



XXI век



2008

# ЖИЗНЬ И ВМЕСТЕ



# Угольный метан – демон подземного царства

Доктор  
геолого-минералогических  
наук

**Л. Я. Кизильштейн**

На угольных шахтах часто происходят взрывы, приводящие к многочисленным жертвам. Так, 19 марта 2007 года трагедия случилась на шахте «Ульяновская» в Кузбассе. В подземных горных выработках находилось 203 горняка, из них удалось спасти только 93. Это одно из самых страшных событий в угольной промышленности России за последние годы. «Ульяновская» считается современным предприятием (ее строительство завершилось только в 2002 году), она оснащена новейшей отечественной и зарубежной горной техникой, в том числе британской системой контроля шахтного воздуха, но это не помогло.

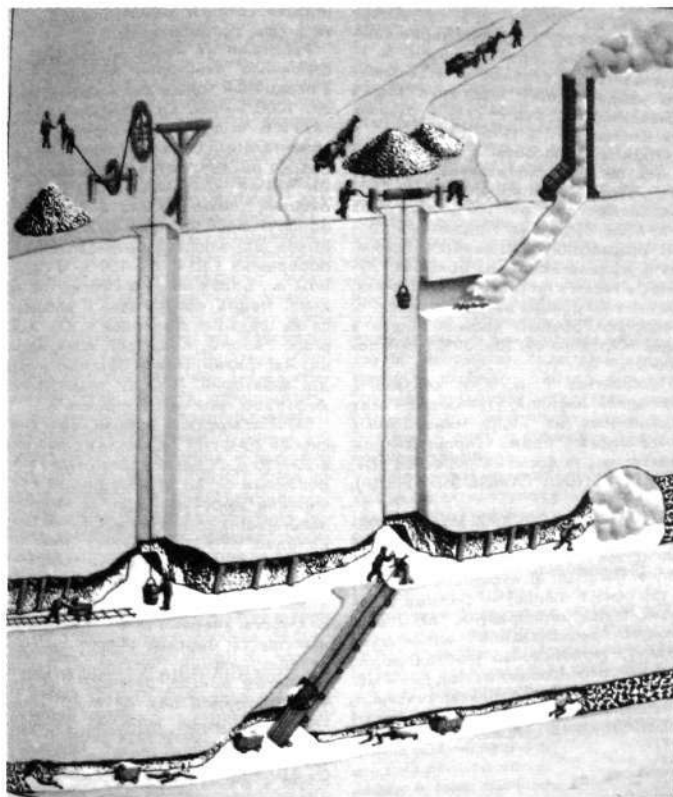
24 мая 2007 года взрыв на шахте «Юбилейная» унес жизни 39 шахтеров. Подобные события с роковой периодичностью происходят и в Донецком, Кизеловском, Карагандинском угольных бассейнах. Они не минуют шахты Польши, Германии, Англии и других стран. В ноябре 2007 года катастрофа случилась на шахте имени Засядько в Украине.

**П**ричина подобных трагических событий в том, что в пластах угля многих месторождений находится природный газ – метан, называемый в этом случае угольным. А он, как всем известно, может гореть и взрываться. Удельная теплота его сгорания – около 50 МДж/кг (в два раза больше, чем у каменного угля). Метан загорается при содержании в воздухе 5–6%, если температура источника тепла достигает 650–750°C; при содержании в воздухе от 5–6 до 14–16% он взрывается, а когда его более 16% – горит. При горении концентрация горючего газа снижается, и процесс может превратиться во взрывной. Взрыв смеси из 9,5% метана и воздуха достигает наибольшей силы, поскольку тогда в реакцию вступает весь метан и кислород. Когда газ взрывается в горных выработках шахт, давление образовавшихся газообразных продуктов может достигать мегапаскалей, а температура – 2000–2500°C.

Большое содержание метана в шахтном воздухе может привести и к другой беде – удушью из-за дефицита кислорода. Если количество первого в воздухе достигает 40%, концентрация второго снижается до 12%. Кроме углеводородов, в углях содержатся CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и некоторые другие газы.

Кстати, объем метана в угольных месторождениях всего мира оценивается величиной 240–260 трлн. м<sup>3</sup>. Это значительно больше, чем запасы газа всех промышленных газовых месторождений.

Для последующего изложения нам будет важен один показатель – метанообильность. Это количество метана, выделяющегося из угля в выработки шахты. Обычно его измеряют в кубометрах в минуту или в кубометрах на тонну добываемого угля. Шахты по своей метанообильности подразделяются на три категории: для третьей, самой опасной, этот

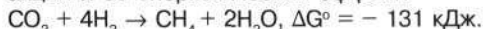


*Реконструкция каменноугольной шахты XV–XVI вв. Наличие в шахтном воздухе взрывчатого газа было впервые отмечено в 1555 году, взрывы газа в шахтах – в 1621 году*

показатель составляет от 10 до 15 м<sup>3</sup>/т угля. При содержании метана более 15 м<sup>3</sup>/т шахты называются сверхкатегорными, и на них вводят специальные требования к организации труда. По нормам предельное содержание метана в шахтном воздухе не должно превышать 2%.

## Происхождение угольного метана

Обычно рассматривают два источника угольного метана. Первый из них можно назвать микробиогенным. Давным-давно люди заметили на болотах пузырьки и струйки газа, которые поднимаются из глубины к поверхности. Было установлено, что этот газ (метан, или болотный газ) выделяют бактерии, живущие только в бескислородной среде. Они получают энергию, усваивая простые органические соединения, которые образуются при разложении сапрофитными микроорганизмами растительного вещества торфа. В их клетках при участии фермента гидрогеназы генерируются высокоактивные атомы водорода, которые реагируют с углеродом углекислого газа и образуют метан. Вот общее уравнение реакции и ее энергетический эффект:



Однако происхождение угольного метана нельзя объяснить только этим процессом. В болотах, где из отмерших растений получается торф и начинают формироваться ископаемые угли, микробы тоже производили метан, но этот газ диффундировал через толщу торфа и, будучи легче воздуха, уходил в атмосферу. На протяжении десятков тысяч лет, пока формировались торфяники, метан в них образовывался, но почти не накапливался.

Если же земная кора опускается, торфяник может покрыться морскими или континентальными осадками (геологи говорят, что он переходит в ископаемое состояние). Покрывающие его породы чаще всего бывают глинистыми или песчано-глинистыми. Они надежно изолируют торф от окружающей среды, и метан перестает улетать в воздух. Но вслед за этим