественно, так как геолог не только собирал ископаемые остатки, но и постоянно применял их для обоснования своего подразделения геологических образований. С другой стороны естественно было бы ожидать от этой дисциплины, постепенно становящейся самостоятельной, более тесного контакта с соседними областями геологии. Мне кажется, что это в гораздо большей мере осуществлено в палеоботанике, одной из ветвей палеонтологии, которая имела дело с миром растений прошлых веков, чем в палеозоологии. Причину этого можно видеть отчасти в том, что именно ботаники основали в Германии в прошлом столетии палеоботаническую науку и развивали ее дальше. Г. Р. Гепперт описал ископаемые из всех систем почти в сотне отдельных работ, О. Геер и К. фон Эттингсгаузен познакомили нас с тритичной флорой Европы и других стран и Г. цу-Зольмс-Лаубах дал, кроме многочисленных отдельных работ, первый учебник палеоботаники, в то время как Шенк собрал в своей объемистой *Paläophytologie* всю сумму знаний своего времени. Но они нашли мало преемников, так что в настоящее время в палеоботанике преобладает влияние не немецких исследователей, и поэтому и значение самой палеоботаники как с ботанической, так и с геологической стороны не дооценивается. Укажем в связи с этим на выводы Гирмера в его выдающемся труде „*Handbuch der Paläobotanik*“.

Собирая воедино методы, применяемые для изучения ископаемых растений, я хотел в отделе „Задачи и цели палеоботаники“ ввести сюда поправку. Хотя Готан и Потонье опубликовали уже „Палеоботанический практикум“, но с того времени методика исследований сделала ряд успехов, в то время, как некоторые, появившиеся в последнее время, работы трактуют лишь отдельные области палеоботаники. Настоящая же работа обни-

мает науку о растениях всех периодов, также как об образованных растениями осадочных горных породах, среди которых на первом месте стоят угли.

Поэтому было желательным сопоставить здесь все решительно методы исследования, хотя нельзя забывать, что они во многих отношениях еще очень несовершенны. Общеизвестные и в большей части одобренные в вышедшем несколько лет назад „Палеоботаническом практикуме“ методы были заимствованы из литературы. При этом я по возможности избегал цитат в тексте. Приложенный в конце каждого отдела список литературы позволяет ясно представить внутреннюю связь и в то же время должен побуждать к более углубленному исследованию.

Целый ряд лиц дали мне ценные указания из своего опыта, которым я последовал. Так, отдел „Анализ пыльцы“ в главном составлен по д-ру Фербеку (Франкфурт на М.), другие дополнения доставили г-н Брикманн (Веземюнде), д-р Юраский (Фрейберг, Саксония), д-р Ланге (Бобрик, Верхняя Силезия), д-р Шульц (Данциг), д-р Вейланд (Эльберфельд). С методами работы проф. д-ра Джеффри (Кембридж, САСШ), д-ра К. Ноэ (Чикаго), д-ра Тиссена (Питтсбург), проф. д-ра Уиланда (Нью Гэвен) я имел возможность ознакомиться в их собственных лабораториях. Д-р Уолтон (Манчестер) предоставил мне несколько своих препаратов для воспроизведения и сообщил вкратце о своем, вновь выработанном, способе получения изображений со шлифов, еще до напечатания своей совместной с Р. Г. Копмансом (Утрехт) работы. Проф. д-р Мёбиус (Франкфурт на М.) обратил мое внимание на препараты углей Лаузевица, а фирмы Э. Лейц в Вецларе, Ц. Рейхерт в Вене, Р. Фюсс в Штеглице и Юнг в Гейдельберге предоставили в мое распоряжение ряд клише. Выражаю мою искреннюю благодарность всем им здесь, а также моей жене, которая при помощи д-ра Вейланда произвела утомительную работу составления предметного указателя, прежде же всех моему издателю, давшему мне полную свободу в отношении внешнего оформления этой книги.

Автор

Франкфурт на Майне, декабрь 1928.

1. ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ ПАЛЕОБОТАНИКИ

Задачей палеоботаники является исследование растительного мира прошлых периодов земного шара. В этом отношении она является частью ботаники, которая имеет значение также и для геологов. Геолог собирает окаменелости; эти последние, по старым традициям, по прежнему, до наших дней, за немногими исключениями, хранятся в геолого-палеонтологических музеях; (одним из таких исключений является Ботанический музей Главного Ботанического сада Академии Наук СССР, хранящий превосходные коллекции ископаемых флор как нашей страны, так и Западной Европы и некоторые материалы вне-европейских стран. А. К.). Это разделение живущих и вымерших растений нецелесообразно. Может быть, еще более, чем в палеозоологии, в палеоботанике необходимо для успешной работы знание ныне живущих растений. Также ценны могут быть в отдельных случаях работы и с геологической стороны, в целом же дисциплина гораздо более опирается на ботанику. Во всяком случае, число ботаников, которые занимались этой дисциплиной, было всегда сравнительно невелико. Здесь не место говорить о причинах этого явления, которые во всяком случае лежат во внешних обстоятельствах.

Если в настоящее время стремятся к созданию палеоботаники как с геологической, так и с ботанической точек зрения, обстоятельство, которое проявилось, напр., в опубликовании широко задуманного *Handbuch der Paläobotanik* Гирмера (1), то это показывает, что, несмотря на неблагоприятные условия, в этом отношении уже достигнуты ценные результаты, имеющие значение для самых различных областей геологии и ботаники.

А. ПАЛЕОБОТАНИКА КАК БОТАНИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА

1. Палеоботаника и систематика. Еще недалеко позади нас лежит то время, когда ботаника по существу была систематикой. Если ее в настоящее время местами расценивают недостаточно, то во всяком случае нельзя все-таки отрицать ее науч-

ного значения. Целью ее является описание и установление системы организмов. При этом нельзя ограничиваться лишь ныне живущими растениями, и поэтому палеоботаника является для нее существенной опорой, так как она дает систематике сведения о целом ряде теперь уже не существующих групп растений, морфологическое и анатомическое строение которых нам впервые дает ключ для понимания ныне живущих форм. Кроме некоторых других, здесь нужно особенно отметить группы *Pteridospermeae* и *Bennettitales*. Всего немного лет назад произошло открытие загадочных, похожих на покрытосеменные, *Caytoniales* юры (4), и еще в новейшее время из рейнского девона был изучен ряд растений, которые представляют новые, до сих пор неизвестные классы сифоногам (5).

2. Палеоботаника, филогения и морфогения. Ценность ископаемых растений станет особенно заметна, если современная систематика хочет быть более, чем простым перечнем множества организмов, расположенных по известным основным положениям. Ее целью является „естественная система“, в которой выражается постепенное развитие жизни от простого к высокоорганизованному. Так систематика вливается в филогению. Какой материал для этого может быть лучшим, чем растения прошлого, которые являются предками современных? Родственные отношения растений пытаются установить самыми различными путями: морфология и анатомия, цитология и серодиагностика равно кладутся в основание родословного дерева растений. Но в каждом случае постройка может быть доведена до конца лишь при помощи ископаемых форм. Только эти последние можно рассматривать, как конкретный филогенетический материал, без помощи которого разработка таких вопросов, как происхождение цветковых растений или происхождение семенных, будет обречена на бесплодность. Можно привести ряд примеров, где палеоботаника в состоянии поставить на место гипотетически построенных основных форм действительно существовавшие организмы. Эти результаты были достигнуты путем улучшения методов изучения. Далее мы увидим, что в настоящее время нам уже не приходится ограничиваться морфологическим изучением отпечатков, хотя методика исследования несомненно все еще находится в начале своего развития.

Филогения теперь переживает кризис, после того как пришлось убедиться в бесполезности постройки многих родословных

деревьев. Многие исследователи вследствие этого поворотились к ней спиной, и обратились к чисто экспериментальному учению о наследственности. Последнее конечно дает крайне важные указания на законы наследственности, но, по моему мнению, нельзя обойтись без исторического рассмотрения ископаемых растений. Так напр. знакомство со строением ряда девонских и также более древних „высших растений“ дает нам возможность производить формы различных высших групп растений из одного простого прототипа (7). Если разнообразные ряды развития не ясны нам каждый в отдельности, то все-таки мы можем узнать различные пути, которые отразились при развитии облика высших растений.

Этот род филогенетических построений, основанный на изучении ископаемых растений, который лучше всего обозначить словом морфогения, в будущем будет еще более продуктивен, чем теперь. Она не удовлетворится только морфологическо-анатомическим расчленением ископаемых, но будет стремиться представить нам растительный мир прошлого, как целое, и даст картину последовательных периодов ее развития. В этом смысле лучшие палеоботанические работы прошлого уже являются „палеобиологическими“, хотя вообще это обозначение прилагает к совершенно определенному роду исследований. (Можно указать на интересные работы Р. Чани (R. Chaney) по палеобиологии третичных лесов Западных Штатов С. А. — А. К.).

3. Палеоботаника и генетическая география растений.

Если бы география растений ограничивалась лишь обзорением ныне живущих растений, то она не могла бы ответить на многие вопросы. Приведем лишь один пример. Род папоротника *Woodwardia* встречается в форме довольно сходных видов в западной части Северной Америки, в Восточной Азии и на Канарских островах. Здесь бы лежала неразрешимая загадка, если бы мы не знали из находок в третичных отложениях Германии, СССР и других стран, что эти разобщенные ареалы являются остатком когда-то единой замкнутой области его распространения. Также обстоит дело и в ряде многих других случаев, и не возникло бы многих бесплодных различий во взглядах, если бы были достаточно приняты во внимание ископаемые. Вообще нужно сказать, что нынешнее распространение растений станет нам понятным только тогда, когда мы будем знать формы четвертичного и третичного периода.

О том, что как раз в этой области, к которой относится большинство палеоботанических работ, кроме многих ценных и полезных, имеются многочисленные менее ценные работы, говорилось уже часто (10). Этому не приходится удивляться, так как определение третичных растений требует хорошего знания не только европейских, но и тропических флор лиственных деревьев, которое может выработаться лишь путем продолжительных специальных работ. Обильные материалы переполняют наши музеи и затрудняют своевременную обработку их. По крайней мере для Европы теперь гораздо важнее не систематические исчисления новых третичных флор по сравнению со старыми, часто очень сомнительными определениями, а критический монографический пересмотр старого материала. Это бы имело решающее значение для целого ряда вопросов, которые как раз теперь встали в области ботанической географии (13) и дают указания на явления общегеологического характера.

В связи с этим я укажу хотя бы на одно направление исследования, впервые развившееся в течение последнего десятилетия: пыльцевой анализ (65). До сих пор он во всяком случае прежде всего применяется к самым молодым геологическим образованиям, но зато с наилучшими результатами. Отношение количества пыльцы различных лесных пород в торфах содействует реконструкции бывших лесов. Хотя сеть отдельных наблюдений в Средней и Северной Европе, именно в Германии, довольно редка (и еще реже у нас в СССР. А. К.), но всетаки перед нами уже выступают, хотя иногда и с пробелами, пути миграции отдельных лесных пород, которыми они достигли своих современных областей по отступлению льдов ледникового периода. Здесь — еще поле деятельности для многих работ. Однако случайные отдельные наблюдения имеют мало значения, и кто не может затрачивать достаточно времени на утомительный анализ пыльцы многочисленных профилей, тот лучше пусть держится подальше от этой области. (У нас этим способом последние годы стали работать В. С. Доктуровский, Г. И. Ануфриев и некоторые другие, старающиеся выяснить те же вопросы для СССР, пока главным образом лишь ее Европейской части. А. К.).

Пыльцевой анализ может быть применен также и к более древним слоям. Для межледниковых и третичных отложений мы

уже имеем в этом отношении ряд доказательств. Вероятно будет возможно расчленить бурогольные слои Средней Германии по их „пыльцевым спектрам“ и еще точнее, чем теперь, установить состав третичных лесов. (То же самое вероятно можно отнести и к нашим сарматским и мэотическим отложениям, выраженным рыхлыми и пластичными породами по северным берегам Азовского и Черного морей, и, вероятно, и к таким эоценовым образованиям, как киевские глины с растениями. А. К.). То же можно сказать относительно каменного угля и всех сапропелитовых отложений, в которых на месте пыльцевых зерен являются споры низших зародышевых (18). (У нас богатые скопления легко отмучиваемых каменноугольных спор были открыты П. А. Никитиным в области Подмосковского бассейна. А. К.). Наконец сюда же можно отнести тот случай, если бы в Эльберфельде были найдены такие же споры, которые были в то же время указаны в Шотландском Old Red Sandstone, в слоях того же возраста (20). (Большая вероятность находок девонских спор имеется также в рыхлых девонских отложениях Воронежской губернии. А. К.).

Это—широкая, затрагивающая многие проблемы, область, связанная здесь с генетической географией растений, которая поэтому имеет тесное отношение к палеоботанике и позволяет проследить явления от древнейших времен до настоящего времени.

V. ПАЛЕОБОТАНИКА КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ВЕТВЬ ГЕОЛОГИИ

1. Палеоботаника и стратиграфия. Хотя расчленение геологических образований основано преимущественно на животных ископаемых, известен ряд случаев применения для этого растения, и существует еще более возможностей, что в будущем это будет проведено может быть с большими результатами. Растения необходимы для стратиграфии каменноугольных пластов угля (21) и вместе с тем имеют крайне большое значение для практической разработки этого горючего. Есть случаи, где геология, хотя после продолжительного промедления, обратилась к данным палеоботаники, и ряд образований, которые принимались за силурийские, пришлось отнести к кульму. Таким же образом был отчасти поставлен и вопрос о плиоценовом возрасте рейнского яруса кремневого оолита (22). С этим связано было далее изменение господствующих взглядов на ряд важных геологических вопросов. К числу их нужно отнести напр. такие,

как возраст образования долин в Средне-германской горной стране, или поднятие хребтов. Выводы палеоботаники могут таким образом внезапно возбуждать новый ход мыслей в очень большой части области „общей геологии“. (Пожалуй, еще большее число примеров такого рода могло бы быть приведено из нашей страны и Азии вообще. Определение возраста всех юрских, третичных и большинства меловых образований на территории нашей части Азии основывается исключительно на палеоботанических данных, равно как и разведка и разработка подчиненных им угольных месторождений может опираться преимущественно на палеоботанические основы. Угленосные отложения Сахалина и Хоккайдо (31) лишь палеоботаническим путем были разделены на меловые и третичные. Представления об основных тектонических процессах Сев. Азии опираются в значительной степени на палеоботанические данные, как на них же построена почти вся стратиграфия отложений Дальнего Востока от верхнетриасовых до третичных (32). Лишь точное палеоботаническое изучение пролило свет на стратиграфию важнейшего угленосного бассейна — Кузнецкого. А. К.).

Определение возраста бурых углей представляет геологам часто неразрешимую задачу. Если этим и не будет все решено, все-таки здесь пыльцевой анализ может быть применен с большой пользой. Его применение к еще более древним слоям было бы тогда лишь вопросом времени и практической возможности.

Незначительное внимание, которое при этих обстоятельствах геолог уделяет ископаемым растениям, как руководящим видам, основывается повидимому по большей части на невозможности ему самому их определить, а с другой стороны на недостаточности подготовленных для палеоботанических работ кадров. Таким образом материал перекачивается на полки шкафов, где он лежит почти без всякой пользы и лишь затрудняет будущую обработку. (Если положение европейско-американской палеоботаники, где десятки авторов с известными именами исключительно заняты палеоботанической работой, используя все тонкости и преимущества современной техники, в условиях уже хорошо изученной страны, то что же приходится говорить о наших единичных исследователях, работающих кустарными методами среди положительно неисчерпаемых материалов малоизученной страны, где лежит ключ для решения многих общих вопросов. А. К.).

2. Палеоботаника и петрография осадочных отложений.

Роль растений как породообразователей также еще недооценена. Хотя наблюдения над современными коралловыми рифами учат, что водоросли, выделяющие известь, играли в образовании пород по меньшей мере такую же роль, что и животные организмы, но соответственные ископаемые известковые растения знают лишь в очень ограниченной степени. Все более становится признанным взгляд, что участие глубоководных отложений в строении современных континентов незначительнее, чем принималось ранее. Из этого дальнейшим следствием будет, что растениям нужно приписать далеко большее участие в образовании осадков, чем казалось прежде. Уже удалось установить требуемое теоретически, присутствие серных бактерий в медистых сланцах Мансфельда и тому подобных органических осадках (24), а вероятно, впоследствии и образование известняков будет сведено на растительные организмы в гораздо большей степени, чем до сих пор полагали. Для этого во всяком случае требуются новые химические и микроскопические исследования, равно как и изучение соответствующих современных образований.

3. Палеоботаника и происхождение каустобиолитов.

К растительным осадкам относятся также каустобиолиты, горючие породы, как разновидности торфа и угля, а также горючие сланцы и другие осадки подобного рода (25). Для всех относящихся к ним проблем, а также таковых практического характера, природа образующих их растительных осадков имеет решающее значение.

Когда пытаются определить угли чисто химически, то это лишь одна сторона вопроса. Борьба между лигниновой и целлюлозной теорией происхождения угля не имела бы места (26), если бы данные палеоботанического исследования угольных залежей были более известны. Они нас учат, что процесс углеобразования очевидно был гораздо более разнообразен, чем его представляет большинство гипотез, для бурого угля — напр. Swamp-теория Генри Потонье (18), и что до известной степени свойства угля зависят от характера образующих его растений. При этом дело идет часто о микроорганизмах или обломках мельчайшего рода, которые ранее едва ли были известны. Но теперь мы можем сделать доступными для микроскопического изучения также и угли, при помощи тонких шлифов, шлифов для отраженного света и тонких срезов. Этот способ исследо-

вания называют петрографией углей (28), которая может рассматриваться как прикладная палеоботаника. При этом нужно указать, что принятое в настоящее время разделение различных видов угля в существенном вполне основано на содержании в них ископаемых (стр. 71).

4. Палеоботаника и палеоклиматология. Углеобразование есть проблема общего характера, в разрешении которой палеоботаника призвана принять существенное участие. Еще более это справедливо в отношении палеоклиматических вопросов. Ископаемые флоры являются прекрасными путеводителями для познания климата прошлых времен. Самокритика и ограничение фантазии во всяком случае необходимы и здесь. Образование годичных колец в палеозойских древесинах южного полушария показывает, что тогда там уже происходила смена времен года. По распространению подобных ископаемых мы можем заключать об области пермского оледенения, таким же образом, как находки глациальной и межледниковой флоры говорят нам о смене климата в четвертичном периоде. Если в третичной флоре Германии мы устанавливаем присутствие пальм, а в миоцене¹ на Шпицбергене богатого лиственного леса, то палеоклиматологическая оценка выступает достаточно ясно. (Нахождение в третичных отложениях правобережной Украины пальм *Nira* и *Sabal* и на тех же широтах в Сибири и Дальнем Востоке многих представителей лесной широколиственной флоры ясно говорят о климатических различиях третичных Европы (33) и Азии). Еще раз упомянем здесь о пыльцевом анализе. Уже теперь он позволяет нам узнать смену лесных насаждений в течение недавнего геологического прошлого и бросает косой свет на первоначальное исчезновение многих растений, которые опять были введены у нас с римского завоевания. Так же выясняется отношение к флорам других частей земного шара. Таким образом мы можем воссоздать картину климатических изменений, которые произошли с третичного периода до настоящего времени, и, следовательно, в существенной части пополнить геологические наблюдения. И если теперь отделы послеледникового времени единодушно расчленены на различные климатически и флористически фазы, и этот порядок приведен в соответствие

¹ Не вполне точно; третичные отложения Шпицбергена не моложе олигоцена и может быть относиться скорее к эоцену А. К.

как с геохронологией де-Геера, так и с периодами археологов, это есть заслуга палеоботанического метода.

5. Палеоботаника и палеогеография. Когда палеогеография пытается выяснить прошлое распределение воды и земли из представленных ныне геологических отложений, то в этом отношении она существенно может опираться на данные палеоботаники. Близость или удаленность того или другого отложения от суши, аллохтония или автохтония, залежи растительных остатков имеют решающее значение для реконструкции древней береговой линии. Нужно вспомнить лишь об опустившихся под уровень Немецкого моря торфяниках (и „submergen forests“, Англии, а также о новейшей находке торфа на дне Черного моря А. К.). Ископаемые растения устанавливают также бывшие связи суши. Все гипотезы о происхождении континентов должны быть сопоставлены с распространением растений в прошлом и настоящем. Многие из них, как напр. учение Вегенера о перемещении материков (30), прямо видит в ископаемых растениях одну из главных опор для своих смелых построений — не будем здесь говорить — правильно или неправильно. Во всяком случае это обстоятельство еще раз учит, что всякое дальнейшее продолжение работы в этой области будет только полезно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hirmer, M. Handbuch der Paläobotanik. Bd. I, München, 1927.
2. Potonié, H. Lehrbuch der Paläobotanik. Aufl. von W. Gothan, Berlin, 1921.
3. Wieland, G. R. American fossil Cycads. Vol. 1. 1906, Vol. 2, 1916.
4. Thomas, H. H. The Caytoniales, a new Group of Angiospermous Plants from the Jurassic Rocks of Yorkshire. Phil. Trans. R. Soc., London, B. Vol. 213, 1905.
5. Kräusel, R. und Weyland, H. Beiträge zur Kenntnis der Devonflora II, III. Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges., Bd. 40, 41, 1926, 1928.
6. Kidston, R. and Lang, W. H. On Old Red Sandstone Plants showing Structure from the Rhynie Chert-bed, Aberdeenshire, 1—5. Trans. R. Soc. Edinb., Vol. 51, 52, 1917, 1921.
7. Hirmer, Handbuch, S. 175.
8. Kräusel, R. und Weyland, H. Beiträge, III.
9. Gothan, W. Paläobiologische Betrachtungen über die fossile Pflanzenwelt. Berlin, 1924.
10. Schenk, A. Paläophytologie in Zittel, Handbuch der Paläontol., Abt. 2, 1890.
11. Potonié, H. und Gothan, W. Paläobotanisches Praktikum. Berlin, 1913.

12. Laurent, L. Les progrès de la paléobotanique angiospermique. Progr. rei bot., vol. I, 1907.
13. Wegener, A. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 3 Aufl. Braunschweig, 1922. (По русски: Вегенер, А. Происхождение материков и океанов. Изд. Восток, 1923, Берлин).
14. Irmischer, E. Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. Mitt. Inst. für allg. Bot., Bd. V, 1922.
15. Studt, W. Die heutige und frühere Verbreitung der Koniferen und die Geschichte ihrer Arealgestaltung. Ibidem, Bd. VI, 1926.
16. Kräusel, R. Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. Ztschr. f. ind. Abst. und Vererb.-Lehre, Bd. 44, 1927.
17. Walter, H. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena, 1927.
18. Lange, T. H. Die Bedeutung der Sporen für die Stratigraphie des Karbons. Ztschr. oberschles. Berg- u. Hüttenm., Ver. Kattowitz, Bd. 66, 1927.
19. Kräusel, R. und Weyland, H. Beiträge.
20. Kidstone, R. and Lang, W. H. Old Red Sandstone Plants.
21. Bode, H. Paläobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Karbon. Abh. preuss. geol. Landesanst., N. F., Bd. 106, 1927.
22. Jurasky, K. A. Paläobotanische Braunkohlenstudien, 1. Senckenbergiana, Bd. 10, 1928.
23. Pia, J. Pflanzen als Gesteinbildner. Berlin, 1926.
24. Schneiderhöhn, H. Chalkographische Untersuchungen d. Mansfelder Kupferschiefers. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 47, 1922.
25. Potonié, H. Die Entstehung d. Steinkohle. 6. Aufl. von W. Gothan, Berlin, 1920.
— Die rezenten Kaustobiolithe u. ihre Lagerstätten. Abh. preuss. geol. Landesanst., N. F. Bd. 55, Teil 1, 2, 3, 3a, 1908.
— Allgemeine Petrographie d. Oelschiefer u. ihre Verwandten. Berlin, 1928.
26. Weyland, H. Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung der Kohlen. Naturwissensch., Bd. 15, 1927.
27. Kräusel, R. Neuere Untersuchungen über die Entstehung der Braunkohle. Ibid., Bd. 13, 1925.
28. Potonié, R. Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie. Berlin, 1924.
29. Stach, E. Kohlenpetrographisches Praktikum. Berlin, 1928.
30. Вегенер, А. Происхождение материков и океанов. Изд. Восток, Берлин, 1923. (Перевод с 3-го немецк. изд.).
31. Криштофович, А. Меловая флора Сахалина. Изв. Геол. ком., т. XXXIX, (1920), 1924.
32. Криштофович, А. Геология. Тихий Океан. Изд. Акад. Наук, 1926.
33. Kryshtofovich, A. Evolution of the Tertiary Flora of Asia. New Phytologist, 28, 1929.

Здесь уместно упомянуть еще некоторые работы общего содержания, в которых отчасти находятся исчерпывающие списки литературы. Другие работы будут перечислены в конце каждой главы.

Berry, E. W. Tree Ancestors. Baltimore, 1923.

Deecke, W. Phytopaläontologie und Geologie. Berlin, 1922.

Knowlton, F. H. Plants of the Past. New York, 1927.

- Schenk, A. Die fossilen Pflanzenreste, in Handbuch d. Botanik, 1888.
Scott, D. H. Extinct Plants and Problems of Evolution. London, 1924.
Scott, D. H. Studies in fossil Botany. Vol. 1, 2, 3, London, 1920, 1923.
Seward, A. C. Fossil Plants, 1—4. London, 1898, 1910, 1917, 1919.
Seward, A. C. Plant Life through the Ages. Cambridge, 1931.
Solms-Laubach, H., Graf zu. Einleitung in die Paläontologie. Leipzig, 1887.
-

II. МАТЕРИАЛ

А. ПРОЦЕССЫ ФОССИЛИЗАЦИИ

Проблемы, с которыми связана палеоботаника, очень разнообразны. Работать по палеоботанике есть нечто гораздо большее, чем только собирать ископаемые и более или менее старательно их описывать, хотя последнее во многих случаях должно дать основание дальнейшим работам. В наших коллекциях лежит неиспользованным колоссальный материал, для обработки которого должны быть применены различные методы исследования. Здесь в лучшем случае мы еще находимся на первых этапах наших достижений.

Прежде чем обратиться в отдельности к методам исследования, бросим еще взгляд на материал, от свойств которого зависит методика изучения.

Цель каждого исследования мертвых организмов (консервированных ископаемых) есть прежде всего познание их внешнего (морфологического) и внутреннего (анатомического) строения. Избираемые при этом методы зависят от характера сохранения материала. Последнее у ископаемых растений бывает очень различным. Чтобы его понять, нужно представить себе его происхождение. В настоящее время растительные ископаемые образуются таким же образом, как и в геологическом прошлом. Отмирающие части растений погребаются в песке, или других осадках, или они образуют такие осадки сами по себе (органические осадки), как современные скопления торфа и гнилостного ила (сапропеля) заболочивающихся озер, топей и болот.

1. Обугливание и тление. В обоих случаях здесь протекает растущее со временем разложение органического вещества, ход которого зависит по существу от количества потребляемого для процесса кислорода, а равно во всяком случае и от рода органического вещества. Г. Потонье (1) дает следующую схему этих процессов (объяснение их см. на стр. 24).

Таблица 1

	Обозначение процесса	Условия доступа кислорода	Условия воды	Происходит:		Возникают породы:		
Процессы при наземных и болотных растениях	Тление	0 имеет постоянный доступ	Присутствие влажности	Полное окисление		Никаких горючих С-содержащих продуктов (самое большое—липтобиолиты)		
	Гуминификация	0 имеет менее доступа		В основном редукция	Обугливание	Богатые углеродом	Перегнилой	Гумус (гумит)
	Оторфованье	0 имеет доступ вначале, затем он прекращается	Как выше, а затем стоячая вода			(твердые)	Торф	
Процессы при настоящих водных растениях	Гниение	Отсутствие 0	Стоячая вода		Битуминизация	Более бедные С и более богатые Н углеводороды	Сапропелиты (породы гнилостного ила)	

При наличии кислорода все тело растения разлагается, исключая разве присутствующих восков и смол, которые тогда образуют липтобиолиты (*λιπτείν* — оставлять). Если кислород поступает к ископаемому только в ограниченном количестве, то получается перегной или торф. При этом процессе вещество все более и более обогащается богатыми углеродом углеводородами и таким образом обугливается (*Verkohlung*) или превращается в уголь; в противоположность этому под именем обуглероживания (*Inkohlung*) мы понимаем превращение в более или менее чистый углерод, обусловленное высокой температурой.¹ Торф, как и различные типы угля, получившиеся из остатков высших растений (бурый уголь, каменный уголь, антрацит) являются лишь различными стадиями этого процесса обугливания, последней из которых можно рассматривать графит (а предпоследней — шунгит. А. К.). У торфяных ископаемых вещество еще мало изменено, поэтому их называют субфоссилиями. То же относится и к остаткам бурого угля. Иначе протекает при полном отсутствии кислорода гниение, которому подвергаются в стоячей воде главным образом остатки водяных организмов. Сапропелиты происходят таким образом преимущественно в настоящих топях (низких болотах озерного происхождения — *Flachmoore*).

2. Обуглероживание (*Inkohlung*). В противоположность обугливанью под обуглероживанием мы понимаем внезапное превращение растительного вещества в более или менее чистый углерод, древесный уголь. Таковое происходит в ископаемом состоянии довольно часто. Для этого происхождения приводят различные причины. Так полагали возможным химическое превращение, через дегидратизацию посредством серной кислоты, образовавшейся при разложении органического вещества, и причину видели в самовозгарании. Более новые исследования при этом отрицают возможность видеть в лесных пожарах единственную причину образования древесного угля (2). При этом прежде всего можно говорить о влиянии излияний вулканической лавы. Только этим путем можно объяснить, как показали многочисленные наблюдения многих лигнитов, превращения некоторых западно- и средне-немецких буроугольных залежей в род древес-

¹ Напр., при выжигании угля, получении кокса (частично), или при воздействии на древесину кислот. А. К.

ного угля. Во всяком случае, еще вопрос, идет ли здесь дело всегда о совершенно чистом углероде.

3. Образование осадков. Образование органических осадков бывает и всегда было ограничено только определенными, не слишком большими промежутками времени. Далеко большая часть растений вполне истлевала, не оставляя никаких остатков, так как в противоположность животным организмам в них за немногими исключениями отсутствуют твердые неорганические части, как внутренние и внешние известковые скелеты и т. п. Там же, где растительные части погребались в неорганических осадках более или менее единично, образовывались, как говорится, растительные окаменелости или отпечатки растений. При этом, если растения были погребены на месте своего произрастания, напр. осадками дюнного песка, вулканическим пеплом или потоками грязи, они называются автохтонными. Таким образом, еще прямо стоящие папоротники (*Weichselia*) неоконского песчаника северной окраины Гарца можно рассматривать, как засыпанные дюнные растения.

В морских отложениях можно встретить, как автохтонные, только водоросли (и, конечно, немногие водяные цветковые. А. К.). Здесь надо однако заметить, что большинство всех ископаемых, обозначавшихся, как водоросли, или водоросли флиша, являются следами ползания животных или по меньшей мере имеют очень сомнительную природу (4).¹ Гораздо чаще ископаемые перед их погребением в осадках переносятся текущей водой. Тогда они являются аллохтонными. Выражения аллохтонный и автохтонный находят применение также для пластов угля.

Пресноводные и береговые морские осадки являются в первую очередь местами отложения ископаемых растений. Они часто находятся в глинах (углистые сланцы имеют такое же происхождение), но встречаются они также в известняковых осадках, песчаниках и в вулканических скоплениях, причем они наблюдались даже в лавовых образованиях (напр., на Годерском перевале в Закавказьи. А. К.). Их сохранность тогда зависит от степени доступа воздуха и тонкозернистости породы.

¹ Т. е. такие формы как *Chondrites*, *Taonurus*, *Spirophyton*. А. К.

В. СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ

1. Обугленные ископаемые. Обугленные остатки прилегают к породе, как более или менее тонкие углистые пленки, которые часто могут быть отделены целиком (фиг. 1) (таким сохранением напр. отличаются остатки верхне-юрских рыбных сланцев Каратау. А. К.) При этом в большинстве случаев сохраняются (относительно неизменными) лишь стойкие ткани, эпидермис, споры и оболочки пыльцы, в то время как внутренние части испытывают более или менее значительное разрушение.



Фиг. 1. Обугленный лист *Viscophyllum Miquelii* из плиоцена Франкфурта на Майне. $\times 3$.

2. Полости и отпечатки.

Если после затвердения горной породы тление протекает и дальше, то в заключение остается только пустота, которая по своей форме соответствует первоначальной растительной части (фиг. 2). Это есть наиболее частая форма сохранения ископаемых листьев. Один такой отпечаток состоит тогда из двух частей, отпечатка и противополоотпечатка, как не совсем правильно их называют, которые соответствуют верхней и нижней стороне листа. Если лист еще

сохранился, как углистая пленка, то всегда видна только одна из сторон. В пористых травертинах, в которых вещество быстро разлагается, такие полости или полые отпечатки листьев, цветов и плодов особенно часты. (Часто оно и в наших нижнетретичных песчаниках Поволжья, Украины и средней части русской равнины. А. К.).

Здесь можно упомянуть включение растений (и животных) в янтаре. Янтарь есть смола одной третичной сосны, которая обволакивала в свежем состоянии прилипшие к ней части цвет-

ков, листьев и т. п. В янтаре обугленные остатки сохраняются лишь очень редко, по большей части вещество является вполне исчезнувшим, и мы перед собой имеем чистую пустоту, которая однако еще позволяет видеть тончайшие детали строения. (Может быть здесь же не лишнее будет упомянуть исключительные способы сохранения растений в продуктах изменения нефти, как напр. в знаменитом третичном кладбище Rancho La Brea в Калифорнии, А. К.).

Весьма своеобразно сохранение многих растительных отпечатков в виде так называемых Halbreliel. Нижняя пластинка породы тогда представляет отпечаток одной стороны листа, в то время как противоположная пластинка является как бы оттиском первой (demireliel Сапорта). Более часто подобным образом сохранившиеся ходы червей (часто описываемые как водоросли) дают нам ключ для объяснения происхождения подобных отпечатков, также, как и известные каждому геологу



Фиг. 2. Отпечаток ствола саговника (*Bucklandia niersteinensis*) из миоцена Нирштейна. $\times \frac{1}{7}$. По Крейзелю.

сохранения бороздок с валиками, трещин высыхания и наносов потоков. На вязких, иногда обсыхающих береговых осадках — представьте себе Wattenschlick Немецкого моря — остатки могут образовать отпечатки. Если они затем будут удалены ветром или водой, то следующий слой осадков будет отложен на них и воспроизведет их форму в виде рельефа. Возражения, выдвигаемые против этого Пиа (5), мало убедительны; особенно никаких сомнений не может быть относительно хвойной природы отпечатков, описанных как *Brachyphyllum* и т. п. Они находятся так же и в южной немецкой юре, напр. в Золенгофене и других местах. (Мне кажется, что объяснение способа их

образования, предлагаемое как Пиа, так и Крейзелем, неудовлетворительно, и естественнее всего представляется объяснение Сапорта, видевшего здесь как бы получение оттиска еще не отвердевшей породой от своего противоотпечатка, причем их может предохранить от слияния несколько иное физико-химическое состояние породы на месте бывшего листа. Кроме того я допускаю, что лист, истлевая, постепенно химически замещался железистыми или кремнистыми растворами, которые и вылились в *demirelief* верхнего отпечатка. Этот вопрос следовало бы проверить экспериментально. А. К.).

