

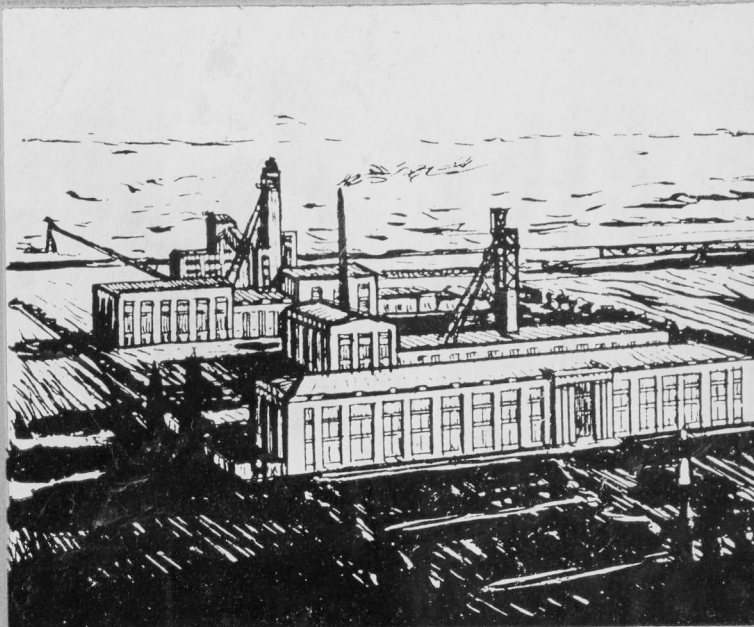
Л 118

А 500

ог

Библиотека  
Молодого  
Шахтера

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ



Е. Д. АЛИДЗАЕВ

# ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Госгортехиздат. 1960



БИБЛИОТЕЧКА МОЛОДОГО МАШИНИСТА

ЧИТ. ЗАЛ  
ГПНТБ СССР

Е. Д. АЛИДЗАЕВ

# ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ

Москва 1960

## АННОТАЦИЯ

В брошюре изложены вопросы образования угля и метана, влияния высокой метанообильности на работу шахт, описаны виды выделения метана в шахте, способы дегазации пластов.

Освещены некоторые практические данные о дегазации спутников угольных пластов в Донбассе и других бассейнах, а также об использовании каптированного метана.

Книга предназначена для молодых рабочих угольной промышленности.

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧН-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

Д1

16903

A118

~~60-5~~

300

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно современным научным представлениям, ископаемые угли образовались из растительных остатков в период наибольшего развития на земле растительного мира. Самая богатая растительность наблюдалась в прибрежных болотистых местностях — лагунах. Климат в тот период был мягкий, влажный и без резких колебаний температуры, что особенно способствовало образованию болотистых лагун. Отмирающие ветви и листья деревьев и другая растительность падали на болотистую почву и накапливались годами. Такие скопления, состоящие целиком из растительного материала, в воде подвергались последующим изменениям под влиянием микроорганизмов — анаэробных бактерий. Эти микроорганизмы способствовали медленному разложению растений, в первую очередь их наименее устойчивых составных частей. Процесс разложения сопровождался выделением воды и газообразных продуктов, в том числе и метана. В результате остающаяся растительная масса обогащалась углеродом — составным элементом ископаемых углей.

Горообразовательные процессы, возникающие в земной коре, приводили к поднятию или опусканию отдельных участков земной поверхности. При этом море постепенно покрывало прибрежные участки с отложившимся на них торфянистым веществом, которое под водой покрывалось выпадавшими осадками в виде песков, глины и других материалов. Процесс наступления и последующего отступления моря повторялся неоднократно, создавая таким образом угленосную толщу. Эта толща испытывала значительное давление как под действием сил тяжести, так и в результате тектонических процессов. В результате растительные остатки превратились

в бурый уголь — темно-бурое вещество, утратившее свою первоначальную растительную структуру.

В дальнейшем при все увеличивающемся давлении и значительном температурном воздействии происходил химический процесс разложения бурого угля с выделением углекислого газа, водорода, метана и влаги. В результате этого бурый уголь, обогащаясь углеродом, превращался в каменный уголь.

И наконец, пройдя ряд стадий, характеризующихся сложными химическими процессами, каменный уголь достигает конечной стадии метаморфизма и превращается в антрацит, который почти целиком состоит из углерода.

Процесс образования углей длился сотни миллионов лет. На протяжении этого времени все процессы преобразования растительных остатков в торф, бурый уголь, каменный уголь и антрацит сопровождались, как указывалось выше, выделением углекислого газа, водорода и метана. Процесс метаморфизации углей и образование указанных газов продолжается и в настоящее время. Углекислый газ, легко растворяясь в воде, уносится ею и поэтому в угольных пластах содержится обычно в незначительном количестве. Однако на шахтах Франции, например, отмечены отдельные случаи внезапных выбросов угля и больших количеств углекислоты. Водород, имеющий высокую скорость диффузии, в основном мигрировал через толщу пород в атмосферу. Метан же в воде растворяется слабо и имеет незначительную скорость диффузии.

Указанными свойствами метана объясняется относительно высокое содержание этого газа в угольных пластах — 30—35 м<sup>3</sup>/т. Ученые считают, что в первоначальной стадии образования угля количество метана, содержащегося в 1 т угля, было значительно больше и превышало 100 м<sup>3</sup>.

## 2. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ НА РАБОТУ УЧАСТКОВ И ШАХТЫ

Метан — газ без цвета, запаха и вкуса, не ядовит, почти в два раза легче воздуха (удельный вес относительно воздуха 0,555). Содержится метан не во всех угольных пластах.

При разработке угольных месторождений подземным способом наблюдается выделение метана из угольных пластов в выработки шахты. Чем больше метана содержится в угольном пласте, тем больше его выделяется при добыче угля. В зависимости от количества метана, выделяющегося на 1 т добываемого угля, газовые шахты подразделяются на категории:

I категория . . . . .	шахты с выделением метана до $5 \text{ м}^3/\text{т}$
II категория . . . . .	от 5 до $10 \text{ м}^3/\text{т}$
III категория . . . . .	от 10 до $15 \text{ м}^3/\text{т}$
Сверхкатегорные шахты . . . . .	свыше $15 \text{ м}^3/\text{т}$

Во многих угольных бассейнах наряду с негазовыми шахтами имеются шахты различной категории по газу, а также шахты с весьма высокой газообильностью. Выделение метана на 1 т добываемого угля на шахтах с высокой газообильностью достигает  $100 \text{ м}^3$ .

В Донецком угольном бассейне весьма высокой газообильностью (до  $100 \text{ м}^3/\text{т}$ ) отличаются шахты Чистяково-Шахтерского района (Сталинская область), разрабатывающие антрацитовые пласты Дроновской свиты.

В этом же районе разрабатываются совершенно негазовые антрацитовые пласты Ремовской свиты.

Кроме того, в расположенном по соседству комбинате Ростовуголь разрабатываются, за небольшим исключением, негазовые антрацитовые пласты.

Таким образом, шахты могут быть газовые или негазовые, в зависимости от того, выделяется ли в их выработки метан или нет.

Выделяющийся в выработки шахты метан представляет собой большую опасность, так как легко воспламеняется и взрывается. При содержании метана в атмосфере до 5% он горит у источника воспламенения. При содержании от 5 до 16% образуется метановоздушная смесь, которая при наличии источника воспламенения взрывается.

Эксплуатация газовых шахт значительно осложняется по сравнению с негазовыми в связи с тем, что на газовых шахтах в целях обеспечения безопасности работ вводится так называемый газовый режим. Газовый режим заключается в выполнении требований Правил безопасности (ПБ) по эксплуатации газовых шахт, начиная с систематического контроля за выделением метана

в выработки и вплоть до прекращения работ на отдельных участках или по всей шахте и вывода людей на поверхность при нарушениях требований ПБ.

На шахтах с высокой газообильностью выделение значительных объемов метана в выработки шахты приводит к повышенной, против допустимой ПБ, концентрации метана в атмосфере выработок. В этих случаях, во избежание воспламенения или взрыва метана, работы по добыче угля должны быть прекращены.

Правила безопасности в угольной и сланцевой промышленности запрещают производство очистных работ при концентрации метана в исходящей струе участка, превышающей 1%. Запрещается производство работ по добыче угля в шахте при концентрации метана в общей исходящей струе шахты, превышающей 0,75%.

Как показал многолетний опыт эксплуатации шахт с высокой газообильностью (у нас и за границей), высокая газообильность является серьезным, подчас непреодолимым препятствием для нормальной работы шахт.

Общепринятым средством борьбы с выделяющимся в шахте метаном является проветривание выработок. Свежая струя воздуха засасывается с поверхности в шахту специально установленными для этой цели вентиляторами. Омывая выработки шахты, свежая струя воздуха разжижает метан и уносит его на поверхность. Таким образом, при проветривании выработок шахты свежим воздухом исключается возможность скопления метана в выработках в опасных концентрациях.

