

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.831:550 834

Е.Д. КОРЯКИН, А.Н. ГРУШИНСКИЙ, П.А. СТРОЕВ

МОЩНОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ГРЕНЛАНДИИ
И ПРИЛЕГАЮЩИХ АКВАТОРИЙ

Геологическая и геофизическая изученность Гренландии и прилегающих к ней морей Северного Ледовитого и Атлантического океанов, а также морей Баффина и Лабрадорского [2] позволяет судить о мощности и плотности осадочного слоя. В центральной части Гренландии, покрытой толстым слоем льда, нельзя определить мощность и плотность отложений, расположенных под ним. Лишь в северной, восточной и западной частях острова, свободных ото льда, возможно строить схемы, в которых даются сведения об отложениях.

Датчанин А. Бертельсен [1], основываясь на данных геологических съемок, опубликовал сводную стратиграфическую таблицу осадочных пород нижнего кембрия и докембрия в северо-западной, северо-восточной и центральной частях Восточной Гренландии. Для Северо-Западной Гренландии, в области г. Тул и на Земле Инглфилд, в обнажениях характерны доломиты и песчаники общей мощностью 2,1 км (плотностью $2,30 \text{ г/см}^3$ [4]), которые несогласно контактируют с древними породами фундамента. В Северо-Восточной Гренландии, на южном окончании Земли Пири, обнажены доломиты, сланцы, песчаники, кварциты, тиллиты общей мощностью 852 м (со средней плотностью $2,27 \text{ г/см}^3$), затем следует слой песчаников мощностью более 1000 м и плотностью $2,12 \text{ г/см}^3$. На мысе Холбек установлены доломиты, песчаники, известняки мощностью 874 м, общей плотностью $2,50 \text{ г/см}^3$. На Земле Кронпринца Христиана наблюдаются песчаники, доломиты, известняки, тиллиты, граувакки, мраморы общей мощностью 3060 м, затем слой филлитов мощностью более 1000 м, с общей плотностью $2,55 \text{ г/см}^3$. В центральной части Восточной Гренландии, в местечке Нунатак, мощность осадков составляет 8,3 км, ближе к фиорду Сксер она равна примерно 10,5 км (?). В обнажениях видны известняки, черные сланцы, желто-красные доломиты, тиллиты и отложения других формаций общей плотностью около $2,20 \text{ г/см}^3$.

Скважина, пробуренная на куполе Гренландии в точке с координатами $72^{\circ}37'$ с.ш. и $37^{\circ}37'$ з.д. на высоте 3200 м над уровнем моря, прошла 3026,8 м и достигла ложа ледника, где встречены коренные породы. Пробурены еще пять скважин с целью изучения теплового потока [14]. Первая скважина G (GRIP — Greenland Ice Project) расположена почти в центре Гренландии, достигает глубины 3029 м, вторая С (Camp Century) в северо-западной Гренландии — глубины 1387 м. Третья скважина D (Dye 3) пробурена в Южной Гренландии (примерно на широте 63°) до глубины 2037 м, четвертая Iv (у г. Ivigtut), пятая II (у г. Ilmaussad), обе на самом юге Гренландии. Глубины, до которых пробурены последние две скважины, в этой работе не указаны (рис. 1). Новая модель интенсивности теплового потока, измеренного на этих скважинах, показывает увеличение его с

юго-запада на северо-восток Гренландии от 40 до 60 мВт/м^2 . На юго-западе он охватывает довольно обширную область (примерно $1/3$ острова, 40 мВт/м^2). Затем следует узкая полоса, в которой тепловой поток изменяется от 45 до 55 мВт/м^2 , после нее очень крупная (почти $2/3$ острова) область со значениями теплового потока 55 мВт/м^2 . И лишь на самом северо-востоке Гренландии тепловой поток равен $60\text{--}65 \text{ мВт/м}^2$. По-видимому, поэтому на северо-востоке Гренландии установлена большая область, лишенная льда. Здесь на Земле Пири и Земле Кронпринца Христиана обнажены такие породы, как известняки, песчаники и др. (рис. 1).