3. Каменные ядра. Очень часто случается, что полости, которые или уже существовали у живущих растений или произошли впоследствии через выгнивание (напр. дупло), позже заполняются минеральными остатками. Если освободить такое ядро, мы получим слепок первоначальной полости. Частые в отложениях каменноугольной системы каламиты, которые можно найти во всяком отвале угольной копи, представляют такие ядра сердцевинной полости стебля, сначала выполненной сердцевинной паренхимой, а позднее пустой. Стигмарины, корни другой каменноугольной группы растений (лепидофитов), которые находятся в автохтонном положении в почве пластов, часто также представляют внутренние ядра, образовавшиеся из песка лежащего над ними пласта. В таких полостях нередко осаждаются также и химические осадки. Так, известны отпечатки из серного колчедана или белого талька, в то время, как в девоне и пестром песчанике часто наступает замещение красным железняком.

4. Инкрустаты. В осадках, заключающих остатки, очень часто циркулируют растворы самого разнообразного рода, которые могут отложиться на ископаемых. Тогда получаются инкрустаты, которые, напр., известны из углекислого кальция (CaCO_3). Если в воде растворен двууглекислый кальций, то у него, благодаря ассимилирующей деятельности растений, отнимается углекислота, и выделяется углекислый кальций. Таким путем происходят водорослевый, харовый и моховой известняк. В горячих водах образование происходит по способу известных карлсбадских „шпрудельштейнов“. Кремневая кислота также может действовать инкрустирующим образом; кремневые деревья в области гейзеров Йеллостонского Парка в Северной Америке отчасти могли произойти таким путем. Они таким

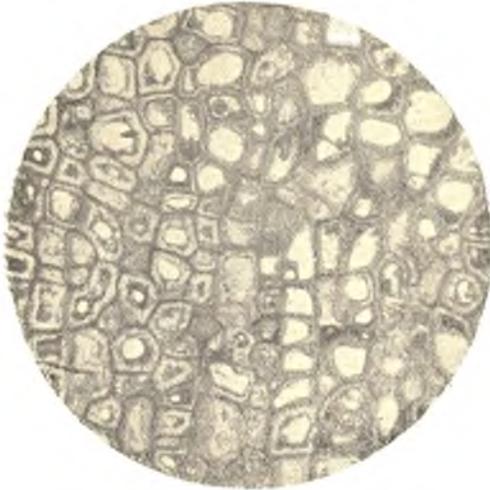
образом не являются настоящими окаменелостями, для происхождения которых горячие источники не неизбежно необходимы. (Однако все же окремнение особенно часто происходит в туфовых слоях вулканических районов в сфере циркуляции горячих растворов, как напр. в третичных отложениях на Кавказе, на Сахалине. А. К.). Если органическое вещество таких инкрустатов, напр., в пористых известняках, исчезает, то это ведет опять к образованию полых отпечатков, (которые в свою очередь могут быть заполнены химическими минеральными осадками. А. К.). Сюда относятся также конкреции или стяжения, более или менее округлые образования, которые обычны во многих горизонтах и часто содержат внутри растительный или животный остаток. (Такие шаровидные или лепешковидные конкреции с растительными остатками имеются и у нас — сидеритовые в меловых и третичных слоях Сахалина, бурого железняка — в Каменке на Дону в юре). Вещества, находящиеся в растворе, особенно легко выделяются на чуждых телах. Таким образом инкрустируются и эти ископаемые.

Если минеральные растворы выполняют растительную ткань, то прежде всего они выпадают во внутренних полостях отдельных клеток ткани. Тогда получают ядра клеточных полостей, которые показывают на своей поверхности строение стенок клетки, напр. поры клеток древесины. Такие, „спикулы“, состоящие из углекислого кальция (CaCO_3), описал уже Гартиг из старой древесины живых деревьев. Временами этот процесс идет рука об руку с внешней инкрустацией или истинным окаменением. Ряд прекрасных примеров собрал Пиа (4).

5. Истинные окаменелости. В самых клеточных стенках при благоприятных обстоятельствах также происходит выпадение минеральных осадков (5). При этом часто полости клетки также выполняются окаменяющим веществом (фиг. 3 и 4), поэтому очень возможно, что процесс начинается прежде всего образованием внутренних ядер клеток. Если в клеточных стенках остается часть обугленного растительного вещества, они темно-окрашены и лучше видны, чем тогда, когда растительное вещество исчезло нацело. Окременелости, которые затем долгое время были подвержены воздействию воздуха, часто совершенно обесцвечены, и поэтому их анатомическая структура rozpoзнается лишь с трудом. В каждом случае однако внутреннее строение ткани остается более или менее сохранным: здесь

мы имеем истинные или настоящие окаменелости (собственно окаменелости), или интускрустаты. (Я не считаю этот термин удачным, так как слово это не выражает сущности явления: ведь никакой внутренней (*intus*) корки (*crusta*) здесь не образуется. Правильнее было бы сказать: импрегнаты, если действительно желательнее создать более точный термин вместо

„окаменелость“ в его расплывчатом значении. А. К.). Самое обычное вещество окаменения есть кремневая кислота (как кварц, SiO_2 , или опал, $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Затем идут известняк (CaCO_3), доломит ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), пирит и марказит (FeS_2), железный шпат (FeCO_3) и другие соединения железа, меди и т. д.



Фиг. 3. Продольный шлиф через сердцевину обызвествленной древесины голосеменного (*Dadoxylon Rangei*) из слоев Карру Германской Юго-Западной Африки. \times около 100. По Крей-елю. Внутренность клеток большей частью выполнена карбонатом кальция.

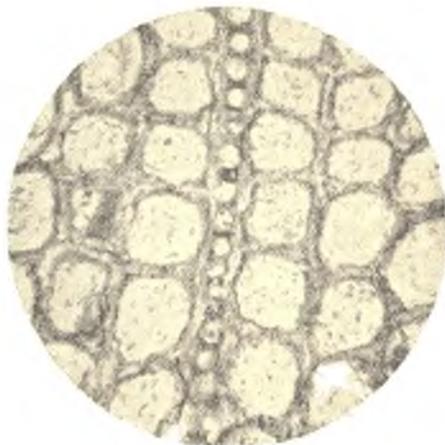
Если воды содержат кремнекислые щелочи, то в минералах большей частью выделяется кварц. Мне известны современные древесины, которые происходят из одного источника на Яве,

и уже являются сильно окремненными. Картгауз также сообщает, что деревья, предназначенные для построек, на Суматре сначала кладут на некоторое время в кремнистые воды тамошних рек. Это богатство кремневой кислотой можно связать с вулканизмом. Остатки листьев из более древних слоев здесь часто окремнены, а третичные кремневые древесины настолько часты, что употребляются, как верстовые столбы (6). „Окаменелые леса“ также очень часты. Упомянем лишь моккатамский лес у Каира, так как образцы этих египетских древесин находятся в многих палеонтологических собраниях. (Еще более знаменит и грандиозен триасовой окаменелый лес Аризоны. Мне передавали, что не вдалеке от Харькова юрские древесины в одном месте также

образуют подобные скопления. А. К.). Общеизвестен (7) окаменелый торф Райни в Шотландии (фиг. 5), которому мы обязаны многими важными сведениями о девонской флоре. Также важны для нашего познания палеозойского растительного мира окаменелые стволы папоротников и других вымерших растений из красного лежня (фиг. 21), напр., из Саксонии (7), как они в редком совершенстве сохраняются в музее короля Альберта в Хемнице. Также важно американское местонахождение беннеттитов в Дакоте (8), которое в новейшее время было объявлено заповедником. Дальнейшие примеры дает Пиа (5). Очень редко стволы сохраняются в форме цеолитов, что возможно только в вулканическом пепле и подобных образованиях (10). Единично наблюдались остатки стволов и в базальте (11).¹

Очень часты окаменелости из пирита (фиг. 25). При определенных условиях пирит может перейти в другие соединения железа. Известны „франкенбергские колосья“, в действительности обращенные в медный блеск (Cu_2S) ветви хвойного растения (*Ullmannia*), снабженные мелкими чешуйчатыми листьями.

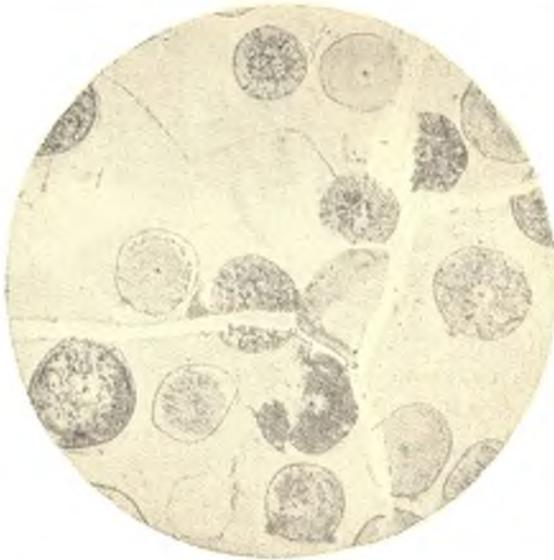
Окаменелости, обращенные в известняк, часто не так хорошо сохранены, как кремнезольные. Однако существует исключение как известняковые древесины южно-африканской свиты Карру (12) (фиг. 3, 4, 19, 20). Превосходно сохранение и в почках, торф-



Фиг. 4. Поперечный шлиф через обызвествленную древесину голосеменного (*Abietopitys perforata*) из слоев Карру Германской Юго-Западной Африки. \times около 350. По Крейзелю. Видны сердцевинные лучи со стенками, покрытыми окаймленными порами.

¹ При извержении вулкана Катмай на Аляске целые леса были обуглены и погребены движущимися раскаленными песками, создавая таким образом идеальные условия для дальнейшего образования окаменелостей. А. К.

доломитах или доломитовых конкрециях (coal-balls), которые находятся в отдельных пластах угля в Германии, Бельгии, Англии, (России) и Америке (фиг. 6). Это не что иное, как участок тогдашнего торфа, окаменевшего под влиянием морской воды, но не скопление снесенных водой растений, на подобие современных Seebälle (или катышей, pillulae marinae. A. K.).



Фиг. 5. Поперечный шлиф через кремневый торф из Райни в Шотландии (стебли *Rhynia*), средний девон. $\times 8$.

У них также, как в конкрециях, можно еще распознать более крупный обломок стебля, как центр стяжения.

6. Растения с твердыми (минеральными) частями. Существуют некоторые немногочисленные группы растений, тело которых уже при жизни содержит твердые части. Это — кремневые водоросли, оболочки которых часто находятся в ископаемом состоянии. Диатомовые осадки известны из третичных и четвертичных отложений (полировальный сланец, трепел, кизельгур) рифовые же известковые водоросли известны уже из палеозоя. Но более всего часты они в триасе (13).

Твердые части этих растений или остаются более или менее неизменными, или же происходит молекулярное вытеснение их другими веществами (псевдоморфоз). Так, известковые скелеты

водорослей окремняются, оболочки ископаемых диатомей могут превратиться в углекислый кальций, пирит или фосфорит.

7. Горючие горные породы (каустобиолиты). Образовывать сами по себе горные породы могут не только вышепоименованные растения с твердыми частями (органогенная седиментация). При тлении и обугливании, как мы видим, часть вещества еще сохраняется. Если при этом части растений отлагаются в больших количествах, будь то автохтонно или аллохтонно, мы получаем более или менее горючую породу.



Фиг. 6. Поперечный шлиф через конкрецию торф-доломита, каменноугольн., в верхней части—ствол папоротника. $\times 25$.

Вместе с Г. Потонье мы обозначаем эти образования, как каустобиолиты (*καυστός* = горючий, *λίθος* = камень, *βίος* = жизнь) и различаем липтобиолиты (*λείπτος* = оставленный назади), сапропелиты (*σαπρός* = гнилой, *πηλός* = пыль, ил) и гумиты. Эта классификация несмотря на многие возражения, остается до сих пор совершенно правильной. Не надо лишь забывать, что мы здесь имеем искусственно проведенное подразделение образований, которые в природе так же редко вполне отделимы одно от другого, как и произведшие их процессы разложения.

Хотя в рамках этой книжки совершенно невозможно полно охарактеризовать происхождение каустобиолитов и их месторождения, тем не менее придется сказать о них несколько слов. Теперь они образуются точно так же, как и в былые времена.

Нужно отметить, как заслугу Г. Потонье, что изучение современных каустобиолитов стало ключем к пониманию ископаемых образований (14). Обзор их происхождения находится в его *Entstehung der Steinkohle*, стр. 18.

а) Липтобиолиты. Липтобиолиты сравнительно редки. При процессе, обозначаемом нами вместе с Потонье, как тление (см. табл. на стр. 23), в общем не остается никаких содержащих углерод остатков, так как клетчатка и большее число веществ, слагавших растительные тела, разлагается без остатка. Но исключения составляют смолы, восковые смолы, воски и иногда пробка. В связи с этим Г. Потонье указывает на „бушмэнские свечи“ Южной Африки, выделения коры родственного пеларгониям рода *Sarcocaulon*, состоящие из восковой смолы.

Такие вещества иногда могут скопиться в значительном количестве. Полуископаемым липтобиолитом является копал, смола тропических деревьев, напр., — *Agathis*, *Dipterocarpaceae* и т. п.

Фихтелит, в свежем состоянии живо блестящий минерал, углеводород, который был найден в торфе на древесине полуископаемых болотных елей, из смолы которых он произошел. Подобное же может быть сказано о кенлейните из швейцарского сланцевого угля. Совершенно соответствующий более древний минерал есть янтарь (*Bernstein*, от древне-немецкого *börnpen-brennen*), который произошел из смолы третичных сосен. Из других, относящихся сюда пород, здесь нужно упомянуть еще пирописсит, один особенно хорошо горючий род бурого угля, (также рабдописсит Суйфунского бассейна (32), кутикулярные прослойки товарковских углей и т. п. А. К.). Еще нужно указать на нередкие отложения ископаемых спор и пыльцы. Так как растения, составляющие большинство важнейших лесных пород, являются опыляемыми посредством ветра, они производят большое количество цветочной пыльцы („серный дождь“). Так как оболочка пыльцевых зерен состоит из пробкообразного кутина — смеси различных жирных кислот, то они сохраняются особенно хорошо. Такой пыльцевой торф (*Leuchttorf*) есть фименит, состоящий из ольховой пыльцы. Одно третичное образование, состоящее в главном из пыльцы болотного кипариса (*Taxodium*) исследовал Лингельсгейм (15). Совершенно такие же слои из спор папоротникообразных известны из палеозойских отложений. В заключение здесь же следует упомянуть также нахождение каучукоподобной массы в третичном буром угле (16).

б) Сапропелиты. Главнейшими местами образования гнилостного ила или сапропеля являются озерные болота (Flachmoor), на дне которых он образуется из остатков животного и растительного планктона (водорослевое цветение воды), других настоящих водяных растений, а также принесенной ветром пыльцы, которые там отлагаются вместе и подвергаются сначала гниению, а потом битуминизации. Шрейбер без оснований сомневается в этом и называет сапропелевые образования илистым торфом — Muddetorf (Lebertorf, Gyttja). Наоборот, есть много оснований отделять их от настоящих торфов, хотя между ними существуют и переходы. Часто гнилостный ил обогащается минеральными соединениями, — тогда мы получаем битуминозные породы, содержание сапропеля в которых может сильно колебаться (черное окрашивание вызывают уже незначительные количества перегноя, как в черноземах, где 4—5% перегноя обуславливает черный цвет почвы. А. К.). Минеральная примесь обозначается всегда, как „зола“.

Назовем лишь главнейшие из этих пород.

Сапропелевый известняк. Выделение известняка сводится обычно на животных, но частью производится растениями, как *Chara, Potamogeton*. Очень древний сапропелевый известняк есть кукерсит балтийского силура со включениями, которые большинством рассматриваются как водоросли (33).

Сапропелевая глина. Сюда относится большая часть современных так называемых Wattenbildungen. Третичной сапропелевой глиной является богемский циприсовый сланец, в котором часто находится пыльца. Юре принадлежит посидониевый сланец Южной Германии, морское образование. В нем находится, как ранее в соответствующих слоях Гуитби (Whitby) в Англии, встречающийся также в других геологических образованиях гагат (черный янтарь, jet англичан), который находит применение, как ценный камень, вследствие своей вязкости, черного цвета и способности принимать полировку. Он происходит из ксилемы древесных стволов. Занесенная в морской гнилостный ил древесина становится мягкой, пропитывается битуминозными веществами и при высыхании сокращается в почти бесструктурную массу. Здесь до известной степени одновременно происходит обугливание и битуминизация.

Диатомовый пелит (кизельгур, полировальный сланец). Встречается в третичных и четвертичных слоях. Он может быть

вторично совершенно выщелочен и превратиться в акаустобиолит. По большей части это землистые или резко распадающиеся массы, но путем превращения кремневых скорлупок в опал получаются более или менее крепкие породы (см. стр. 32).

Свежий гнилостный ил может быть чисто белым и студенистой консистенции, но при высыхании становится тверд, как камень. Также отвердевает он с возрастом и образует, напр., в торфе, так называемый Lebertorf (сапроколл, *σαπρός* = гнилой, *κόλλα* = клей). Ископаемые породы этого рода, большей частью происходящие из третичных образований, Г. Потонье называет сапродил (дизодил, *δύς* = дурной, как неотделимая приставка *ὀδμή* = запах), и еще более древний сапантракон, к которым относятся некоторые разновидности угля, как кеннель, богхэды, австралийский керосиновый сланец. (К юрским сапропелитам относятся олонковские и хахарейские богхэды, представляющие плотную вязкую породу, поддающуюся обработке резцом и т. п. А. К.).

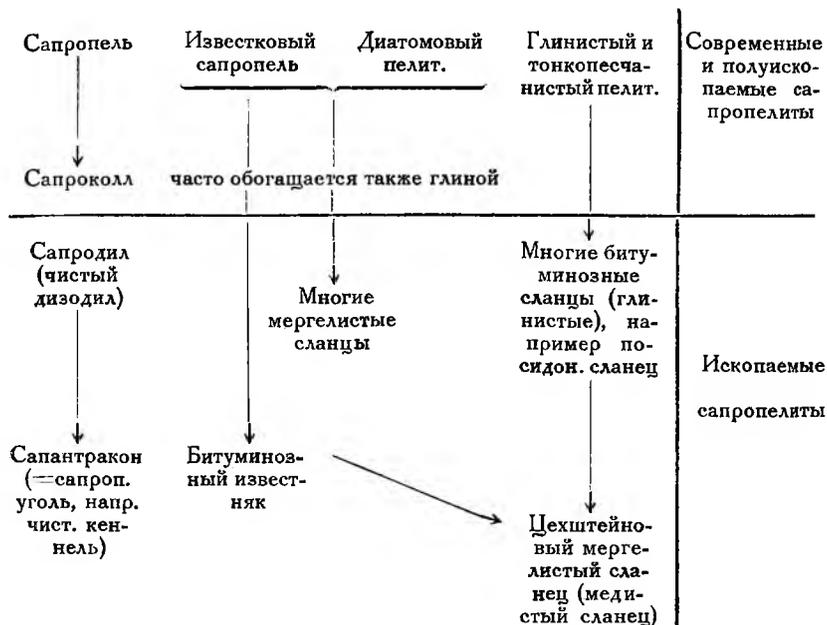
Эти палеозойские (и наши мезозойские) сапропелевые породы большей частью матовые, не блестящие — имеют или жирный, или шелковистый блеск, вязки, крепки, имеют раковистый излом и часто встречаются только в ограниченных линзовидных залежах. В них встречаются также водорослевидные образования, как *Reinschia*, *Pila* (18), которые Джеффри (19) неправильно рассматривает как споры, в то время как Штах (20) и другие видели в них каплеобразные выделения битуминозных веществ (несмотря на то, что М. Д. Залесский (36) уже в течение более чем 15 лет весьма убедительно доказывает их водорослевую природу А. К.). Такие выделения несомненно существуют, но нужно воздержаться от столь широкого обобщения до дальнейших исследований. Приверженцы водорослевой природы справедливо указывают на современные образования, как австралийский куронгит (21), который получается при высыхании озер из студенистой массы выделяющих масло водорослей (*Eleophyton coorongianum* Thiessen) и принимают вид кожи. В лаборатории Тиссена в Питсбурге я видел имеющую уже много лет еще живую культуру этой водоросли (М. Залесский описал такое же явление — образование балкашита водорослями *Botryococcus* на оз. Балкаш еще ранее (36) А. К.).

Как производное сапропелита не раз указывалась нефть. Однако мнения по этому вопросу далеко не единодушны, (хотя

нет сомнений, что в той или иной степени нефть таковым все же является. Большой интерес имеют новейшие работы А. Д. Архангельского над осадками Черного моря (35) А. К.)

По Г. Потонье мы имеем следующее сопоставление в отношении сапропелевых образований:

Таблица 2



Подробное сопоставление сапропелитов и их синонимика находится у Г. Потонье, Steinkohle, стр. 69 (23).

в) Гумит, гумусовый уголь. В противоположность сапропелитам гумусовые породы в главном сводятся на наземные и болотные растения, причем вещество, остающееся после их разложения, обозначается как гумус.

Болото и торф. Гумусовые вещества накапливаются в виде торфа в болотах, в которых мы в настоящее время имеем важнейшие залежи гумусовых пород. Они распространены по земному шару неравномерно. Из тропиков до сих пор мы знаем лишь немного образований, которые бы могли быть отнесены сюда. Наоборот, они чаще в умеренных широтах и очень изобилуют далее к полюсам. Состав болотной флоры и вместе с тем характер образующегося торфа различны благодаря усло-

виям растительности, зависящим от содержания влаги и минеральной подпочвы. Они также подвержены изменениям в течение роста торфяного пласта.

Взгляды на разделение болот очень расходятся. В этом имеет вероятно свое выражение то обстоятельство, что условия образования болот гораздо более разнообразны, чем можно выразить в простой применимой ко всем схеме. Широко распространено деление на Flachmoor или Niedermoor, Zwischen- и Hochmoor — плоские, переходные и высокие (сфагновые) болота, причем за основание принимается характер растительности. Ему отвечает расчленение болот Шрейбером (24) на тростниковые болота (Riedmoore), обломочные болота (Bruchmoore) и моховые (Moosmoore). Г. Потонье по происхождению, как напр. при заболачивании озера, различает зыбуны, Schwingmoor (торфяной покров, растущий от краев к середине, лежит на воде или сапропеле и колышется — schwingt — при ходьбе), Sumpfmooг — топкое болото, в котором при незначительной глубине образование торфа происходит со дна кверху и Standmoor, — последняя стадия, когда весь бассейн наполнен торфяной массой. Так произошедшие болота часто несут лес, напр. наши ольховые болота, болота с болотным кипарисом — *Taxodium distichum* — в северо-восточной Америке.

Луговые болота редки, и большею частью их появление вызывается искусственно. По крайней мере болота Средней Европы до известной степени уже затронуты культурным воздействием. Моховые болота, бедные питательными веществами (totes Flachmoor Бюлова), бывают безлесны. Часто применяемое к ним выражение „высокие болота“ (Hochmoor) означает, что они в середине лежат выше, чем по краям, т. е. имеют поверхность выпуклую, вроде часового стекла. Однако это правило не действительно для горных болот.

(У нас в разное время выдвигались классификации болот Танфильева, Флерова, Фомина, Сукачева, Аболина, представляющие те или иные модификации западно-европейских делений. Доктуровский (36) в последнее время делит их просто на 1) гипново-травяные, 2) лесные и 3) сфагновые — а) с сосной и б) безлесные. А. К.).

Этим мы ограничимся относительно подразделения болот, о чем подробные сведения нужно искать в специальной литературе (24). Относительно торфа приведем здесь также только

некоторые соображения (52). Качества торфа обуславливаются состоянием растительного покрова, так как последним определяются его физические и химические свойства. В низких болотах примесь сапропеля сильнее всего (Muddetorf, Lebertorf). Где преобладают злаки, образуется более плотноволоочный дерновой торф, в то время, как в лесном торфе (Bruchtorf, Waldtorf), часты обломки древесины. На сфагновых безлесных болотах (Hochmoor) большую роль может играть пушица (*Eriophorum*), но чаще всего главная роль принадлежит мху сфагнум. Здесь нужно различать более древний сфагновый торф от новейшего, менее разложившегося (стр. 53). В заключение упомянем еще о значении менее важного гипнового торфа.

Для всех этих разновидностей торфа существенно, что они образуются преимущественно ниже уровня грунтовых вод, (что едва ли правильно в отношении верхних слоев сфагновых болот. А. К.). В противоположность этому моховому торфу стоит сухой торф (Trockentorf, Rohhumus) который может образоваться в почве лесов. Вопрос о том, принимает ли сухой торф участие в образовании угля, оживленно обсуждается в настоящее время относительно бурого угля (26) (стр. 40). Соответственно незначительному возрасту торфа, находящиеся в нем растительные частицы еще мало изменены (субфоссилены). Кроме древесины, плодов, семян и листьев значительную роль играют находящиеся в нем пыльца деревьев (стр. 68).

В заключение при рассмотрении видов торфа нельзя обойти доплерит, студенистую во влажном состоянии черную массу, которая отличается в трещинах торфа. Он представляет собой растворимую часть гумус, которая, будучи растворена водой (черная вода!), опять выпадает во вторичном залегании.

Ископаемый гумит. Ископаемые гумусовые образования мы обозначаем словом уголь, причем по существу надо отметить два вида его, бурый и каменный уголь. Процесс обугливания у них зашел далее, чем в торфе. поэтому представленное растительное вещество (неизмененное), — торф, бурый уголь, и каменный уголь — являются продуктом одного и того же процесса, ряд может быть лишь продолжен до антрацита и графита. Степень образования с одной стороны зависит от возраста залежей, торф поэтому вообще моложе, чем бурый уголь, последний (в Германии — третичный) — моложе, чем каменный и т. д. Но при этом должны учитываться и другие факторы, и поэтому

в действительности есть четвертичные образования, как альпийские Schieferkohle, которые имеют характер бурого угля (как напр. некоторые древние четвертичные торфы Поронайской долины на Сахалине. А. К.), а с другой стороны, угли каменноугольного возраста, имеющие свойства бурых, и каменные угли моложе карбонового возраста. Так, каменные угли находятся в лайасе в Венгрии, для третичного периода можно указать на баварский Pechkohle. (По установившейся европейской традиции автор совершенно выпускает из вида Азию, которая дает лучшие примеры в этом направлении. Коксующиеся каменные угли острова Хоккайдо и Сахалина являются третичными и меловыми; ниже-меловые угли Сучана и верхне-триасовые Монгуая в Уссурийском крае являются полуантрацитами. Третичные угли, близкие к полуантрацитам, имеются на Сахалине на р. Агнево и на р. Беринга в Аляске. Гораздо резче, чем время, на степени образования сказывается влияние процессов диастрофизма, и таким образом можно считать, что степень измененности основной растительной массы прямо пропорциональна сумме влияний времени и диастрофизма. А. К.).

Бурый уголь. Если вообще присутствие бурого угля не связано с определенной геологической эпохой, то по крайней мере для Европы остается в силе, что там их залежи повсюду имеют третичный возраст. Бурые угли развиты от эоцена до плиоцена, во многих случаях возраст отдельных пластов еще спорен. Они произошли из торфа третичных болот, причем всегда ясно их наземное и пресноводное образование. Они большей частью автохтонны, реже — аллохтонны, причем такое резкое разграничение не всегда отвечает естественным условиям. Таким образом автохтонное и аллохтонное отложение действовали вместе или поочередно. Пласты бурого угля широко распространены, их практическое использование за последние 15 лет испытало сильный подъем. Разработка их однако только там имеет действительно большое значение, где имеются обширные месторождения, как в окрестностях Кельна или в Средней Германии. Часто встречаются местные ограниченные пласты, строение которых позволяет видеть, что они произошли из заболоченных озер.

В течение долгого времени относительно происхождения больших автохтонных пластов также господствовала „теория свампов“ Г. Потонье (Swamptheorie), которая представляла эти пласты происшедшими в обширных лесных болотах, в которых, как

в Dismal swamps, болотный кипарис — *Taxodium distichum* — должен был представлять главную составную часть леса. Палеоботанические данные для многих пластов привели к другим выводам, по которым приходится заключить о бывшем до известной степени сухом образовании торфа. В этом особенно существенно то, что торфообразование не всегда обязательно происходит под уровнем грунтовых вод. За это говорит как характер растительных остатков в буром угле, так и их сохранение (25).

В этой области предстоит еще много работы. Что мы часто перед собой имеем в бурых углях лесные болота, видно из горизонтов пней (26), древней лесной почвы с прямостоящими еще пнями, которые находятся не только в лежащем боку пластов. Вещество часто находимых в буром угле древесин нередко мало разрушено; они здесь могут быть названы еще „субфоссилиями“, как включения более молодых торфов. Нередки обломки, сохранившиеся в виде древесного угля (стр. 24). Часто находятся другие растительные ископаемые, как листья, плоды, семена, а рядом с ними более мелкие остатки, как кусочки коры, листьев, древесины, грибы, споры и пыльца, которые до сих пор мало обращали на себя внимания. Но, поскольку дело идет об общих вопросах углеобразования, именно последние и имеют значение, равно как и в отношении исходного растительного материала для происхождения угля (лигнин, клетчатка).

Качества бурого угля весьма различны. Наиболее часто встречается землистый мягкий бурый уголь, который по твердости и излому (в Германии) делится на Stück-, Knorpel- и Klarg или Riesekohle. Реже — сланцеватый мягкий бурый уголь, сланцевого излома, не марающий и не пылящий, как напр. угли Вестервальда, подвергшиеся влиянию вулканических явлений. Таковы же четвертичные угли Австрии и Швейцарии. Наоборот, твердый бурый уголь крепок, или матово-блестящий (матовый бурый уголь — Богемия) или блестящий (блестящий бурый уголь), в последнем случае напоминая каменный уголь. Как разновидность, Готан называет кроме лигнита еще пирописсит (стр. 34), который редко находится в чистом виде, но часто встречается смешанным с обыкновенным бурым углем (Schwellkohle), далее — дизодил (Papierkohle, Oelschifer), являющиеся в чистом состоянии сапропелевым образованием, также как и Cannelbraunkohle. Обзор средне-европейских месторождений бурого угля дает Готан (28). См. также подробное описание Пицша (29).

Каменные угли. Бурым углям противопоставляются каменные, которые приурочены к каменноугольной и пермской системе (об исключ. см. стр. 40), (но в Восточной Азии преимущественно к пермской, юрской, меловой и третичной. А. К.). Мы не будем касаться здесь ни его хозяйственного значения, ни распространения. В противоположность бурому углю, число пластов, залегающих здесь один над другим, часто бывает чрезвычайно велико. (В Восточной Азии такую же множественностью отличаются пласты меловой и третичной систем. А. К.) С другой стороны каменноугольные бассейны тектонически сильно нарушены, и возможность параллелизации пластов приобретает особое значение. Ископаемая флора для этого дает превосходные основания, так как ископаемые растительные остатки здесь находятся не только в висячем и лежащем боках, но также и в промежуточных пластах. Каменноугольный период — самая древняя система, относительно растительного мира которого мы имеем сравнительно хорошие сведения. Каменные угли бывают или пресноводными образованиями (лимнические), или происходят в морских лагунах (паралические). В последнем случае в них встречаются торф-доломиты (стр. 32). Горизонтам пней бурого угля соответствует стигмариновая почва и прямо стоящие каламиты, как доказательство автохтонного происхождения. Ранее принимали, что дело идет здесь о тропических низких болотах, но в новейшее время не без оснований склоняются к принятию зон с более низкими температурами. Во всяком случае это были лесные болота. Растительные остатки, видные невооруженным глазом (без предварительной обработки материала. А. К.) в них довольно редки. Растительный материал уже сильно разложился, и процесс обугливания зашел гораздо дальше, чем в бурых углях.

Мы придаем понятию каменный уголь довольно широкий объем. Вообще резкие границы провести здесь трудно, так как существуют с одной стороны переходы к бурому углю, а с другой к графиту. Таким является шунгит. Далее стоит антрацит, содержащий 90—95% углерода. Германская практика разделяет угли по содержанию летучих составных частей на антрациты (наиболее богатые углеродом) и тощие угли, жирные угли, газовые угли и газово-пламенные, которые содержат до 45% летучих веществ. Более основным является подразделение на блестящие угли и матовые угли. О последних уже го-

ворилось при описании сапропелитов (стр. 35). К ним относятся богхеды, которые содержат желтые тельца, принимаемые частью за водоросли, частью за битуминозные образования. Поборники водорослевой природы этих телец видят в куронгите (и балхашите Залесского. А. К.) соответствующие им образования современности. Кеннель, напротив, богатый спорами матовый уголь, который лишь редко образует самостоятельные пласты. Если мы их здесь еще раз упоминаем в отделе гумусовых углей, то это потому, что матовые и глянцевого угли связаны многочисленными переходами. Петрографическое исследование показало, что обычные каменные угли, раньше обозначавшиеся просто как глянцевые, содержат и матовые составные частицы. Они собираются в полосы, как это уже знали раньше относительно других смешанных углей.

Штах обозначал поэтому обыкновенный каменный уголь, как полосатый (*Streifenkohle*). Антрацит также произошел из такого угля. Поэтому можно вообще различать матовый и глянцевый уголь, как главные составные части более древних углей, к которым в качестве третьего элемента присоединяется волокнистый уголь (*Faserkohle*), а по многим авторам имеется и четвертый (кларит или антраксилон). Различные наименования создали большую путаницу терминологии. Как составную часть угля Джеффри различает (19) лигнитид (блестящий, еще имеющий структуру древесины), клочки эпидермы, споры и все соединяющую темную зернистую основную массу, которая при больших увеличениях оказывается равным образом форменными сильно разложенными растительными обломками. Желто-прозрачные, часто обозначаемые как смола, кругловатые включения в действительности являются коллоидальными выделениями гумусового вещества. Стопс (30) различает напротив фюзэн, дюрэн, клэрэн и вайтрэн, каковые обозначения Р. Потонье (31) заменяет терминами фузит, дурит, кларит и витрит. (Именно последние и могут быть приняты, как научные термины в русской науке, так как термины Стопс — это французо-английские слова, которые трудно непосредственно перевести в русский язык, а термины Р. Потонье — международные научные термины, которые в неизменяемом виде могут быть введены в любой язык. А. К.). Фузит есть волокнистый уголь (*Faserkohle*, *char-coal*, *mother of coal*), который изо всех составных частей угля всего яснее показывает анатомическую структуру.

(Его не надо смешивать с волокнистым углем из бурого угля, который состоит из малоизмененных древесинных или лубяных клеток). Дурит — матовый уголь и образует бесструктурную основную массу (аттритус Тиссена), которая по Тиссену состоит из коричневого гумозного продукта разложения (31) и из тонкозернистой непрозрачной углистой массы и включает споры, кутикулы и кусочки смолы.¹ Кроме того она содержит еще линзовидные включения витрита. Витрит (антраксилон Тиссена) по большей части произошел из древесины (лигнитоид Джеффри). Для изменившейся соответственно пробковой ткани Р. Потонье применяет имя суберитоид, а если структура более или менее вполне исчезла, то он говорит об „эввитрите“. Это главная составная масса глянцевого угля, в образовании которого естественно приняли участие также травянистые растительные частицы. Вообще можно сказать, что блестящий уголь (витрит) образовался из обугленных наземных и болотных растений, причем произошло вторичное выпадение коллоидального гумусового вещества (см. доплерит, стр. 39). Из всех составных частей угля разложение здесь было наиболее сильным. Клэрэн Стопс есть род перехода от дурита к витриту, более блестящий чем дурит, но проникнутый полосками дурита, твердый, крепкий, зернистый и еще сохранивший признаки растительных остатков. Клэрэн не позволяет отделить себя ни от одного из остальных трех главных составных частей угля; поэтому приходится согласиться со Штахом и говорить при переходах о дуритовом витрите и т. п., твердо оставаясь при тройном подразделении главных составных частей угля: блестящий уголь, матовый уголь и волокнистый уголь (фиг. 39). Различные обозначения, которые впрочем не вполне отвечают одно другому, сопоставлены еще раз в таблице на стр. 45.