Количество подаваемого в шахту воздуха для шахт I, II и III категории, согласно ПБ, должно определяться по специально установленным нормам подачи воздуха в кубических метрах в минуту на 1 т среднесуточной добычи. Для сверхкатегорных шахт количество подаваемого воздуха должно быть таким, чтобы содержание метана в общей исходящей струе шахты не превышало 0,75%. При этом вводятся ограничения для скорости движения струи воздуха в выработках. Например, в главных откаточных и вентиляционных выработках скорость движения струи воздуха не должна превышать 8 м/сек, а в очистных забоях — 4 м/сек.

Успешно бороться с выделяющимся в шахте метаном только при помощи проветривания можно лишь при



умеренном и более или менее равномерном его выделении.

На шахтах I, II и III категории по газу выделение метана относительно невелико. Это упрощает задачу проветривания указанных шахт, поскольку подача в шахту сравнительно небольшого количества воздуха не вызывает затруднений.

Значительно сложнее обеспечить нормальное проветривание весьма газообильных сверхкатегорных шахт. Выделение метана в этих шахтах, как правило, имеет неравномерный характер. При осадках кровли количество метана, выделяющегося в выработки одной лавы, достигает  $50\,000\text{ м}^3$  в сутки или  $34\text{ м}^3$  в 1 мин. Обеспечить в этом случае только за счет проветривания допускаемую ПБ концентрацию метана в выработках невозможно.

В этих случаях концентрация метана на вентиляционном штреке лавы некоторое время устойчиво удерживается в пределах 2—5%; работы по добыче угля, во избежание аварии, прекращаются до снижения концентрации метана.

Таким образом, обильное выделение метана приводит к загазированию выработок и прекращению работ на более или менее продолжительное время.

При этом увеличение количества воздуха с целью снижения концентрации метана в большинстве случаев задача неосуществимая. Допустим, что концентрация метана на вентиляционном штреке лавы при количестве проходящего воздуха  $600\text{ м}^3/\text{мин}$  составляет 3%. Для того, чтобы снизить в данном случае концентрацию метана минимум до 0,95% и возобновить работу, количество воздуха необходимо увеличить до  $1900\text{ м}^3$  в 1 мин. Подача на участок такого большого количества воздуха практически не осуществима, в первую очередь из-за малого сечения выработок. Но если даже расширить участковые выработки до необходимого в данном случае сечения, то скорость воздушной струи в лаве при данном количестве воздуха и мощности пласта 1,0 м повысилась бы до  $8\text{ м/сек}$ . Выше указывалось, что согласно ПБ, скорость воздушной струи в лаве не должна превышать  $4\text{ м/сек}$ . Следовательно, и в этом случае работать в лаве было бы невозможно.

В Донбассе на шахтах с высокой газообильностью

среднее количество воздуха, подаваемого для проветривания одной лавы, колеблется в пределах 500—600 м<sup>3</sup>/мин. Максимальное количество воздуха подавалось на участок 14-й восточной лавы шахты № 3-бис треста Чистяковантрацит в количестве 1400 м<sup>3</sup>/мин и на участок 8-й восточной лавы шахты им. 17 Партсъезда треста Шахтерскантрацит в количестве 1340 м<sup>3</sup>/мин. В обоих случаях непосредственно через лаву проходило немногим более 1000 м<sup>3</sup>/мин. Несмотря на это, указанные лавы часто простаивали в связи с повышенной концентрацией метана на вентиляционных штреках.

Продолжительность простоя лав вследствие повышенного содержания метана в исходящих струях различна и колеблется от нескольких часов до 20 суток. В отдельных случаях длительность простоя лав достигает 1—2 мес.

Таким образом, бороться с обильным выделением метана в выработки шахты одним лишь проветриванием не всегда возможно. Последнее обстоятельство создает опасность воспламенения или взрыва смеси метана и воздуха, вынуждает к прекращению работ в очистных, а зачастую и в подготовительных забоях, приводит к невыполнению плана добычи угля лавами и участками.

### 3. ИСТОЧНИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА В ШАХТЕ

В СССР и за рубежом на протяжении длительного времени проводятся исследовательские работы с целью изучения газовыделения в шахтах. Эти работы позволили выявить ряд источников выделения метана и изучить степень влияния газовыделения из каждого источника на относительную газообильность шахты.

Установлено, что источниками выделения метана в угольной шахте являются:

а) обнаженные поверхности разрабатываемого угольного пласта;

б) отбитый уголь;

в) боковые породы (как правило, в весьма малой степени);

г) соседние близлежащие угольные пласты и пропластки, залегающие в кровле или в почве разрабатываемого пласта.

Последний источник долгое время оставался неиз-

вестным и только в 1943 г. случайно был выявлен шахтерами.

Все перечисленные выше источники выделения метана в той или иной мере оказывают влияние на газообильность шахты. Но основными из них являются разрабатываемый пласт и близлежащие угольные пласты и пропластки. Величина относительной газообильности шахты в основном зависит от количества метана, выделяемого этими источниками.

Рассмотрим влияние газовыделения из каждого источника на относительную газообильность шахты.

Газовыделение из разрабатываемого пласта зависит от его газоносности и способа выемки. Исследования показывают, что газоносность угольных пластов или количество метана, содержащегося в 1 т угля в массиве, может быть различным и зависит от глубины залегания пласта и степени метаморфизма угля. На современных глубинах разработки (максимум 1000 м) слабо метаморфизированные каменные угли содержат метана до  $20 \text{ м}^3/\text{т}$ , а сильно метаморфизированные (антрациты) — до  $35 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Максимальное количество метана выделяется из разрабатываемого пласта в основном в процессе выемки. При выемке пласта, например комбайном, метан выделяется со всей площади обнажения отбитого и измельченного угля. Причем, чем больше измельчается уголь в процессе выемки, тем большее количество метана выделяется из него в шахте.

Часть метана остается в отбитом угле и вместе с ним выдается на поверхность. Из каменных углей в рудничную атмосферу выделяется при выемке примерно 80% содержащегося в пласте метана, а около 20% остается в отбитом угле и выдается с ним на поверхность. При разработке антрацитов примерно 50% содержащегося в пласте метана выделяется в рудничную атмосферу, а другие 50% выдаются с отбитым углем. Поэтому средняя относительная газообильность разрабатываемого пласта, или количество метана, выделившегося из него и отнесенное к 1 т добытого угля, как правило, не превышает  $15\text{--}20 \text{ м}^3$ . Ввиду неравномерности газовыделения во время производства вруба, взрывных работ или при работе комбайна газообильность достигает  $25\text{--}35 \text{ м}^3/\text{т}$ .

На некоторых шахтах значительное количество метана выделяют в выработки близлежащие угольные пласты и пропластки, залегающие в кровле или в почве разрабатываемого пласта.

Исследования показывают, что вследствие подработки или надработки близлежащего угольного пласта и нарушения монолитности вмещающих пород горное давление на этот пласт снижается, пласт испытывает некоторую «разгрузку» от горного давления. Снижение испытываемого пластом давления приводит к уменьшению его газоемкости, так как газоемкость угольного пласта в шахтных условиях в основном зависит от испытываемого пластом давления. Вследствие снижения газоемкости пласта часть содержащегося в пласте метана переходит из сорбированного (связанного) в свободное состояние. При определенных условиях метан, находящийся в близлежащих угольных пластах в свободном состоянии, может выделяться в выработки разрабатываемого пласта по трещинам в горных породах.

Близлежащие угольные пласты и пропластки, выделяющие при подработке или надработке метан в выработки шахты, называются *спутниками* разрабатываемого пласта. Спутники различают *вышележащие*, залегающие в кровле разрабатываемого пласта, и *нижележащие*, залегающие в почве разрабатываемого пласта.

При управлении кровлей полным обрушением все угольные пласты и пропластки, залегающие в кровле разрабатываемого пласта на расстоянии по нормали до 60-кратной мощности разрабатываемого пласта, являются спутниками. При подработке и наступлении разгрузки из них выделяется освободившийся метан, который поступает в выработки разрабатываемого пласта.

При управлении кровлей частичной закладкой, расстояние по нормали до наиболее удаленного пласта-спутника уменьшается до 40-кратной мощности разрабатываемого пласта.

Нижележащими спутниками являются пласты и пропластки, залегающие в почве разрабатываемого пласта на расстоянии не свыше 20 м по нормали. При надработке нижележащих спутников метан, высвободившийся из пласта в результате разгрузки, проникает по трещинам в породах междупластья и образует суфляры в почве штреков и лав.

Значительное влияние на газовыделение из вышележащих спутников оказывает применяемый способ управления кровлей. При управлении кровлей полным обрушением влияние подработки распространяется на большее расстояние по нормали, чем при частичной закладке. Это приводит к тому, что в одних и тех же условиях количество спутников при полном обрушении может быть больше, чем при частичной закладке. Следовательно, и газовыделение из вышележащих спутников будет больше при полном обрушении, чем при частичной закладке.