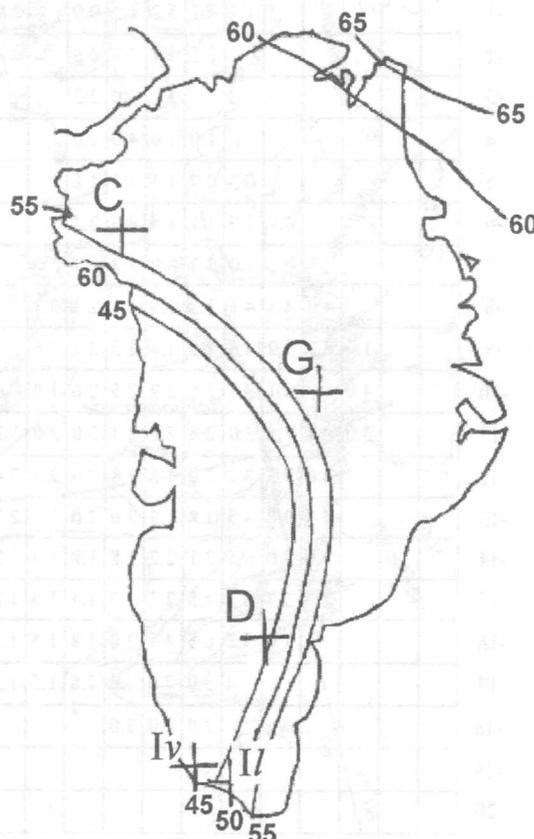


Рис. 1. Модель интенсивности теплового потока, измеренного в скважинах G, C, D, Iv, II (по [14])

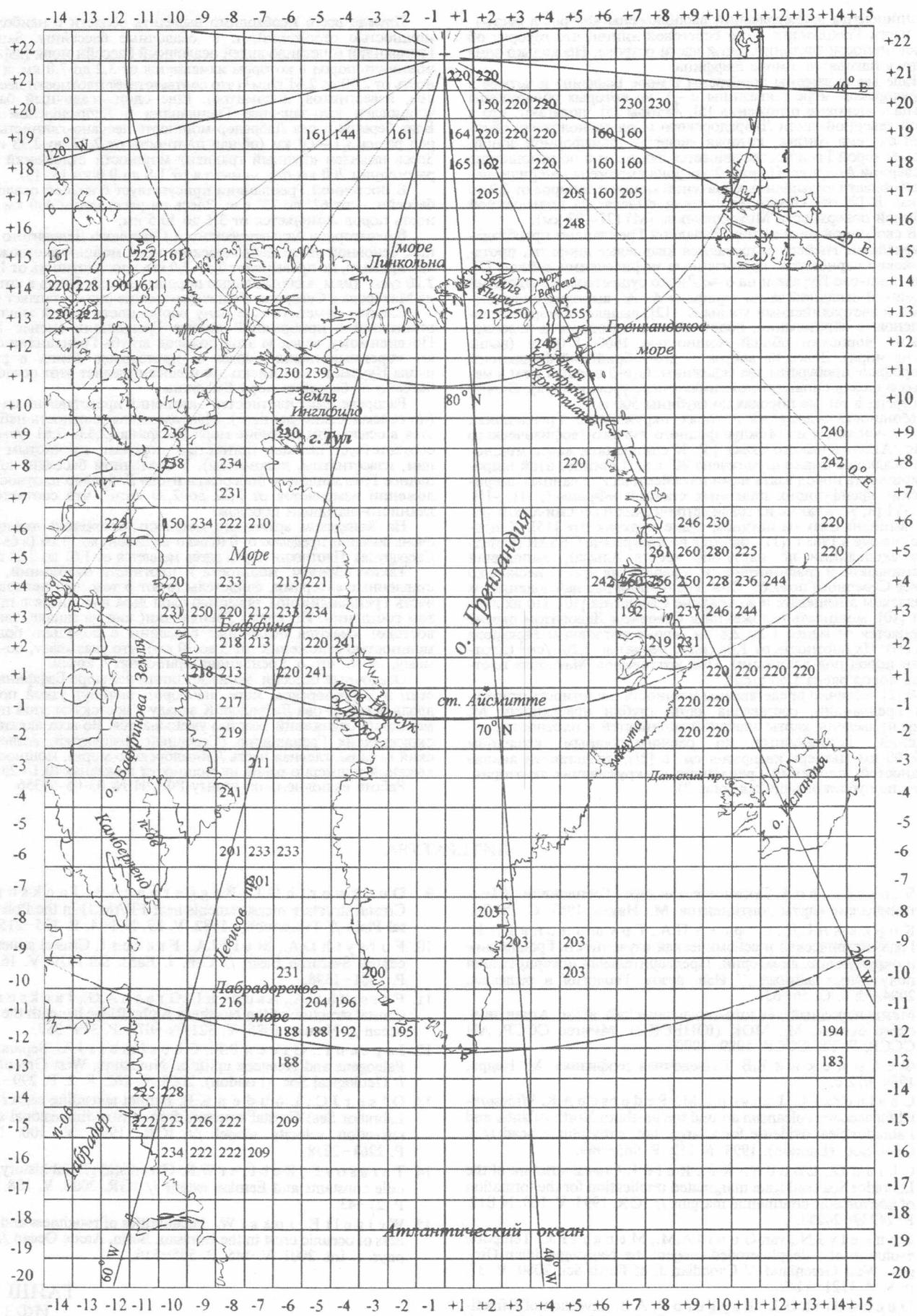


Рис. 3. Схема распределения плотностей отложений Гренландии и окружающих морей (с точностью 0,01 г/см³)

Эпицентры землетрясений расположены как раз в восточной части Гренландии — по береговой линии, что говорит об эффективности тектоники этой части острова. Несколько эпицентров находятся в море Баффина.