Ботанически самыми важными во многих углях являются частые включения, которые рассматривают, как споры и водоросли, но истинная природа которых еще неясна. Как ни ценны кратко описанные здесь результаты петрографии углей, которые достигнуты методами исследования, трактуемыми в бли-

¹ Если мы здесь сопоставим дурит с матовым углем (atrritus), то нужно заметить, что не всякий матовый уголь отвечает дуриту. Так кеннели в общем содержат многочисленные споры, богхеды, наоборот, заключают водорослеобразные образования. Матовый уголь есть более широкое понятие, чем дурит.

Таблица 3

Ш т а х	Стопс	П о т о н ь е	Тисс эн	Джеффри
Матовый уголь	Дюрэн Клэрэн	Дурит, кларит	Атритус Антраксилон	Основная масса — споры, ку- тикулы и пр.
Блестящий уголь	Вайтрэн	Витрит { эввитрит суберитоид лигнитоид	Антраксилон	Лигнитоид
Волокнистый уголь	Фюзэн	Фуэят	Древесный уголь	—

жайшем отделе, тем не менее с другой стороны ясно, что мы здесь стоим еще в самом начале исследования.

(Едва ли можно согласиться со взглядом Крейзеля, что условия отложения каустобиолитов в настоящее время такие же, как и раньше. Если заслугой Г. Потонье было указание на то, что в современных процессах образования сапропеля и торфа лежит ключ к пониманию этих процессов в прошлом, то все же несомненно, что эти процессы в прошлом шли иными путями. За это говорит отказ, хотя бы частичный, от swamp-теории в отношении бурых углей и невозможность найти теперь на земле условия для создания таких колоссальных скоплений Trockentorfa, какие мы знаем в многометровых пластах бурых углей. Полное или почти полное отсутствие мхов даже при образовании бурых углей уже создает резкий контраст с современными процессами углеобразования. Как лёссы наших степей, как грандиозные вулканические излияния Декана и Дальнего Востока, так и процессы углеобразования в прошлом имели иной размах и шли не совсем теми путями, которыми они идут ныне, ограниченные современными рамками как со стороны физикогеографических, так и фито-социальных условий. А. К.).

С. УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ

Условия нахождения и сохранения могут, как мы уже видели, быть весьма различными. Скажем об этом здесь еще несколько подробнее. Растительные остатки встречаются в слоях всех геологических систем (кроме азойской. А. К.), и преимуще-

ственно в материковых отложениях. Так как до девона морские осадки всецело преобладают, то уже из этого явствует относительная редкость остатков растений до этого периода. Но и там они не вполне отсутствуют. Нахождение водорослей не удивительно, хотя очень многие из этих предполагаемых водорослей оказались следами ползания животных и т. п. Уже и тогда существовали водоросли с известковым скелетом, большею частью сифонеи, которые играли видную роль в образовании коралловых рифов. Реки и морские течения заносили растения суши далеко в море. Даже в радиоляриевом или глубокого моря и в радиоляритах (породах, образованных радиоляриями) находились обломки древесины. Более крупные ископаемые однако можно ожидать лишь в осадках более близких к берегам. Часто они являются в виде щепок; более или менее расщепленные, они лежат тогда все в одном направлении соответственно течению.

Более богатые наземные флоры мы впервые узнаем из карбона, на который падает преобладающее большинство месторождений каменного угля. Пласты угля находятся также еще и в перми (и во всех системах выше. А. К.). Но где шло образование мощных пластов песчаника, ископаемые там реже, и еще более это выражено в некоторых песчаниках триаса, который признается геологами за пустынное образование. Однако в альпийском триасе рифообразующие известковые водоросли достигают расцвета; обширные области северных известковых Альп напр. построены исключительно их скелетами. Лишь в кейпере (наземные) ископаемые становятся чаще (угольные залежи, озерные отложения) и здесь, как и в рэто-лайасе, они часто превосходно сохранены. Меловая и третичная системы дают, не только в месторождениях третичных бурых углей, многочисленные месторождения растений. Третичные лигниты часто еще мало разложены. К ним примыкают субфоссилии в торфяных болотах и аллювиальных глинах.

Из этих данных видно, где нужно искать ископаемые растения с надеждой на удачу. Удаленные от берега морские отложения, грубозернистые песчаники и т. п. доставляют мало материала, также вулканические выбросы, но и там есть исключения. Богатую добычу почти всегда доставляют отвалы угольных копей, глинища и каменоломни песчаников (напр. у нас — полтавского яруса). Сам каменный уголь беден видными простым глазом остатками, которые наоборот часты в лежачем и ви-

сячем боках и в пропластках пластов. Скорее находятся таковые в буром угле и торфе. Более мелкие растительные частицы, как семена или листья, едва заметны простым глазом. Чтобы их добыть, нужно отмучить их или растворить породу (стр. 110).

Сохранение остатков зависит от многих обстоятельств и может быть очень различно. Часто в одном ископаемом можно наблюдать различные состояния сохранения одновременно. Буроугольные лигниты могут быть часто окремнены или превращены в марказит. При образовании каменных ядер часто выполняется лишь внутренняя полость, а более устойчивые внешние ткани облекают тогда каменное ядро тонкой углистой корочкой. Очень часто это наблюдается на остатках каламитов. Только эта углистая корочка соответствует тогда собственно растительной ткани. Случается, что одно ископаемое может иметь различный вид, смотря по сохранению; о том же, что остатки относятся к одному и тому же растению, можно узнать лишь тогда, когда различные состояния сохранения встречаются вместе на одном и том же куске. Это напр. важно для стволов многих палеозойских лепидофитов. Они несут толстые листовые подушки и, судя потому, видны ли на отпечатке они сами или их внутренняя структура (вернее они же изнутри. А. К.), вид их бывает очень различен. В этом лежит одна из трудностей их изучения. Часто проходило много времени, пока узнавали такую общность отдельных остатков, и поэтому они получали сначала различные имена, что и теперь еще неизбежно. То же самое имеет место в отношении отдельных частей одного и того же растения. Только очень редко их находят в органической связи. Как соединить изолированные листья, стебли и части корня — само по себе узнать невозможно. Общее нахождение в одном месте во всяком случае еще далеко не является доказательством действительной связи этих частей растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Potonié, H. Rezente Kaustobiolithe (ср. стр. 20).
2. Bode, H. Neue Beobachtungen zur Entstehung des Fusits. *Mittel. Abt. f. Gesteins usw. Unters. Preuss. Geol. Landesanst., Bd. 3, 1927.*
3. Grund, H. Beiträge zum Studium fossiler Holzkohlenbildungen, besonders Preuss. in Braunkohlenlagerstätten. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. f. 1928, Bd. 49, 1927.*
4. Pia, J. Thallophyta in Hirmer's Handbuch (см. стр. 19).

5. Pia J. Die Erhaltung der fossiler Pflanzen. Там же.
6. Kräusel, R. Fossile Hölzer aus dem Tertiär von Süd-Sumatra. Verh. Geol. Mijnbouwk-Genootsch. v. Nederland en Kolon. Geol. Ser., Bd. 5, 1922.
7. Kidston, R. and Lang. W. H. Old Red Sandstone Plants.
8. Wehrli, L. Der versteinerte Wald zu Chemnitz. Neujahrsbl. Naturf. Ges., Zürich, 1915.
9. Wieland, G. R. Fossil Cycads.
10. Udluft, H. Zéolithe als Fossilisationsmaterial. Ark. f. Kemi, Bd., 9, 1926.
11. Donath, M. Ein fossiler Baumstamm als Einschluss im Basalt. Zentralblatt f. Min. usw., Abt. A, 1928.
12. Kräusel R. und Range, P. Beiträge zur Kenntnis d. Karformation Deutsch-Südwestafrikas. Beitr. z. geol. Erforsch. d. deutschen Schutzgebiete, Heft 20, Preuss. Geol. Landesanst., Berlin, 1928.
13. Pia, J. v. Die Siphoneae verticillatae vom Karbon bis zur Kreide. Abh. zool.-bot. Ges. Wien, Bd. II, 1921.
14. Potonié, H. Rezente Kaustobiolithe (cp. crp. 20).
15. Lingelsheim, A. v. Ueber die Braunkohlenhölzer v. Saarau. Jahresber. Schles. Ges. Vaterl. Kultur, Zool.-bot. Sekt., 1907.
16. Gothan, W. Das Vorkommen von Kautschukbäumen in der Braunkohle. Ber. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 43, 1925.
— Ergänzungen zu den Beobachtungen über die fossilen Kautschukrinden in der älteren Braunkohle. Centralbl. f. Min. usw., Abt. B, 1927.
17. Rüger, L. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den estnischen Kukkersit und einige sich daran knüpfende Fragen. Geol. Rundschau, Bd. 17, 1927.
18. Potonié, R. Oelschiefer (см. crp. 20, crp. 35).
19. Jeffrey, E. C. The Origin and Organisation of Coal. Mem. Am. Ac. Arts a. Sc., vol. 15, 1924.
— Coal and Civilisation. New York, 1925.
20. Stach, E. Praktikum (cp. crp. 20).
21. Thiessen, N. Origin of the Boghead Coal. Prof. Pap. U. S. Geol. Surv. Vol. 132, 1925.
22. Potonié, R. Oelschiefer (cp. crp. 20).
23. Potonié, H. Entstehung der Steinkohle (cp. crp. 20).
24. Schreiber, H. Moorkunde, Berlin, 1927.
25. Potonié, H. Die rezenten Kaustobiolithe (cp. crp. 20).
26. Kräusel, R. Entstehung der Braunkohle (cp. crp. 20).
27. Teumer, Th. Was beweisen die Stubbenhorizonte in den Braunkohlenflözen? Jahrb. Hallescher Verband, Bd. 3, 1922.
28. Gothan, W., Pietzsch, K. und Petraschek, W. Die Begrenzung der Kohlenarten und die Nomenklatur der Braunkohlen. Braunkohle, 1927.
29. Pietzsch, K. Die Braunkohlen Deutschlands. Berlin, 1925.
30. Stopes, M. C. On the four visible Ingredients in banded Bituminous Coal. Proc. R. Soc., London. Vol. 90, 1919.
— and Wheeler, R. V. Monograph on the Constitution of Coal. London, 1918.

31. Potonié, R. Zur Terminologie d. petrografischen Bestandteile der Steinkohle. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., Bd. 48, 1927.
 32. Thiessen, R. The Micro-structure of Coal. Journ. Royal Soc. Arts, 1926.
— Structure in Paleozoic Bituminous Coal. Bull. U. S. Bureau of Mines, vol. 117, 1920.
— Microscopic Constitution of Coal. Trans. Am. Inst. Min., and Met. Eng. 1925.
 33. Криштофович, А. Н. Липовецкие копи. Мат. по общ. и прикл. геол., вып. 82, 1927.
 34. Залесский, М. Д. О сапропелите, образованном синезеленой водорослью. Ежег. Русск. палеонт. общ., т. I, 1918.
 35. Архангельский, А. Д. Условия образования нефти на Северном Кавказе. Совет нефтяной промышленности. Серия редакции журн. „Нефтяное Хозяйство“. М. — Л., 1927.
 36. Залесский, М. Д. О желтых тельцах богхеда. Изв. Геол. ком., 1909, т. XXVIII.
 37. Доктуровский, В. С. Болота, их развитие и строение. 1922.
-

III. СОБИРАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

1. Более древние окаменелости. Местонахождения растительных остатков бывают весьма различны. Во всяком случае местонахождение не всегда в короткое время дает богатую добычу, так как растительные остатки часто встречаются гораздо реже, чем животные, поскольку дело идет о морской фауне. Если приходится производить сбор в месте, известном по литературе, то не надо забывать, что описанные ископаемые этого места обычно бывали собираемы в течение долгого времени. Если в обнажении нужно заложить шурф, то необходимы молотки, ломы, кайлы и лопаты, а также маленькие геологические молотки и плоские стамески. (Для добычи ископаемых из рыхлых и пластичных пород, напр. — сарматских и мэотических глин, конечно, нужно иметь лопату и крепкий нож, типа кухонного или сапожного, а также очень пригоден малярный шпатель. А. К.). В поле по возможности нужно воздержаться от препаровки самих остатков. Крупные ископаемые в твердой породе часто обнаруживаются лишь в виде обломков; в таких случаях нужно старательно собирать все осколки и особенно обращать внимание, чтобы сохранять, как отпечатки, так и противоотпечатки. По большей части растительные остатки встречаются лишь в определенном горизонте, на определенной плоскости, причем обугленные частицы образуют на поперечных разрезах узкие углистые полоски, которые облегчают раскалывание породы на плитки.¹ Глинистые породы при высыхании часто сами расслаиваются по этим плоскостям. В случае пластичных глин хорошо помогает повторное смачивание и высушивание. Прибавлением соляной кислоты можно устранить примесь извести. Если глина не поддается расщеплению, то нужно

¹ Крупнозернистые нижнетретичные песчаники часто включают остатки без отношения к плоскостям напластования, причем остатки располагаются почти во всех положениях и беспорядочно. А. К.

выбрать по возможности большие глыбы из слоя с остатками и подвергнуть их замораживанию в смоченном виде. Растрескивание от мороза получается по преимуществу по плоскостям напластования. В других случаях нужно по возможности медленнее вести высушивание, лучше всего в прохладном погребе. Однако при этом важно не пропустить момента наступления состояния наиболее благоприятного для раскалывания. Эти способы применимы также для прослоев с листьями в буром угле. Однако, видимые в поле, по большей части углистые отпечатки листьев далее обычно исчезают. Бурый уголь нужно расщеплять тогда, когда он приобретет такую твердость, что его можно резать ножом. Попытки укреплять углистые остатки на месте гуммиарабиком или смесью желатина с формалином по большей частью бывают неудачны. (Я нахожу более практичным пропитывать хрупкие остатки спиртовой политуры т. е. раствором шеллака. А. К.) Юраский применяет возможно более скорое помещение кусков бурого угля и лигнита в воду, в которую, как антисептик, прибавлена карболовая кислота. Маленькие кусочки сохраняются в жидкости Страссбургера-Флемминга, т. е. в глицерине, алкоголе и воде в равных количествах.

Очень часто обнажение содержит много слоев с растительными остатками, расположенных один над другим. Тогда совершенно необходимо собирать материал из каждого из них в отдельности, так как при некоторых обстоятельствах они могут иметь различный возраст. Смешение таковых остатков уже давало повод к величайшим ошибкам и искажениям в истории палеоботаники. При материале из гальки или из каменоломен такие ошибки особенно возможны. (Именно благодаря смешению материала из двух соседних выходов, а частью из галек, на Сахалине, а также бессистемному сбору в Кузнецком бассейне эти районы получали совершенно ложное освещение. На Сахалине более 60 лет продолжали включать ценоманские слои с *Nilssonia* в третичные отложения, и даже была создана легенда о переживании там *Nilssonia serotina* до миоцена, не оставленная некоторыми и теперь. В Кузнецком бассейне чуть ли не 100 лет вопрос о возрасте его углей вращался вокруг оси, в амплитуде от карбона до юры, и вызывал жестокие споры между палеонтологами и палеоботаниками, подрывая доверие к достоверности палефитологических данных. А. К.).

Собранный материал должен быть старательно упакован, каждый кусок отдельно. Относящиеся к одному образцу куски можно еще упаковывать вместе в большие пачки, с точными обозначениями по возможности на самых кусках. При влажном буром угле и торфе этикетки, написанные карандашом, неприменимы, так как имеется опасность при распаковке найти надпись разрушенной. (Поэтому лучше писать химическим карандашом на пергаментной бумаге или выцарапывать номерки на маленьких цинковых пластинках. На нежных образцах лучше всего надписывать номерки китайской тушью, черной на светлых, и красной на темных породах, как делают всегда японцы. А. К.). Мелкие семена, плоды (оогонии хар и т. п. ломкие объекты) нужно тотчас же класть в пробирки с плоским дном, в вату и закупоривать их пробкой. Но так как при путешествиях стеклянные пробирки подвергаются опасности быть разбитыми, то хорошо также их укладывать в коробочки, или даже просто класть остатки на слой ваты в такой коробочке и закрывать ее другим слоем ваты, причем рекомендуется иметь с собой запас жестяных или цинковых коробочек.

При изучении угольных пластов нужно стараться получить возможно полный профиль. В свежем землистом буром угле можно вдавить соответственно длинный ящик в отвесную свежеочищенную стенку пласта и затем подрезать уголь сзади. (Еще лучше взять монолит по способу, применяющемуся почвоведями: очистив стенку, прижать к ней дощечку, точно соответствующую внутренней полости ящика и обрезать по ней ножом монолит со всех сторон, проделав сбоку и сверху бороздки. Затем, убрав осторожно дощечку (или даже оставив ее), надвинуть ящик на монолит, начиная с верхнего его конца, и, подрезав его внизу, вставить в ящик и его основание. Затем подрезать монолит вглубь породы, оставив горб над краями ящика, и, извлекши его на поверхность, сгладить его ножом или стругом вровень с краями ящика. А. К.).

Если монолит не берется, то на коротких промежутках берутся пробы стеклянными трубочками, открытыми с обеих сторон. Они должны быть тотчас снабжены номерами, если не имеется особого помещения для них, снабженного отделениями. Таковое может быть полезно и при взятии профиля каменного угля.

2. Включения в торфе. При исследовании торфяников нужно с одной стороны изучить строение торфяного болота

и состав торфяных слоев, а с другой сохранить отдельные ископаемые. Так как среди последних господствуют мелкие растительные частицы (семена, пыльца), то в каждом случае следует собирать значительные пробы для исследования их в лаборатории. При этом нужно соблюдать те же правила, что и при бурях углей землистой консистенции.

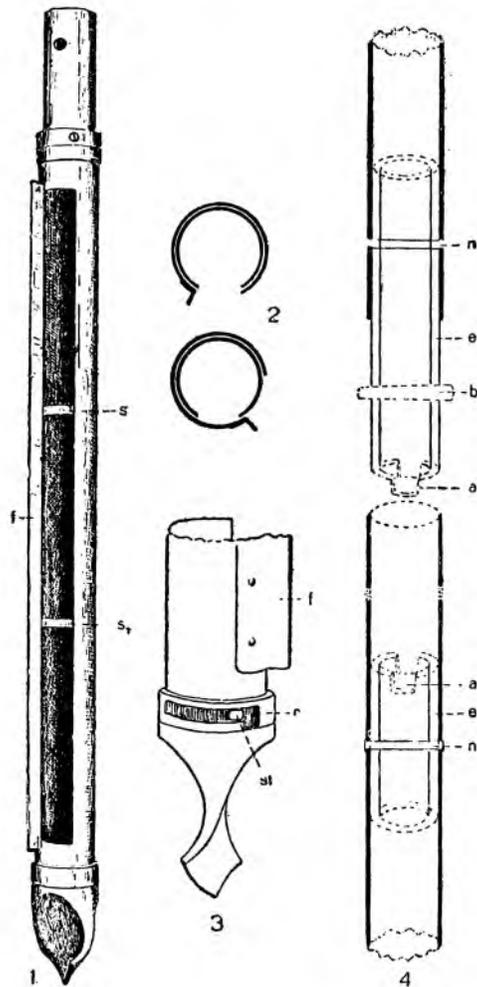
Отдельные виды торфа обнаруживают совершенно различный внешний вид. Болотные торфы по большей части илистые, кашеобразны, содержат корневища, корни и корешки, стебли и остатки листьев осок, имеют гнилостный запах и легко расщепляются по находящимся в них прослоям корневищ тростника (*Phragmites*). Дерновый торф напротив не слоист и имеет плотно войлочную консистенцию, в то время, как лесной торф содержит многочисленные обломки древесины. На сфагновых торфяниках кроме пушицевого торфа с упругими влагаллищами пушицы (*Eriophorum*) главную роль играет более старый и более новый сфагновый торф. Оба последние часто бывают разделены пограничным горизонтом и отличаются один от другого степенью оторфования и разложения. Оба в главной массе образованы видами *Sphagnum*; из них более древний кажется жирным на ощупь, при высыхании чернеет и не впитывает более воду; более молодой, наоборот, имеет более войлочную консистенцию, содержит более крупные растительные частицы, светлее и, по высыхании, в воде большей частью опять разбухает. Многие сильно разложившиеся торфы в поле едва отличаемы от настоящего гнилостного ила. Штоллер (4) тогда применяет продолжительное помещение образца в алкоголь, который от гнилостного ила окрашивается в красный цвет.

Где не представляется возможности исследовать свежие разрезы, приходится обходиться буровыми образцами. Существует несколько систем различных буров, но никакой из них не работает одинаково хорошо во всяких условиях.

Д-р Офербек в отношении исследований с целью пыльцевого анализа пишет (см. также стр. 65) следующее: „торф, взятый от руки, всегда лучше уже потому, что этим путем можно взять по желанию какие угодно большие пробы, чтобы получить во первых из наиболее надежных и обильных находений достаточный материал для анализа невооруженном глазом, а также потому, что можно не опасаться встретить внутри таких торфяных кирпичей каких-либо посторонних частиц, т. е. занесенных из других

слоев. Поэтому не надо оставлять без внимания существующие уже торфяные разрезы, а, если условия не слишком тяжелы, то и не щадить усилий сделать лопатой новые выемки. Едва ли нужно говорить, что при старых разрезах торфяников следует убедиться, сохранилось ли в данном разрезе ненарушенное залегание торфа.

В большинстве случаев приходится прибегать к болотному буру. Существуют различные модели, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее употребителен бур Гиллера (фиг. 7) который применим почти во всех случаях. Он представляет собой камерный бур, который позволяет ввести в почву стальную камеру. Последняя на желаемой глубине открывается путем простого поворота рукоятки и затем опять может быть закрыта. Камера, которая захватывает пробу, состоит из двух стальных трубок около 30 см длины, движущихся одна внутри другой, причем внутренняя трубка имеет в просвете диаметр около 3 см. Обе трубки сбоку имеют по всей длине вырез в виде окошка, и, так как внешняя трубка вращается вокруг внутренней, то открытие или закрытие отверстия камеры достигается тем, какое положение эти вырезы занимают один относительно другого. При бурении эта регулировка осуществляется автоматически. Именно, внешняя трубка несет выдающееся сбоку крыло, и, когда бур движется, вращаясь в почве, то выдающееся крыло находит в канале сопротивление, причем конструкция такова, что при вращении вправо камера, вследствие давления почвы на крыло, остается закрытой. Обратное, при вращении налево, отверстие открывается, крыло соскабливает при нескольких поворотах со стенки канала материал, нужный для исследования, который постепенно и наполняет камеру. Поворот направо тотчас закрывает камеру, и затем бур, при поворотах также направо, извлекается на поверхность. Крепкое спиральное острие (змеевик) внизу камеры облегчает прохождение бура, особенно при наличии лесных горизонтов. Из бура пробы вынимаются шпателем или ножом, и перед каждым новым бурением должна быть произведена основательная очистка бура (промывка водою). Эта очистка особенно при глинистых породах, вызывает некоторую потерю времени, особенно при отсутствии воды непосредственно у места бурения. Принимая далее во внимание довольно значительный вес гиллеровского бура в таком виде, как он обычно применяется, мы получаем два обстоятель-



Фиг. 7. Бур Гиллера. 1 камера, открытая, разделенная перегородками *s* и *s₁* на три отделения; *f* крыло камеры. 2 разрез поперечный через открытую и закрытую камеру. 3 нижняя часть камеры со змеевиком; *г* кольцо, укрепленное на внешней оболочке камеры; *st* штифт, укрепленный во внутренней оболочке камеры, который входит в вырез кольца *г* и этим ограничивает движения камеры при открывании и закрывании. 4 конца двух штанг, каждая по 1 м длины, с приспособлением для сращивания. В стальных трубках штанг (30 мм диаметра, при 1.5 мм толщины стенок) укреплены штифтами *п* особые трубчатые вкладыши *e*. Выступы *a* входят в вырезы *a₁* и устанавливают при помощи болтов *b* прочную связь штанг.

ства, которые несколько затрудняют применение этой системы. С 6 м штанг он весит 10 кг, и лишь с трудом, а на больших глубинах и вовсе не может обслуживаться одним человеком.

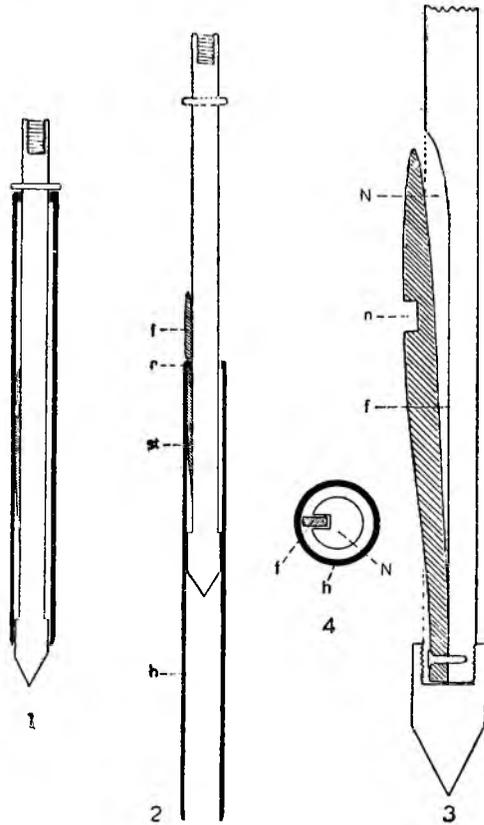
В отношении удобства и большей быстроты работы более предпочтителен бур системы Дахновского (фиг. 8). Вес его с 6 м штанг достигает лишь 4.7 кг, и в большинстве случаев чистка не отнимает много времени. Буровая камера состоит из трубки 25 см длины, которая внизу закрывается стержнем, и в этом состоянии может быть введена на значительную глубину. При поднятии штанг стержень, поднимаясь вверх, уходит вверх трубки (причем его остановка в этом положении обеспечивается применением пружины), а затем дальнейшим углублением бура на 15 см свободная часть камеры наполняется торфом. По извлечении бура на поверхность, путем нажима пружинки, стержень освобождается и может быть опять введен внутрь трубки до ее нижнего конца, вытесняя выбуренную торфяную колбаску. При этом камера настолько очищается самим стержнем, что особая промывка водою большей частью уже не требуется. Но нужно поставить себе за твердое правило применять для пылевого анализа лишь центральную часть полученного керна (т. е. полученного цилиндра торфа или другой породы). Но при всех своих преимуществах бур Дахновского имеет известное ограничение в своем применении. Во влажном сфагновом или мало разложившемся пушицевом торфе камера работает плохо или почти не работает, так что на влажных торфяниках часто можно пройти много метров торфа, не получив ни одной пригодной пробы (в некоторых случаях можно достигнуть цели, если воткнуть бур внезапным движением). В таких случаях гиллеровский бур работает надежнее. Проходка очень влажных слоев осложняется еще одним обстоятельством, которое сказывается при всякой системе бура, но по моему при буре Гиллера выражается еще резче, чем при буре Дахновского: замыкание камеры никогда не происходит так плотно, чтобы при проходке очень мокрых слоев хотя бы вода (и вместе с нею и пыльца) не проникала в камеру, пока бурение не достигнет желательной глубины. При этом получается опасность загрязнения образца и переноса пылицы. Поэтому не легко, особенно для начинающего, правильно узнать и критически оценить примесь таких пылевых зерен, которые не относятся к соответственным ступеням глубины.

Поэтому самым настоятельным образом следует рекомендовать избегать строить широкие заключения на основании анализа единственного профиля. Очень мало имеет значения также делать беглые пробы здесь и там на больших площадях, что так часто практикуется в настоящее время. Только большим числом профилей, которые взяты на ограниченном участке, возможно подвести твердое основание для дальнейших исследований. В противном случае эти данные могут повести не к обогащению, а к загромождению литературы.

(По принципу своей конструкции к буру Дахновского близок бур Танфильева, описание которого было помещено в „Известиях СПб Ботанического сада“ за 1910 г. А. К.).

Об упаковке и хранении материалов

Офербек говорит: „относительно сохранения образцов торфа до момента их изучения следует принять, как основное правило, предохранение материала от высыхания. Известные виды торфа, в случае, если они высохли и отвердели, уже не размягчаются в воде и поэтому только очень мало пригодны для микроскопического исследования. Поэтому самое лучшее укладывать



Фиг. 8. Бур Дахновского. 1) закрытая камера. 2) камера с колонкой *st*, вытянутой назад. 3) Нижняя часть колонки *i*. 4) поперечный разрез через бур. Пружинка *f* из латунной пластинки 3 мм толщины лежит в вырезке *N* и при вытаскивании колонки производит захват кольца *r* в вырезе *л*.

материал прямо на месте в пробирки, которые должны быть несколько длиннее и шире, чем сами пробы, причем лучше вместо пробирок брать просто стеклянные трубочки, запирающиеся с обоих концов обыкновенными пробками. Чтобы достигнуть еще более герметического закупоривания, погружают затем оба конца в расплавленный парафин. Стеклянные трубки, конечно, представляют при долгих экскурсиях в рюкзаке баласт. Если желательно сберечь место и избежать лишнего груза, то с большой осторожностью можно допустить предварительное обертывание образцов в пергаментную бумагу, до окончательной закупорки их в удобных условиях.“

Так как одна проба всего в несколько сантиметров длины часто отражает очень длинный промежуток развития и содержит осадок пыльцы целого ряда лесных фаз, то не надо забывать естественного положения пробы, т. е. отмечать на стеклянной трубочке ее верхний и нижний концы. (Я рекомендовал бы в случае двух проб, брать их окрашенными в два цвета, напр. зелеными для верхнего и желтыми или без окраски для нижнего. А. К.). Нужно избегать вкладывать ярлычек с соответственными заметками в самую трубочку с торфом, так как имеется опасность по истечении некоторого времени найти этикетку разрушенной или во всяком случае надпись уже более неразборчивой. Самое лучшее — применять гуммированные ярлычки, наклеивая их на поверхность трубочек.

Более крупные пробы можно сохранять в консервных склянках, при сохранении образцами горной влаги, но никоим образом нельзя помещать пробы в жестяные коробки. Образцы можно класть в воду с алкоголем (торфяная вода сама по себе представляет сильно консервирующую среду), но нужно предостеречь от применения формалина. Такой материал, лучше предохраненный от света, может сохраняться долгое время. Так как некоторые гумусовые вещества растворяются в алкоголе, то он время от времени должен возобновляться.

IV. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

А. ОБРАБОТКА КРУПНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

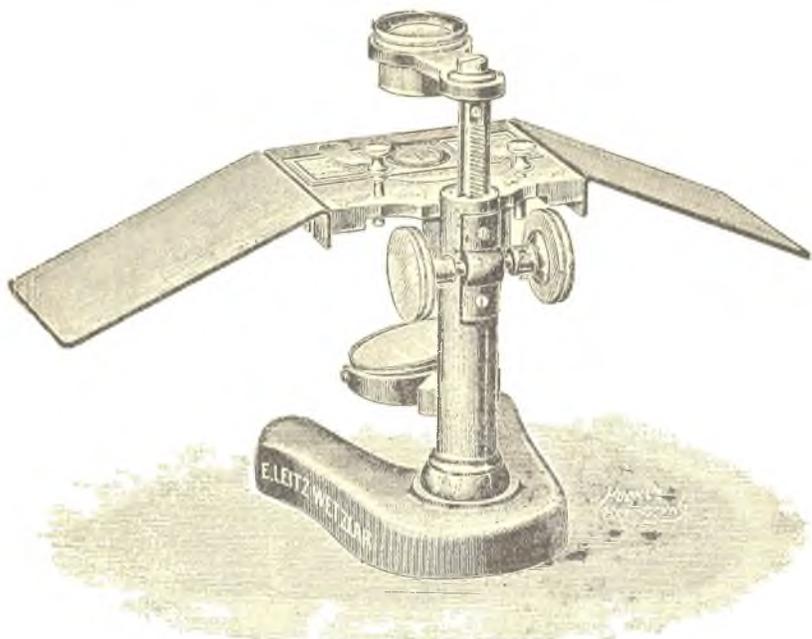
1. Подготовительная препарировка. Окончательное извлечение окаменелостей из твердой породы производится при помощи плоских и остроконечных долот, причем глыба или кусок породы со включенной в нее окаменелостью помещается на мешке с песком или в плоском ящике, наполненном песком, который покрывается материей. Можно также подкладывать под образец свинцовую пластинку. Обивка породы производится короткими резкими ударами молотка; у неопытных при этом некоторые куски породы отлетают. Для приклеивания таких обломков применяются различные средства, как синдетикон, фарфоровый клей (отмученный мел с растворимым стеклом). Но лучше всего применять растворы дериватов целлюлозы (клей для атласной обуви *Atlasschuhkitt* или крокол), так как они представляют очень крепкие, устойчивые в воде и кислотах виды клея. Тонкие или очень ломкие кусочки помещают в гипс или цемент, (также в пластилин или воск. Для склеивания совершенно не годится гумми-арабик. Мелкие склеенные куски до полного высыхания очень полезно погружать в мелкий песок, чтобы отдельные кусочки не отвалились или не приняли ненормального положения под влиянием своей тяжести. Крупные бесформенные куски, где края разломов не сходятся строго, хорошо склеивать гипсом, разведенным на гумми-арабике, наполняя напр. гипсовым раствором картонную коробочку и погружая туда куски до отвердения гипса. А. К.). Окаменелости, которые выветриваются в воздухе, часто покрывают шеллаком или параффином. Но по возможности этого следует избегать, так как это препятствует возможности микроскопического изучения поверхности объекта и не достигает полной изоляции от воздуха. Поэтому окаменелости из бурого угля, содержащие серный колчедан, едва ли можно предохранить от распада иначе, как погружая их

в керосин. В некоторых случаях достаточно фиксирование объектов гумми-арабиком. Юраский пропитывает бурые угли и лигниты сахарным раствором или увлажняет их глицерин-желатином, который затем уплотняется формалином. Подобными же средствами является растворимое стекло, раствор шеллака, жидкий клей, растворенный в ксилоле канадский бальзам, а также применяемый Вейландом клей (стр. 82), которым ломкие объекты пропитываются лучше всего под колоколом воздушного нососа.

О способах сообщать глинам и бурым углям свойства расщепляться по естественным плоскостям, путем медленного высыхания или иначе, уже говорилось ранее (стр. 50). Мелкие остатки, семена, плодики и т. п. могут быть добыты путем отмучивания. При этом торфу и сапропелю не следует позволять высыхать, так как они при этом теряют способность к разбуханию. Глины же могут сохраняться сухими. Едкий кали, соляная кислота, плавиковая кислота облегчают освобождение объектов. Самая промывка производится на проволочных ситах с ячейками различного диаметра. Существуют различные аппараты, которые должны самостоятельно производить такую промывку. В действительности же они работают неудовлетворительно, и лучше всего, если не жалеть усилий, применять ручные сита. Начинают с самого грубого сита, с ячейками около 4 кв. мм и наконец промытый материал переносится на плоские белые чашечки. Здесь начинается трудная и медленная работа выскивания мелких остатков невооруженным глазом или с помощью препаративной лупы (фиг. 9), которая облегчается применением бинокулярной лупы. Очень пригоден для этой цели микроскоп для разборки материала по Шнейдергёну (фиг. 10), который позволяет применять в обыкновенной установке увеличение до 20 раз. Как в каждой бинокулярной лупе, окуляры имеют отдельную установку для каждого глаза на резкость и на расстояние, так как иначе цель инструмента не достигается, и кроме того глаза сильно утомляются.