Выделение метана из спутников характеризуется большой неравномерностью. При подработке вышележащих спутников и наступлении разгрузки метан, выделяющийся из спутников, поступает в выработанное пространство лавы, проникает в выработки участка, в основном на вентиляционный штрек, резко увеличивая концентрацию метана в исходящей из лавы струе. Абсолютное количество выделяющегося в этих случаях метана, как правило, значительно и зависит от количества, мощности и газоносности спутников.

Так, на шахтах им. 17 Партсъезда и шахтоуправления № 11 треста Шахтерскантрацит, № 1 «Красная Звезда» и № 9 треста Чистяковантрацит (Донбасс) в кровле разрабатываемого пласта залегают 3—4 спутника. Относительное газовыделение только из вышележащих спутников на указанных шахтах составляет 45—50 м<sup>3</sup>/т. Абсолютное количество выделяющегося метана достигает 50 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Во многих случаях газовыделение из вышележащих спутников в 3—4 раза больше, чем из разрабатываемого пласта.

Газовыделение из нижележащих спутников проявляется в виде суфляров в почве выработок (шахты № 7/8 треста Краснолучуголь, № 1—2 треста Макеевуголь, «Ливенская-Заперевальная» треста Буденновуголь и др.). Количество метана, выделяющегося из нижележащих спутников, значительно меньше, чем из вышележащих спутников. Несмотря на это, суфлярные выделения метана из нижележащих спутников приводят к длительным простоям лав.

Таким образом, основными источниками выделения метана в шахте, оказывающими влияние на величину

относительной газообильности и на производственные процессы шахты, являются: разрабатываемый пласт и пласты-спутники. Особенно большое влияние на повышение газообильности шахты оказывает газовыделение из спутников. Расчетная относительная газообильность шахт, разрабатывающих пласты, не имеющие спутников, как отмечалось, составляет 25—35 м<sup>3</sup>/т. При наличии спутников, газообильность шахт резко возрастает и на ряде шахт Донбасса достигает 80—100 м<sup>3</sup>/т.

Обеспечить допустимое ПБ содержание метана в выработках шахт со столь большой газообильностью исключительно за счет проветривания без применения специальных мероприятий по искусственному снижению газообильности невозможно.

#### 4. ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

В процессе проведения работ по искусственному снижению газообильности шахт предлагались и опробывались различные способы борьбы с выделяющимся в шахте метаном. В основном они сводились к попыткам извлечения метана из угольных пластов и боковых пород при помощи дренажных скважин.

Для снижения газовыделения из разрабатываемого пласта проводились попытки предварительной дегазации его дренажными скважинами, которые бурились по разрабатываемому пласту в различных направлениях.

С целью извлечения метана из боковых пород скважины бурились в почву и кровлю разрабатываемого пласта под различными углами к горизонтальной линии. Проводились работы по отсасыванию метана из выработанного пространства и из выработок со значительным выделением метана. Выработки изолировались перемычками, а выделявшийся в выработки метан отводился по трубопроводу в исходящую струю или на поверхность.

Впервые метан был извлечен из шахты по трубам на поверхность в Англии приблизительно в 1730 г. Количество добываемого газа было незначительно и использовалось в лаборатории для исследований и в качестве топлива для печей.

Были достигнуты также некоторые успехи в борьбе с суфлярными выделениями метана. Суфляры изолиро-

вались, и выделявшийся метан отводился по трубам на поверхность.

Однако все эти способы борьбы с метаном не давали существенного эффекта.

Попытки произвести предварительную дегазацию тонких разрабатываемых угольных пластов не увенчались успехами. Как показали опытные работы в Бельгии, Англии, СССР, Польше и других странах, при этом извлекается незначительное количество — несколько десятков кубометров метана в сутки, что не вызывает сколько-нибудь существенного снижения газообильности шахт. Газопроницаемость не разгруженного от горного давления тонкого угольного пласта низкая, поэтому практическое извлечение метана из него затруднительно.

Аналогичное положение создалось и с дегазацией боковых пород. Насыщенность боковых пород метаном незначительная, в связи с чем дегазация пород также не давала желаемых результатов.

С увеличением глубины разработок и повышением производительности шахт и участков, газообильность последних непрерывно росла. Отсутствие данных о спутниках и законах газовыделения из них не давало возможности организовать борьбу с проникновением метана из спутников.

Перед второй мировой войной относительная газообильность отдельных глубоких шахт Бельгии и Англии превысила  $200 \text{ м}^3/\text{т}$ . Дебит метана на некоторых участках достигал  $250 \text{ м}^3/\text{т}$ . Несмотря на применение мощных вентиляторных установок, обеспечить допустимую концентрацию метана в выработках шахты оказалось невозможным. В результате систематических простоев лав и аварий, эксплуатационные работы на ряде шахт были значительно сокращены, а на отдельных шахтах полностью прекращены.

В 1943 г. на шахте «Мансфельд» (Рур) при проведении подготовительных работ, в породы кровли была пробурена вертикальная скважина, которая пересекла залегающие в кровле неразрабатываемые угольные пласты-спутники. Спустя некоторое время эти спутники были подработаны. В результате подработки и разгрузки спутников, выделяющийся из них метан стал поступать по скважине в выработку под большим давлением. В устье скважины зацементировали обсадную трубу и

подсоединили ее к трубопроводу, отводившему газ в вентиляционную выработку. Дебит газа из скважины достигал 16 тыс.  $m^3/сутки$ . Одновременно было замечено, что дренаж метана по скважине снижает газовыделение на участке. Было принято решение о систематическом бурении скважин на спутники и постоянном извлечении метана. Это мероприятие дало существенный результат. С 1 апреля 1943 г. по 20 ноября 1944 г. было извлечено 5600 тыс.  $m^3$  метана.

Систематическое извлечение большого количества высококалорийного метана привело к мысли о практическом его использовании. В короткий срок было организовано использование газа в первую очередь как высококалорийного топлива. Уже в 1943 г. извлеченный в количестве 2,5 млн.  $m^3$  газ был выведен на поверхность и полностью использован.

Таким образом, совершенно случайно был обнаружен один из основных источников выделения метана в шахте и разработан эффективный способ борьбы с выделяющимся газом. Было заложено начало промышленного извлечения рудничного газа. Извлечение метана из спутников скважинами резко снижает газообильность участков, повышает безопасность труда и создает условия для повышения производительности участков и шахт.

Высокая техническая и экономическая эффективность дегазации спутников привлекла внимание специалистов других стран. В послевоенное время в странах Западной Европы работы по извлечению метана как из спутников, так и из разрабатываемых пластов были продолжены с учетом накопившегося к этому времени опыта. Дегазацию спутников начали внедрять, а затем систематически применять как способ борьбы с метаном на шахтах Западной Германии (с 1943 г.), Саарского угольного бассейна (с 1943 г.), Бельгии (с 1949 г.), Англии (с 1950 г.), Франции (с 1951 г.), Голландии (с 1952 г.) Дегазация спутников применяется на шахтах угольных бассейнов СССР (с 1952 г.), Польши (с 1956 г.), Румынии (с 1957 г.), Чехословакии (с 1957 г.), Китая (с 1957 г.). В Китае с 1952 г. в широких масштабах применяется предварительная дегазация мощных разрабатываемых пластов.

Представление о масштабах применения дегазации спутников дают приведенные ниже данные о ежегодном



общем количестве извлекаемого метана за 10 лет, начиная с 1948 г. по 1957 г.

Годы	Добыча метана, млн. м <sup>3</sup>	Годы	Добыча метана, млн. м <sup>3</sup>
1948 . . . .	6,5	1953 . . . .	267,0
1949 . . . .	16,0	1954 . . . .	397,0
1950 . . . .	57,0	1955 . . . .	524,0
1951 . . . .	134,5	1956 . . . .	653,0
1952 . . . .	192,0	1957 . . . .	802,0

Всего добыто 3049,1 млн. м<sup>3</sup> метана.

В настоящее время в странах Западной Европы дегазация спутников применяется более чем на 100 шахтах. Применение дегазации позволило значительно уменьшить газовыделение из спутников в выработки участков и шахт и тем самым снизить газообильность последних. Значительно повысилась безопасность работ и добыча угля. С применением дегазации производительность отдельных шахт возросла на 50—60%. Извлекаемый метан широко используется в промышленности и для бытовых целей. В 1957 г. в Западной Германии, Сааре, Бельгии, Англии, Франции и Голландии вместе взятых было добыто 646 млн. м<sup>3</sup> чистого метана. Из этого количества полезно было использовано 445,4 млн. м<sup>3</sup> или около 70% добытого газа. По ориентировочным подсчетам специалистов указанных стран количество извлекаемого метана в 1960 г. достигнет 900 млн. м<sup>3</sup>, что будет эквивалентно 1 200 000 т угля.

