

5.3. ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Термин горючие ископаемые (ископаемое топливо) относится к органическим остаткам растений и животных, захороненных в осадочных породах. Горючие ископаемые представлены многими разновидностями, что обусловлено характером осадочных пород, природой изначальных органических компонентов и изменениями, которые с ними произошли на протяжении долгих геологических эпох.

Живые организмы получают энергию от Солнца. Главным энергоулавливающим механизмом является фотосинтез — процесс, благодаря которому растения, используя лучистую энергию Солнца, соединяют воду с двуокисью углерода и производят углеводороды с кислородом, которым мы дышим. Когда животные поедают растения, органические компоненты становятся тем горючим, которое поддерживает их жизнь и активность; животные, стало быть, — вторичные потребители уловленной растениями солнечной энергии. Когда растения съедаются, накопленная в них энергия высвобождается, а органическая материя распадается снова на воду и двуокись углерода.

Незначительная часть органического материала улавливается и захороняется в осадках прежде, чем он полностью исчезнет из-за разложения. Таким образом, некоторая часть солнечной энергии как бы концентрируется в горных породах, становясь горючими ископаемыми. Скорость разложения растений и животных почти равна скорости фотосинтеза, и доля захороненного органического материала ничтожно мала. Несмотря на это в настоящее время накопилось значительное количество растительных осадков, которые отлагались в течение миллионов лет существования жизни на Земле. Скорость аккумуляции была в миллионы раз ниже скорости, с которой мы теперь добываем и сжигаем органический материал; таким образом, горючие ископаемые являются по существу невозобновляемым ресурсом. Фактически органический материал встречается в каждой осадочной породе, однако большая его часть является рассеянной и трудно извлекаемой. Сегодня мы научились использовать только три вида горючих ископаемых: уголь, нефть и природный газ, которые поставляют в настоящее время свыше 90% мировой энергии.

Торф и уголь. Эти виды горючих ископаемых образуются из остатков пресноводных растений. Отмершие ветви, стволы, листья, споры падают в густо заросшие болота, где они становятся топливами и оседают на дно. В результате бактериального разложения

покрытые когда-то водой и защищенные от атмосферы древесные растительные остатки превращаются в гелеподобную массу торфа. В стоячей воде быстро расходуются запасы кислорода, умирают бактерии, прекращается гниение и накапливается торф. Мощные его залежи могут образовываться только в том случае, если болото в процессе накопления оседает, а богатые месторождения образуются только тогда, когда поступление глины и других обломочных пород невелико.

Самые древние месторождения угля известны в канадской Арктике; их возраст 350 млн. лет. Важнейший период углеобразования в истории Земли приходится на интервал последних 350—250 млн. лет. Угленосные отложения, формировавшиеся в этот стомиллионный промежуток времени, обнаружены на всех континентах, но самые большие толщи отлагаются в Северной Америке, Европе и Азии. В течение больших периодов углеобразования указанные части Земли долгое время были в экваториальных и умеренных широтах, где теплый климат и обилие осадков благоприятствовали развитию огромных болот. Континенты современного Южного полушария — Южная Америка, Австралия и Африка — пребывали в теплом климате сравнительно короткий период, а в высоких, холодных широтах, напротив, — продолжительное время. Формирование угля происходило и в последующие периоды, особенно в меловой (~250 млн. лет назад), но ни в один из них угленакопление не было столь обширным и интенсивным, как в великую угольную эпоху.

Геологи полагают, что большая часть главных угольных бассейнов уже открыта. Мировые запасы всех видов углей оценены в 8620 млрд. т, а дополнительные потенциальные ресурсы — в 6650 млрд. т. При этом извлекаемыми считаются запасы углей в пластах мощностью более 0,3 м, залегающих на глубине не более 2000 м. Угли, не отвечающие этим требованиям, были отнесены к потенциальным ресурсам. Географическое распределение запасов угля на Земле весьма неравномерно (рис.16 [9]).

Большая часть извлекаемых запасов приходится на Северную Америку, Европу и Азию. Континенты Южного полушария сравнительно бедны углем. Примерно 43% углей мира залегают в СНГ, бывшем СССР, 29% — в Северной Америке, 14,5% — в странах Азии, главным образом, в Китае, 5,5% — в Европе. На остальной мир приходится 8% угля. Хотя уголь во всем мире не является ведущим видом топлива, но трудности в снабжении нефтью и газом наводят на мысль, что в ближайшее десятилетие уголь станет господствующим топливом на планете. При этом в течение длительного времени подземная добыча будет, видимо, оставаться преобладающей формой разработки угольных месторождений.

