

3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В Тиханьской обсерватории продолжалась непрерывная запись общей величины *геомагнитного поля* F и их составляющих D , H , Z , с использованием устройств, описанных в Годовом отчете за 1979 г.

Для информации можно отметить, что средняя за 1980 г. величина наиболее часто используемого магнитного параметра, склонения:

$$\bar{D}_{1980,5} = 1^{\circ} 2'$$

Координаты Тиханьской геофизической обсерватории:

$$\varphi = 46^{\circ} 54,0' \text{ С}$$

$$\lambda = 17^{\circ} 53,6' \text{ В}$$

$$h = 187 \text{ м}$$

В отчетном году также были проведены сравнительные измерения с обсерваториями соседних стран, что дает возможность постоянного контроля.

Продолжались измерения по опорной магнитной сети страны, т. е. определение величин F , D и H в опорных пунктах.

В области исследования *ионосферы-магнитосферы* в течение всего отчетного года записывались свистящие атмосферерики при помощи аппаратуры, установленной в Тиханьской обсерватории. Закончена статистическая обработка данных измерений и вычислены графики плотности электронов. Выполнены связанные с этим обязанности по передаче данных.

Интересное явление было обнаружено при сопоставлении записей перловых пульсаций, записанных в Обсерватории Надьценк Исследовательского института по геодезии и геофизики АН ВНР с записями свистящих атмосфериков, полученными в Тиханьской обсерватории. Их повторяемость имеет хорошую корреляцию за несколько лет, причем за последнее

* Чапо Г., Хельмеги Л., Ломници Т., Мартон Е., Полхаммер М., Шархидай А., Сабо З., Тот П., Варга П.

время эта повторяемость достигла весьма низкого уровня для обоих видов пульсаций. На этой основе можно предполагать, что для их повторяемости характерна периодичность, совпадающая с циклом солнечных пятен.

Уменьшающееся количество свистящих атмосфериков и пониженное качество их записей потребовали разработки другого метода их записи и обработки. В сотрудничестве с Кафедрой по микроволновой технике связи Будапештского университета были разработаны принципиальные схемы цифровой аппаратуры для записи и первичной обработки записей свистящих атмосфериков и моделированием была подтверждена их применимость.

Для дополнительной автоматизации обработки данных начато создание банка данных, который будет включать в себе все полученные до сих пор данные наблюдений.

В области наблюдений над *земными приливами* в Тиханьской обсерватории был установлен регистрирующий гравиметр типа La Coste-Romberg, принадлежащий Техническому институту Дармштадта, с использованием которого наблюдения будут проводиться приблизительно 2—3 года. В первой половине отчетного года с использованием гравиметра типа Аскания были проведены наблюдения над земными приливами в Пенце, в Обсерватории по космической геодезии, а затем, во второй половине года, в рамках австрийско-венгерского сотрудничества, были начаты наблюдения на станции Грацкого технического университета.

По поручению Предприятия нефтяной и газовой промышленности (г. Надьканижа), с использованием данных изучения давления, проведенного в скважине, была сделана *попытка определить пористость* коллекторов. Как известно, земные приливы приводят к деформации коры (и вместе с тем коллекторов). На воздействие этого, вслед за изменением порового пространства, пористости коллекторов, в скважину нагнетается жидкость, что приводит к изменению давления. Для описания связи изменения давления (P) и пористости (Φ) можно задать следующее выражение, исходя из работы Robinson и Bell:

$$\Phi = \left[\frac{(2h - 6l)A \cdot E_F \cdot E_R}{P} - E_F \right] \cdot \frac{1}{E_R - E_F} \quad (7)$$

где

- h и l — числа Love, характерные для поведения упругой Земли;
- A — амплитуда теоретической дилатации, действительная для жесткой, неупругой Земли, которая может быть подсчитана с высокой точностью по астрономическим данным для каждой полуденной и суточной приливной волны;
- E_F — модуль сжатия жидкости;
- E_R — модуль сжатия матрицы пород.

Изучение пористости по формуле в значительной мере затрудняется за счет того, что величина E_R почти никогда не известна. Исходя из различных анализов физических параметров горных пород была принята величина ок $(2,0—2,5) \cdot 10^{11}$ дин/см². Однако, по результатам ранее проведенных исследований известно, что погрешность, связанная с неточным определением модуля сжатия матрицы пород оказывается небольшой. Формула (7) дает величину так называемой эффективной пористости, так как она представляет информацию о содержании в породах мобильной жидкости.