## 5. СПОСОБЫ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Основная цель применения дегазации — извлечение метана из угольных пластов, минуя вентиляционную сеть шахты, и снижение газообильности участков и шахты. В зависимости от местных условий способы дегазации могут быть различными.

В настоящее время в основном применяются следующие, наиболее эффективные способы дегазации угольных пластов.

1. Предварительная дегазация разрабатываемого угольного пласта большой мощности при помощи выработок и дренажных скважин.

2. Дегазация спутников угольных пластов при помо-

щи выработок, проводимых непосредственно по спутникам.

3. Дегазация спутников угольных пластов дренажными скважинами, пробуренными с разрабатываемого пласта.

Как указывалось выше, осуществить предварительную дегазацию разрабатываемого тонкого угольного пласта до настоящего времени не удалось. Поэтому предварительная дегазация тонких угольных пластов не применяется.

В Китае, где разрабатываются газоносные угольные пласты весьма большой мощности, предварительная дегазация этих пластов дала положительные результаты. В Китае был разработан и длительное время применяется способ предварительной дегазации пласта при помощи выработок. В дальнейшем был разработан способ дегазации дренажными скважинами. В настоящее время применяются оба способа дегазации — выработками и скважинами. Но так как все чаще применяется менее трудоемкий и более экономичный способ дегазации — дренажными скважинами, следует ожидать, что в будущем предварительная дегазация пласта будет проводиться исключительно скважинами.

Приводим краткое описание работ по предварительной дегазации мощного угольного пласта при помощи дегазационных выработок на шахте Лунфын треста Фушуньюголь.

На шахте Лунфын разрабатывается пласт, мощность которого изменяется от 8 до 45 м. Угол падения пласта 22—50°. Горизонтальная мощность пласта достигает 80 м. Газообильность шахты в 1957 г. составляла 36,9 м<sup>3</sup>/т. Кроме того, дегазационными установками извлекалось метана в количестве 23,4 м<sup>3</sup>/т. Пласт отличается высокой газопроницаемостью. Из общего количества выделяющегося в шахте метана 70% выделяется из стенок подготовительных выработок, пройденных по углю. Этим же объясняется высокая эффективность предварительной дегазации.

Глубина разработки пласта 290—400 м. Пласт вскрыт двумя вертикальными стволами глубиной по 370 м. На шахте разрабатываются уклонные поля, так как бремсберговые поля выработаны. Каждое уклонное поле делится на три подэтажа высотой по 40 м каждый.

Длина подэтажного выемочного участка по простиранию составляет 320—400 м. Через каждые 80 м по простиранию разрезаются лавы. Таким образом, в каждом уклонном участке нарезается 4—5 лав длиной по 80 м каждая.

С целью проведения предварительной дегазации пласта на выемочном участке подготовительные работы проводятся в следующем порядке. У почвы пласта проходятся две параллельные выработки — верхний и нижний штреки. Расстояние между выработками по вертикали — 34 м. Нижняя выработка служит откаточной и по ней подается свежая струя воздуха. Верхняя выработка — вентиляционная. Из этих двух выработок через каждые 80 м по простиранию горизонтально проходятся орты, пересекающие пласт на всю мощность — от почвы до кровли. Затем эти орты сбиваются между собой по простиранию штреками и по падению печами. Выработки крепятся. Сечение выработок зависит от их назначения и колеблется в пределах от 5 до 18 м<sup>2</sup>.

На подготовленном таким образом участке к выемке угля приступают не сразу, а только после предварительной дегазации. Для проведения дегазации в ортах, пройденных у откаточного штрека, устанавливаются перемычки. За перемычки вводится отсасывающий газопровод, который присоединяется к магистральному газопроводу, проложенному по штреку и выведенному на поверхность.

Со всей обнаженной выработками поверхности угольного массива выделяется метан, который по газопроводу отсасывается на поверхность.

В начале работ средний коэффициент газовыделения (с 1 м<sup>2</sup> обнаженной поверхности угля) на этом пласте равен 0,001 м<sup>3</sup> метана в 1 мин. Общая площадь обнаженной выработками поверхности угольного массива на участке достигает 20 тыс. м<sup>2</sup>. Таким образом, вначале дебит метана достигает примерно  $0,001 \cdot 60 \cdot 20\ 000 = 1200$  м<sup>3</sup>/час или 28 800 м<sup>3</sup>/сутки. Со временем коэффициент газовыделения и дебит извлекаемого метана постепенно снижаются. Когда коэффициент газовыделения снизится до 0,00009—0,00007 м<sup>3</sup>/мин на 1 м<sup>2</sup>, дегазация прекращается и на участке приступают к выемке угля. Время, необходимое для предварительной дегазации участка, зависит от запасов угля на участке, коэф-

фициента газовыделения, глубины залегания участка и др. На практике время, необходимое для предварительной дегазации участка, колеблется в пределах от 1,5 до 2,5 лет.

Приводим примеры продолжительности предварительной дегазации на шахте Лунфын.

Запасы угля на одном из участков составляли 1360 тыс. т. После проведения подготовительных и дренажных выработок приступили к предварительной дегазации пласта. Коэффициент газовыделения в начале дегазации достигал  $0,002 \text{ м}^3/\text{мин}$  на  $1 \text{ м}^2$ , а через 17 мес. снизился до  $0,00009 \text{ м}^3/\text{мин}$  на  $1 \text{ м}^2$ . После этого приступили к выемке угля на участке. Таким образом, продолжительность предварительной дегазации участка в данном случае равнялась 17 мес. За этот срок было извлечено 3 300 тыс.  $\text{м}^3$  метана. Среднесуточная добыча метана составила примерно  $6500 \text{ м}^3$ . Газоносность пласта на участке была снижена на  $2,4 \text{ м}^3/\text{т}$ .

На другом участке запасы угля составляли 2750 тыс. т. Коэффициент газовыделения достигал  $0,00037 \text{ м}^3/\text{мин}$  на  $1 \text{ м}^2$ . Предварительная дегазация участка продолжалась 34 мес. За это время извлечено 7700 тыс.  $\text{м}^3$  метана. Коэффициент газовыделения снизился до  $0,00007 \text{ м}^3/\text{мин}$  на  $1 \text{ м}^2$ . Среднесуточная добыча метана составила  $7500 \text{ м}^3$ . Газоносность пласта на участке была снижена на  $2,8 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Первое время метан не отсасывался, а выдавался на поверхность по газопроводу под естественным давлением. В настоящее время для отсасывания метана применяются вентиляторы производительностью от 20 до  $100 \text{ м}^3/\text{мин}$ . Только на шахте Лунфын ежедневно извлекается около 200 тыс.  $\text{м}^3$  метана. Концентрация метана в извлекаемом газе составляла 85—95%.

Применение предварительной дегазации разрабатываемого пласта позволило снизить относительную газообильность шахты Лунфын примерно на 40%. Повысилась безопасность труда и прекратились аварии. Повысилась добыча угля. Появилась возможность применения электроэнергии и взрывных работ, которые до этого не применялись.

Извлекается большое количество высококалорийного газа, который почти весь используется для производства сажи и для бытовых нужд. На шахтах треста Фушунь-

уголь около 10 тыс. квартир обеспечиваются шахтным газом для бытовых нужд.

В 1957 г. на шахтах треста Фушуньюголь было добыто 101 350 тыс.  $m^3$  метана. Из них 85 млн.  $m^3$  или 85% было извлечено на шахте Лунфын. Из общего количества добытого метана полезно было использовано более 92%. Из них на производство сажи было использовано 75 млн.  $m^3$  или 75% добытого, а более 17 млн.  $m^3$  использовано для бытовых нужд.

Способ дегазации спутников при помощи выработок, проходимых непосредственно по спутникам, имеет ограниченное применение. Впервые этот способ был применен на шахте «Хиршбах» в Сааре. По спутнику, залегающему в кровле разрабатываемого пласта (над лавой), проходится штрек. Сечение штрека 5—7  $m^2$ . Штрек перекрывается перемычкой, через которую пропускается отсасывающий газопровод. Выделяющийся из подработанного спутника метан скопляется в выработке и по газопроводу отсасывается на поверхность. В отдельных случаях, для увеличения дебита метана, из штрека по спутнику бурят дренажные скважины.

При отсутствии подсосов воздуха из выработанного пространства или через перемычку этот способ довольно эффективен. На шахте «Хиршбах» при помощи дренажного штрека добывалось 15—18 тыс.  $m^3$  газа в сутки с содержанием метана 80—90%. На шахте «Луизенталь» количество извлекаемого метана на 1 т добычи колебалось в пределах 15—75  $m^3$ . В отдельных случаях извлекалось до 65  $m^3/мин$  или около 95 тыс.  $m^3$  метана в сутки.

Недостатком этого способа является большой объем проходческих работ, что требует значительных затрат. Он применяется в основном при благоприятных геологических условиях на месторождениях с высокой газосодержимостью. Может быть использован при высокой крепости пород, которые затрудняют систематическое бурение скважин.

