

и

$$H_d - H_0 = -24 \pm 4\gamma - \text{в предположении (2).}$$

Следует сразу же отметить, что столь хорошее согласие результатов измерений с теорией Блекета является кажущимся. Прежде чем производить сопоставление, необходимо учесть влияние местной геологической структуры. По оценкам авторов, в условиях их опытов это влияние должно сказаться в уменьшении абсолютной величины $(H_d - H_0)$ минимум на 6γ и максимум на 14γ , т. е. для $H_d - H_0$ получаются значения, заключённые между $-11 \pm 5\gamma$ и $-19 \pm 5\gamma$.

Таким образом, обнаруженное в действительности изменение напряжённости магнитного поля Земли с глубиной свидетельствует против теорий, объясняющих земной магнетизм процессами, происходящими в центральном ядре Земли. Напротив расхождение наблюдаемого значения $H_d - H_0$ с предсказаниями теории Блекета весьма незначительно. Авторы полагают, что это расхождение уменьшится, если произвести более тщательный учёт геологического строения района измерений, а также принять во внимание следующее обстоятельство. В формулах Ранкорна фигурирует глубина, отсчитываемая от среднего уровня поверхности всей Земли. В действительности, в месте наблюдения средний уровень земной поверхности, относительно которого измерялась глубина погружения прибора, возвышается над уровнем моря примерно на 1600 м. Такое локальное искривление земной поверхности и смещение точки отсчёта относительно центра системы должны вызвать некоторое изменение теоретического значения $H_d - H_0$, и именно в сторону уменьшения его абсолютной величины.

Резюмируя, можно сказать, что хотя измерения Галеса и Гаугофа свидетельствуют в пользу теории Блекета, они всё же не могут служить решающим доказательством её справедливости. Вместе с тем путь, намеченный ими, повидимому, является наиболее доступным и многообещающим. Следует ожидать, что тщательные измерения, поставленные на разных глубинах и в разных пунктах земной поверхности, позволяя однозначно ответить на вопрос о справедливости теории Блекета.

Г. Розенберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. М. С. Блекет, УФН 33, 52 (1947).
2. A. L. Hales and D. I. Gough, Nature 160, 746 (1947).
3. S. Chapman, Nature 161, 52 (1948).

ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ВЫСОКИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ

В 1946—1947 гг. на испытательном полигоне Уайт-Сендс, расположенном на 33° северной широты и 105° западной долготы в пустынном районе штата Нью-Мексико (США), был осуществлён ряд полётов германских ракет V-2, специально оборудованных для проведения научных исследований на больших высотах. Опубликованные данные крайне скудны и сводятся к нескольким заметкам явно предварительного характера.

Измерения давления производились во время двух полётов: 10 октября 1946 г.¹ и 7 марта 1947 г.² Для этой цели на ракетах были установлены манометры, показания которых передавались по радио на саморегистрирующую станцию, находившуюся на земле.

Давление на малых высотах измерялось расположенными в хвостовой части ракеты манометрами, представлявшими собой сильфонный мех, перемещение которого передавалось на потенциометр. Манометры были расчи-

таны на интервал давлений от 760 до 10 мм ртутного столба. В полёте 10 октября манометр сломался при давлении 150 мм Hg (около 12 км высоты), вероятно, вследствие резонанса с вибрациями ракеты.

Как указывают авторы, немецкие измерения, производившиеся в аэродинамической трубе, показали, что при скоростях порядка 1,5 км/сек (скорость, близкая к скорости ракеты) манометр, расположенный в хвостовой части ракеты, должен показывать давление примерно на 10% меньше, чем давление окружающей среды. Измерения давления на малых высотах были сопоставлены с данными, полученными на основании шар-зондовых измерений, и оказались в хорошем согласии с ними. Расхождение имело место только для высот около 4—5 км, что соответствует моменту, когда скорость ракеты достигает скорости звука (число Маха = 1). Указанное совпадение служит прямым доказательством возможности и точности измерения давления указанным образом.