Еще две скважины пробурены в море Баффина и четыре в Лабрадорском море (скважины *a-f*), на которых обнаружены постпалеоценовые отложения [5]. Авторы [5] полагают, что в самой северной части Лабрадорского моря расположена сбросовая система Ангава, которая является трансформной зоной, вдоль которой Гренландия движется латерально по отношению к Северной Америке. На рис. 2 эта зона выражена в меридиональной области повышенных значений мощности пород от 2,2 до 4,4 км. В [2] эта сбросовая система выделяется повышенной глубиной поверхности Мохоровичича (М) (21—23 км).

В свободной от льда зоне Западной Гренландии преобладают архейские гнейсы, встречаются кварцевые диориты, протерозойские чарнокиты, пронизанные мафическими дайками [7]. Лишь на п-ове Нуусак и на о-ве Диско существовал осадочный бассейн. В западной части профиля А—А', выполненного датскими и австралийскими учеными [12], выявлены морские палеоценовые образования, подстилаемые меловыми и палеоценовыми породами общей мощностью 1600—1700 м (выше уровня моря). Далее на восток — докембрийский фундамент. На профиле пробурены две скважины: Gго-3 прошла 3 км в меловых и палеоценовых отложениях (ниже уровня моря), Gane-1 пробурена в тех же породах до глубины 500 м.

Мощность отложений в морях, окружающих Гренландию, взята в основном из Международного геолого-геофизического атласа Атлантического океан [3]. К сожалению, карта мощностей осадков в атласе ограничена 80° с.ш. Севернее этой широты мощность пород взята нами из сейсмических данных американских дрейфующих полярных станций «Фрам»-I, -II, -III, -IV, -VI [8, 9], а также из гравиметрических и сейсмических работ, выполненных на научном судне «Арктик-91» [15]. Канадские ученые в 1983 г. [11], работая по программе CESAR (канадские экспедиции по изучению хребта Альфа), выполнили сейсмические и гравиметрические работы на хребте несколько южнее Северного полюса. Они выполнили ряд наблюдений на Канадском архипелаге и во впадине Свердрупа [10]. По их данным [10], мощность отложений в Северном Ледовитом океане изменяется от менее 1 до 2,8 км, кроме котловины Макарова (4,0 км). Их плотность от 1,44 (илы, песок) до 2,20 г/см³ (плотности пород под долинами). Под котловиной Макарова плотность пород равна 1,65 г/см³.

В [2] частично представлены мощность и плотность отложений Гренландии, составлена карта глубин поверхности М. Нами приведены карты значений мощностей и плотностей отложений, осредненных по равноплощадным квадратам 100×100 км (номера квадратов см. в [2]), представлен анализ мощностей отложений Гренландии и окружающих акваторий, ранее не публиковавшийся (рис. 2).

Прежде всего необходимо выделить области с наибольшей мощностью отложений, т. е. осадочные бассейны. Западные Гренландии отчетливо виден осадочный бассейн моря Баффина, мощность пород в котором изменяется от 3,2 до 7,0 км, а плотность от 2,10 до 2,61 г/см³ (что соответствует плотности песчаников, известняков, доломитов). Еще один осадочный бассейн установлен юго-западнее Гренландии в Лабрадорском море. Близ берегов п-ова Лабрадор мощность песчано-глинистых пород равна 3,1—9,0 км (общая плотность от 2,22 до 2,33 г/см³). Здесь выявлен крупный градиент мощности отложений — на расстоянии 200 км она меняется от 1,8 до 9,0 км [6, 13].

В Восточной Гренландии присутствует большой осадочный бассейн — от 67° до 72° с.ш. Здесь на расстоянии 400 км мощность пород изменяется от 3,1 до 10,5 км.

В акваториях Атлантического и Северного Ледовитого океанов, основной части Лабрадорского моря мощность отложений, как правило, не превышает 0,1—2,0 км, а их плотность от 1,60 до 2,20 г/см³ (илы, аллювиальные породы, песок). Лишь в котловине Макарова в Северном Ледовитом океане она составляет 4 км.

Следует отметить еще одну особенность малой мощности отложений в прибрежной полосе Гренландии (менее 1 км). По-видимому, вслед за этой полосой вглубь Гренландии следуют коренные породы архея и протерозоя. Лишь в районе п-ова Нуусак и о-ва Диско эта полоса отделяет этот осадочный бассейн от бассейна моря Баффина.