Среди существующих в настоящее время способов борьбы с выделяющимся в шахте метаном наибольшее распространение получил способ *дегазации спутников угольных пластов скважинами*. Применение этого способа возможно при любых геологических условиях залегания месторождения. По эффективности этот способ не

уступает способу дренажа метана выработками, пройденными по спутникам, а объем работ сравнительно невелик и ограничивается прохождением камер для установки бурового станка и бурением скважин. При бурении скважин с вентиляционного штрека в прохождении камер нет необходимости.

Выше отмечалось, что на шахте «Хиршбах» при дегазации спутников горными выработками извлекалось 15—18 тыс. м<sup>3</sup> метана в сутки. При дегазации спутников скважинами, аналогичное количество метана извлекается зачастую по одной скважине.

При наличии в кровле разрабатываемого пласта нескольких спутников, удаленных друг от друга на большое расстояние, эффективно дегазировать все спутники одной выработкой, пройденной по одному из них, затруднительно. При дегазации спутников скважинами последние можно пробурить на любой спутник отдельно и из каждого спутника извлекать метан изолированно от других.

Способ дегазации спутников скважинами значительно экономичнее способа дегазации выработками.

Дегазация спутников скважинами имеет ряд преимуществ и поэтому нашла более широкое применение, чем другие способы.

Сущность дегазации спутников скважинами заключается в следующем.

Выше указывалось, что выделяющийся из разгруженных от газа спутников метан, находясь под давлением, проникает по образующимся в междупласты трещинам в выработанное пространство и выработки разрабатываемого пласта.

Количество выделяющегося метана, как правило, значительное и приводит к повышению концентрации его в атмосфере выработок и к прекращению работ по выемке угля.

Для того чтобы не допустить проникновения метана из спутников в выработки разрабатываемого пласта, на спутники бурятся дегазационные скважины. Скважины подсоединяются к прокладываемым по выработкам участковым газопроводам, которые в свою очередь подсоединяются к магистральному газопроводу. Магистральный газопровод выводится на поверхность и подсоединяется к вакуум-насосам. Работающий вакуум-насос

создает в системе разрежение, в результате чего выделяющийся из спутников метан отсасывается по скважине и газопроводу на поверхность (рис. 1). Этим способом удастся извлечь 70—90% выделяющегося из спутников метана.

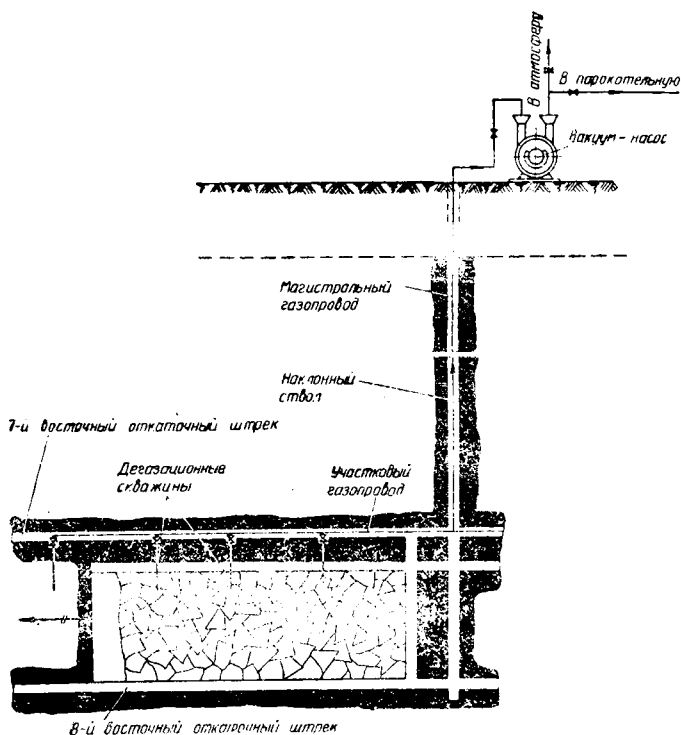


Рис. 1. Схема дегазационной установки

Скважины бурятся с откаточных или вентиляционных штреков разрабатываемого пласта. Скважины в основном наклонные, под углом к линии горизонта. Угол наклона скважин к линии горизонта определяется в каждом конкретном случае аналитически или графически.

Диаметр дегазационных скважин 60—100 мм. Наиболее часто скважины бурятся диаметром 65—85 мм. При бурении скважин по породам слабой или средней крепости применяются буровые коронки, армированные победитом или другими твердыми сплавами. При буре-

нии по весьма крепким породам применяются алмазные коронки.

Во избежание подсосов воздуха устье скважины герметизируется. Для этой цели устье скважины бурится диаметром 115—150 мм на длину 4—6 м, затем в него вводится и укрепляется обсадная труба. В пространство между трубой и стенками скважины нагнетается раствор цемента.

Концентрация отсасываемого метана и, следовательно, дебит скважины во многом зависят от длины обсадки устья скважины и качества герметизации. Практикой установлено, что, чем больше длина обсадной трубы, тем более длительное время по скважине извлекается метан высокой концентрации. А это, в свою очередь, увеличивает срок службы скважины и сокращает объем буровых работ. Поэтому в настоящее время существует тенденция к увеличению длины обсадки скважины до 20—30 м.

После герметизации устья бурение скважины продолжается через обсадную трубу меньшим диаметром (76—60 мм) до пересечения спутника.

По окончании бурения на скважине устанавливается необходимая контрольная аппаратура и скважина подсоединяется к газопроводу.

Длина дегазационных скважин зависит от местных условий, в основном от расстояния до спутника и места бурения скважины. Средняя длина скважин 60—80 м.

Расстояние между скважинами по простиранию также зависит от местных условий (расстояния между разрабатываемым пластом и спутником, крепости пород междупластья и др.) и устанавливается в каждом конкретном случае практическим путем. В Бельгии и Англии скважины бурятся довольно часто на расстоянии в среднем 10—15 м одна от другой. В последнее время это расстояние несколько увеличили и в отдельных бассейнах оно достигает 20—40 м.

В Китае скважины бурятся на расстоянии 50—60 м одна от другой.

На шахтах Донбасса расстояние между скважинами по простиранию составляет:

минимальное . . . . .	40—50 м
среднее . . . . .	100 м
максимальное . . . . .	150—200 м



Разгрузка спутника от горного давления и выделение газа из скважины начинается после подвигания забоя лавы за скважину на расстояние 10—20 м. Газ из скважины выделяется под естественным давлением. Давление газа на скважинах, как правило, колеблется в пределах 0,1—0,5 ат. Количество выделяющегося газа — 2—3 м<sup>3</sup>/мин, концентрация метана достигает 100%. На участках новых лав при первых осадках основной кровли, давление и дебит газа могут значительно превысить указанные величины.

Для увеличения дебита метана применяется отсасывание, с этой целью используются машины, создающие разрежение (вакуум). Во всех странах для безопасности при отсосе метана применяются в основном машины водокольцевого типа. Разрежение в этих машинах создается при помощи вращающегося водяного кольца. Только в Китае применяются для этой цели обыкновенные вентиляторы. В СССР для отсасывания метана применяются водокольцевые вакуум-насосы типа РМК.

## 6. ДЕГАЗАЦИЯ СПУТНИКОВ В ДОНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ

Наиболее широко в Советском Союзе дегазация спутников применяется на шахтах Донбасса. Первые опытные работы по дегазации спутников были проведены Макеевским научно-исследовательским институтом в 1952 г. Руководил работами докт. техн. наук, проф. Печук И. М.

Для проведения опытных работ по дегазации вышележащих спутников была выбрана весьма газообильная шахта № 1 «Красная Звезда» треста Чистяковантрацит. Работы по дегазации нижележащего спутника проводились на шахте № 7—8 треста Краснолучуголь.

Первая шахта разрабатывает пласт Дроновский, над которым залегает ряд угольных пластов и пропластков (рис. 2). Как на этой, так и на многих других шахтах Чистяково-Шахтерского района, разрабатывающих пласт  $\kappa_2$  Дроновский или залегающий над ним пласт  $\kappa_2^2$  Наддроновский, наблюдалось весьма обильное выделение метана из вышележащих спутников (до 50 м<sup>3</sup>/т), вызывающее длительные простои лав. Особенно много мета-

на выделялось после первого обрушения кровли, что приводило к длительным простоям лав.