Для измерения давлений на больших высотах — от 2 до 10^{-3} мм Hg — использовались манометры Пирани с платиновой и вольфрамовой проволокой. Последние представляли собой обычные сигнальные лампочки накаливания (6 ватт, 110 вольт), в баллонах которых были проделаны отверстия для сообщения с внешней атмосферой. Манометры эти располагались в хвостовой части ракеты, причём было установлено, что рыскание ракеты (составлявшее около 15° на высоте 110 км) и её вращение (с периодом около 40 сек) не сказываются на показаниях манометров.

В полёте 10 октября ещё одна группа манометров Пирани размещалась в отсеке внутри конуса с углом 13° при вершине, сбраующего нос ракеты. Отсек этот сообщался с внешней атмосферой через группу отверстий, кольцом охватывавших поверхность конуса. Расчёты, базировавшиеся на теории и экспериментальных исследованиях Тейлора и Макколя, показали, что давление на стороне такого конуса при скоростях порядка 1,5 км/сек должно быть примерно в 1,8 раза выше окружающего давления. Однако в действительности показания обеих групп манометров (как на носу ракеты, так и в кормовой её части) почти совпали, что остаётся необъяснённым и, по мнению авторов, "наиболее удивительным", ибо ожидавшееся расхождение (в 1,8 раза) значительно превышает, по оценкам авторов, и погрешности расчёта, и погрешности измерений.

Данные, полученные 10 октября 1946 г., показаны на рис. 1. Для сравнения приведены кривые, соответствующие средней стандартной атмосфере, как она представляется по данным косвенных методов. Хорошее совпадение кривых показывает, насколько успешными оказываются косвенные методы исследования.

В полёте 7 марта 1947 г., наряду с манометрами Пирани, был использован манометр Филиппса, рассчитанный на интервал давлений 10^{-3} — 10^{-5} мм ртутного столба (интервал высот 100—120 км) и установленный на конической головке ракеты с углом 15° при вершине. Его показания редуцировались к окружающему давлению на основании теории Тейлора и Макколя, причём было выяснено, что на высоте 110 км ракета находилась в условиях, для которых эта теория справедлива.

Результаты измерений 7 марта приводятся на рис. 2. Здесь же приводится кривая лобового давления. Авторы отмечают, что после внесения поправок на инертность манометров Пирани, составляющих около 1,5 секунды (что соответствует интервалу высот около 2 км), данные 10 октября совпали с данными 7 марта для высоты 60 км, но для высоты 80 км оказались несколько выше. Авторы полагают, что это может быть сезонным эффектом.

Следует отметить, что данные, полученные описанным образом, помимо довольно значительных погрешностей, связанных с неточным учётом аэродинамических факторов, могут содержать и погрешности, связанные с чувствительностью применявшихся манометров к изменениям температуры как

самого манометра, так и измеряемого воздуха, а также их чувствительностью к изменениям состава воздуха (например, диссоциации). Какие из этих факторов учтены и насколько основательны данные, лежащие в основе такого учёта, — авторы не сообщают. Можно думать, что необходимость