Распределение плотностей отложений представлено на рис. 3 (по сейсмическим данным). Максимальная плотность наблюдается в осадочном бассейне моря Баффина (2,33—2,61 г/см³, что соответствует песчано-глинистым породам, глинистым сланцам, известнякам, доломитам). В осадочном бассейне юго-западнее Гренландии, у побережья п-ова Лабрадор плотность отложений изменяется от 2,22 до 2,33 г/см³, что соответствует глинисто-песчаным породам.

На Канадском архипелаге мощность отложений варьирует в очень больших пределах: от 0 (близ о-ва Девон) до 10 км (в бассейне Свердрупа). Плотность пород здесь меняется от 1,61 до 2,28 г/см³.

Таким образом, мощности и плотности отложений, представленные авторами, свидетельствуют о том, что центральная часть Гренландии под тяжестью слоя льда находится в прогнутом состоянии. По краям Гренландии (как на западе, так и на востоке) имеются осадочные бассейны с довольно большой мощностью отложений (от 3 до 10 км), что указывает, по-видимому, на то, что о. Гренландия приподнят с краев.

Осадочный бассейн занимает почти все море Баффина. Бассейн в Лабрадорском море, наоборот, вытянут узкой полосой вдоль берега п-ова Лабрадор. К западу и востоку от этой полосы мощность отложений заметно уменьшается. Во всех акваториях, окружающих Гренландию (Северный Ледовитый, Атлантический океаны, главная часть Лабрадорского моря), мощность отложений примерно равна их мощности в океанах (0,1—2,0 км).

Работа выполнена по гранту РФФИ № 03-05-64356.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бертельсен А. Тектоническая карта Гренландии // Тектонические карты континентов. М.: Наука, 1967. С. 18—24.
2. Корякин Е.Д., Строев П.А., Грушинский А.Н. Гравиметрическая и сейсмическая изученность Гренландии и окружающих акваторий. Предварительная интерпретация полученных данных // Изв. вузов. Геология и разведка. 2004. № 6. С. 56—63.
3. Международный геолого-геофизический атлас Атлантического океана. М.: МОК (ЮНЕСКО), Мингео СССР, АН СССР, ГУГК СССР, 1989—1990.
4. Федьнский В.В. Разведочная геофизика. М.: Недра, 1964. 672 с.
5. Chalmers J.A., Larsen L.M., Pedersen A.K. Widespread Palaeocene volcanism around the northern North Atlantic and Labrador Sea: ovidense for a large, hot, early plume head // J. Geol. Soc. (London). 1995. N 152. P. 965—969.
6. Chian D., Louden K.E., Reid I. Crustal structure of the Labrador Sea conjugate marginated implication for the formation of nonvolcanic continental margins // JGR. 1995. V. 100. N B12. P. 24239—24253.
7. Connely J.N., van Gool J.A.M., Mengel F.C. Temporal evolution of a deeply eroded orogen: the Nagssugtaqidian Orogen, West Greenland // Canadian J. of Earth Sci. 2000. V. 37. N 8. P. 1121—1142.
8. Duckworth G.L., Baggegoer A.B. Inversion of refractive data from the Fram and Nansen Basins of the Arctic Ocean // Tectonophys. 1985. V. 92. N 14. P. 55—102.
9. Duckworth G.L., Baggegoer A.B., Jackson H.L. Crustal structure measurements near FRAM II in the Pole Abyssal Plain // Tectonophys. 1982. V. 89. N 1—4. P. 175—215.
10. Forsyth D.A., Mair J.A., Fraser I. Crustal structure of central Sverdrup Basin // Can. J. Earth Sci. 1979. V. 16. N 8. P. 1581—1598.
11. Forsyth D.A., Asudeh I., Green A.G., Jackson H.R. Crustal structure of the Northern Alpha Ridge beneath the Arctic ocean // Nature. 1986. V. 322. N 6077. P. 349—352.
12. Jarsen P., Green P.F., Choslmers J.A. Separation of Paleogene and Neogene uplift on Nuussuq, West Greenland // J. Geological Soc. (London). 2005. V. 162. P. 299—314.
13. Olsner J.C., Louden K.E. Extinct spreading center in the Labrador Sea: Crustal structure from a two-dimensional seismic refraction velocity model // JGR. 1995. V. 100. N B2. P. 2261—2278.
14. Tarasov L., Rebtier W.R. Greenland glacial history, borehole constants and Eemian extent // JGR. 2003. V. 108. N B3. P. 21—43.
15. Weigelt E., Jokat W. Peculiarities of roughness and thickness of oceanic crust in the Eurasian Basin, Arctic Ocean // Geophys. J. Int. 2001. V. 145. P. 505—516.

ГАИШ МГУ
ИФЗ РАН

Рецензент — Ю.И. Блох