Для проведения опытных работ по дегазации вышележащих спутников была выделена 25-я западная лава, пуск которой в эксплуатацию намечался после монтажа дегазационной установки. Таким образом, имелась воз-

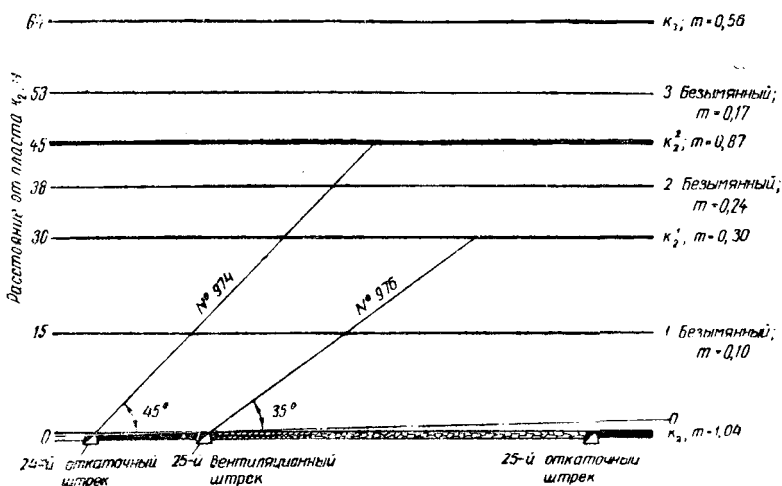


Рис. 2. Разрез по скважинам шахты № 1 «Красная Звезда»

мощность проверить, является ли дегазация эффективным средством для борьбы с обильным газовыделением после первого обрушения кровли.

Для дегазации спутников в пределах 25-й западной лавы были пробурены две скважины. Первая скважина (№ 974) была пробурена с откаточного штрека вышележащей 24-й западной лавы до спутника  $\kappa_2^2$  (см. рис. 2). Расчеты показали, что данная скважина не может дегазировать спутник  $\kappa_2^1$  и залегающий ниже него пропласток 1 Безымянный. В связи с этим была пробурена дополнительно вторая скважина (№ 976) с вентиляционного штрека 25-й западной лавы для дегазации спутников  $\kappa_2^1$  и 1 Безымянного. Скважины были присоединены к всасывающему газопроводу, проложенному по откаточному штреку 24-й западной лавы (рис. 3). Этот газопровод доводился по вентиляционной сбойке до 23-го горизонта и подсоединялся к установленному в камере на этом горизонте вакуум-насосу.

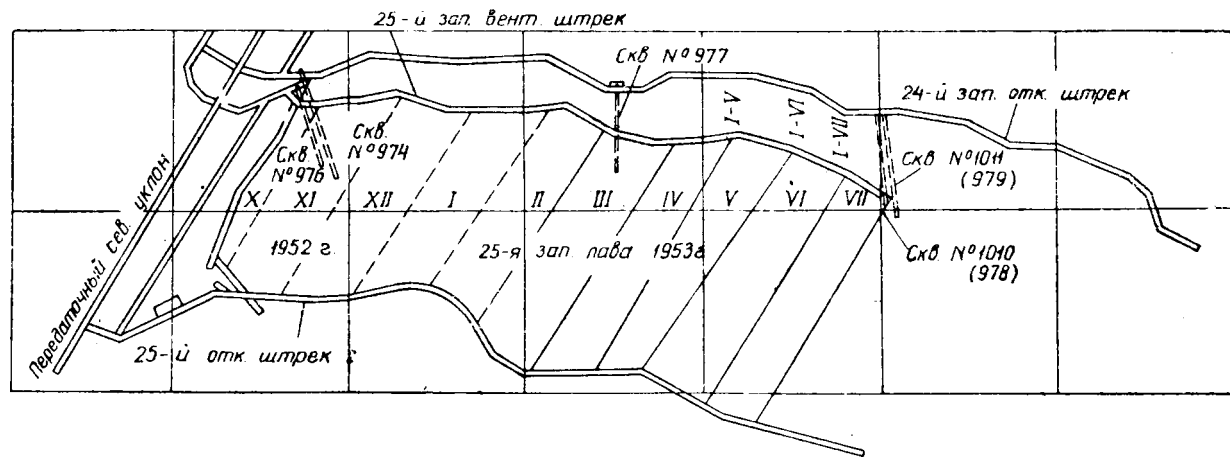


Рис. 3. План 25-й западной лавы шахты «Красная Звезда»

Газопровод, отводящий газ от насоса, был проложен по 23-му откаточному штреку и подсоединен к скважине, пробуренной с поверхности в шахту. Глубина скважины 310 м, диаметр 100 мм.

В ноябре 1952 г. 25-я западная лава продвинулась на 35 м от разрезной печи, но вакуум-насос газа не отсасывал. При отходе лавы на 45 м насос начал отсасывать незначительное количество газа с низкой концентрацией метана (до 20%).

При отходе забоя лавы на 56 м произошло обрушение кровли, в результате чего началось бурное выделение метана из спутников. Давление газа в скважине № 976 достигло 4 ата и из нее выделялось до 25 м<sup>3</sup>/мин метана. По второй скважине (№ 974), пробуренной на верхний спутник  $\kappa_2^2$ , газа выделялось очень мало. Это объяснялось тем, что влияние подработки пока что распространилось только до спутника  $\kappa_1^2$  и метан выделялся из спутников  $\kappa_1^2$  и 1 Безымянного. Если бы скважины № 976 не было, то весь метан из указанных спутников устремился бы в выработанное пространство и выработки 25-й западной лавы, что вызвало бы загазирование и длительный простой лавы.

Небольшая производительность установленного вакуум-насоса (3 м<sup>3</sup>/мин) не обеспечивала отсос выделявшегося из скважины метана (до 25 м<sup>3</sup>/мин). Поэтому насос был отключен, а газ непосредственно направлялся по газопроводу и скважине на поверхность.

Диаметр газопровода оказался недостаточным, поэтому не весь выделявшийся газ удалялся на поверхность, часть его поступала в выработанное пространство и выработки лавы, что привело к загазированию лавы. Участок простоял 5 дней, т. е. в 4—5 раз меньше, чем те лавы, где дегазация не применялась. После прекращения бурного выделения метана был включен вакуум-насос и с этого времени была организована систематическая дегазация 25-й западной лавы. Замена вакуум-насоса на более производительный (до 27 м<sup>3</sup>/мин) позволила повысить производительность установки до 15 м<sup>3</sup>/мин, что составляло более 20 000 м<sup>3</sup> в сутки чистого метана. Концентрация отсасываемого метана колебалась в пределах 80—95%. На протяжении почти пяти лет вакуум-насос работал круглосуточно и непрерывно, что обеспечивало низкую концентрацию метана

на вентиляционном штреке 25-й западной лавы и непрерывную работу последней. Вышележащие 23-я и 24-я западные лавы часто простаивали, вследствие повышенного содержания метана на вентиляционных штреках, а 25-я западная лава работала ритмично и бесперебойно.

На шахте № 7/8 треста Краснолучуголь разрабатывается пласт Хрустальский ( $L_2^1$ ), в почве которого на расстоянии 12 м по нормали залегает пласт Садовый, являющийся нижележащим спутником пласта Хрустальского. Надрработка и разгрузка пласта Садового вызывала систематические суфлярные выделения метана из последнего в выработки пласта Хрустальского, что приводило к частым и длительным простоям лав. Для изучения влияния дегазации на суфлярные выделения метана опытные работы по дегазации нижележащих спутников решено было провести на этой шахте.

Вакуум-насос был установлен на поверхности, а газопровод проложен по стволу и затем по выработкам шахты до 2-го откаточного штрека, на котором была пройдена камера (рис. 4). Скважина бурилась из камеры в почву по падению пласта под углом  $15^\circ$  к линии горизонта с таким расчетом, чтобы пересечь нижележащий пласт Садовый под выработанным пространством 3-й западной лавы (рис. 5). К моменту пересечения скважиной пласта Садового забой лавы еще не успел подойти к ней и газ из скважины не выделялся. Когда забой лавы опередил скважину на 20 м, из скважины стал выделяться метан. При работе вакуум-насоса отсасывалось до  $1,2 \text{ м}^3/\text{мин}$  чистого метана. Концентрация отсасываемого метана 50—70%.

Характерным является следующее: до пуска вакуум-насоса на откаточном штреке 3-й западной лавы действовал суфляр и лава не работала, после пуска вакуум-насоса суфлярное выделение метана прекратилось и более не возобновлялось.