Большое значение имеет вопрос о том, для какой окружности скважины характерна полученная величина пористости. Согласно определению дилатации Δ

$$\Delta = \frac{\Delta T}{T}, \quad (8)$$

где ΔT — объем дилатированной жидкости, а T — объем жидкости, подвергавшейся дилатационному движению. По теоретическим вычислениям можно определить величину Δ :

$$\Delta = 0,48 A.$$

Исследования показывают, что объем дилатированной жидкости для отдельных элементарных приливных волн равен 150—200 см³. Принимая 10%-ную пористость, по формуле (8) дилатации, возникающей на воздействии лунносолнечных эффектов подвергается окружность скважины порядка 10 м.

Была сделана попытка выявить лунносолнечный эффект и определить на этой основе пористость по временному ряду наблюдений над изменением давления, проведенных до сих пор для 15 скважин. На *рис. 85* представлены спектр изменения давления, наблюденного в скважине Надльендзел-301, а также спектры атмосферного давления и температуры. Спектр изменения давления, наблюденного в скважине, был определен по серии наблюдений продолжительностью ок. 2 недели. О наличии лунносолнечного эффекта свидетельствует то обстоятельство, что отношение полуденных (30°/ч) и суточных (15°/ч) волн получается таким же, как в теоретическом приливе. Опыт показывает, что результаты наблюдений сильно искажаются метеорологическими эффектами, в частности изменениями температуры. Исключение метеорологических эффектов связано с затруднениями, так как они отражаются прежде всего на частотах приливов или в непосредственной их близости, и поэтому математической фильтрацией их нельзя устранить. Так, с помощью регрессионного анализа мы искали статистическую связь между результатами наблюдений давления и спектрами метеорологических элементов в полосах, удален-

ных от диапазона лунносолнечных частот. Полученные таким образом уравнения были использованы для ввода поправок в величины давления в диапазоне лунносолнечных частот еще до их анализа, в случае, если между спектрами изменения давления и метеорологическими спектрами намечалась корреляционная связь на частотах приливов. Спектр изменения давления, полученный для скважины Надьлендел-301 и представленный на рис. 85, не имеет тесной связи с метеорологическими эффектами (были получены коэффициенты корреляции от 0,2 до 0,45) и так, по спектру изменения давления, по амплитудам 0,12 кПа и 0,09 кПа полученным для этой скважины для суточных и полуденных волн, соответственно, формула (1) дает величины пористости 15% и 20%, соответственно.

Поскольку применявшаяся модель является идеализированной и не учитывает особенности данного конкретного случая, определенные таким образом величины пористости могут считаться пока лишь скорее коэффициентами пропорциональности и не величинами пористости в абсолютном смысле слова. Однако, заслуживает внимания тот факт, что величины „пористости“, полученные всего для четырех скважин Надьленделского района, практически совпадают.

В области *геодезической гравиметрии* в 1980 г., в качестве первого этапа осуществления „Единой гравиметрической сети“ социалистических стран, в трех пунктах были определены абсолютные величины g . Измерения проводились с использованием переносного лазерного гравиметра советской разработки, работающего на принципе свободного падения. Пункты абсолютных величин находятся в Будапеште, Серенче и Кэсеге, так, вместе с пунктом, созданным в 1978 г. в Шиклоше, Венгрия имеет 4 пункта с определенными абсолютными величинами g (рис. 86).

С использованием результатов измерения абсолютных величин g , а также наблюдений по опорной сети первого класса, была определена поправка для исходных величин Потсдамской гравитационной системы (Таблица IV). Подсчитанные нами величины поправки хорошо согласуются с поправками, определенными в других странах по измерениям, проведенным лазерным гравиметром.

Таблица IV

Пункт измерения	Поправка	Погрешность
	[mGal]	
Siklós	- 13 999	±0,041
Budapest	- 13 954	±0,039
Szerencs	- 13 922	±0,043
Kőszeg	- 13 961	±0,040
Средняя	- 13 959	±0,041

В области усовершенствования гравиметрических сетей начат повторный замер гравитационной опорной сети второго класса, причем была проведена гравиметрическая приязка 180 пунктов.