2. Выщелачивание. Часто случается, особенно, если дело идет о песчанике, что остаток мало выделяется от фона; то же самое бывает, когда порода окрашена в бурый цвет соединениями железа. Тогда путем применения выщелачивающих средств можно достигнуть значительного улучшения. Так напр. на штуфах с остатками девонских растений из Эльберфельда

такие осадки тяжелых металлов могут быть удалены выдерживанием в течение нескольких часов в слабой соляной кислоте, в более трудных случаях в горячей хлорной воде. Результат получается гораздо лучше, чем путем применения плавиковой кислоты. Какое средство нужно предпочесть в каждом случае, лучше решать пробными опытами. Кроме соляной и пла-

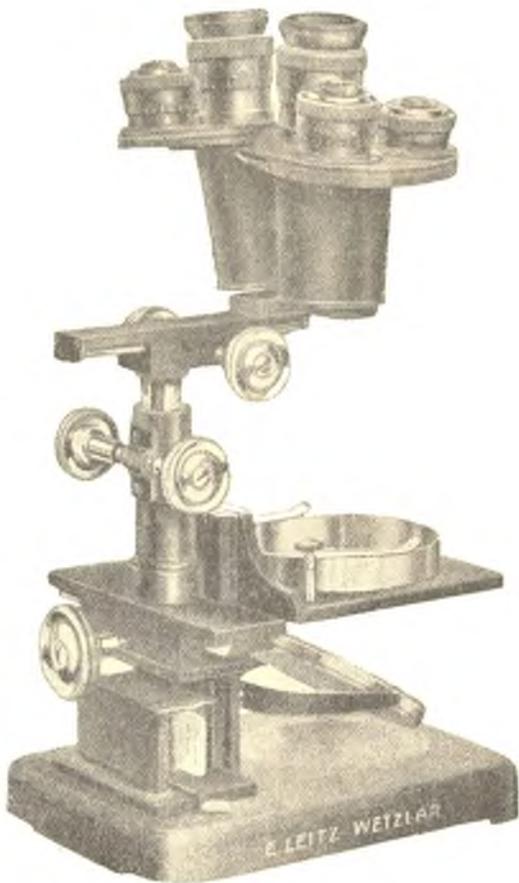


Фиг. 9. Препаровальная лупа.

виковой кислоты, хлора (в кислом или щелочном растворе, как гипохлорита), применима также перекись водорода, которая напр. для черного мрамора очень пригодна в щелочном растворе.

(Иногда отпечатки растений совершенно затемняются и искажаются пестрой побезалостью, что особенно вредно отзывается при их фотографировании, как и при фотографировании полостей, ядер и цельных окаменелостей, как напр. листьев, стволов и пр. В таких случаях рекомендуется, сжигая над ними ленту металлического магния, покрыть их тонким белым налетом окиси магния, не маскирующей нисколько естественного рельефа, но уничтожающей пестроту. А. К.).

3. Слепки и копии. Если у нас представлена только полость с отпечатком объекта на ее стенках, то по ней трудно восстановить правильное представление об ископаемом. Тогда прибегают к изготовлению слепка, заполняя полость, предварительно смоченную вазелином, жидким воском, серою или папье-маше. Еще лучше предварительно вдавить в углубление мягкой щеточкой лист станиоли и затем по вынугии зачернить слепок графитом. Образец и слепок будут тогда являться позитивом и негативом. Если слепок должен представлять оригинал, то этот первый отпечаток может служить в дальнейшем, т. е. для изготовления отливок полостей. Эта цель может быть также достигнута гальванопластическим путем. Наиболее употребительная форма отливок остается все же гипсовой, которая в таком случае лучше всего может быть исполнена опытным препаратором.



Фиг. 10. Бинокулярный микроскоп. По Шнейдергёну.

4. Флюорографическое исследование. Мите нашел (1), что окаменелости из Золенгофенского сланца, освещенные ультрафиолетовым светом, сами становятся светящимися, в то время как сама пластинка породы, в которую они включены, остается темной. Лучше всего это достигается при помощи ганауской

ртутной лампы для анализа (W. Heräus, Hanau), ртутно-кварцевой лампой в непрозрачной оболочке, снабженной лишь в одном месте фильтром для ультрафиолетовых лучей. Светятся лишь места, которые содержат окаменелые остатки, на глубоко-коричневом фоне, причем выступают различные подробности структуры, которые в обыкновенном свете не видны; это прекрасно показывают изображенные Мите и Борном животные окаменелости. Для фотографирования их необходим фильтр, поглощающий ультрафиолетовые лучи, для чего применяется 1%-ый водный раствор азотнокислого церияммония в кюветке в один см толщины с параллельными стенками. Хотя здесь дело идет о животных остатках, нет сомнения, что этот процесс применим и для растений. Простые отпечатки не флюоресцируют, как и непрозрачные минералы, напр. оруденелые ископаемые; светятся вещества, которые диффузно содержат другое вещество. При вполне чистом веществе флюоресценция также не наступает; результат зависит таким образом исключительно от химически-минералогических свойств ископаемого. Однако выступают только структуры, которые не покрыты слоем породы, иными словами, части окаменелости, погруженные в породы, остаются невидными. Притом даже незначительное загрязнение, напр. выделениями жира кожи, действует как задерживающий эффект. Лакированные окаменелости тоже не годятся для этого процесса.

Упомянутая лампа может быть также в случае необходимости применена для наблюдения под микроскопом в падающем свете. Но для этого следовало бы соорудить более пригодное приспособление, и таким образом флюорография представляет еще целый ряд неиспытанных возможностей.

Метод также может быть ценным для обнаружения подделок или различия проблематических остатков от сходных неорганических образований.

5. Применение рентгеновских лучей. Применение рентгеновских лучей до сих пор не дает заметных результатов. Но во всяком случае, как показал Ивасаки (2), ими может быть установлено распределение в угле минеральных зольных частиц. Ряд дальнейших исследований этого рода называет Штах (3), который упоминает также, что многие угли, помещенные в темноте на фотографическую пластинку, дают контактное изображение. (Так как поиски животных окаменелостей, вклю-

ченных в породе, уже дали результаты при применении к этому рентгеновских лучей, нет сомнения, что эти попытки можно распространить и на остатки растений. А. К.).

6. Изучение включений в торфе. Из собранного консервированного материала (см. стр. 57) должны быть отобраны лучше сохранившиеся растительные остатки. Для этого Штоллер (4) дал хорошее наставление. Если торф не распадается в чистой воде, то его кладут на срок от одного до двух дней в слабый раствор азотной кислоты; перенеся образец затем в белую фарфоровую чашку, промывают его водой до тех пор, пока не остается уже никакого бурого ее окрашивания. Многочисленные семена и т. п. остатки тогда будут плавать на поверхности. Остаток должен быть промыт, о чем необходимые сведения были уже даны на стр. 60. Остатки, собранные кисточкой, пинцетом или пипеткой должны быть как можно скорей разделены по видам.

Если торф уже высох и не разрыхляется в воде, то можно его варить со щелочью, а также с содой по Э. М. Рид; наоборот в данном случае нужно воздержаться от применения шульцевской смеси (см. стр. 99). Если желательно еще более прояснить листья, то для этого можно применить щавелевую кислоту.

Консервирование. Ископаемые из торфа, сохраняемые в сухом виде, рано или поздно распадаются в пыль. Лучше всего мелкие образцы, как например семена, хранить в дистиллированной воде с алкоголем (4:1) в маленьких, хорошо закупоренных пробирках. Туда нужно опустить этикетку на полоске бумаги, написанную тушью, но не следует ее затыкать между стеклом и пробкой. Часто пытаются предохранить объекты от разрушения пропитыванием парафином. Для этой цели помещают остатки сначала на 24 часа в 50—75%-ый алкоголь, затем в абсолютный алкоголь, далее в смесь абсолютного алкоголя и ксилола (1:1), и, наконец, в парафин, плавящийся при 50—52° (в парафиновой печи или водяной бане). Приставший к поверхности парафин, по извлечении остатков, удаляется нагретой пропускной бумагой или слабым несветящимся пламенем газовой горелки.

Э. М. Рид прямо помещает влажные семена в парафин, расплавленный на предметном стекле. По мере того, как вода испаряется, парафин впитывается. С листьями можно поступать таким же образом или заключать их соответственно в канад

ский бальзам или глицерин-желатин, если они не слишком толсты.

(Мне казалось бы весьма практичным заключать такие объекты, как семена, плоды, мелкие листья в вазелиновое жидкое масло, соответственно проводя их через алкоголь и ксилол, или же при подогревании, по способу Э. М. Рид, храня затем в пробирках. А. К.).

7. Современный сравнительный материал. Для определения семян и листьев из торфа прибегают к собранию сравнительного материала по ныне живущим растениям. По большей части семена и плоды отсутствуют в гербариях. При сравнении однако надо иметь в виду, что ископаемые объекты часто бывают изменены, именно их поверхностная структура, волоски и т. п. большей частью бывают разрушены. То же самое имеет значение для препаратов пыльцы (см. стр. 69), а также для третичных растений, хотя при этом главным образом дело идет уже о растениях, которые в настоящее время в Европе не живут. Один гербарий, составленный с такой точки зрения, выполнил для Ботанического музея в Берлине-Далеме покойный немецкий ботаник доктор П. Менцель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Miethe, A. und Born, A. Die Fluorographie der Fossilien. Paläont. Ztschr., Bd. 9, 1928.
2. Iwasaki, Chozo. Fundamental Study of Japanese Coal. Techn. Rep. Tôhoku I. Univ., vol. 2, 1921.
3. Staeh, E. Praktikum (ср. стр. 20).
4. Stoller, J. Geologisch-paläontologische (botanische) Untersuchungen von Mooren. In Potonié-Gothan, Paläobot. Praktikum (ср. стр. 20).

В. АНАТОМИЧЕСКО - МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Пыльцевый анализ. Большинство наших лесных деревьев опыляется при помощи ветра и потому производит большое количество цветочной пыльцы (см. стр. 34, 68). Поэтому она часто присутствует в большом количестве в ледниковых и аллювиальных отложениях, особенно в торфяных болотах. Хорошее сохранение пыльцы объясняется тем, что внешняя оболочка состоит из очень устойчивого кутина. Пыльцевый анализ состоит не только в том, что он определяет принадлежность этой пыльцы, но он исходит из мысли, что количество пыльцы отделе-

ных древесных пород соответствует составу тогдашнего леса и может быть твердо установлено путем вычислений. Мы не можем здесь входить глубоко в обсуждение оснований этого метода, впервые высказанных Лагергеймом и широко примененных фон-Постом, и сошлемся на приведенные в конце главы общие работы, в которых можно найти указания на многочисленные отдельные работы.

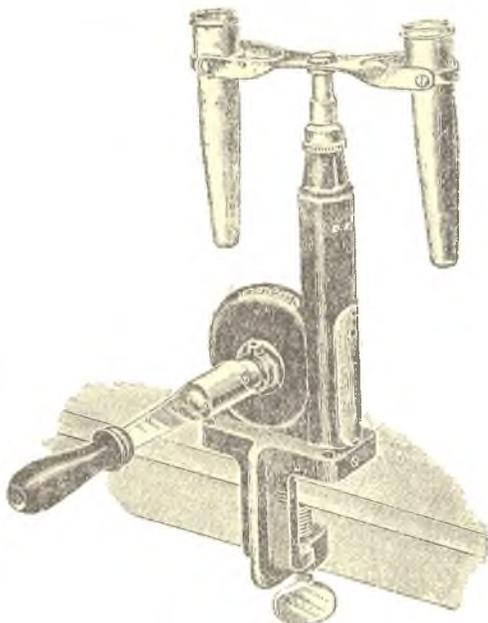
Об обращении с материалом для пылевого анализа Офербек говорит следующее:

а) Предварительная подготовка проб для исследования. Предварительная подготовка материала для исследования ведется различно, соответственно характеру данного материала. Если минеральная примесь не слишком велика и во всяком случае не представляет препятствий, то применяется следующий метод. Берут изнутри изучаемого торфяного бруска или бурового керна, при старательном избегании всякого загрязнения, маленькую пробу около 1 куб. см — это количество определяется по степени разложения торфа — и варят ее в фарфоровой чашке в слабом растворе едкого калия. При этом процессе пылевые зерна испытывают просветление и одновременно гумусовая масса переходит в раствор. При концентрации раствора, чтобы избежать высыхания, прибавляют к пробе глицерин. Затем стеклянной палочкой берут каплю и переносят ее для исследования на предметное стекло.

В большинстве случаев в интересах быстроты исследования, процесс видоизменяется в том отношении, что раньше еще производится концентрация пылевого материала центрифугированием. Тогда вываренный в едком калии материал пропускается через тонкое сито, чтобы задержать более крупный материал. Затем фильтрат центрифугируется, для чего при обыкновенной ручной центрифуге достаточно 60 оборотов рукоятки в течении одной минуты (фиг. 11). Не нужно опасаться, что благодаря центрифугированию пройдет сортировка пыли вследствие разницы в скорости ее погружения и тем нарушится отношение пылевого спектра. Многочисленные опыты показали, что оценка центрифугированного и нецентрифугированного материала дает одинаковые числовые отношения.

Для подготовки межледниковых сланцеватых углей по Фирбасу особенно целесообразным является положить на 1—2 дня несколько измельченные кусочки угля в 20° раствор азотной

кислоты, затем пропустить через сито и варить в воде с прибавкою едкого кали. При этом почти все гумусовые вещества растворяются. Наконец центрифугированием обогащается содержание пылицы. Осадки с большим содержанием минеральных частиц требуют иного обращения. В глинистых илах и глинах, еще более в песчаных пробах, количество пылицы часто так невелико, что подсчеты и оценка ее количества занимает очень много времени. Воздействием плавиковой кислоты достигается обогащение содержания пылицы во много раз (Assarson и Granlund). Затем варкой в едком кали растворяются гуминовые вещества, а более грубые составные частицы удаляются промывкой. Требуется основательная многократная промывка с применением центрифугирования, а оставшиеся еще в остатке силикаты растворяются плавиковой кислотой. Платиновый тигель при этом не необходим, так как парафинированные стеклянные чашечки вполне его заменяют (сосуд должен быть закрыт парафинированной стеклянной пластинкой). При тонких осадках процесс растворения заканчивается через один день, при грубых — через два дня. Затем следует основательная промывка, вслед за которой осадок для удаления получившихся фтористых силикатов обрабатывается соляной кислотой.



Фиг. 11. Ручная центрифуга.

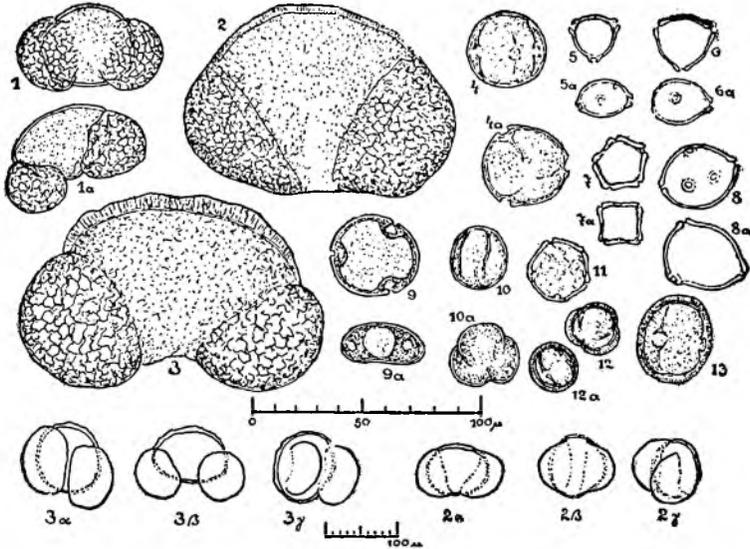
б) Поверхностные пробы. При анализах пылицы бывает необходимо, с различных точек зрения, уделить особое внимание современным поверхностным пробам. Такой поверхностный материал, который в действительности соответствует только самым позднейшим осадкам пылицы, вернее всего получается

путем выжимания свежих растущих еще подушек мха в склянку. Так как обычное количество пылицы при этом бывает незначительно, то в лаборатории приходится обогащать пробу центрифугированием. Оценка таких поверхностных проб требует, нужно заметить, особенной осторожности, так как опыт показал, что на небольшой площади материал, добытый из современных дерновин мха, значительно варьирует в отношении процентного содержания различных видов пылицы. Вообще мы не находим здесь даже приблизительно того постоянства чисел, которое обычно получается при более старом и разложившемся торфяном материале. Основание этого явления можно видеть в том, что для одного года распределение выпадения пылицы по ее видам в значительной мере зависит от случая, и лишь пылевой дождь целого ряда годов выравнивает такие скачки в твердые числовые отношения. Если при постановке специального вопроса приходится работать с совершенно молодым материалом, то бывает возможно получить лишь общую картину, для которой средние цифры берутся из большого количества средних проб. Подсчет пылицы производится под микроскопом, с добавкою глицерина, с помощью решетки (Kreuztisch) и данные тотчас наносятся на приготовленную таблицу.

в) Качественная и количественная оценка пылевого материала. Не все наши лесные деревья дают возможность учитывать их при помощи анализа пылицы. Различные роды отличаются тем, что или их пыльца обладает недостаточной устойчивостью или она не может быть определена с достаточной уверенностью по малой дифференцированности своей формы и строения. Незначительной устойчивостью отличается напр. пыльца тополей (*Populus*); *Larix*, *Taxus*, *Acer*, *Fraxinus* также приходится оставлять в числовых протоколах большей частью без внимания, так как их пылицы не достаточно уверенно определимы. Наоборот, следующие 12 видов деревьев, которые составляют основной комплекс наших лесов, могут быть правильно учтены: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Corylus*, *Carpinus*, *Betula*, *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* и *Salix* (фиг. 12).

Наиболее верный и притом также самый короткий путь достигнуть достаточного знакомства с пылью или вообще с торфяными ископаемыми это пройти школу у опытного исследователя пылицы, или по меньшей мере предпринять основательное изучение современного сравнительного материала.

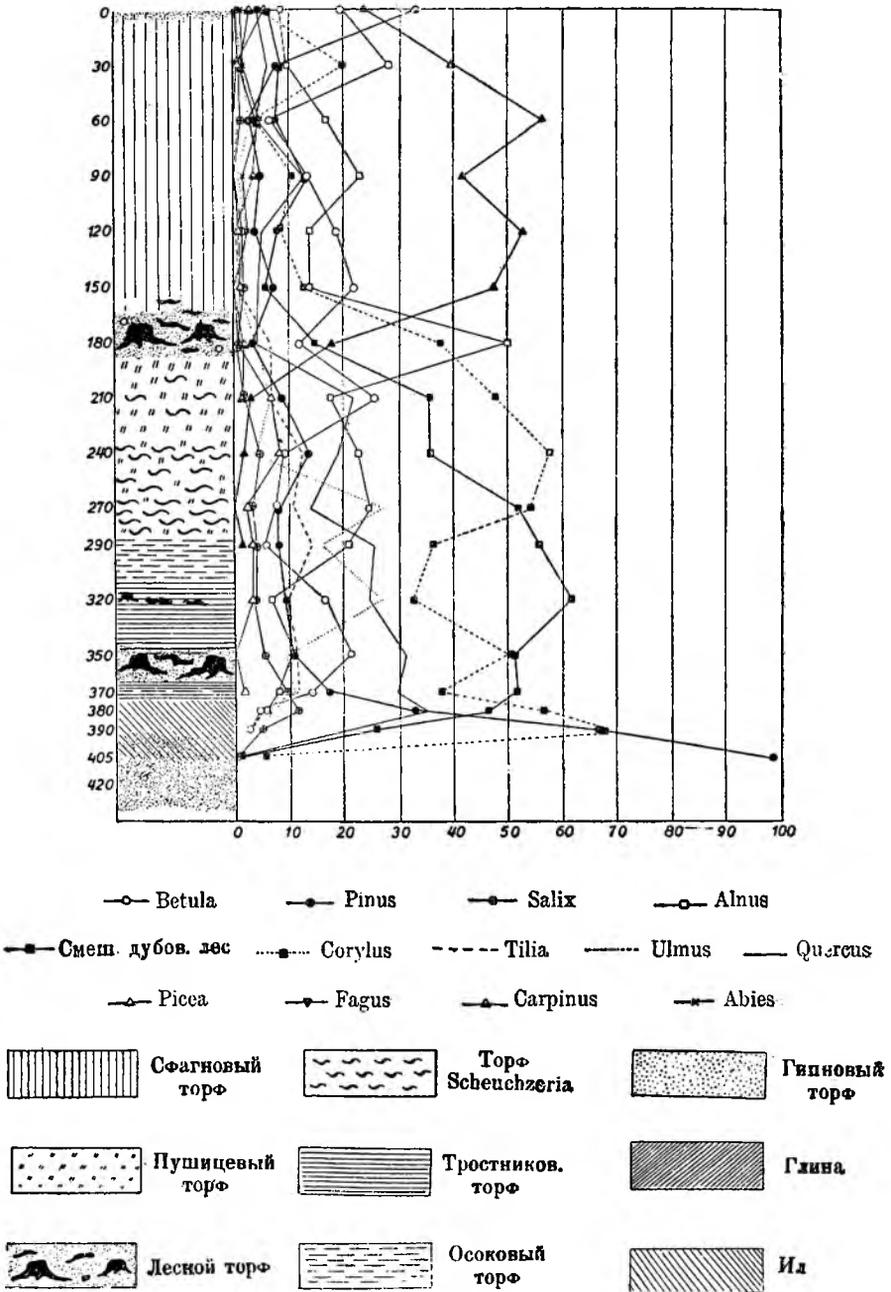
Но так как пыльца в свежем состоянии представляет другой вид, чем в материале из торфяных проб, то необходима ее предварительная подготовка. Соответствие внешнего вида свежей пыльцы с ископаемой наилучше достигается обработкой кон-



Фиг. 12. Главнейшие виды пыльцы, находящиеся в торфе. По Рудольфу и Фирбасу. 1, 1а *Pinus* sp., 2 *Picea excelsa* Link., 2а, 2б, 2г, зерна пыльцы ели в различных положениях, 3 *Abies alba* Mill (синоним *pectinata*), 3а, 3б, 3г, пыльца пихты в различных положениях (маленький масштаб), 4 *Fagus silvatica* L., вид сбоку, 4а вид сверху, 5 *Betula* sp., вид сверху, 5а вид сбоку, 6 *Corylus avellana* sp., L. вид сверху, 6а вид сбоку, 7, 7а *Alnus* sp., вид сверху, 8 *Carpinus betulus* L., вид сверху, 8а вид сбоку, 9 *Tilia* sp., вид сверху, 9а вид сбоку, 10 *Quercus* sp., вид сверху, 10а вид сбоку, 11 *Ulmus* sp., 12, 12а *Salix* sp., 13 неопределяемая пыльца.

центрированной серной кислотой. Впрочем, имеются уже и удобные для пользования изображения, напр. у Эрдтмана (1) и Рудольф-Фирбаса (2); таблицы для определения дали Докторовский и Кудряшев (3), равно как и Мейнке (4), который собрал в своем атласе пыльцы обширный изобразительный материал.

„При нахождении пыльцы сосны часто представляется желательным установить также вид ее, например — *P. montana* или *P. silvestris*.



Фиг. 13 и 14. Пыльцевая диаграмма профиля Красного болота в Рёне. По Офербеку. Условные обозначения вида пыльцы и торфа. По Офербеку.

Однако ее пыльца сама по себе не дает отличий. Штарк (5) в таком случае с успехом применял вариационно-статистический метод (6).

Участие отдельных древесных пород представляется графически, как показывает фиг. 13. Числа внизу дают процентное содержание пыльцы; цифры у левого края представляют глубины разреза (в сантиметрах). По большей части здесь также представляют смену горизонтов торфяного профиля. Таким образом для каждого вида получается кривая. Фиг. 14 дает общепринятые обозначения для разновидностей торфа и древесных пород.

Все эти исследования предусматривают по большей части послеледниковые и межледниковые отложения. Но уже ранее было замечено (стр. 14), что этот метод применим и для более древних слоев, прежде всего — для бурых углей. Но так как здесь отчасти дело идет о совершенно других древесных породах, то определение пыльцы представляет еще большие трудности. В палеозойских отложениях находят вместо пыльцы споры низших сосудистых, для которых пока однако еще не было построено никаких „споровых спектров“. (Однако, и эта возможность не исключена. П. А. Никитин, путем отмучивания из каменноугольных глин Воронежской области, добыл прекрасно сохранившиеся и разнообразные споры. Изучение этих отложений по горизонтам несомненно даст возможность без большого труда установить и споровые спектры каменноугольного леса. А. К.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Erdtmann, G. Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten. Ark. f. Bot., Bd. 18, 1923.
2. Rudolf, K. und Firbas, F. Die Hochmoore des Erzgebirges. Beiheft bot. Zentralbl., Bd. 41, 1924.
3. Dokturowsky, W. und Kudrjaschew, W. Tabellen zur Bestimmung des Baumpollens. Geol. Arch., Bd. 3, 1924.
4. Meinke, H. Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik. Bot. Arch., Bd. 19, 1927.
5. Stark, P. Ueber die Zugehörigkeit des Kieferpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore. Ber. d. Bot. Ges., Bd. 45, 1927.
6. Overbeck, F. Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. Ztschr. f. Bot., Bd. 20, 1928.

Сюда же относятся некоторые сборные рефераты:

- Stark, P. Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung. Ztschr. f. Bot., Bd. 17, 1925.
- Kräusel, R. Weitere Arbeiten zur Torfuntersuchung. N. Jahrb. f. Min. usw., Abt. B, 1926, II.
- Neuere Arbeiten über nachtertiäre Florengeschichte. N. Jahrb. f. Min. usw., Abt. B, 1928, III.
- Gams, H. Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Ztschr. f. Gletscherkunde, Bd. 15, 1927.
- Erdtmann, G. Literature on Pollenstatistics published before 1927. Geol. Fören. Stockh. Förh., 1927.
-

2. Исследование ископаемых кремневых водорослей (диатомовых). Диатомовые водоросли или Bacillariaceae обладают кремневой оболочкой, состоящей из двух частей, и встречаются как в морских, так и в пресноводных отложениях. Образования гнилостного ила часто содержат их скорлупки во множестве, так что прямо можно говорить о диатомовом пелите (стр. 36). Таковые встречаются с эпохи эоцена и в технике играют, как полировальный сланец, трепел и кизельгур, известную роль. Древнейшие диатомеи приводятся из лайаса, все же положение этих образований еще сомнительно (1). По характеру сохранения дело идет о землистых до порошкообразных или во всяком случае еще растирающихся и соответственно глинистых массах или о твердых породах. Сюда относятся ютландские цементные породы, связывающим веществом которых является углекислый кальций (Ca CO_3), и кремнистые стяжения в меле.

Соответственно своим свойствам, материал подлежит различной обработке. Поскольку он рыхл, работа может распасться на следующие стадии:

- 1) удаление примеси углекислого кальция;
- 2) обугливание еще оставшегося органического вещества;
- 3) окисление углерода;
- 4) обработка щелочью;
- 5) механическое разделение.

1) Для удаления углекислого кальция применяется слабая соляная кислота, которую материал смачивается в стеклянной чашке. Так он оставляется при повторном потряхивании несколько дней. Затем кислота отмывается дистиллированной водой до тех

пор, пока синяя лакмусовая бумажка более не окрашивается. Это достигается быстрее фильтрованием и промывкой остатка на фильтре.

2) Обугливание органического вещества производится серной кислотой, с которой препарат оставляется на несколько дней, будучи временами приводим в движение, или варится в течение 10—20 минут.

3) Черный остаток может быть окислен различным образом, напр. прибавлением двухромовокислого калия, под действием которого материал оставляется на неделю. Если масса становится светлой (белой), то она опять старательно промывается в дистиллированной воде. Скорее цель достигается прибавлением азотно-кислого калия (KNO_3) или приливанием азотной кислоты (осторожность!) и последующей варкой, которая должна производиться лишь в вытяжном шкафу.

4) Еще оставшиеся глинистые примеси могут быть удалены аммиачной водой (оставить на 24 часа) или короткой варкой в мыльном растворе с одной содой или едким натром. При этом более нежные формы часто разрушаются, во всяком случае некоторую часть материала нужно подвергнуть отмучиванию осторожно. После обработки щелочами материал опять хорошо промывается.

5) Механическое отделение от зерен кварца и т. п. производится легким потряхиванием в маленьких часовых стеклах.

Если материал должен быть отмучен, то для того применяются густые проволочные сита и сита из шелкового мельничного газа. Самое густое сито имеет величину ячейки в 0.03 м (по торговой номенклатуре — № 20). Но уже при газе № 10 фильтрат едва ли содержит более диатомей. Относительно кремнистых флагеллат (*Silicoflagellatae*) имеются указания в работах Шульца (2).

Некоторые неорганические примеси, особенно кусочки слюды, не отделимы в воде от диатомей. Тогда приливают в маленькую пробирку концентрированный раствор иодистого калия — иодистой ртути (жидкость Тулэ) до тех пор, пока удельный вес жидкости будет равняться 2.3, и слюда опустится на дно. Время от времени можно извлекать пипеткой всплывающих диатомей и подвергать их еще раз той же операции в другой пробирке. Если при этом выделяются красные кристаллы иодистой ртути, то нужно добавлять готового раствора

иодистого калия. Таким путем всегда получают достаточно пригодные препараты.

Изолирование отдельных видов весьма затруднительно. Часто довольствуются приготовлением так называемых *Streu-grägarate* т. е. из смеси различных видов водорослей, без распределения их на стекле. Так работает Бюнте (3); сообщаемые Брокманном наставления также в существенном совпадают с указанными.

Брокманн пишет: „я обливаю аллювиальные и диллювиальные глины соляной кислотой, чтобы растворить примесь углекислого кальция, переношу затем массу в пробирку и отмываю кислоту. Тогда начинается отмучивание, так как в воде, свободной от кислоты, условия для плавления мелких частиц во взвешенном состоянии благоприятнее. Затем отделяется грубый материал; песок через осаждение, более крупные составные части — на сите. Донный осадок первого часа особенно богат грубыми скорлупками диатомей. Этот последний затем обрабатывается особенно. Слитая же вода с более тонкими диатомеями, глинистыми и песчаными частицами еще в течение нескольких дней, ежедневно по 1—2 раза, отмучивается, чтобы удалить глинистые частицы. Этот, по возможности обогащенный, материал много раз кипятится с концентрированной соляной кислотой, каждый раз в течение четверти часа, в заключение к нему прибавляется пара зернышек азотнокислого калия и затем производится отмывка кислоты (без нейтрализации). Тогда в диатомовом материале все-таки еще остаются минеральные составные частицы, особенно пластинки слюды, которые часто можно отделить при помощи жидкости Тулэ. С третичными глинами обращаются также, как и с четвертичными породами“. (Приемы, применяемые при обработке третичных пород с диатомовыми, подробно описывает Е. А. Гапонов (7). А. К.).

Если дело идет о более твердом материале, то при цементировании породы углекислым кальцием, для ее разложения достаточно обработки соляной кислотой. В других случаях, напр., если материал опализован, можно, по Гартигу, его смачивать глауберовой солью, которая, выкристаллизовываясь, вызывает разрыхление породы. Легким подогреванием и, если требуется, прибавкой воды, процесс по желанию может быть повторен многократно. (Это разрыхление хорошо производится и уксуснокислым натрием, путем повторного подогревания и кристалли-

зации охлаждением пробирки под струей водопровода. К породе прибавляются кристаллы уксуснокислого натрия с 1—2 каплями воды (7). А. К.). Нерастворимые породы до сих пор изучались лишь путем изготовления тонких шлифов. Повидимому, путем травления отшлифованных плоскостей могут быть достигнуты лучшие результаты (стр. 95).

Дальнейшие указания можно найти у Потоние-Готана (4), Панточека (5), а также у Шульца (2), (а из русских у Гапнова (7)).

Заделывание препаратов. Обычные среды непригодны для заключения препаратов диатомовых, так как в них часто детали структуры скорлупки становятся невидимыми. По большей части для диатомей применяется стиракс, а для более нежных форм — монобромстиракс или монобромнафталин с канадским бальзамом. По Брокманну целесообразно погружение в иммерзионное масло; хорошая видимость получается также в растворе фосфора в сероводороде (фениановская жидкость).¹ Если заключающая среда непрочна, то прибегают к заклеюке препарата теплым желатиновым раствором или столярным клеем, по высыхании которого наносится каемка специальной мастики, далеко захватывающая край желатина. Удобна работа с насыщенным раствором арсенитсульфида в иодистом метиле, причем покровное стеклышко заклеивается обычной мастикой. Но и эти препараты не выдерживают долгого хранения.

Так как здесь дело идет о жидких средах для заключения препаратов, то их лучше помещать в камере, а не прямо на предметном стекле. Этого достигают, делая на предметном стекле круглый валик из клейкого вещества. Край круглого покровного стекла должен при этом выдаваться за край камеры; этим повышается надежность заделки объекта.

Очищенный от примесей диатомовый материал, находящийся на часовом стеклышке, при помощи пипетки переносится в камеру или на покровное стеклышко, и вода испаряется на слабом пламени. Затем производится заключение в избранную среду, при круглом покровном стеклышке лучше всего с помощью вращающегося столика (фиг. 15). Иногда применяется заключение в воздухе (6).

¹ В 1929 г. американский палеоботаник Ганна для заключения диатомовых рекомендовал синтетическую смолу гиракс (hугах) с показателем преломления 1.83348. А. К.

Все материалы, необходимые для препарирования диатомей, продаются фирмой E. Thum в Лейпциге (теперь во владении издательства Kosmos) или Möller in Wedel, Holstein, которые



Фиг. 15. Вращающийся столик.

также предлагают для продажи многочисленные препараты. Однако, это по большей части чисто показные препараты, которые часто дают совершенно неправильное изображение.

Литература об ископаемых диатомовых собрана в руководстве Гирмера (1), где находится также обзор описанных до настоящего времени ископаемых видов.

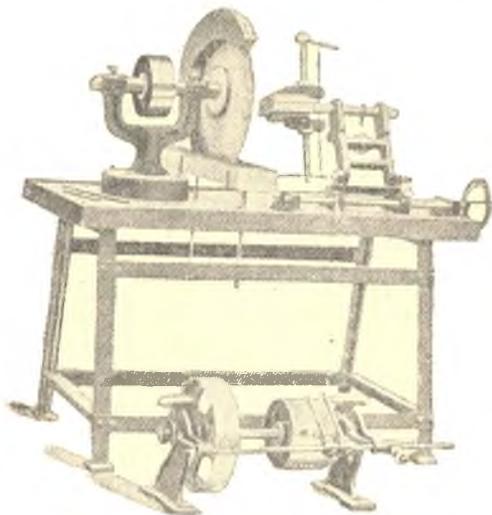
ЛИТЕРАТУРА

1. Pia, J., und Frenguelli, J. Diatomeae in Hirmer, Handbuch der Paläobot., Bd. 1, München, 1927.
2. Schultz, P. Die Kieselalgen der Danziger Bucht. Bot. Arch., Bd. 13, H. 3—4, 1926.
— Diatomeen aus norddeutschen Basalttuffen und Tuffgeschieben. Ztschr. f. Geschiebeforsch., Bd. 3, H. 1—2, 1927.
— Beiträge zur Kenntnis d. fossilen und rezenten Silicoflagellaten. Bot. Arch., Bd. 21, H. 2, 1928.
3. Bünte, W. Die Diatomeenschichten v. Lüneburg, Lauenburg, Boizenburg und Wendisch-Wehningen. Diss. Rostock, 1921.
4. Potonié, H. und Gothan, W. Paläobotanisches Praktikum. Berlin, 1913.
5. Pantocsek, J. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Baccillarien Ungarns, 1, 2. Berlin, 1903, 3, Pressburg, 1905.
6. Schneider, H. Botanische Mikrotechnik. Jena, 1922.
7. Гапонов, Е. А. Об ископаемых диатомовых с р. Крынки близ Орехова Та-врич. губ. Зап. Новоросс. общ. ест., т. 39, 1913.