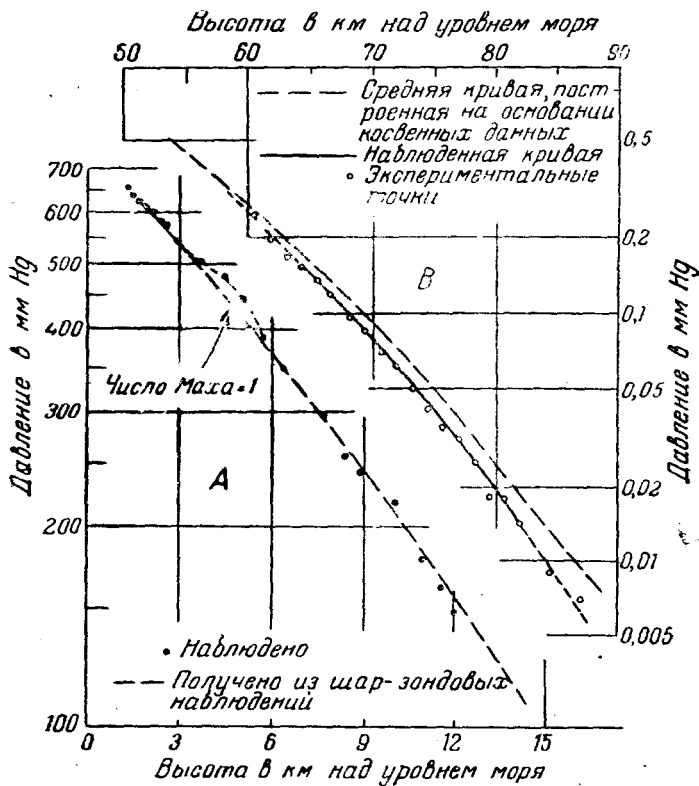


Рис. 1. Измерения давления 10 октября 1946 г.

А — на малых высотах, с помощью ртутного манометра (нижняя и левая шкалы), В — на больших высотах, с помощью платинового манометра Пигани (верхняя и правая шкалы).

введения таких поправок является одним из наиболее слабых мест описанных измерений. •

Сведения о температуре высоких слоев атмосферы по данным 7 марта 1947 г. показаны на рис. 3. Они получены двояким путём. Во-первых, непосредственно из градиента давления (опираясь на барометрическую формулу и уравнение состояния) и, во-вторых, из скорости звука. Скорость звука, в свою очередь, определялась из скорости ракеты, исчисленной на основании радарных измерений, и числа Маха, определяемого из соотношения между внешним давлением и лобовым давлением. Результаты прямых измерений температуры воздуха — такие измерения, повидимому, ставились — не приводятся. Авторы оценивают погрешность в определении температуры следующим образом: $\pm 15^\circ$ в интервале высот 50–60 км, $\pm 15^\circ$

в интервале высот 65–70 км, $\pm 20^\circ$ на высоте 72,5 км и $\pm 40^\circ$ выше 100 км. Для высот между 10 и 20 км определённая таким образом температура оказалась на 5–20° ниже действительной (определённой из шар-зондовых наблюдений), что авторы объясняют бедностью радарных данных для этого интервала высот. Отметим, что данные о температуре, полученные различ-