Завершена обработка гравиметрических данных, полученных в международном сотрудничестве по Карпато-Балканскому полигону, созданному в 1978—79 гг. и по полигону, созданному в 1979 г. в Видине (НРБ) для изучения колебания горизонта воды.

Палеомагнитные исследования по опорному геологическому разрезу холма Модьорошдомб в районе Шюмег

В 1980 г. завершено изучение интервала разреза от верхнего кимериджа до нижнего берриаса (158 образцов по интервалу 140 м). На первом этапе образцы брались через 1—1,5 м, позднее сделано сгущение с таким расчетом, чтобы каждая магнитная зона была представлена не менее, чем двумя образцами.

Чистка образцов проводилась термообработкой. Интенсивность намагниченности, в частности после размагничения, часто почти не превосходила уровень шумов магнитометра типа JR-4, в связи с чем, для выделения полезного сигнала проводились повторные измерения. Намагниченность оказалась многокомпонентной, причем для полного устранения вторичных компонентов было необходимо достигать температуры 500—545 °С (рис. 87). Однако, в некоторых случаях при температурах выше 300 и 400 °С интенсивность естественной намагниченности (NRM) уменьшилась ниже уровня шумов магнитометра, и так, для определения полярности пришлось использовать образцы, очищенные при температурах ниже 500 °С. Само собой разумеется, что полученные таким образом направления являются менее достоверными по сравнению с остальными (рис. 88).

По направлениям естественной намагниченности, определенным после термообработки образцов, были определены положение кажущихся магнитных полюсов (Virtual Geomagnetic Pole, VGP), а затем, — положение древнего геомагнитного полюса как среднее от этих направлений.

Для иллюстрации зон полярности применялся метод „широта VGP“, широко распространенный за последние годы. Сущность этого метода заключается в том, что по кажущимся положениям полюсов (VGP) вычисляется среднее положение полюса. Полученный таким образом средний полюс поворачивается к географическому северному полюсу и вместе с тем поворачиваются кажущиеся полюсы около этой же точки вращения, под таким же углом. Координата широты кажущихся полюсов после вращения однозначно характеризует широту отдельных VGP по отношению к тогдашним северному и южному полюсам, т. е. нормальный или

реверсный характер намагничения образца. Поскольку при определении полярности методом учитывается не только знак наклоения, но и склонение, при его использовании получается магнитостратиграфическая шкала, более достоверная по сравнению с классификацией зон, опирающейся на определении одного лишь наклоения.

Изменение широты VGP в зависимости от расстояния указывает на многократное изменение полярности магнитного поля в опорном Шюмегском разрезе. [На рис. 88 кроме широты VGP, показаны изменения интенсивности NRM в естественном состоянии (In_0) и при размагничении, использованном для определении полярности (In_c)].

Однако, магнитостратиграфическая шкала представляет собой разделение на зоны полярности, относящиеся ко времени. Калибровка шкалы мощностей пластов района Шюмег по геологическому времени была осуществлена по определению *Calpionella*, проведенному геологом Э. Филадельфа.

Перечисление образцов соответствует их положению в разрезе (устное сообщение).

№№ образцов	Геологический возраст	Абсолютный возраст	
2796	Киммерийский	142 ± 1	м. л.
2799	Граница кимериджа-титона	140,5 ± 1	м. л.
2801	Киммерийский	141,5 ± 1	м. л.
2671	Верхн. титон	137 ± 1	м. л.
2677	Верхн. титон	136 ± 1—2	м. л.
2689	Верхн. титон	136 ± 1	м. л.
2826	Низы берриаса	134—135 ± 2	м. л.

Абсолютный возраст был оценен путем приведения зоны *Calpionella* к шкале геологического возраста, опубликованной Van Hinte (1976). Из вышеприведенного перечисления видно, что возрасты в такой форме не могут использоваться для калибровки шкалы полярности. В связи с этим данные о возрасте, вместе с степенью недостоверности, представлены в зависимости от расстояния до точки приведения профиля (столб электролинии в начале профиля, (рис. 89)). При равномерной скорости осадко-накопления пункты можно было бы аппроксимировать единственной прямой. Однако, в изучавшемся интервале Шюмегского опорного профиля скорость осадкообразования была непостоянной. По имеющимся палеонтологическим данным на расстоянии ок. 70 м скорость осадко-накопления изменилась (при равномерном уплотнении пластов). По этой диаграмме скорости были определены возрасты для границ зон, выделяющихся в Шюмегском разрезе.