3. Изготовление тонких шлифов. а) Аппаратура и ход работы.

Приготовление тонких шлифов восходит к Николю, который более чем за 100 лет назад открыл применение канадского бальзама; вскоре за ним Witham (1831) предпринял первые анатомические исследования окаменелых объектов, о которых здесь только и идет речь. Для приготовления тонких шлифов необходимы приспособления, которыми производится резка и шлифовка образцов, различные шлифовальные вещества, равно как и клей для наклеивания шлифов и укрепления самой породы. В торговле имеются различные резательные и шлифовальные аппараты.

Резательная машина обычно состоит из вертикального вращающегося круга, к которому объект прижимается, будучи



Фиг. 16. Резательная машина Р. Фюсса-Штеглиц для изготовления тонких шлифов.

укреплен на особом держателе. Соответственно глубине разреза, объект должен подвигаться вперед к режущему кругу, что напр. в машине, конструируемой фирмой R. Fuess в Штеглице, достигается подвижным противовесом (фиг. 16).

Если режущий круг сделан из стали, для резки наиболее твердых объектов, то при работе применяется наждак или карборунд с водою. Для этого может служить укрепленный над кругом сосуд с капельником. Но никогда не следует туда же помещать и наждак, так как это скоро засоряет аппарат; наждак и карборунд наносится на край круга при помощи влажной стеклянной палочки. Такой круг дает сравнительно тонкий разрез, но при твердом материале (окремнение) резка продолжается довольно долго. Существуют также карборундовые круги. Они работают быстрее, причем отпадает также утоми-

тельная переноска шлифовального материала. Но такие круги толще, истирают при резке более значительную часть объекта и более ломки. Лучше всего, но также и наиболее дороги, алмазные круги. Они состоят из цинка или мягкого железа, и в край круга запущены мелкие алмазные осколки. После изнашивания их можно снова снабдить алмазною пылью, как рекомендует Вюльфинг (2). Круг должен вращаться без толчков, и кусок породы, подлежащий распилке, должен подвигаться вперед точно под прямым углом к оси вращения, так как иначе осколки алмазов будут выбиты из своих гнезд. Чтобы избежать необходимости повторного смачивания круга водою, нижняя его часть двигается погруженной в жестяной ящик с водою. От величины держателя объекта и диаметра режущего диска зависит максимальная величина площади разреза. Имеющиеся в продаже готовыми аппараты по большей части предназначены для резки более мелких объектов.

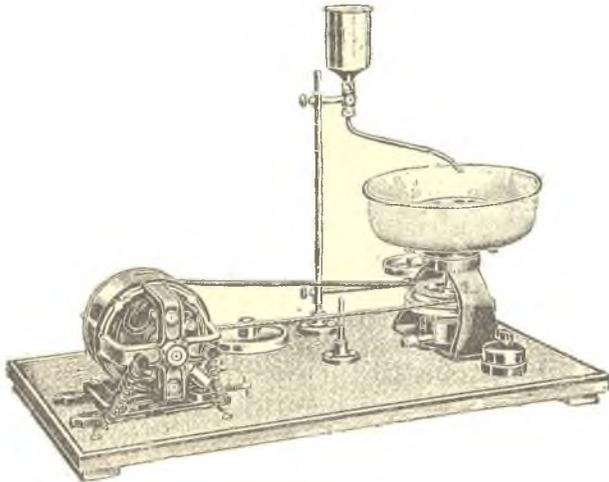
Шлифовальный аппарат. Если образец или пластинка породы уже вырезаны или отколоты в том направлении, в каком должен лежать шлиф, то ее остается только тонко отшлифовать. Для этого наиболее пригодны вращающиеся круги, которых должно быть по меньшей мере 4 — из карборунда, стали, матового стекла и шлифованного стекла. Шлифовальными и полировальными веществами служат карборунд, различные тонкозернистые и отмученные сорта наждака, диатомовая земля, Englishschrot (окись железа), пемза, окись олова, глинозем и т. п. (фиг. 17).

Воду на круг можно пускать и здесь при помощи капельника. Для собирания стекающей жидкости служит укрепленный под кругом бассейн. Существуют также приборы с вертикально вращающимся диском, к которым плоскости разрезов прижимаются автоматически (шлифовальная и резательная машина Delisle und Ziegele, Stuttgart), см. Вюльфинг (2). Хорошими свойствами обладает также машина, сконструированная Лейдцем в Вецларе (фиг. 18).

Как двигатель для шлифовальных и резательных машин лучше всего употреблять легкий электромотор (около $\frac{1}{2}$ лощ. силы). Такие приборы имеются готовыми у R. Fuess в Штеглице. Часто рекомендуемые комбинации машины и двигателя напротив не рекомендуются.

Работа ведется в следующем порядке.

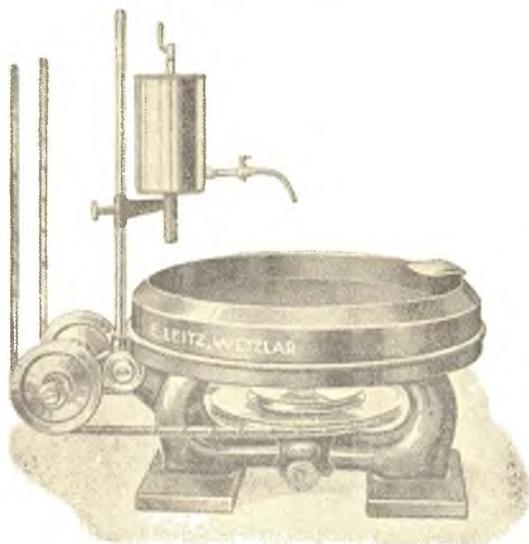
Испытание материала. Так как дело всегда идет о затрате значительного времени на приготовление шлифа, то нужно убедиться, заслуживает ли материал этой затраты времени. Сохранение ткани, степень ее разрушенности без пробного испытания, конечно, неуловимы. Для испытания ископаемой древесины должны быть всегда приготовлены три шлифа: поперечный, продольный, более или менее параллельный окружности ствола (тангентальный) и, наконец, продольный в плоскости распространения радиальных сердцевинных лучей (радиальный).



Фиг. 17. Шлифовальная и полировальная машина Фюсса-Штеглиц.

Эти три направления по большей части легко отличимы уже на обломке, и поперечный излом можно без дальнейшей обработки рассматривать в лупу. Отщепленные в тангентальном и радиальном направлении маленькие осколки можно рассматривать под водой. Некоторыми также применяется приготовление коллодионного препарата (стр. 121). Еще лучше, но связано с затратой времени, шлифовать (обычно достаточно стальным диском) одну из плоскостей, чтобы структура выступила отчетливее. При окаменелостях, образуемых известняком или доломитом, (CaCO_3 и $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) — как в торф-доломитах, древесинах, плоскости можно еще протравить слабой соляной кислотой (HCl). Сохранившееся еще в клеточных стенках органическое вещество окрашивает их в темный цвет, от-

чего ясность структуры еще выигрывает. Если некоторые участки окаменелости выщелочены, что часто случается с кремневыми древесинами, то для препаратов нужно выбирать по возможности темные места. Этим избегают опасности не различить некоторых тонких деталей, как, напр., окаймленных пор. Однако они могут быть сделаны видимыми или при поляризованном свете или при последующей окраске (стр. 87 и фиг. 19 и 20).



Фиг. 18. Шлифовальная и полировальная машина
Э. Лейца в Вецларе.

Вырезка препарата. Если уже установлены пригодность материала и направление, в котором должен быть сделан шлиф, то прежде всего нужно вырезать кусочек желательной величины. При этом делают эту пластинку не слишком маленькой, так как ее краевые части при шлифовке часто теряются. Также не должно слишком топиться при распилке объекта. Нетерпеливое и слиш-

ком сильное прижимание объекта, зажатого между тисками держателя часто ведет к его разлому.

Связующие вещества. Если материал так хрупок, что не удастся никак выпилить пластинку, то породу можно пропитать каким-либо клеем. Для этого преимущественно служит канадский бальзам, твердый или растворенный в ксилоле. Может быть применен для этого также жидкий коллоидит. При маленьких кусочках пропитывание достигается уже при простом нагревании, причем имеющие быть уплотненными кусочки нагреваются в железном или фарфоровом сосуде на вынимающейся проволочной сеточке. Сосуды должны быть снабжены крышкой, так как бальзам легко воспламеняется. Необходимо медленное и не слишком сильное нагревание, чтобы избежать вспучивания

уплотняющего состава и трещин в материале. Вюльфинг (2) предлагает для этого удобный аппарат. Он состоит изводяной банки, воздушно-водяного насоса, манометра, колбы Эрленмайера и цилиндрического трубчатого стеклянного сосуда 20 см длины и 3 см диаметра, в который помещается канадский бальзам соответствующего качества. Материал же помещают в боковой придаточной трубке. После этого сосуд закрывается пришлифованной стеклянной пластинкой, смазанной свободным от воды бараньим жиром, затем закрывают кран, разжижают бальзам на водяной бане и устанавливают хороший вакуум. После того, как давление некоторое время держится на 40 мм, опрокидывают трубку, чтобы материал упал в бальзам, причем происходит небольшое вспенивание. Через 10 минут нагревания на водяной бане через кран впускается воздух. Лишь тогда останавливают действие воздушного насоса, чтобы не допустить обратной тяги воды. Для этой цели служит также включение Эрленмайеровской колбы. Затем поднимают стеклянную пластинку и вынимают пропитанный кусочек из еще жидкого бальзама.



Фиг. 19. Радиальный шлиф через обызвествленную древесину голосеменного (*Meddulopitys sclerotica*) из свиты Карру германской ЮЗ Африки в обыкновенном свете. \times около 225.

Таким путем можно сделать пригодными для приготовления шлифов также лигнит, трухлое дерево, древесный уголь и торф. Трибель (3) например, пропитывает лигнитные древесины смесь терпентинного масла и даммаровой смолы. Подобный же процесс для древесного угля описан В. Клером (4). Как связывающее вещество употребляется опять-таки бальзам, шлифовка ведется на стекле пемзовым порошком. Часто однако в таких случаях предпочтительнее изготовление тонких срезов (стр. 111), поскольку древесины не проникнуты смолой или минеральными включениями, сообщающими ей осо-

бенную твердость. В таких случаях можно приготовить хорошие шлифы.

Тиссен (5) применяет для шлифов угля смесь трех частей канадского бальзама и двух частей особого клея (Marineleim) (6), раствора каучука и асфальта в терпентинном масле (1—2:12, в продаже у Н. О. Korth Berlin, Genthinerstr., 8). Этот клей легкоплавок, и потому материал позже не должен более



Фиг. 20. То же в поляризованном свете.
По Крейзелю.

нагреваться, а препарат подвергаться сильному освещению. Это обстоятельство представляет таким образом затруднение для приготовления микрофотографий. Ломакс (7) употребляет раствор шеллака, выщелоченного в метило-вом спирте.

В заключение укажем еще на одно новое склеивающее вещество, которое вкратце описано Вейландом и Аренсом (8) и представляет большие преимущества перед другими. Доктор Вей-

ланд был любезен сообщить о нем следующее: „Метилкетонбутанол $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH} \cdot \text{CH}_3$, I $\text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ будучи нагрет с 10% смеси сульфата калия и 10% бисульфата калия, переходит, путем отщепления воды, в метиленметилэтилкетон $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C} \cdot \text{CH}_3$, II CH_2 . Этот не-

насыщенный кетон отвердевает через более или менее продолжительное время, в зависимости от присутствия сопутствующих веществ в водянисто-прозрачную смолу, поддающуюся шлифовке. При этом действуют таким образом: кусочек, подлежащий уплотнению, заливается кетоном, который является устойчивым лишь в течение короткого времени, и помещается под вакуумом, чтобы удалить воздух. Метиленовые кетоны обществом I. G. Farbenindustrie защищены в Германии патентом.

Можно сократить продолжительность отвердения, для чего в настоящее время препарат обрабатывают воздухом, кислородом или, еще лучше, соединениями, выделяющими кислород, напр. перекисями. С другой стороны можно также применять полимеризованную смолу, растворяя ее в ацетоне и пропитывая ею объект. Этот способ пригоден однако лишь для мелких объектов, где имеется возможность легкого испарения растворителя (ацетона). При больших кусках зависит от самого жидкого насыщенного кетона, что для отвердения его требуется продолжительное время. С другой стороны здесь есть преимущество, что весь кусок затвердевает равномерно, что при других способах, где употребляется растворитель, не наблюдается, так как внешний слой, застывая раньше через отдачу растворителя, тем самым задерживает испарение растворителя из внутренних частей куска.

Сходный способ применяет американское общество, изготавлиющее бакелит. Бакелит является продуктом конденсации из фенолов и формальдегида, которое можно получить в виде масла или твердой смолы, в зависимости от принимаемых количественных соотношений и температуры. Здесь мы можем говорить только о масле, или легко размягчающейся смоле, в которую заключаются ископаемые. Масса затвердевает при дальнейшем нагревании. Все же в этом способе есть и недостаток, как в высокой вязкости масла или смолы и в необходимости нагревания, так и в самой смоле, однородность и прозрачность которой заставляют желать лучшего, и которая имеет высокий показатель преломления. Материал, уплотненный бакелитом, режется обычным образом, наклеивается канадским бальзамом и шлифуется. Образцы, обработанные кетоновой смолой, допускают применение обычной резательной машины, а также алмазной пилы. Этот способ применяется Вейландом и автором при обработке очень ломких растительных остатков с успехом, но при его помощи можно шлифовать также доисторические древесиныы, бурые угли и рыхлые земли. Вейландовский кетон отличается от всех остальных средств тем, что отпадает продолжительное нагревание, кроме того кетон устойчив против воды и кислот, даже против плавиковой (фтористо-водородной — HF) кислоты. Он растворим лишь в определенных органических жидкостях. К сожалению, всеобщее применение Вейландовского способа в ближайшем будущем едва и возможно. Если при применении

какого-либо другого уплотняющего вещества к ломкому углю распилка все же не удается, то можно попытаться достигнуть цели применением ручной пилы, независимо от того, должен ли разрез пройти параллельно или перпендикулярно к напластованию (Irrgang, 9). Можно также сначала отшлифовать одну плоскость в желательном направлении, прикрепить объект к крепкой папке канадским бальзамом и лишь затем его резать (Фишер-Рюст).

Резка. Разрезают кусочек в направлении желаемого шлифа, о чем все необходимое было сказано выше.

Наклеивание. Если отрезанный кусочек сравнительно толст, то при препаровке его можно сначала придерживать просто рукой. В других случаях (так как это большею частью тонкая пластинка) объект должен быть наклеен на предметное стекло, для которого наиболее пригоден так называемый гиссенский формат (48×25 , также 48×30 мм). Длинные стекла неудобны, так как они легко прогибаются и начинают стираться на краях. Для приклеивания объекта со времени Николая употребляется как правило, растворенный в ксилоле вязко-жидкий канадский бальзам. Его свойства безукоризненны, но неприятными качествами являются вязкость и липкость. Весьма хорошим заменяющим средством является коллолит, пущенный в продажу фирмой Voigt & Hochgesang в твердом и жидком виде, который состоит из копаловой смолы, и также при нагревании становится жидким. Чтобы избежать слишком сильного нагревания и вспучивания этого вещества (это относится также и к канадскому бальзаму) применяют особую печь для подогревания клейких веществ по Вюльфингу (2). Она состоит из укрепленного на деревянной подставке металлического вместилища, в котором бунзеновской горелкой подогревается псевдокумол. Его точка кипения лежит около 165° С. Пары кумола затем конденсируются в длинной, действующей как воздушный холодильник, стеклянной трубке. Коллолит продается в жестяных тубиках, которые подогреваются на пластинке или в особом приспособленном для этого цилиндрическом сосуде (отверстие тубиков вверх). Эта печь затем служит также для предварительного нагревания шлифов и предметных стекол.

Для более крупных угольных шлифов Ломакс (7) вместо чистого канадского бальзама употребляет смесь копалового гумми и бальзама в пропорции 1:3. При охлаждении эта смесь не должна царапаться ногтем (твердость увеличивается от при-

бавления копала). Наклеивающее вещество наносится на подогретое предметное стекло или на тщательно очищенную, погруженную в ксилол, или парафин, или гвоздичное масло, и быстро проведенную через пламя поверхность разреза, после чего они плотно прилепляются одно к другому. Бальзам (или другое вещество, применяемое для наклейки) должен выдаваться за края в виде валика. Между плоскостью разреза со стеклом не должно находиться воздуха, а пузырьки воздуха изгоняются легким наклонением и шевелением кусочка туда и сюда при повторном нагревании. Если это не удается, то наклейку надо произвести наново. Только тогда, когда уже не осталось никаких пузырьков, можно без вреда производить тонкую шлифовку. Таким образом наклейка объекта является наиболее важным делом во всем процессе. Чтобы достичь еще большей связи, можно наклеенный кусочек прижать грузом или винтовым прессом (осторожно).

Приготовление шлифа. Наклеенная пластинка гладко шлифуется, причем переходят от грубых к более гладким дискам, применяя соответствующие шлифовальные вещества карборунд №80 (величина зерна 250—400 μ), № 200 (50—100 μ), 60 минутный наждак (10—25 μ), самый тонкий наждак (5 μ). По возможности для каждого из них должен применяться особый диск (что при наших установках иногда не выполняется, отчего диски скорее изнашиваются и портятся А. К.). Отмученный наждак можно сохранять в кашеобразном состоянии в склянке (трясти перед употреблением), через пробку которой пропущена стеклянная трубка. Им брызгают на вращающийся диск. Сухое вещество для шлифовки наносится на середину диска и размазывается вместе с каплюющей водой самим шлифом. При их взятии ложкой или стеклянной палочкой из сосуда, нужно старательно избегать загрязнения более грубым материалом. Единственное более грубое зерно, попавшее на диск, может исцарапать поверхность шлифа, и все придется начинать сначала. Также и препарат должен тщательно обмываться при каждом переходе к более тонкому шлифовальному материалу. При шлифовке нажимают на предметное стекло вторым и третьим пальцами обеих рук, прижимая его к диску вдоль, и двигая им туда и сюда в радиальном направлении. Если шлиф будет оставаться на одном месте, то в диске скоро появится углубление в виде кругового канала, что сделает его негодным к употреблению.

Особенно быстро изнашиваются стеклянные диски. Давление должно быть равномерно, так как иначе получится плоскость не параллельная предметному стеклу. Но если она уже косит, то ошибку исправить нельзя, поверхность все равно останется неровной. Чем больше поверхность, тем труднее избежать этого. Очень большие шлифы едва ли можно изготовлять от руки, и нужно отказаться от изготовления их в собственных лабораториях. Если под шлифом появляются цвета интерференции, то это значит, что объект отстал от стекла. Нужно прервать шлифовку и наклеить его вновь.

Совершенная полировка шлифа не необходима; обыкновенно вполне достаточно, если при помощи лупы нельзя более видеть царапин. Затем после нагревания пластинка снимается с предметного стекла и наклеивается на него таким же образом полированной стороной. Вслед за этим производится тонкая шлифовка другой поверхности. При этом процессе стараются возможно дольше употреблять наиболее грубый диск. Когда шлиф начинает просвечивать, большую часть сначала по краям, дальнейшую шлифовку ведут возможно осторожнее, лучше всего на неподвижном диске, вода шлиф туда и сюда в кашеобразной шлифовальной массе. При очень тонких объектах советуют применять сухие вещества на диске обтянутом сукном. Сукно, которое натягивается при помощи металлического кольца, должно быть однообразной текстуры, очень пригодны фланель (шерстяная) и другие материи. Можно применять также другие виды шерстяных тканей, шелк и кожу. Но по большей части, поскольку не приходится прибегать к полировке, достаточно железного диска и дисков матового стекла различного зерна и, наконец, диска из полированного стекла. Коль скоро шлифовка подходит близко к границе прозрачности, что сначала проявляется обыкновенно на краях, нужно ее продолжать очень осторожно, от руки на неподвижном диске, время от времени проверяя препарат под микроскопом. Если шлиф неравномерно толст, при наличии более твердых включений, можно пошлифовать непрозрачные места жировиком, установив шлиф неподвижно на ретушировальном столике и двигая по нему камнем взад и вперед. Сначала надо удовлетвориться тем, чтобы шлиф был настолько тонок, чтобы он был равномерно прозрачен. Стремление сделать шлиф еще тоньше большей частью ведет к уничтожению всего препарата, от которого сначала по краю

начинают отрываться осколки. Именно у окремнелых древесины при слишком малой толщине шлифов структура перепонки более не обнаруживается, и препараты, изготовленные фабричным путем, очень часто обнаруживают этот недостаток. Рассмотрение еще не заключенного шлифа в падающем свете является очень полезным при изготовлении шлифа.

Поляризованный свет. Иногда, но не всегда, поражающие результаты дает рассмотрение шлифов в поляризованном свете (фиг. 19 и 20). Черты строения, совершенно невидные в обыкновенном свете, выступают тогда с особенной отчетливостью. Это объясняется тем, что поры, спиральные утолщения позже чем мембраны и внутренность клеточек выполняются минерализующей массой, и оптическая ориентировка поэтому может быть различной; фиг. 19 и 20 показывают радиальный шлиф обызвествленной древесины из слоев Карру — Южная Африка, где поры трахеид и сердцевидные лучи выступают лишь в поляризованном свете.

Поляризационный микроскоп, слишком редко применяемый ботаниками, должен применяться и в других случаях при изучении препаратов ископаемых.

Окрашивание тонких шлифов. Слишком тонкие прозрачные шлифы могут быть затем окрашены. Переносят предметное стекло с укрепленным на нем шлифом в окрашивающий раствор, лучше всего в вакууме, чтобы облегчить всасывание. Затем он должен быть основательно промыт и заклеен. Как красящее вещество употребляются метиленовая синька, красный фуксин, сафранин и другие краски. В отдельности, нельзя установить никаких правил, так как результат всецело зависит от свойства окаменяющей массы, которая в каждом куске, даже в различных местах одного и того же куска может быть различна химически и минералогически. Опыты с окрашиванием всего куска породы до шлифовки не дали до сих пор никаких удовлетворительных результатов.

Покрывание шлифов. Готовый шлиф должен быть снабжен покровным стеклышком. По очищении в воде и алкоголе, излишний канадский бальзам удаляется, и на подогретый шлиф наносится капля жидкого бальзама. На нее кладется очищенное сухое покровное стекло и легко прижимается. По затвердении выступивший бальзам удаляется горячим ножом, все очищается ксилолом, и шлиф готов. При больших шлифах поверхность

его может быть тонко смазана ксилолом или гвоздичным маслом, чтобы облегчить равномерное распределение бальзама. Если воздушные пузырьки заметно мешают изучению шлифа, то можно попытаться удалить их осторожным нагреванием и надавливанием. Часто это бывает необходимо особенно на поперечных шлифах древесины. Но при этом нужно соблюдать осторожность, так как очень тонкие шлифы легко ломаются. Поэтому нужно по возможности избегать переносить объекты на другое предметное стекло; при переносе его с одного на другое опасность особенно велика.

Вообще приготовление тонких шлифов представляет длительную и требующую долгих упражнений работу. Поэтому с ценным материалом нужно обходиться особенно осторожно.

Существует целый ряд фирм, которые изготовляют такие шлифы ремесленным образом, как R. Fuess, Berlin-Steglitz, Dr. Krantz-Bonn, Voigt & Hochgesang-Göttingen, при пользовании услугами которых рекомендуется давать направление шлифа по возможности точно. Цена определяется в зависимости от величины шлифа и твердости породы; в общем 1 кв. см обходится от 1.5 до 2 марок. Их шлифы довольно хороши, но для наших целей слишком тонки.

О способе Уолтона и Коопманса см. стр. 109. В некоторых случаях его можно предпочесть изготовлению шлифов.

б) Изготовление тонких шлифов углей. Особенно затруднительно изготовление шлифов из углей. Только при матовых углях (см. стр. 43) это легко удается, и впервые было уже производимо Уитамом (Witham). Они так вязки, что могут резаться ножом. Предварительной подготовки образца здесь вовсе не требуется. Бурый уголь, полосатый уголь, блестящий уголь и антрацит наоборот слишком ломки и хрупки, и их поэтому приходится пропитывать одним из ранее описанных способов.

Долгое время приготовление таких шлифов считалось невозможным, но в последние годы был описан ряд применимых методов. В главных чертах они изложены ниже и подробно описываются Штахом (6). Если они здесь и повторяются, то нужно иметь в виду, что совершенно не стоит идти по пути рабского подражания. Отчасти описания сходятся в частности, но можно кое-что производить иначе. Методика еще очень требует

дальнейшей разработки. Вообще относительно шлифов можно сказать, здесь же особенно: „Übung macht den Meister“ (упражнение делает мастера). Петрографические свойства углей очень различны, и потому нужно изыскать, какой способ наиболее пригоден в каждом случае. Вообще можно сказать, что для шлифов наиболее пригодны свежие угли, после удаления находящейся в них воды слабым нагреванием в течение нескольких часов.

Иррганг (9) сначала шлифует на железной пластинке с карборундом № 80, затем на стеклянной пластинке с карборундом № 200, „60-минутным“ (отмученным) наждаком и самым тонким наждаком. Наклейка производится на нагретое предметное стекло (Вюльфингова печь, при отсутствии — нагретая слабым газовым пламенем железная пластинка), причем пришлифованная плоскость осторожно несколько раз проводится через пламя, а затем предметное стекло и уголь смазываются бальзамом. После окончательного остывания и отвердения, таким же образом окончательная полировка производится окисью олова (зильберглетом) или глиноземом, пока смолистые тельца (водоросли, споры) не станут золотисто-желтыми, а витрит краснобурый до темнокрасного. Фузит остается черным.

Наилучше удастся шлиф, если он делается зараз без длинных перерывов.

Тиссен готовится сначала одну полированную плоскость, затем шлифует объект, сначала с помощью, а потом без карборунда, короткое время на влажном карборундовом диске, затем на диске матового стекла, и, в заключение, от руки на тонкозернистом оселке (желтый бельгийский оселок от E. Leitz-Wetzlar) под слабой, но постоянной струей воды. Последняя полировка производится на диске, обтянутом кожей, или еще лучше — на сукне (selvyt — сельвит английских ювелиров-гранильщиков). Как вещество для полировки, применяется окись кальция в воде. На оселке большую часть достаточно только немногих продольных движений. Затем его поверхность опять стачивается на матовом стекле с тонким карборундом. Полированная поверхность никогда не бывает совершенно свободна от царапин. Вещество, применяемое Тиссенем, было уже описано (стр. 82). Оно нагревается до 105° C, все же нужно испытать, чтобы это вещество по охлаждении вполне затвердело, но не пузырилось. Чтобы воспрепятствовать шлифу впослед-

ствии принимать воду, разбухать и разрываться, кусочек угля погружается в парафин, после того, как тот и другой будут нагреты до $100\text{--}105^\circ\text{C}$. По удалении излишнего парафина наносят каплю тиссеновской смеси на плоскость шлифа, подогревают в сухой печи опять до 105° , до того, что в ней уже не оставалось пузырьков и придавливают шлиф к предметному стеклу при помощи зажима, снабженного винтом. Но это производится лишь на один момент, а затем зажим удаляется. (Бывшие в употреблении предметные стекла должны быть хорошо вымыты, причем большею частью достаточно лишь воды. Очень хорошо действует смесь серной и хромовой кислоты). После охлаждения следует шлифовка, возможно более долгая опять-таки на грубом диске.

Метод Ломакса (7) с успехом применялся Ока (6) для изготовления более крупных шлифов по нагреванию в течение многих часов, причем газы и горная влага удаляются из свежего угля, кусочек погружается в ломаксовский раствор (стр. 82, 84) и затем шлифуется по возможности насухо, вслед затем нагревается в сухой печи почти до 100°C , в течение 4—5 часов, после чего плоскость шлифа опять погружается в шеллак и затем нагревается на водяной бане при несколько более низкой температуре до полного испарения раствора. По удалении сухого шеллака шлифовка далее производится на стеклянной пластинке, под конец при помощи окиси олова. Наклеивание производится твердым канадским бальзамом, который нагревается на предметном стекле до $100\text{--}115^\circ$. Потом плоскость шлифа, покрытая тонким шеллаковым или парафиновым слоем, крепко прижимается к стеклу, до удаления пузырьков, и при охлаждении надавливается грузом. Затем зажатый кусочек угля срезается лобзиком (насухо) по возможности близко к предметному стеклу. Дальнейшая шлифовка происходит на вращающихся железном и стеклянном дисках, а затем — от руки. Последняя тонкая шлифовка производится на фотографическом ретуширном столике при помощи маленького оселка, форма которого должна быть приспособлена к имеющимся в угле полосам. Его нужно двигать взад и вперед по лежащему неподвижно шлифу, причем дуритовые полосы должны обрабатываться сильнее и дольше, чем витритовые. После промывки и высушивания следует заключение шлифа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Witham, H. Observations on Fossil Vegetables. London, 1831.
2. Rosenbusch, H. und Wülfing, E. A. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Bd. I, 1. Hälfte, 5. Aufl., Stuttgart, 1921.
3. Potonié, H. und Gothan, W. Praktikum (см. стр. 20).
4. Clerc, W. Die Methode der Schilfe in ihrer Anwendung auf das Studium der Mikrostruktur der Holzkohle, Knochen, und Holzfasern. Ztschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. 44, 1927.
5. Thiessen, R. Structure in Palaeozoic Bituminous Coals. Bull. Bur. Min. Vol. 117, 1920.
6. Stach, E. Praktikum (ср. стр. 20).
7. Lomax, J. The Preparation of Transparent Sections of Coal. Fuel in Sci. and Pract., Vol. I, 1922.
8. Ahrens, W. und Weyland, H. Die Herstellung von Dünschliffen aus lockerem Material für petrographische Untersuchungen. Centralbl. f. Min. usw., 1928, Abt. A.
9. Potonié, R. Kohlenpetrographie. S. 110 (ср. стр. 20).

4. Изготовление непрозрачных шлифов. Ранее уже говорилось о шлифовке отдельных плоскостей на объектах, для испытания пригодности материала для изготовления тонких шлифов. Сначала образцы, отшлифованные лишь более грубым материалом, показывают лишь шероховатые матовые поверхности, на которых еще нельзя различить строения, но картина меняется после применения более мелкого шлифовального материала. Царапины и бороздки исчезают, и поверхность постепенно принимает сильный глянец. Сам по себе физический процесс в частности еще не объяснен, и при различном материале и на различных объектах результат может быть не всегда один и тот же ср. Вюльфинг (1) и Шнейдергён (2). Аппаратура и ход работы по существу те же, что и при изготовлении тонких шлифов. Поверхность куска, который требуется отполировать, если нужно, пропитывается укрепляющим веществом, укрепляется на предметном стекле и обрабатывается на вращающемся диске все более тонкими шлифовальными материалами. Часто для этого бывает достаточно уже матового стеклянного диска, но при мягком материале бывает лучше производить заключительную полировку от руки на неподвижном, обтянутом кожей или сукном диске. Вольфинг рекомендует для мягких пород применять свежеотшлифованные стеклянные пластинки с мастичным лаком (Mastixfirniss), разведенным

бензином эмалевым лаком, или другим шлифовальным лаком, и полировать на них. Полировальное вещество можно применять с водой или с маслом, но еще лучше эту полировку вести в сухую. Как полировальные вещества, могут применяться: диатомовая земля, отмученный наждак, окись олова, окись магния (*Magnesia usta*), окись хрома, окись железа (*Englischrot*), различные тонкие глины и т. д. Так называемый *Englischrot* по Вюльфингу, вероятно, получается из прокаленного щавелевокислого железа (оксалат железа). В отдельных случаях наиболее пригодные вещества нужно установить опытом. Важно,



Фиг. 21. Полированная пришлифовка *Arthropitys bi-striata* (*Calamites*) из среднего красного лежня Хемница.
× около $\frac{4}{5}$.

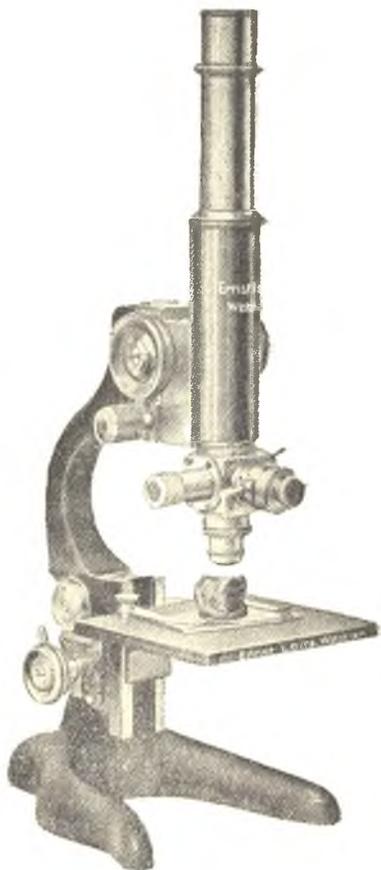
чтобы переходить от одного вещества к другому постепенно, так чтобы между ними не было большой разницы в величине зерна.

Значение шлифовки крупных кусков гораздо больше, чем вообще думают. Уже для того, чтобы выяснить расположение окаменелостей в торф-долomite или тканей в окаменелой древесине, можно с успехом применять пришлифовку (фиг. 21). При изготовлении тонких шлифов всегда теряется значительное количество материала, и бывает невозможно получить серию тесно примыкающих один к другому разрезов. Если нужно, напр., изучить прохождение проводящих пучков и пластически их реконструировать, то между отдельными шлифами лежат слишком большие пробелы. Полированием же поверхность может легко опять быть несколько ошлифованной и вновь от-

полированной, так что можно получить непрерывную последовательность разрезов, которые однако могут быть сохранены лишь посредством фотографии или рисунка.

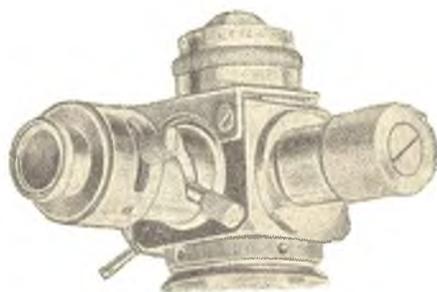
Существуют окаменелости, у которых является невозможным изготовить тонкие шлифы. Это — оруденелые окаменелости, как и некоторые виды угля (антрацит), у которых отнимающее много времени изготовление тонких шлифов часто кончается неудачно. Вейланд и автор изучали девонские растения, которые или были превращены в графитоподобные структуры или оруденели таким образом, что полости их клеток были выполнены пиритом. Растворить его не удалось, так как тогда стенки клеток тотчас разламывались. Подобное же явление описывает Heard (Гирд). Здесь упомянем еще раз о янтарных включениях. Большой частью — это только пустоты без содержимого, которые однако часто позволяют еще различить многие подробности, как устьица, волоски, пыльцу и т. п. Эти структурные детали становятся наиболее видными, если произвести шлифовку янтаря, таким образом, чтобы плоскость находилась возможно ближе ко включению (осторожность!).

При шлифовке объекты можно рассматривать в лупу, или еще лучше, в бинокляр со слабым увеличением. При употреблении воды, керосина или кедрового масла детали выступают еще заметнее. Для микроскопа исследования отраженным светом также



Фиг. 22. Рудный микроскоп для исследования пришлифовок в падающем свете. Э. Лейца в Вейдаре.