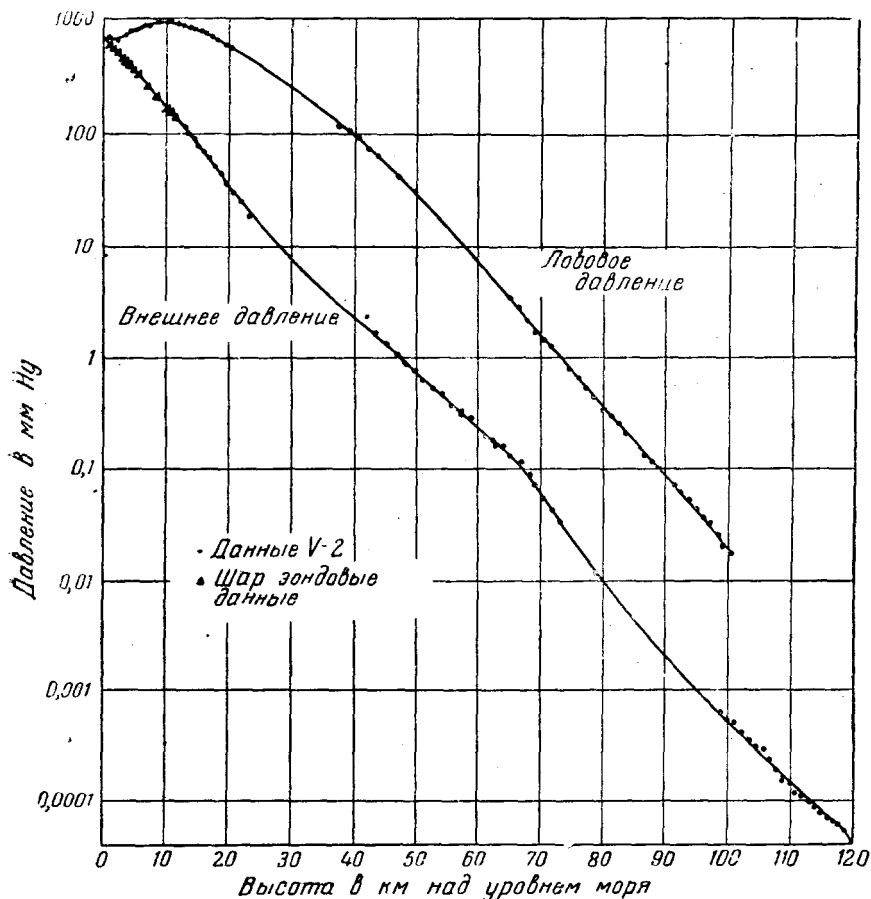


Рис. 2. Внешнее и лобовое давление в функции высоты, по измерениям 7 марта 1947 г.

ными методами, приводятся для различных высот (см. рис. 3), что свидетельствует, очевидно, о несколько тенденциозном отборе. Данные для 10 октября довольно значительно отличаются от данных для 7 марта, что рассматривается авторами как сезонный эффект.

Общие контуры кривой температура — высота определяются из ракетных данных вполне отчётливо и, так же как в случае кривой давление — высота, довольно хорошо соответствуют тем представлениям, которые сложились на основании косвенных измерений (сплошная кривая на рис. 3 — со-

ответствует средней стандартной атмосфере и построена на основании косвенных измерений).

Таким образом, опубликованные донные данные ракетных исследований в общем подтверждают ту картину строения верхних слоев атмосферы, которая была выявлена за последние годы с помощью косвенных методов исследования (и которая столь радикально отличается от предполагавшейся

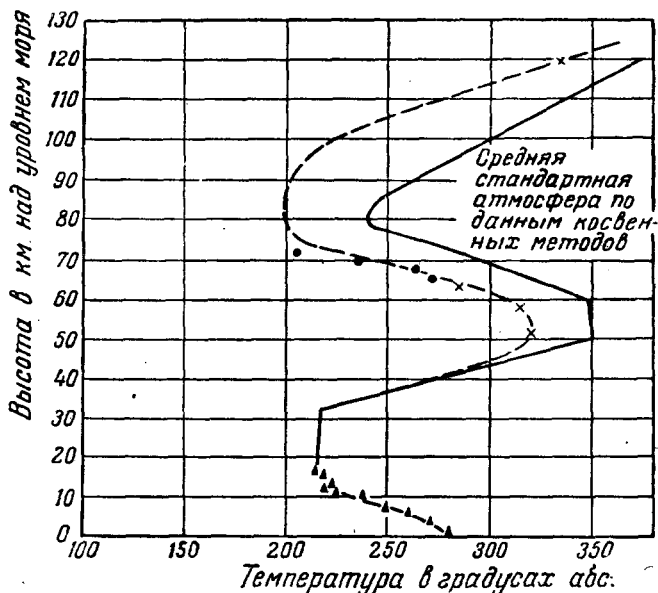


Рис. 3. Температура в функции высоты (7 марта 1947 г.).

Крестики означают данные, вычисленные непосредственно из градиента давления; чёрные кружки — данные, вычисленные на основании измерений лобового давления; треугольники — данные шар-зондовых измерений.

ранее) и не внесли в нее ничего существенно нового. Отдельные уточнения остаются ещё недостаточно достоверными, тем более, что ракетные измерения отнюдь не являются пока безукоризненными. Несомненно, однако, что реактивные снаряды, позволяя поднять физические приборы (правда, очень временно) на недостижимые ранее высоты, становятся важным средством исследования высоких слоев атмосферы и позволяют получить ряд характеристик, недоступных для косвенных методов.