При круглосуточной работе вакуум-насоса отсасывалось не более  $2000\text{—}3000 \text{ м}^3$  чистого метана в сутки, но суфляры не появлялись и лава работала бесперебойно. Остановка вакуум-насоса вызывала суфлярные выделения метана и прекращение работ в лаве. Опытная установка работала до конца 1956 г. За это время было установлено, что значительные количества высококалорийного, пригодного для использования газа можно

извлекать только с вышележащих спутников. При дегазации нижележащих спутников извлекается незначительное количество газа с низкой и неустойчивой концентрацией метана. Поэтому решено было построить

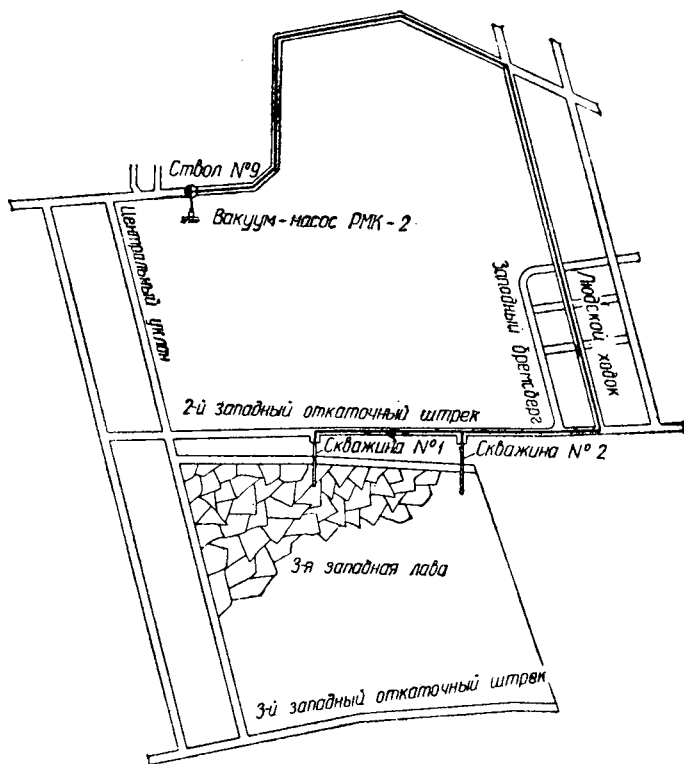


Рис. 4. Схема расположения скважин и газопровода на шахте № 7/8

на шахте установку промышленного типа, а с целью получения большого количества метана освоить дегазацию вышележащего спутника — пласта Алмазного.

В начале 1957 г. монтаж новой установки был закончен. Скважины бурились на вышележащий и нижележащий спутники (см. рис. 5). Количество извлекаемого метана достигло 30 000 м<sup>3</sup> в сутки. На отопление метаном была переведена котельная шахты.

Первая промышленная дегазационная установка была построена в 1953 г. на шахте им. 17 Партсъезда

треста Шахтерскантрацит. При строительстве этой установки был использован накопленный к тому времени опыт.

Шахта им. 17 Партсъезда разрабатывает пласт  $k_2$  Дроновский. Геологические условия примерно те же, что на шахте № 1 «Красная Звезда» (см. рис. 2 и рис. 6). Газообильность шахты превышала  $80 \text{ м}^3/\text{т}$ , причем из

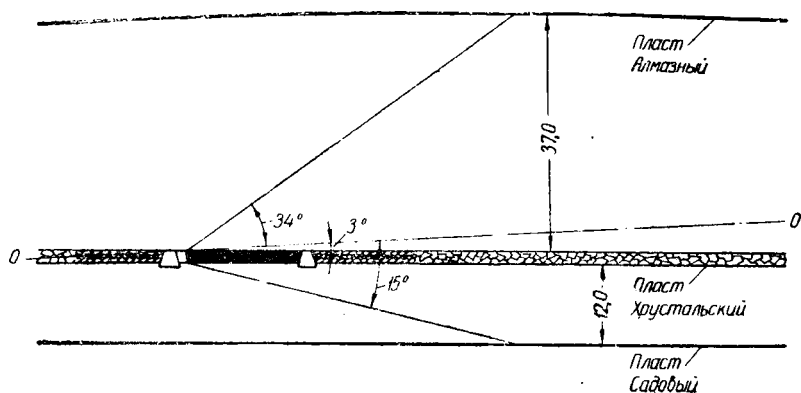


Рис. 5. Разрез по скважинам шахты № 7/8

вышележащих спутников выделялось до  $50 \text{ м}^3$  метана на  $1 \text{ т}$  добытого угля. Обильные выделения метана из спутников приводили к систематическим простоям лав, несмотря на довольно интенсивное проветривание. Так, на участок 8-й восточной лавы направлялось свыше  $1300 \text{ м}^3/\text{мин}$  воздуха, но лава часто простаивала из-за повышенной концентрации метана на вентиляционном штреке. Поэтому внедрение дегазации спутников было начато с 8-й восточной лавы. Спутниками в данном случае являлись: пропласток, залегающий в  $14 \text{ м}$  от разрабатываемого пласта, пласт  $k_1^2$  в  $27 \text{ м}$  и пласт  $k_2^2$  в  $45 \text{ м}$ . Дегазационные скважины бурились с откаточного штрека вышележащей 7-й восточной лавы, впереди забоя 8-й восточной лавы с таким расчетом, чтобы к моменту пересечения ими спутника  $k_2^2$  лава еще не успела дойти до скважины. При несоблюдении этого условия возможно выделение высококалорийного газа из скважины в процессе бурения.

Скважина № 1 (см. рис. 6) дегазировала два спутника:  $k_2^2$  и  $k$ . Угол наклона скважины к линии гори-

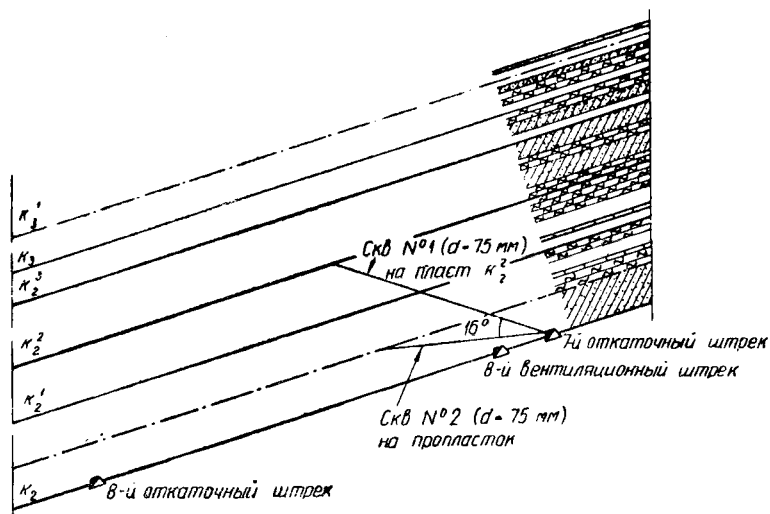


Рис. 6. Разрез по скважинам шахты им. 17 Партезезда

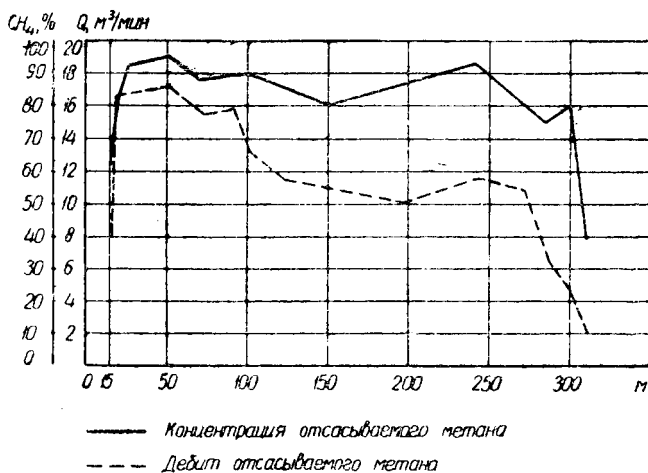


Рис. 7. Динамика газовыделения из скважин на шахте им. 17 Партезезда



зонта согласно расчетам 16°. Вторая скважина дегазировала пропласток и бурилась горизонтально. Устье скважин герметизировалось на длину 4—5 м, затем они подсоединялись к участковому газопроводу, проложенному по откаточному штреку. Участковый газопровод подсоединялся к магистральному, имеющему диаметр 150 мм и проложенному по наклонному вентиляционному стволу. Магистральный газопровод подсоединялся к установленному на поверхности вакуум-наосу типа РМК-4 (см. рис. 1).

Наблюдения на этой шахте показали, что выделение метана из скважин начинается не раньше, чем забой лавы продвинется за скважину примерно на 15 м.

Максимальная концентрация отсасываемого метана наблюдается при отходе лавы за скважину на расстояние до 100 м и колеблется в пределах 90—98%. Производительность установки при дегазации одной 8-й лавы достигала 25 000 м<sup>3</sup> чистого метана в сутки. Изменение концентрации метана в отсасываемом газе и динамика количества отсасываемого чистого метана в зависимости от ухода лавы приведены на рис. 7.

Последующие скважины бурились через каждые 150—200 м по простирацию. Систематический непрерывный отсос обеспечивал низкую концентрацию метана на вентиляционном штреке. При работе установки концентрация метана на исходящей струе лавы не превышала 0,5%. Это позволило уменьшить количество подаваемого на участок воздуха с 1300 до 700 м<sup>3</sup>/мин.

Концентрация метана на исходящей струе лавы оставалась при этом неизменно низкой.