имеют значение. Метод был сначала испробован на остающихся непрозрачными рудах; заслуга Г. Шнейдергёна (2) была в дальней-

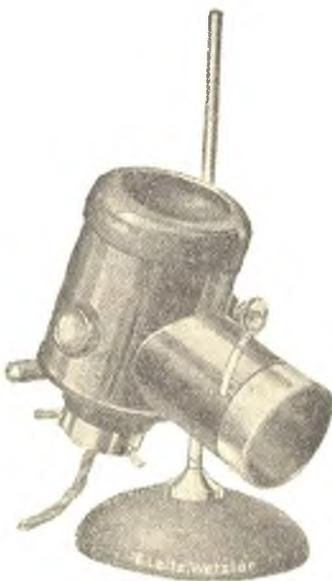


Фиг. 23. Опакильюминатор Э. Лейца в Вецларе.

шей разработке этого халькографического метода. Построенный по его указаниям рудный микроскоп (фиг. 22) очень пригоден для наших целей и заслуживает также и в ботанике больше внимания, чем ему уделяли до сего времени. Кроме вспомогательных аппаратов для установления параллельного или конвергентного освещения, которое падает через боковое отверстие в тубусе микроскопа в последний, он имеет еще кроме того опакильюминатор (фиг. 23), через который свет сверху отбрасывается на препарат. При более слабых увеличениях бывает довольно включения одной пластинки; при больших—вводится призма. Так как раз установленный тубус должен оставаться в покое то подвижным сделан предметный столик.

При оруденелых окаменелостях, напр., обращенных в сернистый колчедан, такое освещение через иллюминатор часто бывает вредным, так как отдельные зерна руды отражают свет, вследствие чего структура ткани становится неясной. Прямое освещение, посредством сильного источника света, напр. специальной лампы Лейца (фиг. 24), предпочтительнее, по крайней мере при пользовании бо-

лее слабыми увеличениями, напр. лейцовского объектива № 6. Но если желательно употребить более сильные увеличения или иммерсионный объектив, напр., при изучении



Фиг. 24. Специальная лампа для микроскопирования Э. Лейца в Вецларе.

микрофоссилий или структуры угля, то иллюминатор становится необходимым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rosenbusch-Wülfing. *Microskopische Physiographie* (ср. стр. 91).
2. Schneiderhöhn. *Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht*. Berlin, 1922.
3. Potonié, R. *Kohlenpetrographie* (ср. стр. 20).
4. Stach, E. *Praktikum* (ср. стр. 20).

5. Изготовление травленых шлифов. Чтобы сделать структуры на шлифованных поверхностях яснее, пользуются изучением рудным микроскопом травленых шлифов. Поверхности, отполированные до высокого глянца, затем протравливаются. Это вполне приложимо и к растительным окаменелостям; Крейзель и Вейланд (1), а также Гирд (2) при этом получали на обращенных в пирит и медный блеск растениях хорошие результаты. Как травящее вещество, употребляется азотная кислота (HNO_3), соответственно смеси с хромовой кислотой различной концентрации. Вильямс, как действительное средство, предлагает также селеноксихлорид (3). При обывесткованных древесинах достаточно слабой соляной кислоты, кремнелые древесины можно травить фтористо-водородной (плавиковой, HF) кислотой. Здесь нужно также указать на отличные результаты, достигнутые Шварцем (4) во Франкфуртском геологическом институте для радиолярита. Исходным раствором служат насыщенные в холодном состоянии растворы гидроокиси и карбонатов калия и натрия. Они смешиваются соответственно свойствам породы, и разбавляются или путем выпаривания доводятся до большей концентрации и таким образом переводятся в бедный водой расплав. Травление лучше всего ведется в железных сосудах. При применении высокого давления в бомбе (Bombenofen) применяются стеклянные трубки, в то время, как плавление карбоната ведется в платиновом тигле. Водяная и воздушная баня, бунзеновская горелка и горелка с пламенем гремучего газа обеспечивают применение высоких температур.

Попытка применить процесс к кремнелым фитогенным осадкам, как и разработка подобных методов для известняков,

еще находятся в состоянии развития (ср. опыты Уолтона и Коопманса стр. 109).

Травленные шлифы углей. Шлифы углей также могут быть протравлены. Подобные препараты изготавливаются во Франкфуртском геологическом институте уже много лет. Как травящий реактив употребляются различные кислоты, в том числе и хромовая; далее — шульцевская смесь для мацерации (стр. 99), диафанол и другие. Первые изображения сильно протравленных угольных шлифов опубликовал Винтер (5). При этом он был убежден, что этим устанавливается микроцеллюлярная структура угля, которой ни я, ни Штах (6) не видим. Но составные части угля о которых говорилось выше, распознаются очень хорошо, как и минеральные включения, зерна пирита и т. п. Для изготовления травленных шлифов пригодны даже антрациты, из которых пока едва ли удалось получить тонкие шлифы или срезы. Очень хорошие препараты опубликовали Ивасаки (7) и Гейлер (8). Последний травит сначала смесью Шульце, а затем смесью хромовой и серной кислоты. Шлифовка ведется наждаком, полировка — вначале на распыленной предварительно зеленой окиси хрома, а затем — на сукне, пропитанном спиртом. Травление ведется самое большее 5 минут варкой в смеси концентрированной серной и насыщенной хромовой кислоты 1 : 3.

Тэрнер (9) „травит“ с помощью пламени паяльной трубки, т. е. он испепеляет шлиф (сподограмма, стр. 120), причем вследствие различной степени окисления выступают отдельные составные части. Они лучше всего видны при косо падающем свете. Смотря по разновидностям угля в частности могут быть отступления. Поверхности, сначала шлифуемые карборундом на железе, а потом от руки, с трепелом на стекле, затем полируются на тонкозернистом шлифовальном камне (новакулитовый шлифовальный камень) в густой смеси воды с красной охрой (Englischrot) до высыхания и затем на сухой замше с охрой или на сукне с прокаленной глиной. Также могут применяться окись хрома, по Штаху, и глина. Медленно подогреваемый в сухой печи, образец остается там в течение часа при температуре 220° С, вслед за чем поверхность его испепеляется с помощью пламени паяльной трубки при красном калении. Нужно получить лишь совершенно тонкий налет пепла (зола). Угли с незначительно выраженной слоистостью нагреваются, по Штаху, в сухой чистой песчаной бане до 300° С, а затем по истечении

30 минут испепеляются там же на месте направленным перпендикулярно к плоскости шлифа пламенем паяльной трубки. Битуминозные и кеннелевые угли вносятся в пламя бунзеновой горелки без предварительного нагревания. Вспучивающиеся коксующиеся угли перед испепелением, по Ланге, должны в течение 3—6 часов нагреваться до 350° С, отчего они теряют свойство вспучивания.

Подобным образом, вероятно, могут обрабатываться также другие битуминозные породы.

ЛИТЕРАТУРА

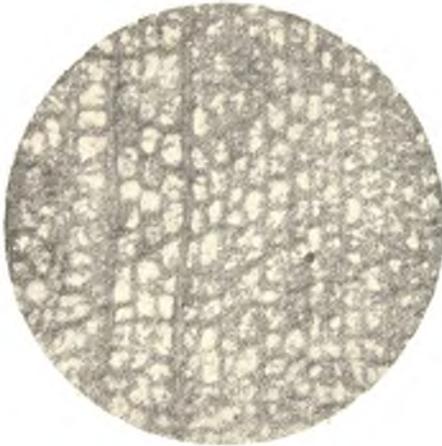
1. Kräusel, R. und Weyland, H. Devonflora, 11 (ср. стр. 20).
2. Heard, A. On Old Red Sandstone Plants showing Structure, from Brecon (N. S. Wales). Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 83, 1927.
3. Williams, T. B. Identification of Coal. Econ. Geol. Vol. 21, 1926.
4. Schwarz, A. Ein Verfahren zur Freilegung von Radiolarien aus Kieselschiefern. Senckenbergiana, Bd. 6, 1924.
5. Winter, H. Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. Glückauf, 1913.
— Mikrostruktur und Kolloidnatur der Kohle. Ebenda, 1914.
6. Stach, E. Praktikum (см. стр. 20).
7. Iwasaki, Ch. A Fundamental Study of Japanese Coal. Techn. Rep. Tohoku Imp. Univ. Sendai. Vol. 2, 1922; Vol. 6, 1926.
8. Geyler, C. A. The Microstructure of Coal. Fuel in Sci. a. Pract., 1925.
9. Turner, H. G. Microscopical Structure of Anthracite. Trans. A. I. M. E. Vol. 71, 1925.

6. Изготовление рельефных шлифов. При изготовлении полированных шлифов и сильно пропитанных окисью железа окаменелостей оказалось, что при соответственных материалах для шлифования структура уже сама по себе выступает рельефно вследствие того, что более твердые клеточные стенки менее сошлифовываются. При этом нужно применять окись олова, полиррот (окись железа) и различные глиноземы на неподвижном диске, покрытом сукном или фланелью, причем сукно, как скоро ворс начинает стираться, и станут выступать нити, должно заменяться новым. При этом каждое сукно может употребляться лишь при одном полировальном веществе, т. е. на нем не должны быть смешиваемы два или более вещества.

Маленькие, достигающие всего нескольких миллиметров толщины, стволики, могут шлифоваться одновременно несколько

штук, будучи заключенными в коллоид. При этом, почти сухом способе полировки, плоскости легко затираются, т. к. шлифовальный материал набивается в полости клеток. Для устранения этого производится полировка в чистой воде (фиг. 25).

Рельефные шлифы углей. Подобные препараты можно приготовить также из ряда разновидностей угля. Независимо от этого, Штах (1) достигнул наилучших успехов следующим способом. Эти шлифы не уступают травленным шлифам, но гораздо легче и скорее изготавливаются. Штах шлифует при постепенном



Фиг. 25. Рельефный шлиф. $\times 75$.

переходе от грубых материалов к тонким сперва грубым наждаком или карборундом 60, затем карборундом 220, а затем „5-минутным“ наждаком и в заключение „200-минутным“ наждаком пока получится большой шлиф 2—4 кв. см площадью, свободной от более глубоких царапин. Начисто полировать нужно окисью олова, а еще лучше — различными тонкими глинистыми землями (№ 1, 2 и 3) для твердых, средних и мяг-

ких углей, имеющих в продаже у K. Retsch, Metallographisches Laboratoriumsbedarf, Düsseldorf (на зеленом сукне — миллиардном), но не на фланели или замше. Глиноземы лучше всего употреблять в кашеобразном виде, а также и при сильном разжижении. Но перед окончанием шлифа работу опять нужно вести насухо. Повертыванием шлифа уничтожаются длинные шлифовальные „тени“ которые получаются, наподобие длинных параллельных гребешков, за твердыми зернами пирита. Опубликованные Штахом изображения достаточно убеждают, что также рельефные шлифы позволяют заметить поражающие подробности в тонкой структуре и могут изучаться при очень сильном увеличении. Таким образом он мог показать, что и антрацит состоит из сильно блестящих и матовых полос (витрит и дурит) со включениями фузита, затем наблюдаются

переходы от фузита к витриту, хорошо заметен становится колчедан и т. п.

Подобные шлифы можно приготовить из всех разновидностей угля, вероятно также и из других образований. Продолжительность изготовления при готовой аппаратуре — всего около 15 минут, чем уже само по себе выделяется преимущество этого метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stach, E. Praktikum (ср. стр. 20).

— Der Kohlenreliefschliff — ein neues Hilfsmittel für die angewandte Kohlenpetrographie. Mitteil. Abt. f. Gesteins- usw. Unters., Bd. 2, 1927.

7. Мацерация. а) Мацерация обугленных ископаемых. Если нужно разложить ткань живых растений на ее составные части, то для этого ее мацерируют, отчего срединная пластинка соседних клеток растворяется под воздействием кислот или оснований.

Если дело идет об субфоссилиях, напр., торфяных растениях, а часто еще даже о лигнитизованных древесинах бурого угля, то поступают совершенно как с современным материалом. Правда, кипящая вода не применяется, но для травянистых растительных частей употребляется смесь соляной кислоты с алкоголем, с последующей обработкой аммиаком, едким кали или натром. Для древесин применяют хромовую кислоту (Cr O_3) или известную шульцевскую мацерационную смесь, бертолетову соль и азотную кислоту (HNO_3 , KClO_3).

Мацерацию можно также применять к обугленным растительным остаткам. Чаще всего употребляется шульцевская смесь в насыщенном растворе, причем необходима последующая обработка щелочами. Также действует гофмейстеровский реактив — соляная кислота с хлористым калием. Иногда достаточно уже бывает едкого кали или натра, слабее действующим средством является жавелева вода. Можно рекомендовать дымящуюся азотную кислоту. При употреблении диафанол (хлордиоксидуксусная кислота) соответственные продукты окисления растворяются в уксусной кислоте, и потому последующая обработка щелочами излишня (E. Leitz, Wetzlar). Еще сильнее действует „диафанол-рапид“, раствор хлордиоксида в монохлоруксусной кислоте. Какое средство пригодно в каждом случае,

приходится определять отдельно, во всяком случае не нужно начинать с наиболее сильно действующего. Вообще хорошие препараты получаются уже с шульцевской смесью.

Способ этот довольно стар, и был уже применяем Борнеманом и Шенком при изучении мезозойских ископаемых. Здесь дело идет главным образом о папоротниках, цикадеях, листьях гинкговых и иглах хвойных, которые обладают кожистой текстурой и поэтому образуют на тонкозернистых породах в ископаемом состоянии довольно толстую угольную пленку, лишенную разрывов (рэт Швеции, Кейпер Лунца, Нижняя Австрия и т. д.). Такой материал благодаря своей устойчивости наиболее пригоден для первых опытов работы описываемым здесь методом. Этим путем Натгорст получил поразительные результаты, и теперь мацерационный метод представляет одно из важнейших средств при изучении обугленных ископаемых растений. К каменноугольным растениям метод с успехом применялся Готаном и другими; при осторожной обработке он может применяться также и к более молодым ископаемым. Способ имеет еще то преимущество, что он позволяет рассматривать обе стороны ископаемого; часто лишь этим путем удается сделать видимыми спорангии папоротников и сделать препараты обеих сторон, что иначе доступно лишь при помощи коллодионного метода (стр. 121).

Химический процесс в частности здесь не вполне ясен. Обугливание по существу представляет редукцию. В смеси Шульце и т. п. опять происходит окисление, обугленное вещество вследствие этого до известной степени возвращается к более ранней стадии обугливания, напр. — к стадии торфа. Если последнее вещество переносится в щелочи, как аммиак, оно переходит в раствор, кроме немногих стойких веществ, какими прежде всего являются кутин и суберин. Таким путем остаются лишь кутикулы листьев, экзина спор, гифы грибов и проч. Но, если прервать процесс растворения в должный момент, становится видным целый ряд структурных подробностей.

Этим способом можно мацерировать также и угли (9). Юраскому (3) и Боде (5) таким образом удалось изолировать из бурых углей листовую эпидерму, склероции грибов, споры и т. п.

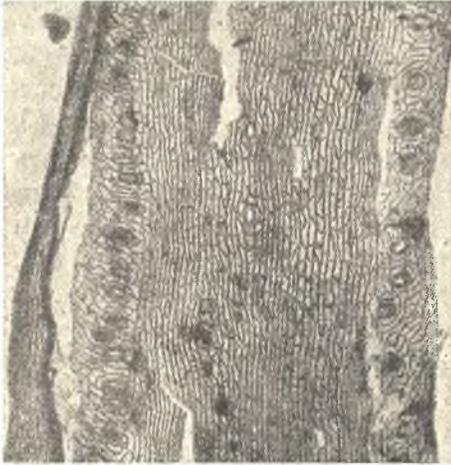
Ход работы. Описываемый ход работы при пользовании смесью Шульце при употреблении других веществ несколько видоизменяется. Сначала несколько кристаллов бертолетовой

соли смачиваются азотной кислотой ($\text{KClO}_3 + \text{HNO}_3$), концентрация которой берется соответственно характеру материала (не нужно начинать с применения концентрированной кислоты). В качестве сосудов для мацерации лучше всего брать чашечки для разведения туши, которые могут быть поставлены одна на другую, что замедляет и распространение выделяющегося газа. Так как при этом выделяется хлор, то процесс нужно вести под тягой, и во всяком случае не вблизи микроскопа. По большей части нагревание не необходимо. Осторожно отделяют сначала от породы угольную пленку, увлажнив ее предварительно водою или глицерином, и переносят ее в раствор. Если отделение пленки не удастся, тогда можно положить ископаемое в мацерационную смесь вместе с осколком породы, а при больших штуфах мацерацию можно вести на поверхности самой породы. Глины при этом легко распадаются, но на более твердые осадки, как напр. углистые сланцы, и в последнем случае приходится ожидать пока эпидермис отделится сам. Маленькие углистые обломки можно мацерировать целиком.

Кусочки остаются в растворе до бурого окрашивания, а затем переносятся в разбавленный аммиак. Здесь они опять сначала становятся темными, но очень скоро вещество начинает растворяться. Если мацерация зашла не достаточно далеко, то процесс начинается сначала. Для этого иногда нужны часы, в других случаях необходимо несколько дней. В заключение остаются лишь кожицы, споры и т. п. Если желательнее наблюдать и внутренние ткани, то нужно поместить остаток перед переносом в аммиак, т. е. перед тем пока все вещество растворится, опять под микроскоп. Для этого однако нужно употреблять старый микроскоп, так как кислотные пары безусловно вредны для инструмента. Когда мацерация закончена, то переносят темно-коричневую жидкость в большую плоскую белую чашку, где находится вода с некоторым количеством алкоголя. При этом часть гумусового вещества выпадает в виде хлопьев, но это не вредит делу, так как остатки ткани легко могут быть различимы здесь при помощи лупы и простым глазом. Если хотят избежать выпадения хлопьев, то можно произвести просветление жидкости прибавлением разбавленного аммиака.

Затем начинается труднейшая часть всего процесса — монтировка маленьких, очень нежных обломков. Листовые эпидермисы (правильнее — кутикулы А. К.) большею частью отделяются

один от другого сами по себе. Если этого не происходит, то пытаются осторожно отделить их одну от другой нежной кисточкой. Иглы хвойных, которые представляют полую трубку, можно развернуть с помощью щетинки (фиг. 26, 27). Также расправляются краевые части листьев. Под большие обломки можно подводить предметное стекло, и затем помещать их плавающими посередине стекла. Очень нежные кусочки, которые были бы разрушены кисточкой или пинцетом, вылавливают



Фиг. 26. Мацерированная игла хвойного (*Sequoia Langsdorfii*) из силезского бурого угля.

По Крейзелю. $\times 40$.

пипеткой и переносят на предметное стекло. Излишняя вода впитывается пропускной бумагой. Стенки спорангиев при этом обычно разрушаются, и так как при этом споры рассеиваются, то едва ли возможно их бывает выловить по одиночке. Если не желательнее применять центрифугирование, то рекомендуется вести обработку аммиаком под микроскопом, лучше всего на предметном стеклышке с углублением, причем постепенно прибавляется вода и затем высасывается сбоку пропускной бумагой, т. е. препарат просасывается. По Юраскому, очень тонкие светлые кожицы позволяют рассмотреть тончайшие структуры, если их перенести прямо из алкоголя на предметное стекло, расправить, и покрыв покровным стеклышком, предоставить им высохнуть в таком положении. Препарат затем заклеивается. В большинстве случаев нежные кутикулы при высыхании сморщиваются или разрываются, во всяком случае предпочтительнее их окрашивать.

Окрашивание. Для окрашивания применяются вообще употребительные в ботанике краски (как сафранин, эритрозин, и другие), для эпидермиса Юраский употребляет судан III.

Заключение препаратов. Если препарат желательно заключить в канадский бальзам, то его нужно сначала обезвожить

на предметное стекло. Излишняя вода впитывается пропускной бумагой. Стенки спорангиев при этом обычно разрушаются, и так как при этом споры рассеиваются, то едва ли возможно их бывает выловить по одиночке. Если не желательнее применять центрифугирование, то рекомендуется вести обработку аммиаком под микроскопом, лучше всего на предметном стеклышке с углублением,

крепким алкоголем, а затем, переводя через алкоголь плюс ксилол (1+1), в заключение поместить в чистый ксилол. Другая хорошая среда — гвоздичное масло, которое однако отнимает некоторые краски (генцианвиолет). При заключении в венецианском терпентине или эвпарале (Grübler & Co, Leipzig) такая среда не необходима, так как эти вещества и сами способны смешиваться приблизительно с 50% алкоголя. Обзор главных сред для заключения препаратов с их показателями преломления дает Шнейдер (1). В канадском бальзаме, вследствие

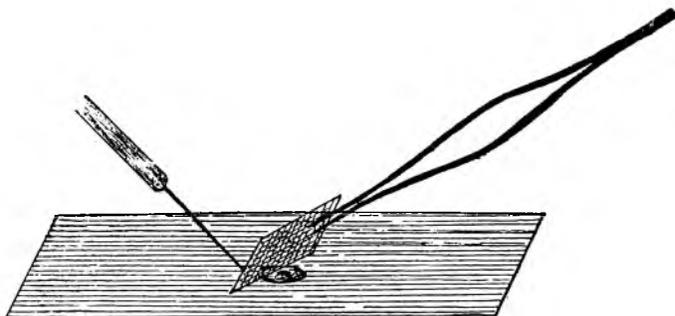


Фиг. 27. Участок кутикулы из фиг. 26 с тремя устьицами.
По Крейзелю. $\times 160$.

наступающего изменения показателя преломления, структура с течением времени часто становится неясной, и так как при том существует опасность, что еще до окончательного заключения тот или иной препарат будет потерян, то предпочтительнее применение сред, содержащих воду. Чистый глицерин, также с добавкой цинксulfокарболата не рекомендуется, так как необходимое полное заключение препарата при этом едва ли достижимо. Если же этого нет, то препараты современем грубеют. Поэтому применяют глицерин-желатин (напр. от E. Merck, Darmstadt). Для составления его Шнейдер (по Кайзеру) дает следующее наставление. Растворяется 1 часть бесцветного желатина в 6 частях воды, прибавляется 7 частей чистого глицерина на 100 г смеси — 1 г фенола (карболовой кислоты или также немного мышьяковой кислоты или тимола), смесь нагревается 10—15 минут при постоянном помешивании до полного просветления жидкости, фильтруется (лучше в воронке с горя-

чей водой в ее стенках) через стеклянную вату или фильтровальную бумагу. Если при окончательном заключении препарата имеется в виду еще ввести в него чистый глицерин, то вместо 7 частей глицерина берется лишь 6. Гематоксилин, как и многие другие краски из каменноугольного дегтя, захватываются глицерином. Шнейдер (1) дает еще ряд других водных сред для заключения препаратов.

Перед заключением вода удаляется при помощи отсасывания фильтровальной бумагой насколько возможно, а, если нужно, открытый препарат оставляют на некоторое время на воздухе,



Фиг. 28. Накладывание покровного стекла.

все же не допуская его высохнуть. Затем осторожно наносят на препарат немного чистого глицерина, к которому потом прибавляют глицерин-желатин, распущенный на водяной бане. Некоторый избыток глицерина не вредит. Затем заранее приготовленное покровное стеклышко накладывается сначала таким образом, чтобы оно касалось предметного стекла близ края капли (фиг. 28) одним своим краем. Другой край стеклышка опускают над каплей и легко его прижимают. Чтобы избежать расплывания мелких частиц, объект можно окружить кругом маленьких желатинных капель, если нужно — нагреть над маленьким пламенем и затем закрыть. Но тогда часто в середине препарата остается воздушный пузырь, удаление которого последующим нагреванием ставит препарат в опасность.

Окантовка препарата. Препараты, погруженные в смолы, не требуют никакого окантования, но оно необходимо при других средах. Если употребляется глицерин-желатин, то препарат оставляют лежать 4—6 недель, и лишь тогда его окантовывают.

По удалении излишнего желатина помощью маленького ножа очищают предметное стекло и края покровного стекла. Спиртом или порошком мела тщательно протирают насухо, и окаймляют покровное стеклышко канадским бальзамом, асфальтовым лаком, янтарным лаком, венецианским терпентином, золотистым лаком — goldsize (Grübler & Co, Leipzig). Лаковая каемка должна захватывать частью предметное, частью покровное стеклышко. В таком виде препарат готов и может, в противоположность чистоглицериновым препаратам, сохраняться в вертикальном положении в обыкновенном ящике для микроскопических препаратов. По сообщению Юраского можно избежать и каймления, если сделать глицерин-желатиновый препарат твердым — прибавлением 10% формальдегида (формалина) или воздействием формальдегидных паров.

б) Мацерация углей. При мацерации углей нужно соблюдать следующее правило. В дополнение к Штаху (2) здесь приведем еще некоторые общие указания. Гуминовые вещества нужно выщелочить также вместе и из угля раньше всего. Применение дымящейся азотной кислоты, вследствие ее слишком энергического воздействия, не рекомендуется; лучше применять смесь Шульце, хромовую кислоту и диафанол. Работают с кусочками угля или с угольным порошком. Если при мацерации сначала смешивают материал с порошкообразной бертолетовой солью и затем обливают его азотной кислотой, то действие последней особенно сильно (опасаться взрыва). Если уголь оказывается стойким при повторных прибавках новых порций кислоты, то можно ее выпарить досуха или варить в серной кислоте. Последующая обработка — аммиаком, а при сильно фоссилизованных углях — также едким кали или натром. Рекомендуется постоянный контроль под микроскопом (стр. 101). Если бурое окрашивание затрудняет исследование, то перед обработкой аммиаком следует прибавить абсолютного алкоголя. Но он часто действует разрушительно, и потому осторожная прибавка аммиака (сперва самое большее — до нейтрализации кислоты) произведет то же действие. Хромовая кислота употребляется в смеси с серной. Можно также прибавить к насыщенному на холоду раствору двуххромокислого калия с избытком серной кислоты и добавить столько воды, чтобы хромовая кислота не выделялась. Эта реакция даже при нагревании раствора при древних углях относительно слаба; глянецевые угли

едва растворяются. Главная ценность метода состоит в том, что благодаря ему различные вещества угля можно узнавать при помощи реакций окрашивания (стр. 121). По Р. Потонье (4) особенно пригоден диафанол для углей не слишком богатых углеродом. Одревесневелые ткани при этом уничтожаются, остаются только целлюлоза, кутин и суберин. Остается лишь обработка щелочью (стр. 101).

Ланге (6) таким путем изолировал из угля многочисленные споры. О своем способе он сообщает следующее: „микроспоры добыть очень легко. Матовый уголь (дурит) измельчается в порошок до величины зерна в 60 микронов, в течение короткого времени варится со смесью Шульце, затем кислота по охлаждении декантируется, а уголь обрабатывается сначала теплым едким кали, а затем горячей водой, очень осторожно, никогда не сливая всей жидкости с осадка, пока не исчезнет вполне бурое окрашивание; наконец остальное выкладывается на стеклянную пластинку (отмытую фотографическую), распределяется на ней и подвергается сушке. При этом получают множество микроспор. Процесс нужно повторить, если уголь недостаточно разлагается или вести более слабыми реактивами, если микроспоры обнаруживают признаки разрушения.

Мегаспоры получают лишь с трудом и только случайно, так как при измельчении они сильно повреждаются, а их нежные придатки обрываются уже при варке. Для их добычи уголь надо дробить на крупинки не больше 1.5 мм (мегаспоры гораздо легче получают отмывкой из пластичных каменноугольных глин нашего московского бассейна. А. К.).

Некоторые угли содержат лишь немного спор; тогда приходится удалять мацерацией много гуминовых веществ, причем естественно уносятся и споры. Чтобы избежать этого помещают угольный остаток в жидкость удельного веса 1.25 или лучше 1.27 (тетрахлоруглерод + бензол). Легкие споры тогда собираются на поверхности и могут быть отобраны пипеткой. Иногда осаждение длится очень долго. Быстрее отделение идет по Гроссу (7), который рекомендует способ разделять составные части угля по удельному весу центрифугированием“.

в) Препараты по Уолтону (Balsam transfer method). Если отделение углистой пленки от породы не удастся, или она обнаруживает антрацитово-графитовое сохранение, при котором другие процессы мацерации не могут быть успешно применены,

то рекомендуется метод Уолтона—удаление породы путем растворения ее фтористо-водородной кислотой. Для этой цели ископаемое, поверхность которого желательно иметь по возможности наиболее ровной, наклеивается на предметное стекло таким образом, чтобы отпечаток или оболочка, которые нужно отделить, были обращены к стеклу. При этом соблюдаются общие правила при наклеивании объектов для тонких шлифов (стр. 84, 89). Затем порода сошлифовывается по возможности больше, но все же, чтобы остаток не был затронут. После основательной сушки поверхность шлифа увлажняется, и все погружается много раз в расплавленный парафин, который по застывании удаляется тем, что он подрезается кругом шлифа ножом и таким образом отделяется от породы (в то время, как предметное стекло остается парафинированным. А. К.). Имеющийся в породе углекислый кальций (CaCO_3) растворяется более или менее продолжительным погружением в соляную кислоту, а затем предметное стекло со шлифом помещают в холодную фтористо-водородную кислоту (FН). Так как порода почти всегда содержит силикаты или кремневую кислоту, то она переходит в раствор или делается такой рыхлой, что ее можно смыть в текучей воде. Покрытое парафином предметное стекло кислотой не повреждается. Для процесса применяются свинцовые или каучуковые сосуды. Если таковых не имеется, то можно употребить стеклянную или фарфоровую ванночку, покрыв ее слоем парафина и снабдив такой же крышечкой, но все-таки в парафине легко образуются трещины, через которые сосуд будет подвергаться действию кислоты. При этом также его нельзя разогревать, что желательно, если порода не растворяется в холодной кислоте. Процесс часто длится много дней, и лучше его вести под тягой, стеклянные или фарфоровые стенки которой должны быть смазаны жиром. Самая слабая кислота действует разрушительно на стекло, металлы и т. д. Надлежит иметь в виду, что она действует и на кожу.

После основательного удаления парафина со всего стекла препарат подогревают и стараются расправить неровности объекта (осторожно!), и, наконец, погружают его в канадский бальзам, коллолит. Но это возможно только при плоских объектах. Уолтон поэтому рекомендует сухое хранение. Тогда накладывают поверх покровное стеклышко, укрепляя его на краях или углах специальным клеем (Deckglaskitt, E. Merck, Darm-

stadt). Еще лучше по узкому краю предметного стекла укрепить фальц из папки и к нему приклеить второе предметное стекло, которым и покрывать объект (он тогда получится как бы между двух створок). При наблюдении это второе стекло удаляется, причем Уолтон увлажняет объект глицерином. Можно также взять глицерин-желатин.

Таким путем получают превосходные препараты, как на фиг. 29—30, за которые я обязан любезности д-ра Уолтона.



Фиг. 29. Чешуя шишки *Volzia* cf. *Liebeana*. Пермская система Нотингэмшира в Англии. По снимку д-ра Уолтона. Чешуйка сидит на породе. По обе стороны ножки — по семени. \times около 3.

г) Препараты по Эшби (Cellulose film transfer method). Часто при способе Уолтона заключение препарата, как постоянного, невозможно, а толщина объекта препятствует применению сильного увеличения. Чтобы помочь этому, Эшби (9) несколько изменил этот способ. Он покрывает ископаемое целлоидином или другим подобным раствором, напр. целлулозацетата в амилацетате. Для этого особенно пригодны некоторые продажные „башмачные клеи“ (Atlaschuhkitt, Krokol). Прием этот повторяют, пока не образуется беловатая довольно толстая пленка, под которой ископаемое становится невидимо. Если жидкость слишком густа, то в пленке получаются воздушные пузырьки; в таком случае берут жидкий раствор и наносят его чаще. Затем порода снизу по возможности сошлифовывается, после чего Эшби травит плавиковой кислотой.

Но так как возможно, что порода содержит углекислый кальций (CaCO_3), который может образовать нерастворимый фтористый кальций, то породу подвергают предварительной короткой обработке в соляной кислоте. Лишь затем объект травится во фтористо-водородной кислоте, пока пленка не станет свободна от породы, и на ней окажется лишь углистый остаток. После основательной промывки и обезвоживания следует переводение в канадский бальзам (стр. 107), причем легким нажатием покровного стекла выравниваются неровности (фиг. 31, 32). Так как азотная кислота не вредит пленке, то, если жела-

тельно, можно на объект перед заключением подействовать смесью Шульце.

Этим путем нам удалось сделать видимыми трахеиды у *Haliserites*, растения раннего девона, раньше принимавшегося за водоросль. Walton и Коорманс успешно применяли этот способ для получения изображения разреза пришлифованных торф-долосмитов (8). Для этого шлиф желательного направления, который не должен полироваться начисто, травится соляной

или плавиковой кислотой в зависимости от того, является ли порода силикатом или карбонатом, вследствие чего тонкая зона углистого вещества становится свободной. Концентрация и длительность действия кислот должны быть установлены предварительным опытом. Протравленная поверхность промывается и высушивается без какого-либо прикосновения к ней. Затем поверхность



покрывается раствором целлюлозы (напр. целлюлозацетата в амилацетате), который при

Фиг. 30. Обратная сторона такой же чешуйки, как на фиг. 29, по препарату Уолтона. Снимок Уолтона. Видна покровная чешуя. $\times 5$.

высыхании образует гибкую прозрачную пленку. Она осторожно отделяется от породы, причем хорошо перед снятием ее заклеить кусочком бумаги или ткани; затем она просветляется ксилолом и переносится в канадский бальзам. После новой шлифовки и травления можно приготовить новую пленку; при хорошем материале возможно сделать по крайней мере 10 изображений разреза на 1 мм.

Способ может применяться также, поскольку окаменелость более или менее сохранилась в углистом состоянии, и во многих случаях представляет прекрасные изображения, которые к тому же не ломки. Процесс производится просто, быстро и де-

шево и позволяет экономить материал. Поэтому во многих случаях он представляет хорошую замену тонких шлифов.



Фиг. 31. Препарат *Sphenopteris obtusiloba* по Эшби. Каменноугольная система. $\times 5$. Фот. Уолтона.



Фиг. 32. Препарат *Sphenophyllum* sp. по Эшби. Каменноугольная система Уэльса. $\times 4$. Фот. Уолтона.

д) Выделение окаменелостей из породы путем растворения ее. Подобным же образом можно сделать видимыми также окаменелости, которые погружены в породу и не могут быть освобождены механическими способами будь то по своей малой величине или вследствие свойств породы. Таким образом Ланг, а также автор и Вейланд получили из девонских пород ряд спор и спорангиев. Для более

мягких пород Гаррис (10) рекомендует вместо плавиковой кислоты смесь Шульце, в которой органические остатки в то же время окисляются. Кусок породы после продолжительного

пребывания в смеси переносится в раствор гидроокиси натрия, и получаемый при этом шлам пропускается через газовые сита. Крупные кусочки, к которым пристали обломочки породы, можно очистить плавиковой кислотой. Заключение препаратов производится обычным путем (см. анализ пылицы, стр. 65).

Способ Ланге (6) для добычи спор из угля описан на стр. 106.