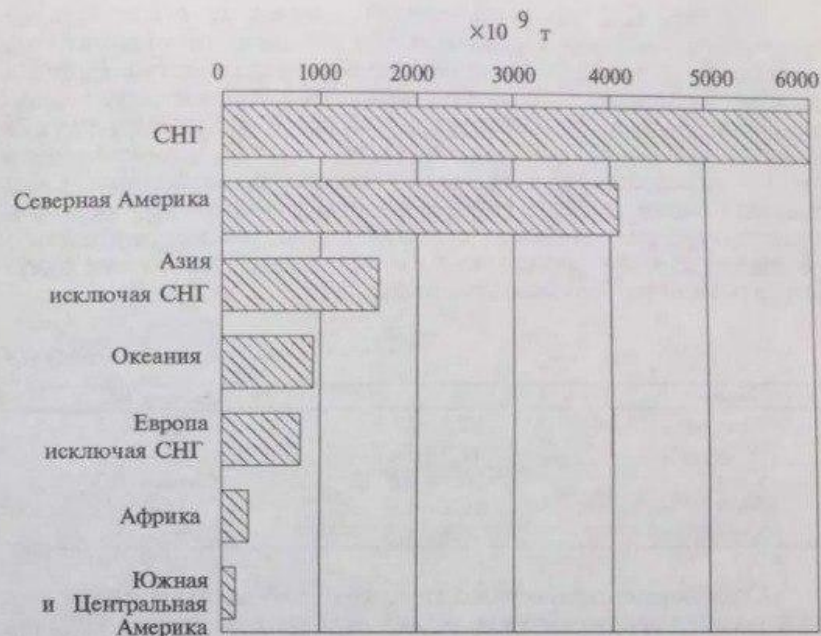


Рис. 16. Географическое распределение запасов угля

Нефть и природный газ. Весь выпавший в осадки органический материал был твердым. Небольшая его часть при соответствующем повышении температуры претерпела серию химических изменений, в ходе которых какая-то часть материала превратилась в жидкости и газы. Именно они и явились предшественниками нефти и природного газа. Нефть и природный газ, подобно углю, находятся в осадочных породах и состоят, главным образом, из химических соединений, называемых углеводородами. Компоненты нефти и газа, образовавшиеся самыми первыми, имеют высокие молекулярные массы, подобные массам компонентов твердого материала, от которого они произошли, и представляют собой очень вязкие нефти. По мере роста температуры и давления большие молекулы непрерывно разрушаются на более легкие и более подвижные. Однако элементарный химический состав нефти и природного газа изменился не сильно и остался в пределах сравнительно узкого ряда химических смесей (табл. 4 [9]).

По мере того как углеводородные молекулы становятся все более легкими и подвижными, они под давлением перекрывающих горных пород растекаются через поровое пространство. Нефть и газ легче воды и поэтому концентрируются в верхней части проницаемого слоя. Если на путях миграции встречаются барьеры или ловушки, нефть и газ накапливаются, заполняя большинство пор в них. Так называемые залежи нефти и газа в действительности представляют собой твердые горные породы и только поровое пространство содержит нефть и газ. Успешное извлечение нефти и газа в большой степени зависит от того, насколько быстро они будут вытекать из пор в буровые скважины.

Таблица 4

Элемент	Нефть, %	Природный газ, %
Углерод	82,2—87,0	65—80
Водород	11,7—14,7	1—25
Сера	0,1—5,5	Следы—0,2
Азот	0,1—1,5	1—15
Кислород	0,1—4,5	—

Содержание природного газа, который является самой легкой фракцией углеводородов, может варьироваться от небольших количеств, растворенных в нефти, до газовых шапок над нефтяными залежами и, наконец, до отдельных скоплений, не связанных с ближайшими залежами нефти.

Данные по региональному распределению ресурсов нефти и газа приведены на рис. 17 [9]. Совокупная добыча и достоверные запасы показаны по каждому региону по состоянию на 1980 г. Энергетический эквивалент оцененных потенциальных ресурсов нефти составляет $1,5 \cdot 10^{22}$ Дж и газа — $1,1 \cdot 10^{22}$ Дж (по данным Всемирной энергетической конференции).

На основании сведений о ресурсах нефти и газа можно сделать ряд важных выводов. Во-первых, ресурсы нефти и газа, так же, как и угля, распространены на земном шаре очень неравномерно. Во-вторых, регионы, которые сейчас являются главными производителями нефти и газа, обладают и наибольшим потенциалом для новых открытий. В-третьих, при сохранении существующей скорости роста потребления все ресурсы нефти и газа могут иссякнуть через несколько десятилетий.

Тяжелая нефть, битуминозные пески, горючие сланцы, водоносные пласты с растворенным метаном. Когда из скважины, пробуренной на месторождении, выкачивается нефть, не менее 60 % ее первоначального количества остается в недрах запечатанным в поровом пространстве в виде межзерновых пленок, малых пусто-

тах и трещинах горных пород. Особенно густая нефть называется тяжелой нефтью или, более обыденно, битумом, дегтем, гудроном. Многие гудроны так вязки, что могут извлекаться только шахтным способом с последующей переработкой на поверхности. Открыты достаточно большие залежи битуминозных песков (Канада, США, СНГ, Венесуэла). По мнению многих специалистов потенциал тяжелой нефти и битуминозных песков будет примерно равен потенциалу сырой нефти вместе с природным газом, однако потребуются принципиально новые, более энергоемкие технологии их добычи.