Естественно, возникает вопрос: что нового вносит появление столь мощного средства непосредственного исследования высоких слоев атмосферы в наше отношение к косвенным методам? Не отпадает ли необходимость в их развитии и усовершенствовании? Конечно, косвенные методы не везде могут конкурировать с непосредственными измерениями. Однако круг вопросов, доступных исследованию с помощью ракет, время от времени забрасываемых на большие высоты, значительно уже, чем круг вопросов, доступных для исследования косвенными методами, особенно если учесть высокую стоимость ракетных исследований, придающую им характер уникальности. Достаточно указать, например, на вопросы сезонных или суточных вариаций тех или иных параметров. Напротив, прямые измерения могут служить прекрасным контролем правомерности тех гипотез, которые кладутся

в основу косвенных методов, полностью снимая тем самым некоторую неуверенность, присущую косвенным методам в отсутствии такого контроля. Таким образом ракетные исследования создают твердую почву для развития косвенных методов, значительно расширяя вместе с тем их возможности. Следует отметить, что в развитии косвенных методов исследования высоких слоев атмосферы выдающаяся роль, а в ряде вопросов и приоритет, принадлежит советским учёным.

Г. Розенберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. N. R. Best, E. Durand, D. Gale and R. J. Havens, Phys. Rev., 70, 985 (1946).
2. N. Best, R. Havens and H. LaGow, Phys. Rev., 71, 915 (1947).

ФОТОПЛАСТИНКИ С ТОЛСТЫМИ СЛОЯМИ ЭМУЛЬСИИ

В последнее время в литературе появились сообщения о ряде открытий, сделанных в результате использования в экспериментах, связанных с ядерными процессами, фотопластинок, покрытых новой толстослойной эмульсией. Так, Фоулером, Берроуз и Керри¹ обнаружено расщепление ядра азота на 4 α -частицы по формуле: $N^{14} + N^2 \rightarrow 4He^4$; Цзен-Сан-Цзян, Го-Цей-Вег, Шастель и Виньерон (лаборатория Жолмо)^{2,3} наблюдали третий и четвёртый осколки при делении урана. Наконец, Поуэлл, Оккиалини и др.⁴ обнаружили тяжёлый мезон с массой $m_\mu = 400 m_e$ и превращение его в лёгкий мезон с массой $m_\pi = 200 m_e$, а также ряд ядерных расщеплений под действием мезонов.

Поэтому будет не безинтересно остановиться на свойствах этих пластинок, изложенных в реферируемой статье *).

Как известно, для определения энергии частицы и её массы достаточно измерить длину трека, который прочерчивается ею при прохождении через фотоэмульсию. За длину трека принимается расстояние между первым и последним зерном из ряда зёрен, составляющих трек. Однако обычные эмульсии имеют тот недостаток, что между зёрнами имеются большие зазоры, вследствие чего измеряемые длины треков группы одинаковых частиц оказываются не равными между собой, а значительно колеблются около некоторого среднего значения. С другой стороны, и сами траектории частиц, вследствие потери энергии при столкновениях с атомами вдоль своего пути, не будут одинаковы, подчиняясь статистическому закону флуктуаций. Величина флуктуаций при этом составляет 1% для α -частицы, обладающей энергией, равной 5 MeV и 2% для протона той же энергии. Однако при обычной эмульсии неоднозначность в определении длины треков значительно больше неоднозначности, обусловленной флуктуациями. Так, полуширина максимума рассеяния энергии однородной группы частиц равна 0,5 MeV для α -частицы и 0,2 MeV для протонов, оставаясь почти постоянной для энергий между 2 и 10 MeV. Совершенно очевидно, что если бы удалось увеличить число проявленных зёрен на треке частицы, это значительно улучшило бы результаты, получаемые при работе с пластинками. Другим недостатком старых эмульсий является то, что наличие

*) Powell and Occhialini, Journ. Scient. Instr. 23, 5 (1946).