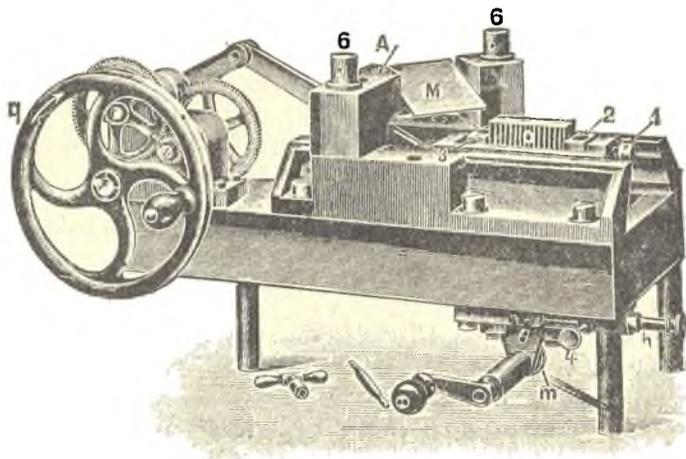
ЛИТЕРАТУРА

1. Schneider, H. Die botanische Mikrotechnik. Jena, 1922.
2. Stach, E. Praktikum (см. стр. 20).
3. Jurasky, K. A. Aufgaben und Ausblicke für die paläobotanische Erforschung der niederrheinischen Braunkohle. Braunkohle, Bd. 27, 1928.
4. Potonié, R. Petrographie (см. стр. 20).
5. Bode, H. Neues aus der Braunkohlenpetrographie. Braunkohle, 27, 1928.
6. Lange, Th. Die Bedeutung der Sporen (ср. стр. 20).
7. Gross, W. Kohlenpetrographische Untersuchungen auf Grund des spezifischen Gewichts der einzelnen Komponenten, die durch Zentrifugieren in schweren Flüssigkeiten erhalten werden. Fortsch. d. Min., Krist. und Petr., Bd. 12, 1927.
8. Walton, J. On a new Method of Investigating Fossil Plant Impressions or Incrustations. Ann. of Bot. Vol. 37, 1923.
— and Koopmanns, R. G. Nature, Oct. 13, 1928.
9. Lang, W. H. A cellulose-film Transfer Method in the Study of Fossil Plants. Ann. of Bot. Vol. 40, 1926.
10. Harris, T. M. Note on a new Method for Investigation of Fossil Plants. Ann. of Bot. Vol. 40, 1926.

8. Изготовление тонких срезов. а) Срезы по Томасу. Привсех ранее описанных методах остаются по существу только кутинизированные или опробковелые перепонки, и поэтому не имело большого смысла пытаться изготовить из них поперечные разрезы. Впрочем, и они могут быть использованы, чтобы изучить строение устьиц листьев. Тонкие срезы становятся важнее, когда дело идет о семенах или плодах. Томас (1) получил хорошие препараты таковых из юры Англии. Он повторно вываривает материал в насыщенном алкогольном растворе гидроокиси калия, где он остается 3—5 недель, причем он набухает и размягчается. Частицы кремневой кислоты в самом материале, или приставшие к нему, удаляются плавиковой кислотой. Затем объект запаивается в целлоидин, о чем у Шнейдера (2) подробнее говорится на стр. 98-й (см. также стр. 117 из этой книги). Для резки препаратов необходим спе-

циальный микротом для твердых материалов (микротом для древесины Jung-Heidelberg, фиг. 33, или микротом ОтС, Reichert, Wien, фиг. 34), при помощи которых можно приготовить разрезы от 5-ти до 10-ти микронов толщины.

В первой стадии способ Томаса не представляет ничего нового. Важна его дальнейшая обработка разрезов. Эти последние сначала представляются буровато-прозрачными и не позволяют различать никакой структуры. Однако ясно, что вещества,

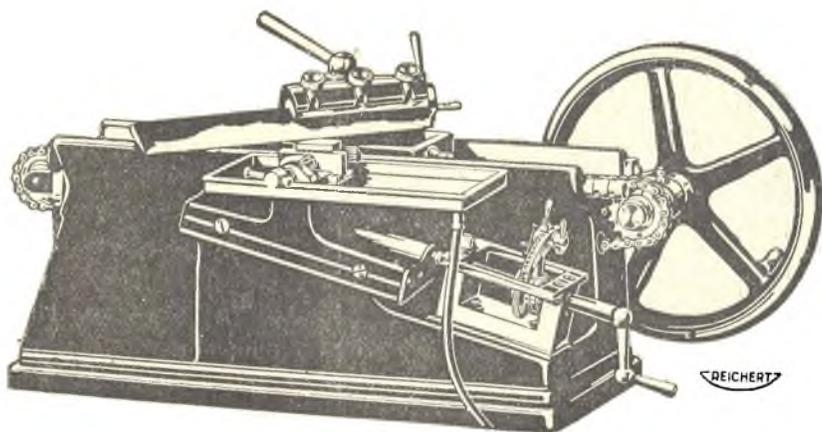


Фиг. 33. Микротом для древесины Юнга в Гейдельберге.

составляющие отдельные ткани и в обугленном состоянии еще химически различны, так что является возможным путем химического воздействия сделать их различными. В смеси Шульце разрезы становятся сначала желтыми. Если их промывать в теплой смеси алкоголя и формалина, то до сих пор незаметные срединные пластинки выступают светлыми на темном основном фоне, в то время как слабый алкогольный раствор аммиака все делает прозрачным. При этом ткани по обработке солянокислым раствором хлорнокислого калия при легком нагревании в жидком слабо-щелочном растворе сернистокислого натрия становятся видими и затем могут быть окрашены. При более долгой обработке смесью Шульце или хромовой кислотой в заключение остаются лишь кутинизованные мембраны. Готовые срезы запаиваются в канадский бальзам или глицерин.

Томас еще не дал точных описаний частных процессов, но несомненно, что этим и ему подобными путями структуру обугленных растений можно обнаружить гораздо лучше, чем ранее.

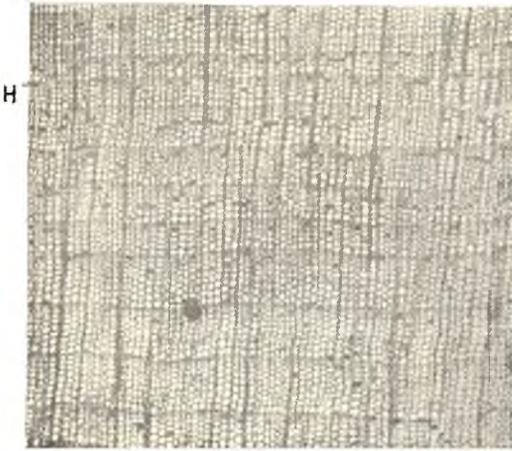
б) Обработка лигнита и тому подобных материалов. Гораздо проще приготовление срезов с обугленных древесин и прежде всего буроугольных лигнитов. Часто здесь достаточно срезов бритвой. Чтобы изучить строение древесины всегда необходимо изготовить три среза (стр. 79), из которых оба продольные можно часто сделать без всякой подготовки. Однако, поперечный большею частью или ломается или свертывается.



Фиг. 34. Специальный микротом для твердых объектов Рейхерта в Вене.

Трибель (3) пропитывает поэтому древесину смесью терпентинного масла и даммаровой смолы и по затвердении приготовляет также шлифы (стр. 77), но этот тщательный процесс здесь совершенно излишен. Готан (3) вместо этого погружает плоскость будущего среза вначале в абсолютный алкоголь, который вытесняет воздух, и затем в расплавленный воск, после чего, вслед за остыванием, можно делать разрез обыкновенной бритвой. Все же поперечные разрезы приходится всегда делать несколько более толстыми, так как иначе они свертываются. Однако этого можно вполне избежать, если положить кусочек лигнита на продолжительное время в алкогольный раствор фенола (карболовая кислота), в результате чего часть вещества, вероятно также смолы, выполняющие некоторые клетки, переходят в раствор, и разрез вследствие этого становится прозрач-

нее. Этот способ рекомендован был Крейзелем уже в 1913 году. Продолжительность воздействия требует от нескольких часов до многих недель, соответственно материалу и концентрации. При этом надо обращать внимание, чтобы древесина не стала слишком мягкой. Если материал сначала слишком тверд, то можно взять также смесь алкоголя и глицерина (Шмальгаузен применял раствор гуммиарабика + глицерин), но тогда тре-



Фиг. 35. Поперечный срез древесины и буроугольные древесины и т. п. материал киссеровским микротомом (4) (фиг. 34) для твердых объектов (G. Reichert, Wien, Modell OmC). Мягкий или хрупкий материал заключается в глицерин-гуммиарабик. В алкоголе или под воздушным насосом удаляют воздух, пропитывают объект водой и погружают затем его в смесь 10 г гуммиарабика, 10 г воды и 40—50 капель глицерина, разведенного 3-мя частями воды, к которой примешивают немного карболовой кислоты. Жидкость остается стоять, пока она не станет сироповидной, затем кусочек вынимают и, удалив гуммиарабик с поверхности, оставляют его сохнуть около 4-х дней. Затверждение, происходящее при высыхании, можно усилить алкоголем. Затем можно резать, для чего

буется больше времени, пока наступит требуемое размягчение.

Размягченную древесину можно резать бритвой, маленькие срезы сначала переносятся в сосуд с водой и лучшие из них затем заключаются в глицерин-желатин. Окрашивание едва ли необходимо. При очень светлом материале употребляется сафранин или генцианвиолет, которые однако со временем

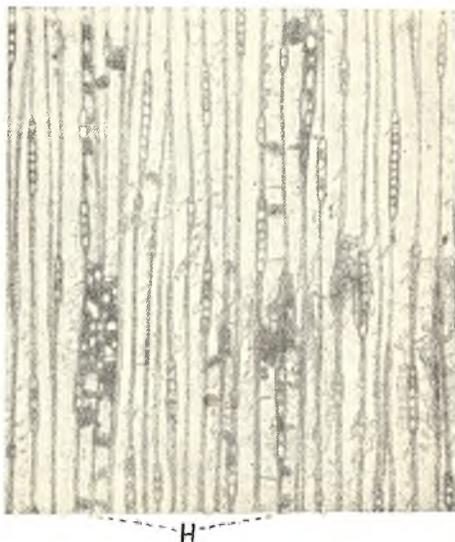
блекнут. Некоторые неокрашенные шлифы представлены на фиг. 35—37.

в) Микротомные срезы лигнитов. Юраский режет буроугольные древесины и т. п. материал киссеровским микротомом (4) (фиг. 34) для твердых объектов (G. Reichert, Wien, Modell OmC). Мягкий или хрупкий материал заключается в глицерин-гуммиарабик. В алкоголе или под воздушным насосом удаляют воздух, пропитывают объект водой и погружают затем его в смесь 10 г гуммиарабика, 10 г воды и 40—50 капель глицерина, разведенного 3-мя частями воды, к которой примешивают немного карболовой кислоты. Жидкость остается стоять, пока она не станет сироповидной, затем кусочек вынимают и, удалив гуммиарабик с поверхности, оставляют его сохнуть около 4-х дней. Затверждение, происходящее при высыхании, можно усилить алкоголем. Затем можно резать, для чего

бритва смачивается небольшим количеством водного алкоголя.

Очень рекомендуется также заключение в глицерин-желатин, для чего объект пропитывается под водяной соской, затем вырезается участок среды с объектом и уплотняется 70% алкоголем и 4% формалином. Этой же жидкостью при резке смачивается и бритва.

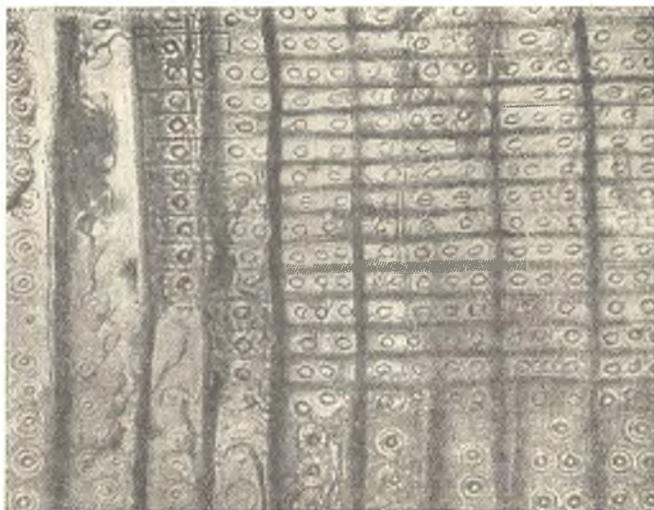
Твердые древесины. Оболочки плодов и т. п. материал можно сделать мягким и пригодным для резки продолжительной варкой в 30% глицерине, но Юраский нашел, что еще лучше резать их при воздействии пара. Для этого Reichert построил аппарат, который во время резки пускает на объект непрерывную струю пара. При этом бритва должна быть из нержавеющей стали. Она увлажняется горячей или хотя бы теплой водой, к которой для понижения поверхностного натяжения прибавляется несколько мыла или желатина. Поперечные срезы легко распадаются. Поэтому можно смазать гладкую поверхность разреза коллодием и поднимать их при помощи получающейся таким образом пленки. Таким путем можно разложить даже очень ломкие объекты на связные срезы и в короткое время можно приготовить целую серию срезов, 5 и менее микронов толщины, общей поверхностью до 40 см².



Фиг. 36. Тангентальный срез древесины из бурого угля (*Taxodioxylon sequoianum*).
× 75. Н—смоляная паренхима. По Крейзелю.

Лигниты также, случается, содержат минералы, которые должны быть удалены до заключения среза. Для углекислого кальция применяется соляная, для железных соединений слабая серная или азотная кислота (короткое действие), для силикатов и кремнекислот—плавиковая кислота. По Джеффри и Крейслеру можно дать следующее наставление: ориентированный по на-

правлениям среза кусочек 1 куб. сант. объема размягчается несколько дней в щелочном алкоголе (1 часть 10% водного раствора едкого натра + 2 части 50% алкоголя) и затем промывается по меньшей мере 24 часа в 50% алкоголе при постоянной смене его. Как растворитель для минералов употребляется смесь водной плавиковой кислоты и 30% алкоголя в отношении 1 : 9, в свинцовом, каучуковом или парафиновом сосуде,



Фиг. 37. Радиальный срез древесины из бурого угля (*Taxodioxylon sequoianum*). $\times 200$. По Крейзелю.

в котором материал остается 2—3 дня, а затем промывается 30% в слабо щелочном алкоголе. По обезвоживанию в часто сменяемом абсолютном алкоголе (по меньшей мере 2 дня), можно делать срезы бритвой или заключить объект в целлоидин; если нужно, срезы выщелачиваются хлорной водой (стр. 60).

г) Тонкие срезы углей. *Размягчение*. Раньше уже говорилось, что приготовление из угля тонких шлифов занимает много времени, трудно, и во многих случаях дает неудовлетворительные препараты. Употребительные методы шлифовки даны лишь в новейшее время. Поэтому казалось желательным попытаться приготовить из угля тонкие срезы. Здесь будет описан способ Джеффри (5), который действительно дает прекрасные шлифы, как показывают, особенно цветные, изображения в его работах.

Наиболее пригодны для этого матовые угли: некоторые антрациты даже *после обработки, тянущейся годами*, не дают хороших препаратов. Трудность состоит в размягчении угля. Для этой цели маленький кусочек угля, ориентированный по направлению разреза, не более одного куб. сант. объемом, помещается на неделю или более в смесь фенола (карболовой кислоты) и 95% алкоголя, а также в жидкость, какую Крейзель применяет для лигнитовых древесин. В начале Джеффри применял щелочи, растворенные в алкоголе.

Только у бурых углей при этом получается достаточное размягчение. В других случаях смачивают хлористый натрий или хлористый калий плавиковой кислотой, причем этим удаляются не только минеральные составные части угля, но и он сам выщелачивается. Сначала берут раствор, прибавляя воды 1 : 4, чтобы избежать образования трещин. Джеффри применял также царскую водку ($\text{HCl} - \text{HNO}_3$) или подобную ей смесь, в которую вместо соляной кислоты входит плавиковая (HCl), но становящиеся от этого ломкими угли потом режутся очень трудно.

Подготовленный таким образом материал помещается в раствор карболовой кислоты и оставляется там на долгое время (от одного дня до одной недели) на водяной бане, причем все время раствор должен приливаться, чтобы он покрывал уголь. Переходящая в раствор окраска, как и кислота, в заключение удаляются промывкой в 95% алкоголе, а вода — абсолютным алкоголем, лучше при удалении воздуха воздушным насосом. Затем кусочек угля переносится в смесь (1:1) абсолютного алкоголя и эфира и нагревается в ней 24 часа на электрической бане до 60—70° (необходимо плотно закрывать сосуд).

Заключение препарата. По охлаждении производится заключение объекта в целлоидин, сначала в 2% растворе в абсолютном алкоголе и эфире (возобновлять при появляющейся окраске), затем в 4% и 6%. Прежде чем применять 14—16% раствор, открытые сосуды подвергают сильному давлению в стальном цилиндре. Если эфир более не пенится, материал оставляется еще на 24 часа в водяной бане. Затем его охлаждают и до тех пор прибавляют стружки целлоидина, пока раствор по охлаждению не станет почти плотным. Затем кусочек угля вынимается, и нитроцеллюлоза уплотняется в хлороформе. Он остается там два дня в излишке хлороформа и переносится

затем в 95% алкоголь-глицерин (1 : 1), где остается до резки, но не менее одной недели.

Резка препаратов. Для резки пригоден лишь микротом для твердых объектов. Бритва должна при этом помещаться не косо, как обыкновенно, но стоять под прямым углом к объекту и быть смоченной 95% алкоголем. Разрезы не должны быть толще 5 микронов.



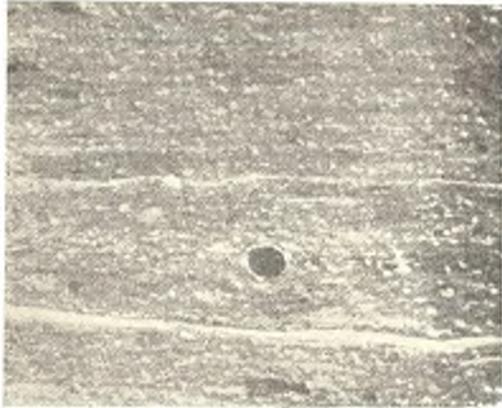
Фиг. 38. Шлиф толщины 10 μ торфа. В нижней части включения, сохранившие структуру. Препарат Лейзевица.

Наклейка разрезов. Осторожно снятые разрезы переносят затем в 95% спирт, и испытывают их таким образом — прозрачные (бурые) разрезы кладутся в абсолютный алкоголь, к которому прибавляется хлороформ, просветляются бензолом или ксилолом, и, наконец, переносятся на предметное стекло, которое смачивается бензолом (разрезы очень легко разрываются). Затем их кладут в канадский

бальзам, который предварительно нагревается и густо растворяется в бензоле (концентрированный раствор). Затем препараты нужно положить горизонтально на один день и придавить их свинцовым грузиком. Еще лучше применение зажима. Только совершенно плоские разрезы можно рассматривать при сильном увеличении.

Джеффри уже много раз менял свою методику. В действительности бывает едва ли два угля, две пробы из одного и того же пласта, которые вели бы себя одинаково. Тиссен поэтому довольствуется мелкими срезами 2—4 мм в диаметре, размягчая материал сначала в плавиковой кислоте, а затем в алкогольном или водном растворе едкого кали или натра.

Во всяком случае приготовление разрезов по этому способу вообще мешкотно, так что ему едва ли можно следовать. Тиссен сам вернулся к методу тонких шлифов. Но нужно дать более простые методы работы. В моем распоряжении находится ряд тонких срезов торфа, бурого угля, и более древних матовых и глянцевого углей, приготовленных в 1910 г. в здешнем Ботаническом саду скончавшимся Лаузевицем. За препараты, как и за ближайшиe указания, я благодарен проф. д-ру Мёбиусу в Франкфурте н/М. Лаузевиц, занимавшийся ботаникой как любитель, знал также химию, изучал у Зибена в Бонне микроскопию, завел у себя необходимые приспособления и пытался преимущественно резать



Фиг. 39. Бурый уголь из Гоген Мейснер. Включения в гомогенном основном веществе.
× 30. Препарат Лейзевица.

твердые ломкие и другие трудно поддающиеся объекты, в том числе торф, древесный уголь и ископаемые угли. Для смягчения он применял едкий натр, а также „сапонарин“, составленную им самим массу, состава которой, также, как и вещества для заключения препарата, он не сообщил. Сапонарин — вероятно род щелочного мыла. К сожалению, после смерти Лаузевица ближайших указаний не осталось. Во всяком случае он был первый, кому удалось достигнуть приготовления пригодных разрезов торфа и углей несложным путем, что не заслуживает быть преданным забвению. Фиг. 38 и 39 сделаны по его препаратам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thomas, H. H. The Caytoniales (ср. стр. 20).
2. Schneider, H. Mikrotechnik.
3. Potonié-Gothan. Praktikum (ср. стр. 20).
4. Kisser, J. Leitfaden der botanischen Mikrotechnik. Jena, 1926.
— Ein neues Mikrotom zum Schneiden harter Objekte. Ztschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. 41, 1924.

Kisser, J. Die Dampfmethode, ein neues Verfahren zum Schneiden härtester Objekte. Ztschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. 43, 1926.

5. Jeffrey, E. C. Origin and Organisation of Coal. Mem. Ac. Arts. Sc. Vol. 15, 1924.

9. Изготовление препаратов из золы (сподограмм)

Молиш (1) ввел в ботанику изготовление зольных скелетов, которые он назвал сподограммами (*σποδογ*—зола, пепел). Этот способ с успехом можно применять при анатомическом изучении растительных частей, клетчатые стенки которых обызвествлены и окремнены. Их ткани остаются в зольных изображениях сохраненными так хорошо, как будто они не были вовсе сожжены. Это же относится к инкрустированным волоскам и включениям, как кристаллы, цистолиты и т. п. Как примеры, можно назвать стегмы сосудистых и механических пучков пальмовой древесины, кремневые клетки злаков, конические клетки осок, рафиды и кристаллы щевелевокислого кальция многих семейств. Эти структуры систематически очень ценны, и выступают в сподограммах яснее, чем в неиспеленной ткани, именно при заключении в анилиновое масло или фенол. Такие препараты важны при изучении обугленных ископаемых, прежде всего в таких случаях, где мы имеем маленькие обломки листьев, как в торфе или буром угле. Гепперт этим путем изучал структуры более древних углей. Р. Потонье испепелял простые листоватые угли из московского каменноугольного бурого угля, как и другой материал. Милиаракис обрабатывает золу смесью серной и хромовой кислот. Кремневые скелеты едва затрагиваются при скором действии плавиковой кислоты и особенно хорошо видны в 20% растворе соляной. При некоторой осторожности препараты можно заключать в глицерин, глицерин-желатин или в канадский бальзам.

Уголь также можно обрабатывать этим способом (3). Прокаливают осколок в фарфоровом тигле, на платиновой пластинке или в платиновом тигле; при коксуемости угля способность к вспучиванию устраняется, по Лангу — многочасовым нагреванием до 350°C. Древесные составные части верхне-баварского смолистого угля, которые едва видны на тонких шлифах, на сподограммах выступают ясно.

Если приходится испепелять тонкие шлифы угля, то они должны быть сначала очищены от клеящего вещества и затем медленно нагреты. Они особенно пригодны для установления характера неорганических включений. Присутствующий серный колчедан окрашивает золу в красный цвет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Molisch, H. Anatomie der Pflanzen. 3. Aufl., Jena, 1927.
2. Potonié, R. Kohlenpetrographie, стр. 247 (ср. стр. 20).
3. Stach, E. Praktikum, стр. 13 (ср. стр. 20).

10. Изготовление коллоидных препаратов

Если нанести на поверхность листа тонкий слой растворенного в эфире коллодиума, то по испарении эфира остается нежная коллоидная пленочка, на которой, снявши ее, можно различить такие структуры поверхности, как волоски, устьяца, железки и т. п. По способу Натгорста подобное можно проделывать и с ископаемыми. Но если они обуглены, то во всяком случае, если только возможно, должны быть изучены сами кутикулы, и только в случае необходимости можно обойтись коллоидными препаратами. Другое дело, если сохранился лишь отпечаток на очень тонкозернистой породе. Прежде всего нужно иметь в виду химические осадки, как известняки. Но на тонкозернистых туфах структуры на коллоидной пленке также видны лучше, чем на самом камне.

При предварительном исследовании инкрустатов и лигнитов этим способом можно удостовериться, заслуживает ли сохранение структуры дальнейшего изучения.

Первая снятая пленочка обычно бывает загрязнена частицами породы и пыли, и лишь следующая дает хороший препарат. При наблюдении все зависит от правильного освещения. Можно посоветовать, кроме обычного проходящего, также применять косо падающий сверху свет.

Препараты сохраняются сухими под покровным стеклышком или заключенными в глицерин-желатин.

С. МИКРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Микрохимические исследования особенно применялись к углям. Эта сторона петрографии углей, до сих пор обращав-

шая на себя слишком мало внимания, должна получить большее значение, на что особенно указывал Р. Потонье (1). Поскольку дело идет об установлении неорганических примесей золы угля, как железо, магний, кальций, кремневая кислота, сера, фосфор и хлориды (NaCl), мы сошлемся на указания Штахта (2). Исследуют весь шлиф или только его часть, причем покрывают его покровным стеклышком, которое имеет тонкое воронковидное отверстие.

Здесь мы обратим внимание только на некоторые органические вещества, которые уже присутствовали в живущем растении и находятся еще в обугленном веществе. Таковыми являются целлюлоза, лигнин, кутин и суберин, воски и смолы. Целлюлоза находится в большинстве клеточных стенок, лигнин является веществом, отложенным в одеревенелых стенках, суберин образует пробку, в то время как сходный с ним кутин находится во внешнем слое листовой эпидермы, кутикуле. Из этих веществ целлюлоза и другие ей родственные разлагаются при обугливаниях легче всего. Входят ли они при этом в уголь, или последний состоит лишь из лигнина, представляет горячо обсуждаемый вопрос, разрешение которого нужно искать где-то посредине.

Уже Шульце казалось в 1855 г., а Гепперту в 1857 г., что ими была установлена целлюлоза, первым в каменном угле, вторым в окремнелой древесине. Подобные исследования были затем произведены фон Гюмбелем и Визнером, которые мало обратили на себя внимания, и затем впервые были вновь сделаны Р. Потонье, затронувшим этот вопрос совершенно наново.

I. Определение лигнина. Из многочисленных реакций на одеревенелые перепонки, собранных Шнейдером (3), таковые флороглюцин-соляной кислоты, анилин-сульфата и резорциновая при обугленных тканях не удаются, или, самое большее, могут иметь успех на четвертичных древесинах из болот. По Чапеку, они связаны при своем осуществлении с присутствием гадромала. Это вещество может быть удалено и из живущей древесины и очевидно разрушается уже при начинающемся обугливаниях. Однако Грус (4) убежден, что ему удалось установить лигнин при помощи брэнцкاتهина в одном кейперском угле, который в порошкообразной форме обрабатывался 40% едким натром и потом был промыт. Раствор он нагревал под обратным холодильником с алькогольной соляной кислотой по Визнеру,

до бурого окрашивания, после чего этот раствор наливался поверх концентрированной серной кислоты. При этом пограничная плоскость сначала окрашивалась бурофиолетовым, а затем аметистовым цветом. Р. Потонье однако замечает, что эта реакция едва ли убедительна. По его мнению для нашей цели остается пригодной лишь также иногда сомнительная майлевская (Mäulesche) реакция, для которой материал, напр. кусочек лигнита, переносят в 1% раствор марганцево-кислого калия, промывают в воде и затем переносят в соляную кислоту. После прибавления аммиака на современном лигнине наступает красное окрашивание; так как его вследствие его естественной бурой окраски, бывает трудно отличить на ископаемом материале, то рекомендуется заменить марганцевый раствор гофмейстеровской смесью (соляная кислота — концентрированный раствор хлористого калия) или каким-либо другим окислителем. В основе реакция не что иное, как применение мацерационного метода.

При лигнитах она часто протекает положительно, но Р. Потонье думает, что причиной окраски здесь является не только лигнин и продукты его распада, так как эпидермы и споры при этом показывают также окрашивание. При более древних углях испытание большею частью дает отрицательные результаты. Надежные результаты дает кобальт-роданид, который окрашивает лигнин в голубой цвет. Однако бурая окраска самого лигнина обращает ее в фиолетовую.

2. Определение целлюлозы. В обугленном материале едва ли можно найти свободную целлюлозу; она может оказаться лишь там, где она связана с кутином и лигнитовыми продуктами, т. е. в обугленных древесинах и эпидермах. В этих случаях она может быть определена лишь после ее отделения концентрированным кипящим едким кали или окислителями, как смесь Шульце или Гофмейстера.

Раствор хлорцинкиода, благодаря бурому окрашиванию ископаемых, неприменим, пригоднее — иод-соляная кислота по Руссову.

Сначала срез пропитывают раствором $\frac{1}{3}\%$ иода и $1\frac{1}{3}\%$ иодистого калия в воде, потом его покрывают несколькими каплями смеси концентрированной серной кислоты и воды 2 : 1, причем наступает голубое окрашивание. Ископаемые эпидермы нужно сначала варить в концентрированном едком кали, затем

погрузить в концентрированную серную кислоту, после чего прибавляется иодная тинктура. То, что остается в лигнитах после применения майлевской реакции в связи со смесью Гоффмейстера при основательной промывке аммиаком, есть несомненная целлюлоза. То же самое применимо в смеси Шульце.

Включенные в янтаре листья *Biota*, пробковые ткани из бурых углей, кутинизированные эпидермы и затем еще некоторые карбоновые древесные угли дают положительную целлюлозную реакцию. Но если угли, напр. сапропелевые, реагируют положительно, то тут, во всяком случае как причину, можно рассматривать производные хитина. Здесь нам еще недостает пригодной различительной реакции.

Визбар и Маркузон изолировали чистую целлюлозу из бурого угля по следующему, кратко изложенному здесь способу. Сначала бурый уголь нагревается в течение многих часов на паровой бане в 3—4% растворе едкого натра, а затем на много дней его оставляют при комнатной температуре. Затем при помощи тонкого проволочного сита разделяется едкий натр и шлам (не касаться к осадку на дне). Потом вещество, оставшееся на фильтре, прибавляют к данному осадку и вместе их отмывают декантированием, после чего осадок собирается на сите до полного обезцвечивания стекающей жидкости. Затем находящиеся еще в нем темные вещества удаляются переменной обработкой бромной водой и 3—4% едким натром и все встряхивается с заметно окрашенной в желтый цвет бромной водой. По обезцвечивании и уничтожении бромного запаха опять встряхивают с едким натром, причем наступает бурое окрашивание. Затем опять начинается промывка, и таким образом вещество обрабатывается несколько раз. Оно становится все светлее, и, в конце концов, остается лишь целлюлоза.

Р. Потонье доказывает на описанном Готаном саперите из Клетвица в Лаузице (6), что при исключительных условиях возможно сохранение третичной древесины в форме чистой целлюлозы, саперит типично окрашивается, как в иодсерной кислоте, также и хлординкиоде. Здесь удаётся также реакция с аммиачной окисью меди, причем материал по вываривании с бензолом, промывке в спирту и вываривании в воде растворяется почти без остатка. При подкислении раствора слабой серной кислотой получается осадок, который окрашивается в фиолетовый цвет хлординкиодом.

Применяемый тут раствор (7) (реактив Швейцера) получается путем обмывания медного купороса разбавленным аммиаком, если сосуд оставляется стоять открытым. Вследствие ограниченной устойчивости этого реактива его перед употреблением нужно испытать на вате, которая должна полностью перейти в раствор.

3. Определение кутина и суберина. Уже по поводу мацерации было сказано, что после обработки более сильно действующими окислителями в осадке остаются пластинки кутина, кутинизированные клеточные стенки, реже и опробковелые ткани. Ряд реакций одинаково применим для кутина и суберина (пробки).

Реакция цериновой кислоты по фон Генелю. После короткой варки смеси Шульце выступают маленькие маслообразные капли.

Концентрированная хромовая кислота при обыкновенной температуре оставляет кутинизированные ткани неизменными.

Концентрированная серная кислота действует так же.

Хлорцинкиод или *иод-иодкалий* окрашивает их также в желтый цвет или соответственно темнее.

Из веществ, применяемых для окраски опробковелых клеточных стенок, для ископаемых тканей пригодны следующие:

Генциана-виолет, *Säuregrün*. Сильно алкогольный раствор делается от аммиачного раствора почти безцветным. Разрезы в нем остаются несколько минут и промываются соляной, азотной или серной кислотой.

Раствор хлорофилла. Свежеприготовленный крепкий хлорофильный раствор окрашивает в темнозеленый цвет после долгого стояния.

Судан III. Растворяют 0.01 г в 10 куб. см 96% алкоголя и глицерина 1:1, нагревают до кипения алкоголя, причем является красное окрашивание.

Существует лишь немного реакций, которые специфичны для кутина и являются отрицательными на обыкновенную пробку.

Глицерин-хромовая кислота. После нагревания в глицерине пробка растворяется в хромовой кислоте, кутин же нет.

Едкий кали. Таким же образом при варке в едком кали кутинизированные составные части угля лишь очень мало изменяются.

Вообще, таким образом пробка и кутин ведут себя одинаково, но последний еще устойчивее.

4. Определение восков и смолы. Воски и смолы встречаются как в угле, так и в растительных тканях более молодого возраста. Сюда относятся ретинит и „сургучные древесины“ (Siegellackhölzer) из бурого угля (7). У растений каменноугольного возраста смолы должны повидимому отсутствовать.¹ На тонких разрезах или тонких шлифах они выступают как желтоватые включения в красно-бурой основной массе. Ископаемые смолы при нагревании плавятся, но на лигнитах это испытание может не удасться. Тогда пытаются растворить сомнительные включения в кипящем спирте, эфире, хлороформе или варкой в едком кали, или окрасить их лучше всего суданом III, который может также служить для определения крахмала битуминозной части угля.

Очень часто реакции, применимые для современных смол, при ископаемом материале являются отрицательными. Из этого следует, что последний является уже сильно измененным. В связи с этим можно отметить, что Готану удалось в буром угле определить ископаемый каучук (6).

Здесь можно произвести еще много дальнейших исследований, так как вообще микрохимия обугленных ископаемых представляет еще широкое поле для будущих работ. У нас кроме смолисто-янтарных включений в третичных углях всего Дальнего Востока (Владивосток, Камчатка и др.) весьма характерными являются палочковидные образования липовецкого рабдописита, являющиеся смолистым или камедистым выполнением смоляных ходов, напр. меловых голосеменных (8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Potonié, R. Der mikrochemische Nachweis fossiler kutinisierten und verholzter Zellwände, sowie fossiler Zellulose und seine Bedeutung für die Geologie der Kohlen. Jahrb. Preuss. Landesanst. f. 1920, Bd. 41, Teil. I, 1920.— Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung, VIII. Braunkohle, 1926.
— Kohlenpetrographie (ср. стр. 20).
2. Stach, E. Praktikum (ср. стр. 20).
3. Schneider, H. Mikrotechnik.
4. Grüss, J. Über die Ligninsubstanz. Ber. d. deut. Bot. Ges., Bd. 41, 1923.
5. Wisbar, G. Nachweis von Zellulose in Form von gut erhaltenen Baumwoll- und Leinenfasern in deutscher Braunkohle. Braunkohle, 1924.

¹ Это положение оспаривается Д. Уайтом. А. К.

6. Gothan, W. Über das Vorkommen von Zellulosekohle in der Braunkohle der Gegend von Klettwitz (N.-L.). Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. f. 1926, Bd. 47, 1926.
 7. — Die „Siegellackhölzer“ aus der Braunkohle von Volpriehausen bei Göttingen. Braunkohle, 1926.
— Kautschukbäume.
 8. Криштофович, А. Липовецкие копи, см. стр. 49.
-

V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ УГЛЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

1. Каменный уголь, бурый уголь, торф. Уже в первом отделе говорилось о разновидностях углей и об их составных частях, и было отмечено, что между первыми существуют переходы. Резкое разделение их на основании петрографических, физических и химических признаков поэтому очень трудно. Однако в новейшее время большинство практиков сходятся на следующих определениях каменного угля, бурого угля и торфа (1.)

Каменные угли крепки, большей частью имеют угловатый излом и черный цвет (кэннели и т. п. однако матовы и раковистого излома). Черта на шероховатой фарфоровой белой чашечке — черная. При варке со щелочами и слабой азотной кислотой не наблюдается никакой окраски.

Бурые угли плотно-землисты, с блестящим изломом или без блеска, большей частью бурые (если блестящие или раковистые, то до черных), имеют бурую, реже черную черту. При варке со щелочами получается темное окрашивание раствора, со слабой азотной кислотой — зеленое или красное.