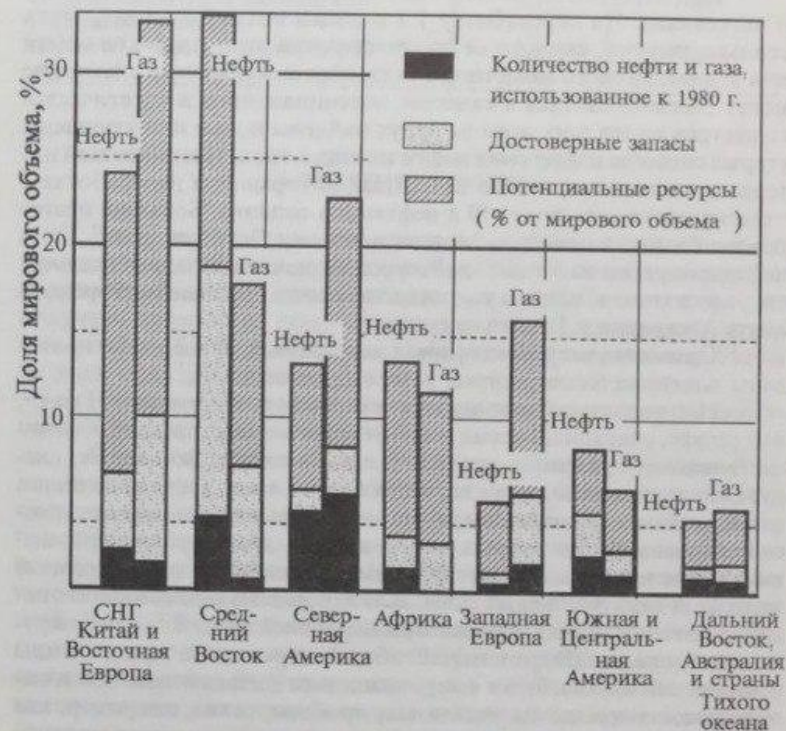


Рис. 17. Потенциальные ресурсы нефти и газа

Подобно тому, как битуминозные пески и тяжелые нефти обещают в будущем продолжение производства нефтепродуктов, так и природный газ можно будет добывать из нетрадиционных ис-

точников, например, из осадочных пластов с раствором метана в горячих рассолах высокого давления [9].

Перейдем к последнему виду ископаемых органических топлив горючим сланцам, ресурсы которых превышают даже угольные, хотя большая их часть вряд ли станет осваиваться. Если органический материал, содержащийся во всех сланцах мира, преобразовать и использовать в качестве топлива, то такие ресурсы могли бы обеспечить по меньшей мере 10^{26} Дж энергии, а возможно, и больше.

При переработке сланцев используется энергия на их добычу и нагревание. На переработку 1 т сланцев потребуется затратить столько энергии, сколько ее получается при сжигании 40 л нефти или эквивалентного количества газа, поэтому обычные сланцы не могут рассматриваться в качестве потенциального энергетического ресурса до тех пор, пока не будут найдены новые или улучшены старые способы извлечения нефти из этих пород. Несомненный интерес представляют только те сланцы, которые при переработке 1 т сырья могут дать более 40 л нефтяного топлива. Большие месторождения таких сланцев, расположенные в Эстонии, дают 320 л нефтепродуктов на 1 т сырья. Ресурсы горючих сланцев исследованы недостаточно, однако уже найдены новые крупные месторождения в Австралии и Бразилии.

Сравнение ресурсов горючих ископаемых. В табл. 5 [9] приведены потенциальные ресурсы горючих ископаемых.

Нас не должен приводить в состояние благодушия тот факт, что ресурс, слагаемый всеми видами горючих ископаемых, в количественном выражении кажется очень большим. Во-первых, следует обратить внимание на то, что основная часть этого количества относится к потенциальным ресурсам, которые нужно еще научиться использовать. Во-вторых, нефть и газ — два вида топлива, вызывающие наибольший интерес, имеют довольно ограниченные запасы. А ведь именно их добыча и переработка наиболее экономичны с точки зрения использования рабочей силы и охраны окружающей среды. Широкомасштабный переход на другие виды топлива неизбежно будет сопровождаться повышением цен и необходимостью решения ряда новых проблем, таких, например, как разрушение земель в связи с горными работами крупного масштаба и развитие новых больших транспортных систем.

Исходя из вышесказанного, можно сделать одно совершенно очевидное заключение — необходимо все больше обращаться к источникам энергии, использование которых исключает переработку недр и сжигание горючих ископаемых.

Таблица 5

Горючие ископаемые	Количество в недрах, 10^{22} Дж	Количество, которое может быть извлечено, 10^{22} Дж
Уголь	42	21
Нефть и газ (подвижные)	2,6	2,6
Запечатанная нефть (неподвижная)	2,5	?
Тяжелая нефть (битуминозные пески)	5,0	0,5—2,5
Нетрадиционный природный газ	10	0,07
Горючие сланцы:		
(более 40 л нефтепродуктов из 1 т)	200	1,0
(менее 40 л нефтепродуктов из 1 т)	10000	?