На рис. 90 сопоставлены магнитостратиграфическая шкала, полученная по палеомагнитным исследованиям района Шюмег и шкалы, определенные по океаническим магнитным аномалиям (условные обозначения: белый цвет — реверсная зона; черный — нормальная зона; вопросительный знак — отсутствие образцов, абсолютный возраст в милл. л.: измененная Лондоская шкала времени; М-17 пронумерованные реверсные зоны мезозоя). Как нам известно, до сих пор не были опубликованы работы по изучению образцов подобного возраста.

В колонке 1 приведена шкала Van Hinte (1976); в колонке 2 — Шюмегские зоны полярности, в колонке 3 — измененная шкала Ларсона и Хильде (1976). О колонке 4 будет идти речь позднее.

В колонках 1 и 3 имеется мало сроков, для которых полярность аналогична, причем различна и продолжительность зон. Положение было бы несколько более благоприятным, если бы напр. из реверсных зон, пронумерованных авторами, зоны М-17 были параллелизированы. Однако, в этом случае приходилось бы предполагать степень неуверенности ок. нескольких миллионов лет. Значительное различие намечается также между Шюмегской шкалой полярности (колонка 2) и шкалой Van Hinte (колонка 1), в то время, как первая и зона 3 характеризуются подобием во многих отношениях. Наиболее значительное совпадение получается в реверсный период длиной, подобной зонам М-17+М-16 (колонка 3) в колонке 2 (от 136,5 до 138,7 милл. лет) с двумя нормальными событиями, продолжавшимися короткое время. В Шюмегском профиле нормальная зона, моложе М-16, характеризуется частой сменой полярности. Частое появление смены зон в материковом разрезе означает, что тут разрешающая способность оказывается более высокой. Картина М-17 в колонке 3 подобно наиболее длинной реверсной зоне колонки 2.

Исходя из вышеизложенного была сделана попытка коррелировать колонки 2 и 3. Параллелизуя верхнюю границу М-16 с верхней границей Шюмегской длинной реверсной зоны, и оставляя низы разреза на своем первоначальном месте длина интервала разреза более древних пород увеличивается в 1,25 раз. Это означает, что предполагается более медленное осадконакопление, чем это следует из палеонтологических данных. Результаты приведены в колонке 4. Между зонами колонок 3 и 4 существует весьма хорошая корреляция, если учитывать, что в основе калибровки обеих шкал лежат определенные допущения (так напр. осадкообразование и раздвижка дна океана равномерны по крайней мере периодически). Однако, следует заметить, что в Шюмегском разрезе не обосновано различать М-16 и М-17, поскольку в разрезе материковых отложений длинный реверсный период разрывается лишь двумя мгновенными нормальными событиями.

Скорость осадкообразования по данным палеомагнитных исследова-

ний в интервале первых 70 метров считая от точки приведения, т. е. в верхней юре, составляет 8,7 м за 1 миллион лет.

Интервал разреза, переустроенного по магнитостратиграфической корреляции, характеризующийся возрастом менее 135,2 милл. л., представляет собой короткий период, если принять перхний возраст, следующий из результатов исследования *Calpionella*. Это значит, что скорость осадкообразования сильно увеличилась в период нижнего мела (43 м/милл. л.) и повороты поля имели место очень часто (в колонке 2 38 зон за 3,5 мил. лет, а в колонке 4—38 зон за 2,2 милл. лет). Однако, возможно, что верхняя граница возраста, определенная по палеонтологическим данным, сместится при палеомагнитном изучении дополнительной части разреза.

Из проведенного до сих пор исследования Шюмегского разреза кажется, что по магнитостратиграфическим данным границу юра-мел целесообразно отбить на шкале времени, представленной на рис. 89, против 135,2 милл. лет, там, где весьма характерная длинная реверсная зона сменяется частым обращением поля.