Обработка щелочами делает основную массу пластически мажущейся, которая кроме кусочков лигнита, лубяных волокон не содержит никаких связанных тканевых частей. Мхи отсутствуют (хотя единичное их присутствие было указано, напр. Ч. Ива-саки. А. К.). Остатки листовых деревьев очень редки, лигниты почти всегда представляют древесины хвойных со структурой кипарисовых. В смеси серной и хромовой кислоты бурый уголь более или менее растворяется, каменный уголь напротив дает черный горючий остаток.

Торф. Здесь также после варки в щелочах частицы основной массы эластичны и едва размазываются. В ней содержатся большие массы растительных волокон, участков ткани, листья;

мхи часты, также лиственные древесины. Остатки хвойных относятся к *Abietineae*. Из горновлажного торфа можно выжать воду, из бурого угля — нет; торф также можно проколоть, а бурый уголь — нет. Целлюлозная реакция на хлорцинкиод у бурых углей почти всегда отрицательна. Ряд других различных реакций дают Пищ (2) и Штах (3).

2. Гумусовые угли и сапропелиты. Если перед исследователем в поле лежит задача решить, представляет ли отложение чистый гнилостный ил, то нельзя полагаться только на окраску. Воздушно-сухие сапропелиты могут быть светлыми. Известковый сапропель напр. чисто белый, (кукерсит — светлокоричневого света. А. К.). Чтобы отличить такой от чистого известняка, нагревают его в закрытом платиновом тигле. При этом сапропель возгоняется, остаток же окрашивается углеродом в черный цвет. Наоборот, известняк остается белым, во всяком случае — светло-серым. Черное окрашивание во всяком случае обуславливается углеродом, если проба при повторном прокаливании при доступе воздуха опять становится светлой. Этого не бывает, если дело идет о серном колчедане, который при прокаливании превращается в сернистое железо.

С соляной кислотой получается при образовании сероводорода светло-зеленый раствор хлористого железа. Если материал остается темным и после этого испытания, то очевидно углерод в нем присутствует, и в таких случаях обычно дело идет о сапропелевых образованиях. В других случаях подобным образом ведут себя и некоторые липтобиолиты. Если гнилостным илом сделать ножом мазки на бумаге, то по высыхании образуется рогообразная растрескивающаяся кожица, которая при смешении с глиной и т. п. более или менее растирается. Однако она сама по себе едва ли стекает вниз. Свежий гнилостный ил студнеобразен и не поддается промывке. Будучи высушен, он уже не набухает опять.

Едва ли бывают совершенно чистые матовые и глянцевые угли; мы видели, что и антрацит и каменный уголь в этом отношении являются углями полосатыми. При преобладании одной составной части получаются, однако, некоторые разрешающие реакции. Если распыленный уголь поместить в смесь Шульце, то в первом случае получается по большей мере желтое окрашивание, в других — темно-бурое, и то же получается, если обрабатывать далее щелочами мацерированное вещество.

В смеси хромовой и серной кислоты настоящие гумусовые (блестящие угли) производят зеленое окрашивание. Оно может быть маскировано избытком хромовой кислоты, но становится видным при прибавлении хлористого бария ($Ba Cl_2$) в падающем свете, поскольку осадок сернокислого бария остается взвешенным.

Путем нагревания угли можно сделать более поддающимися обработке, а если необходимо — следует обновить реактивы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gothan W. Die Begrenzung der Begriffe Steinkohle, Braunkohle und Torf. Braunkohle, 1926.
— Pietzsch, K. und Petraschek, W. Die Begrenzung der Kohlenarten (см. стр. 47).
 2. Pietzsch, K. Braunkohlen (см. стр. 48).
 3. Stach, E. Praktikum (см. стр. 20).
-

VI. ОБОРУДОВАНИЕ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

(Составил А. Н. Криштофович)

В настоящей главе мною собраны и распределены по категориям инструменты, приборы, реактивы и материалы, необходимые для полного оборудования первоклассной палеоботанической лаборатории.

Сосредоточение всей аппаратуры в одном месте является весьма ценным для успеха палеоботанической работы, так как современное изучение, распадающееся на ряд совершенно различных операций, сильно страдает именно вследствие отсутствия возможности обрабатывать весь материал полностью в одном месте, пользуясь всеми достижениями техники. Чтобы обрезать образец, шлифовать его, сделать рабочий фотографический снимок, протравить, снять пленку, произвести реакцию на то или иное вещество, работник должен обойти ряд лабораторий и даже учреждений. Ни одно из учреждений, где работают по палеоботанике, не имеет микротомы, тем более специального.

Конечно, такое полное разворачивание лабораторий может быть достигнуто не сразу, но и частичное оборудование их уже даст возможность вести работу более сосредоточено. В будущем наш опыт даст возможность не только заполнить все пробелы, но может быть и заменить некоторые случайные материалы специальными. Некоторая трудность оборудования естественно возникает вследствие того, что большинство точных приборов изготавливается за границей, немногими, часто одной-двумя фирмами, строго специализировавшимися в этой отрасли, и не массовый характер потребления этих предметов едва ли допустит более широкое изготовление их одновременно в разных странах.

То же касается некоторых специфических материалов, потребляющихся в минимальных количествах, как разных клеев, реактивов, некоторых тонких усовершенствований, иногда еще находящихся в процессе испытания.

Развитие у нас палеоботанической работы, так тесно связанной с угольной проблемой, несомненно даст возможность и нам внести не мало нового в методику изучения ископаемых растений и их продуктов. Практика шлифовки объектов и их наклейки, не представляя сама по себе широкой специальности, поневоле выбрала для своего употребления вещества, применимые в близких по роду отраслях промышленности или даже из сходных процессов весьма далеких ремесл (сельвит шлифовальщиков, Englischrot полировщиков с одной стороны, атласный башмачный клей — с другой). Более широкое ее развитие даст возможность более уточнить и специфицировать ассортимент, прямо необходимый именно для наших потребностей, который тогда может даже специально вырабатываться в наших лабораториях и фабриках. Пока же приходится мириться с необходимостью пользоваться случайными заимствованными материалами, а дорогостоящее оборудование выписывать из-за рубежа.

Однако лишь высокое по качеству оборудование даст возможность достигнуть хороших результатов, недостаток его уменьшит продукцию наших лабораторий и тем самым создаст момент к замедлению их нормального развития.

I. МАШИНЫ И ИНСТРУМЕНТЫ, КРОМЕ ОПТИЧЕСКИХ

1. Резательная машина.
2. Мотор 0.5 HP к ней.
3. Набор дисков — стальных, медных, карборундовых и алмазных.
4. Шлифовальная машина.
5. Полировальная машина.
6. Мотор к каждой.
7. Набор кругов: карборундовых, стальных, стеклянных матовых и шлифованного стекла.
8. Такие же круги или пластинки для шлифования от руки.
9. Для покрытия дисков при полировке: кожа, фланель шерстяная, сукно, сельвит (Selvyte ювелиров в Лондоне), замша.
10. Микротом обыкновенный ботанический.
11. Микротом для древесин (Holzmikrotom от Jung-Heidelberg).
12. Специальный микротом для твердых объектов.
13. Печь Вюльфинга (Kittofen nach Wülfing).
14. Вакуум по Вюльфингу (см. стр. 81).
15. Оселки — от Leitz, Wetzlar.
16. Жировик.
17. Новакулитовый сланец.
18. Щипцы для откусывания породы, крупные и мелкие.
19. Пилы для резки мягких пород.
20. Обратный холодильник.
21. Вытяжной шкаф.
22. Водяная соска.
23. Воздушный насос с колоколом.
24. Сита для отмучивания проволочные, с ячейками от 4 кв. мм и менее.
25. Сито для отмучивания из шелкового мельничного газа от № 20 и крупнее.
25. Центрифуга ручная.
26. Термостаты.
27. Паяльная трубка.
28. Термометры до 300°—350° C.
29. Бомба (Bombofen).

II. ОПТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

1. Микроскоп биологический с сист. 3, 7 и 9.
2. Микроскоп бинокулярный — Aufbereitungsmikroskop nach Schneiderhöhn, Leitz.
3. Микроскоп рудный — Erzmikroskop, Leitz, Wetzlar.
4. Опакиллюминатор к нему.
5. Специальная лампа к нему — Speziallampe zum Mikroskopieren, Leitz.
6. Микроскоп поляризационный.
7. Лупы бинокулярные.

8. Лупы обыкновенные, $\times 6$ и $\times 10$ Leitz или Zeiss.
9. Лампа ртутная кварцевая для флуорографии — Hanauer Analysen - Quecksilberlampe (W. Häreus, Hanau).
10. Столик вращающийся — Drehtisch, Leitz, Wetzlar.
11. Препаровальные ботанические лупы, Zeiss или Reichert.
12. Аппарат фотографический 13×18 см для снимков в натур. вел. и микроскоп. с дуговым освещением.

III. МЕЛКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ (КРОМЕ МАТЕРИАЛОВ)

1. Бритвы ботанические.
2. Бунзеновские горелки.
3. Штативы Бунзена.
4. Железные пластинки.
5. Баня песчаная; баня водяная.
6. Чашки фарфоровые.
7. „ „ стеклянные.
8. Кристаллизаторы.
9. Пробирки.
10. Тигли фарфоровые.
11. Сосуды стеклянные, каучуковые, свинцовые и железные.
12. Стекла часовые.
13. Иглы препаровальные.
14. Пинцеты.
15. Скальпели.
16. Ножницы.
17. Кисти разные.
18. Зажимы.
19. Каучуковые трубки.
20. Обжимки для пробок.
21. Пробой для пробок.
22. Пипетки.
23. Колбы различные.
24. Лобзик.
25. Регушировальный пюпитр.

IV. МАТЕРИАЛЫ

- а) Предметы и проч., кроме реактивов и хемикалий
1. Стекла предметные микроскопические.
2. Стекла покровные квадратные.
3. Стекла покровные круглые.
4. Гипс.
5. Парафин с температурой плавления от 50° С.
6. Пластилин, мастика.
7. Трубки стеклянные.
8. Склянки с притертыми пробками.
9. Склянки с корковыми пробками.
10. Фильтровальная бумага.
11. Наждак (зерно до 5μ).
12. Карборунды, разные №№
13. Окись олова.
14. Englischrot, Polierrot.
15. Окись хрома.
16. Жженная магнезия — Magnesia usta.

17. Пемза.
18. Окись кальция.
19. Канифоль.
20. Глинозем (Tonerde).¹
21. Лакмусовая бумага.
- б) Жидкости и реактивы, клеи
 1. Кислота азотная.
 2. „ серная.
 3. „ соляная.
 4. „ хромовая.
 5. „ уксусная.
 6. „ щавелевая.
 7. „ плавиковая.
 8. „ цериновая.
 9. Едкий кали.
 10. „ натр.
 11. Двухромокислый калий.
 12. Монохлоруксусная кислота.
 13. Бертолетова соль.
 14. Уксуснокислый натрий.
 15. Сода.
 16. Иодистый калий.
 17. Медный купорос.
 18. Хлористый цинк.
 19. Хлордиоксид.
 20. Фосфорная кислота (+ иод).
 21. Селеноксихлорид.
 22. Гидроокись калия.
 23. Гидроокись натрия.
 24. Углекислый калий.
 25. Бромная вода.
 26. Иод кристаллический.
 27. Формальдегид, 10% и 4%.
 28. Хлороформ.
 29. Эфир.
 30. Ксилол.
 31. Бензол.
 32. Алкоголь (от абсол. до 50%).
 33. Ацетон.
 34. Тимол.
 35. Кумол.
 36. Гвоздичное масло.
 37. Стиракс.
 38. Арсентрисульфид.
 39. Иодистый метилен.
 40. Глауберова соль.
 41. Фенол.
 42. Сернокислый анилин.
 43. Диафанол.
 44. Диафанол-рапид.
 45. Коллодиум.
 46. Глицерин.
 47. Гентианавиолет, гематоксилин.
 48. Резорцин.
 49. Сафранин.
 50. Метиленблау.
 51. Эритрозин.
 52. Судан III.
 53. Säuregrün.
 54. Глицерин-желатин.
 55. Желатин.
 56. Копаловая смола.
 57. Гвоздичное масло.
 58. Кетоновая смола.
 59. Коллолит.
 60. Атласный клей (Atlasschuhkitt).
 61. Крокол.
 62. Клей для покровных стекол (Deckglaskitt, Merck).
 63. Клей Weyland'a или метилкетонбутанол, сернистый калий, метилметилэтилкетон (от I. G. Farbenindustrie A. Ges.).

¹ Tonerde №№ 1, 2 и 3 от K. Retsch, Düsseldorf, Metallographischer Laboratoriumsbedarf.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 64. Шеллак белый и желтый. | 78. Янтарный лак. |
| 65. Метиловый алкоголь. | 79. Мاستичный лак. |
| 66. Растворимое стекло. | 80. Каучук + асфальт + терпентинное масло. |
| 67. Синдетикон. | 81. Goldsize (Grübler, Leipzig). |
| 68. Гуммиарабик. | 82. Целлоидин. |
| 69. Монобромстиракс. ¹ | 83. Роданистый кобальт. |
| 70. Монобромнафталин. | 84. Клей „Marineleim“ (H. O. Korth, Berlin, Genthinerstr. 8). |
| 71. Даммаровая смола. | 85. Перекись водорода. |
| 72. Терпентинное масло. | 86. Жавелева вода. |
| 73. Венецианский терпентин. | 87. Вазелиновое масло. |
| 74. Эвпарал (Grübler, Leipzig). | 88. Сероуглерод. |
| 75. Канадский бальзам. | 89. Фосфор белый. |
| 76. Асфальтовый лак. | |
| 77. Эмалевый лак. | |

V. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

- | | |
|---|--|
| 1. Коллекция срезов современных древесин. | 4. Препараты пыльцы и спор. |
| 2. Коллекция срезов и шлифов ископаемых древесин. | 5. Карточный гербарий листьев главнейших растений. |
| 3. Коллекция современных плодов и семян. | 6. Общий сравнительный гербарий папоротников и древесных растений. |

¹ Это и все другие материалы для препарировки диатомей имеются E. Thum, Leipzig, Kosmosverlag.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Abies 68, 69 *,¹ 70
Abietineae 12
Abietopitys 31 *
Acer 68
Agathis 34
Аренс, В. 91
Акаустиболит 35
Аллохтония 25
Alnus 68, 69 *, 70
Анили-сульфатная реакция 122
Антраксилон 44
Антрацит 23, 42, 93
Ануфриев, Г. 14
Arthropitys bistrata 92 *
Ассарсон, Г. 67
Atlasschuhkitt 59, 108
Атрит 42
Автохтония 25, 42
Аризона 30
Bacciliariaceae 72
Бакелит 83
Балхашит 36, 43
Bastkohle 44, 125
Bennettiteae 12, 31
Бэрри, Э. У. 20
Betula 68, 69 *, 70
Biota 124
Битуминизация 23
Бодэ, Г. 20, 46, 100, 111
Богхэд 36, 43
Болота 37
 „ высокие 38
 „ луговые 38
 „ лесные 38
 „ моховые 37
Болота низкие 38
 „ промежуточные 38
 „ сфагновые 38
 „ тростниковые 38
Борн, А. 65
Борнеманн, И. 100
Brachyphyllum 27
Брокманн, Хр. 74, 75
Bucklandia nierensteinensis 27 *
Бур Гиллера 54, 55*
 „ Дахновского 56, 57*
 „ Танфильева 57
Бушмэнские свечи 34
Бюлов, К. Ф. 38
Бюнте, В. 74, 76
Бренцкاتهхин 122
Вальтер, Г. 20
Wattenbildungen 35
Wattenschlick 27
Вегенер, А. 7
 „ теория 20
Верли, Л. 95
Weichselia 25
Вейланд, Г. 19, 60, 83, 91, 95, 97
Вейландовский клей 60, 83
Винтер, Г. 91
Визбар, Г. 124, 126
Viscophyllum Miquelii 26 *
Витрит 43, 45
Вайтрон 43
Включения в глине 50
 „ в торфе 52, 64
 „ в янтаре 27
 „ в асфальте 27
Водоросли 43, 45

¹ Знак* везде означает рисунок.

- Водоросли кремневые 32, 72
" известковые 32
Voltzia cf. Liebeana 108 *, 109 *
Woodwardia 13
Воск и смолы, реакция 126
Высокое болото 38
Выщелачивание 60
" средство для 61
Вюльфинг, Э. А. 78, 81, 84, 89, 91, 92
Вюльфинговская печь 89
Гагат 35
Гадромал 122
Haliserites 109
Гамс, Г. 72
Гапонов, Е. А. 76
Гаррис, Т. Т. 110, 111
Гартиг, Р. П. 29
Гартинг 74
Геер, О. 7, 9
Гереус, В. 63
Гепперт, Г. Р. 120, 122
Гиллеровский бур 55 *
Гейлер, К. А. 96, 97
Гирд, А. 95, 97
Геннель 125
Гирмер, Г. 9, 19
География растений 13
Ginkgophyta 57 *
Готан, В. 9, 19, 47, 76, 91, 113, 119,
127, 130
Гоффмейстера реактив 99, 123
Гниение 22
Goldsize (лак) 105
Горизонт пограничный 53
" пней 41
Грандлунд, Э. 67
Графит 21, 42
Гросс, В. 106, 111
Грюблер 103, 105
Грунд, Г. 47
Грюсс, И. 122, 126
Гуилер, Р. В. 47
Гуитби 35
Гуминификация 23
Гумит 23, 37
" ископаемый 37
Гумусовый уголь 37, 129
Гумус 37
Гумус грубый 38
Гюмбель, К. В. 122
Гиття 35
Дахновского бур 56, 57 *
Dadoxylon Rangii 30 *
Дейеке, В. 20
Де-Геер, Г. 19
Девонские растения 13, 60
Джеффри, Д. Д. 19, 43, 116
Диафанол 99, 105
Диафанол-рапид 99
Диатомеи 32, 73
" средства для 72—76
Диатомовый пелит 35, 72
Дизодия 35, 41
Диски шлифовальные 77
Доктуровский, В. С. 5, 14, 69, 71
Доломит, как материал окаменения
30, 32
Доломитовые конкреции 16 *, 43, 47,
100
Донат, М. 47, 39
Донецкий бассейн
Допплерит 39, 44
Древесина обывесткованная
Дурит 43, 44, 45
Дюрэн 43
Железа, соединения, как окаменяющее
вещество 30
Железняк красный, ядра из 28
Жировик 86, 90
Заключение мацерированных остатков
101, 117
Заключение мацерированных препара-
тов 102, 117
Золы, препараты из 120
Залесский, М. Д. 6, 36, 43
Знаки волноприбойные 25
Зольмс-Лаубах, Г. 20
Зыбун 38
Ивасаки, Ч. 63, 65, 96, 97, 128
Иглы хвойные мацерированные 102*
103*
Известковые водоросли 32
Известняк моховой 28
" харовый 28
" водорослевый 28, 45
Изготовление шлифов 77, 91

- Изготовление тонких шлифов 77
„ срезом 111
„ остальн. см. под названием процесса
- Ил гнилостный 23, 35, 53, 129
Иодсерная кислота 124
Инкрустации 28
Ирмшер, Э. 20
Иррганг 89
Ископаемых крупных обработка 59
Ископаемые обугленные 26
История развития 12
Кайзер, Э. 103
Каир, окаменелый лес близ 30
Каламиты 28, 92
Кальций углекислый, как средство окаменения 30
Калий двухромокислый 73, 105
Кали едкий 105
Каменноугольные споры 15
Камерный бур 54—57
Carpinus 68, 69*, 70
Карру, система 30, 31
Картгауз, Э. 30
Карчевский, С. 5
Cautoniales 6, 12
Каустобиолиты 17, 33—45
Каучук ископаемый 34, 126
Кенлейнит 34
Кеннель 36, 43, 128
„ буроугольный 41
Керосиновый сланец 36
Кетоновая смола для заключения объемов 83
Кидстон, Р. 20
Кизельгур 32, 35, 72
Киссер, К. 144
Кларит 43, 44, 45
Klarkohle 41
Клэрэн 43
Клер, В. 81, 91
Knopekohle 41
Knowlton, F. H. 20
Коллоидные препараты 121
Коллолит 84, 107
Конкреции 28
Консервирующие вещества для включений в торфе 64
Коопманс, Р. Г. 88, 96
Копал 34
Копии ископаемых 62
Коралловые рифы 17, 45
Corylus 68
Корт, Г. О. 82
Клей атласный 59, 108
„ для покровных стекол 89, 90, 107
Каменное ядро 28
Крейслер 00
Краски для микрохимических реакций 102, 125
Кранц, Ф. 88
Крейзель, Р. 19, 20, 47, 72, 97, 105, 114
Криштофович, А. 20, 49
Крокол 59, 108
Круги для шлифования 78
Quercus 67, 69*, 70
Кукерсит 35, 129
Кумол 84
Куронгит 36, 43
Кудряшев, В. 5, 69, 71
Кузнецкий бассейн 16
Кутикулы в угле 44, 101, 102*, 103*, 122
Кутин 100, 102, 103, 122
Кутиновая реакция 125
Лагергейм, В. 66
Лак асфальтовый 105
„ Goldsize 105
„ янтарный 105
Лампа ртутно-кварцевая 63
„ для микроскопирования 94
Ланг, В. Г. 20, 44, 47, 111
Ланге, Т. 20, 105, 111
Larix 68
Lebertorf 36, 39
Ледниковый период 18
Лейзевиц 118*, 119*
Лес, дубовый смешанный 70
Лейц, Э. 61*, 80*, 89, 93, 94, 99
Lepidophyta 46, 70
Лигнина определение 122
Лигниновая теория углеобразования 17
Лигнит 81, 114
„ микротомные срезы 113, 115
Лигнитоид 43, 44, 45
Лимнические угленосные бассейны 112
Лингельсгейм, А. Ф. 47

- Липовецкие копи 127
 Липтобиолит 24, 34
 Ломакс, Д. 90, 91
 Marineleim 82
 Маркусзон 124
 Марказит, как материал окаменения 30, 46
 Материал для шлифования 79
 Мацерация по Уолтону 106
 " по Эшби 108
 " обугленных остатков 99
 " пород 110
 " углей 105
 " вещества для 99
 Машина шлифовальная и полировальная 78, 79 *, 80 *
 Мёбиус, М. 119
 Меллер, Г. И. 76
 Medullopitys sclerotica 81 *, 82 *
 Межледниковая флора 18
 Мейлевская реакция 123
 Мейнке, Г. 69, 71
 Менцель, П. 65
 Мерк, Э. 103, 107
 Микроскоп препаровальный 61 *
 " рудный 93 *, 94
 " для отборки материала 62
 " поляризационный 97
 Микротом 112
 " для твердых объектов 112 *
 " 113 *, 114
 Микротомные срезы лигнитов 113, 114
 Микрохимические исследования 121
 Милларакис 120
 Мите 62
 Морфогения 12
 Mother of Coal 43
 Muddetorf 35, 39
 Наклейка тонких шлифов 89
 Наследственности, учение о
 Натгорст, А. 121
 Нахождение ископаемых растений 45
 Нефть 35
 Никитин, П. А. 15, 71
 Нира 18
 Новакулитовый камень для шлифов 96
 Обуглероживание 24
 Обугливание 22
 Обугленные ископаемые 26
 Ока 90
 Окантовка препаратов 76 *, 104
 Окаменение истинное 29
 Окись меди с аммиаком, реакция 125
 Окрашивание тонких шлифов 80, 87
 " мацерированных объектов 102, 12
 Оледенение четвертичное 18
 " пермское 18
 Опакиллюминатор 94 *
 Оруденение ископаемых 93
 Осаждение 25
 Оселок 86, 90
 Отмучивание 60
 " диатомовых 60
 Оторфование 23
 Отпечатки 26
 Офербек, Ф. 53, 66, 71
 Палеобиология 15
 Палеоботаника, ее задачи 19
 Палеогеография 19
 Палеоклиматология 18
 Панточек, И. 76
 Parickkohle 41
 Паралические угольные бассейны 42
 Перегной 18
 " грубый 18
 Петрашек 47, 130
 Петрография осадочных пород 17
 " углей 17
 Phragmites 53
 " торф 70
 Пиа, Ю. Ф. 20, 47, 76
 Picea 68, 69 *, 70
 Pitzsch, К. 48, 130
 Pila 36
 Pinus 68, 69 *, 70
 Пирописсит 34, 41
 Поверхностные пробы пылицы в торфяных болотах 67
 Пограничный горизонт 53
 Подразделение углей 43, 45, 128
 Покрытие шлифов 87
 Ползания следы 25
 Полирование 86, 89
 Полировальные вещества 85

- Полировальный сланец 32, 35, 72
 Полурельеф 26, 27
 Полости 26
 Поляризованный свет 80, 87
 Поляризационный микроскоп 87
Populus 68
 Пост, Л. Ф. 66
 Породообразователи, растения как 17
 Потонье, Г. 9, 17
 Потонье, Р. 9, 20, 43, 45, 48, 49, 91, 95,
 111, 122, 124, 126
 Посидониевый сланец 35
 Препарировка диатомей 72
 „ крупных ископаемых 35
 Препараты диатомей 72
 „ коллоидные 121
 „ Эшби 108
 Препаровальный микроскоп 51 *
 Пробка, реакция на 125
 Пробковая ткань в углях 44
 Продольный шлиф древесины 79
 Псевдокумол 84
 Псевдоморфозы 32
Pteridospermeae 70
 Пушицевый торф 39, 53, 70
 Пыльца, анализ ее 14, 18, 53, 65
 „ древних слоев 69
 „ диаграмма 70 *
 „ зерна 34, 69 *
 „ спектр 15
 Пыльцевый торф 34
 Пыльцы и торфовусловные обозначения
 68, 69 *
 Рабдописит 34, 126
 Радиальный шлиф древесины 79
 „ в обыкн. свете 81 *
 „ в поляриз. свете 82 *
 Радиолярии 45
 Радиолярит 45
 Разрез поперечный древесины 30*, 31*,
 92*, 98*
 Разрез кремневого торфа 32 *
 Разрез торф — доломита 33 *
 Райни 31
 Ранге, П. 48
 Реакция на целлюлозу 123, 124
 Реакция лигнина 122
 „ кутина 125
 Реакция пробку 125
 „ воск и смолы 126
 Резательная машина 77 *
 Резка горных пород 77, 80
 Рейхерт, К. 113, 114
Reinschia 35
 Рельефные шлифы 97, 98
 Рельефные шлифы углей 98
 Резорциновая реакция 122
 Ретинит 126
 Реч, К. 98
 Рид, Э. М. 64
Rhynia 31 *
 Рентгеновские лучи, их применение
 64
 Розенбуш, Г. 91, 95
 Рудольф, К. 69, 71
 Руды медные, как окаменяющий мате-
 риал 29
 Руководящие окаменелости 16
 Русов 123
 Рюгер, Л. 47
Sabal 18
Salix 10 *, 68, 69 *, 70
 Сапантракон 35, 37
 Сапорта, Г. де 27
 Сапперит 124
 Сапродил 35, 37
 Сапрокол 35
 Сапропель 35
 Сапропелит 23, 24, 35, 37, 42
 Сапропелевый известняк 35
 Сапропелевая глина 35
Sarcosaulon 34
 Сахалин 16, 29, 40, 51
Scheuchzeria — торф 70
 Scott, H. D. 21
 Swamp—теория образования углей 17
 40
 Свечи бушмэнские 34
 Селеновый хлорид 17
 Серный колчедан, отпечатки на 28
 Серные бактерии 17
 Серный колчедан, как окамен. вещ. 30,
 31, 93
Sequoia Langsdorffii 102 *, 103*
 Seward, A. C. 21
Silicoflagellata 73

- Siphoneae 48
 Систематика 11
 Сыто для отмучивания 73
 Сланцы горючие 17
 " циприсовые 35
 Слелки (окаменелостей) 62
 Смолы, реакция на 126
 Собираение ископаемых 50
 Современный сравнит. мат. 65
 Состояние сохранения 26, 45
 Срезы бритвой 113
 " древесин субфоссиальных и лиг-
 нитов 113, 114
 " тонкие 111
 " углей 116
Sphenophyllum 110*
Sphenopteris obtusiloba 110*
 Спикулы 29
 Сподограммы 96, 120
 Споры в горной породе 15, 34, 110
 " в каменных углях 44, 45
 Стекла покровные 104
 " накладка 104*
 Стигмарии 28
 Стигмариевая почва 42
 Стопс, М. О. 43, 44, 45, 48
 Столик вращающийся 76*
 Сттрассбургера-Флемминга смесь
 51
 Стратиграфия 15
 Суберин 100, 106, 122, 125
 Субериновая реакция 125
 Суберитоид 45
 Субфоссилин 41
 Суйфунский бассейн 34
 Сургучные древесины 126
 Сфагновые болота 38
 Сучан 40
 Тальковые отпечатки 28
 Тангенциальные шлифы древесин 79
 Срезы лигнитов 113—115
Taxodium distichum 34, 41
Taxodioxylois sequoianum 114*, 115*, 116*
Taxus 68
 Теймер, Т. 4
Tilia 68, 69*, 70
 Тление 22, 23
 Торф 23, 35, 39, 41, 70
 Торф гипновый 39, 70
 " дерновый 39
 " илистый 35, 39
 " лесной 39, 70
 " моховой белый 39
 " обломочный 39
 " осоковый 70
 " пушицевый 70
 " Phragmites 70
 " сухой 39, 41
 " сфагновый 39, 70
 " доломит 32*, 42, 79, 109
 Торфяной бур 54—57
 Торфяные включения 52, 64
 Трепел 32, 72
 Травление 95
 Трибель 81
 Трещины высыхания 27
 Тулэ жидкость 73, 74
 Тэрнер, Г. Г. 96, 97
 Тум, Э. 76
 Уайт, Д. 7
 Угля исходный материал 41
 " пласты 15, 52
 " разновидности 41, 42
 " срезы тонкие 116*
 " по Джеффри 116
 " по Лейзевицу 118*, 119*
 " шлифы тонкие 77, 88
 Уголь блестящий 42
 " бумажный 41
 " бурый 40
 " бурый блестящий 41
 " мягкий 41
 " твердый 41
 " волокнистый 43, 44
 " газовый 42
 " газово-пламенный 42
 " гумусовый 129, 130
 " древесный 24
 " жирный 24
 " каменный 24, 42, 129
 " лубяной 125
 " матовый 41, 43, 129
 " полосатый 43, 129
 " сланцеватый 41
 " товарковский 34
 " тощий 42

- Уиланд, С. Р. 95, 97
Уиллиамс, Т. Б. 19, 48
Ullmannia 68
Ulmus 68, 69*, 70
Уитам, Г. 77, 88, 91
Уолтон, Д. 6, 88, 96, 106, 109, 110, 111
Уолтона препараты 106*
Упаковка ископаемых 52, 57
Условные обозначения для пыльцы и торфа 70
Fagus 68, 69*, 70.
Faserkohle 43
Филогения 12
Фихтелит 34
Фимменит 34
Фирбах, С. Ф. 66, 69
Flachmoore 24, 35, 38
Флишевые водоросли 25
Флора ледниковая 18
Флорогаузин-солянокислая реакция 122
Флюорографические исследования 62
Фогт и Гохгезанг 84, 88
Фоссилизации процессы 22
Франкенбергские колосья 31
Fraginus 68
Френгелли, Д. 76
Фузит 43, 45
Фюзэн 43
Фюсс, Р. 77, 78, 79
Халькографические исследования 94
Харовый известник 28
Хвои мацерированные 100*
Хитин 124
Хлординкиодная реакция 125
Хоккайдо 6, 40
Хромовая кислота 105
Целлюлоза 123
 " в буром угле 122, 124
Целлюлозная теория происхождения угля 17
Цементный камень 38
Центрифуга 67*
Цеолиты, как окаменяющие вещества 31
Цериновой кислоты реакция 125
Цикадеи ствол 27*
Cycadophyta 100
Циприсовый сланец 35
Чапек, Ф. 122
Чани, Р. 13
Шенк, А. 7, 19, 21
Шварц, А. 95
Швейцеровский реактив 125
Schwellkohle 41
Шишечная чешуя 108, 109
Шлифовальная машина 79*, 80*
Шлифование пород 77, 91, 95, 97
Шлифы 91
 " отдельных ископаемых 95
 " рельефные 97
 " угля 97
 " тонкие 77
 " ломкого материала 80
 " углей 88
Шмальгаузен И. 5, 114
Шнейдер, Г. 76, 111, 126
Шнейдергёен, Г. 20, 60, 62, 91, 93, 94, 95, 103, 104
Шрейбер, Г. 20, 35, 38, 48
Штарк, П. 71, 72
Штах, Э. 20, 44, 45, 48, 63, 88, 91, 59, 96, 97, 98, 99, 105, 111, 121, 126, 129
Штоллер, К., 64, 65
Штудт, В. 20
Шульц, П. 73, 75
Шульце смесь 64, 96, 100, 105, 112, 129
Шунгит 24, 42
Эвпарал 103
Эввитрит 44
Эрдман, Г. 69
Эттинггаузен 7, 9
Эшби 6
Эшби препараты 108
Юнг, Р. 112
Юраский, К. А. 20, 51, 102, 105, 111, 114
Ядра каменные 28
Янтарь 26, 27, 124
 " черный 35
 " включения в 26, 93, 124
Янтарный лак 105

СПИСОК РИСУНКОВ

	Стр.
Фиг. 1. Обугленный лист, плиоцен	26
Фиг. 2. Отпечаток ствола саговника, миоцен	27
Фиг. 3. Продольный шлиф через сердцевину ствола, свита Карру	30
Фиг. 4. Поперечный шлиф древесины, Карру	31
Фиг. 5. Поперечный шлиф окремнелого торфа из Райни, девон.	32
Фиг. 6. Поперечный шлиф торф-доломита	33
Фиг. 7. Бур Гиллера	55
Фиг. 8. Бур Дахновского	57
Фиг. 9. Препаровальная лупа	61
Фиг. 10. Бинокулярный микроскоп. По Шнейдергену	62
Фиг. 11. Ручная центрифуга	67
Фиг. 12. Пыльцевые зерна в торфе	69
Фиг. 13. Диаграмма пыльцы, Красное болото в Рёне	70
Фиг. 14. Условные обозначения пыльцы и торфа	70
Фиг. 15. Вращающийся столик	76
Фиг. 16. Резательная машина для изготовления тонких шлифов	77
Фиг. 17. } Шлифовальная полировальная машины	79 и 80.
Фиг. 18. }	
Фиг. 19. Радиальный шлиф обызвествленно о дерева в обыкновенном свете	81
Фиг. 20. То же в поляризованном свете	82
Фиг. 21. Шлиф <i>Athropitys bistrata</i>	92
Фиг. 22. Рудный микроскоп	93
Фиг. 23. Опакиллюминатор	94
Фиг. 24. Специальная лампа для микрофотоирования	94
Фиг. 25. Рельефный шлиф	98
Фиг. 26. } Мацерированные иглы хвойных, миоцен	102 и 103
Фиг. 27. }	
Фиг. 28. Накладывание покровного стекла	104
Фиг. 29. Чешуи шишки <i>Voltzia</i> , пермской системы	108
Фиг. 30. То же, препарат Уолтона	109
Фиг. 31. Препарат Эшби <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , каменноуг. система	110
Фиг. 32. Препарат Эшби <i>Sphenophyllum</i> , каменноуг. система	110
Фиг. 33. Микротом для древесин	112
Фиг. 34. Специальный микротом для твердых объектов	113
Фиг. 35. Поперечный срез буроугольной древесины	114
Фиг. 36. Тангентальный срез буроугольной древесины	115
Фиг. 37. Радиальный срез буроугольной древесины	116
Фиг. 38. Тонкий срез торфа Лейзевица	118
Фиг. 39. Тонкий срез бурого угля Лейзевица	119