При подключении к установке скважин новой 9-й восточной лавы производительность вакуум-наоса РМК-4 не обеспечивала дегазацию одновременно двух лав. В связи с этим был установлен второй вакуум-наос и дополнительно проложен второй магистральный газопровод диаметром 150 мм.

В настоящее время на шахте непрерывно работают два вакуум-наоса. Производительность установки достигает 45—50 тыс. м<sup>3</sup> чистого метана в сутки. Непрерывная круглосуточная работа вакуум-наосов обеспечивает бесперебойную работу лав. Кратковременная остановка вакуум-наосов приводит к загазированию лав и к прекращению работ.

Опыт применения дегазации спутников на шахтах с большой газообильностью позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Дегазация значительно снижает выделение метана из спутников в выработки разрабатываемого пласта.
2. Прекращаются остановки лав, вызываемые обильным газовыделением из спутников.
3. Предотвращаются суфлярные выделения метана.
4. Повышается безопасность труда шахтеров.
5. Извлекается значительное количество пригодного для использования газа.

Снижение количества метана, выделяющегося из спутников на вентиляционный штрек, приводит к резкому снижению концентрации метана на исходящей струе участка, что дает возможность сократить количество воздуха, подаваемого на участок. В табл. 1 приведены данные о процентном содержании метана, количестве воздуха и метана в исходящей струе 8-й восточной лавы шахты им. 17 Партсъезда до дегазации и непосредственно после пуска дегазационной установки.

Таблица 1

Место проведения наблюдений на вентиляционном штреке	До дегазации			При дегазации		
	количество воздуха на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин	содержание CH <sub>4</sub> , %	количество метана на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин	количество воздуха на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин	содержание CH <sub>4</sub> , %	количество метана на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин
Вблизи подрывки . . . . .	—	0,3	—	—	0,1	—
В 40 м от подрывки . . . . .	1080	0,6	6,5	1065	0,2	2,13
В 100 м от подрывки . . . . .	996	0,7	7,0	985	0,2	1,97
В 200 м от подрывки . . . . .	962	0,8	8,0	970	0,4	3,88
У сбойки . . . . .	1340	1,0	13,4	1324	0,5	6,62

Из данных табл. 1 видно, что до дегазации при пониженной добыче содержание метана на исходящей струе в подготовительную смену достигало 1%. В добычные смены содержание метана повышалось и работы периодически прекращались. После применения дегазации концентрация метана у вентиляционной сбойки снизилась до 0,5%. Количество метана, выделявшегося из

спутников на вентиляционный штрек, снизилось с 10,4 до 5,6 м<sup>3</sup>/мин, т. е. на 50%. Следовательно, с участка удалялось 4,8 м<sup>3</sup>/мин или около 7 тыс. м<sup>3</sup> метана в сутки, что составляет более 30 м<sup>3</sup>/т.

В табл. 2 приведены данные о динамике газовыделения на участке 9-й восточной лавы после уменьшения количества подаваемого воздуха до 700 м<sup>3</sup>/мин при работе вакуум-насоса и после двухчасовой остановки вакуум-насоса.

Наблюдения проводились в подготовительную смену, во время очередной осадки основной кровли и обильного газовыделения из спутников.

Таблица 2

Место проведения наблюдений на вентиляционном штреке	При работе вакуум-насоса			После двухчасовой остановки вакуум-насосов	
	количество воздуха на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин	содержание СН <sub>4</sub> , %	количество метана на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин	содержание СН <sub>4</sub> , %	количество метана на исходящей струе, м <sup>3</sup> /мин
Вблизи подрывки	—	0,6	—	0,5	—
В 40 м от подрывки . . . . .	670	0,8	5,3	2,3	15,4
В 100 м от подрывки . . . . .	—	0,8	—	2,2	—
В 200 м от подрывки . . . . .	665	0,9	6,3	2,6	17,3
У сбойки . . . . .	690	0,8	5,7	3,0	20,7

В данном случае с участка удаляется более 90% выделяющегося из спутников метана, что составляет свыше 15 м<sup>3</sup>/мин или около 22,5 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. На 1 т добытого угля отсасывается примерно 75 м<sup>3</sup> метана.

После внедрения дегазации во всех лавах относительная газообильность шахты снизилась с 82 до 40—45 м<sup>3</sup>/т. Прекратились периодические обильные выделения метана из спутников, загазирование и простои лав. Увеличились скорость подвигания очистных забоев и добыча угля. Значительно повысилась производительность труда рабочего по эксплуатации. В табл. 3 приводятся данные о работе шахты им. 17 Партсъезда до и после дегазации.

Таблица 3

Месяцы	Добыча, т		Месячная производи- тельность рабочего, т	Количество рабочих на шахте
	шахты	8-й восточной лавы		

## До дегазации

1953 г.				
Январь . . . . .	16 655	6267	38,2	480
Февраль . . . . .	15 302	7054	33,5	450
Март . . . . .	15 320	8181	33,8	447
Апрель . . . . .	14 876	8247	33,8	431
Май . . . . .	16 667	7614	37,7	440
Июнь . . . . .	16 298	6828	38,1	426
Июль . . . . .	18 271	8170	44,4	409
Август . . . . .	18 680	8128	46,2	399
Сентябрь . . . . .	17 508	7353	43,4	402

## После дегазации

Октябрь . . . . .	18 394	9 322	45,2	407
Ноябрь . . . . .	17 637	8 716	49,5	401
Декабрь . . . . .	18 446	10 724	44,6	409

## 1954 г.

Январь . . . . .	17 533	10 345	42,0	410
Февраль . . . . .	17 303	9 796	41,6	412
Март . . . . .	22 393	12 391	55,1	403
Апрель . . . . .	23 211	11 331	57,6	400
Май . . . . .	21 216	10 343	52,2	399
Июнь . . . . .	21 199	11 195	53,5	398
Июль . . . . .	24 222	11 757	60,1	398
Август . . . . .	24 803	13 032	61,6	401

Из данных табл. 3 видно, что улучшение условий вентиляции позволило повысить среднемесячную добычу 8-й лавы с 7, 8 тыс. т до дегазации (январь — июль 1953 г.) до 9,6 тыс. т в последнем квартале 1953 г. и до 13,0 тыс. т в августе 1954 г.

С февраля 1954 г. на шахте работают только дегазируемые лавы. В результате месячная добыча шахты возросла с 16,0 тыс. т в среднем за первые 7 мес. 1953 г. до 24,8 тыс. т в августе 1954 г. или на 55%. Месячная производительность рабочего по эксплуатации увеличилась с 37 т до 61 т или на 65%.

На шахте «Анна» шахтоуправления № 11 треста Шахтерскантрацит среднемесячная скорость подвигания 9-й восточной лавы до дегазации не превышала 13 м.

После применения дегазации скорость подвигания лавы увеличилась до 31 м.

Годовое подвигание дегазируемой 25-й западной лавы шахты № 1 «Красная Звезда» составило в 1954 г. 560 м, а недегазируемых 24-й и 23-й западных лав соответственно 380 и 300 м, что объясняется частыми простоями лав вследствие загазирования.

В связи с высокой эффективностью дегазация стала внедряться в Донбассе на шахтах, где обильное выделение метана из спутников препятствует нормальной работе лав.

В табл. 4 приведены шахты Донбасса, на которых построены и на 1 ноября 1959 г. работают дегазационные установки, а также приведено ориентировочное количество метана, извлекаемого каждой установкой в сутки.

Таким образом, на 23 шахтах Донбасса ежесуточно извлекается около 450 000 м<sup>3</sup> чистого метана, что составляет более 150 млн. м<sup>3</sup> в год. В 1958 г. на шахтах Донбасса было извлечено около 90 млн. м<sup>3</sup> чистого метана.

## 7. ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В КАРАГАНДЕ, КУЗБАССЕ И ДРУГИХ БАССЕЙНАХ СТРАНЫ

На ряде шахт Караганды разрабатывается мощный пологий пласт Верхняя Марианна, на котором применяется предварительная дегазация. Мощность пласта 7—8 м. Пласт выработывался слоями в нисходящем порядке. Средняя относительная газообильность лав до применения дегазации достигала 21 м<sup>3</sup>/т. На подготовленном к выемке обратным ходом участке для предварительной дегазации пласта с откаточного штрека по нижнему слою пласта бурятся (по восстанию) дегазационные скважины. Диаметр скважин 100 мм. Расстояние между скважинами по простиранию 15—20 м. Устья скважин обсаживаются трубами и герметизируются. Все пробуренные скважины подсоединяются к газопроводу. Газ отсасывается установленным на поверхности вакуум-насосом типа РМК-4.

Количество газа, извлекаемого по одной отдельной скважине, незначительно, но при наличии большого количества пробуренных по углю и подсоединенных к

Трест	Шахта	Разрабатываемый пласт
Чистяковантрацит	№ 9	Дроновский $k_2$
То же	№ 10	Бесштановский $k_3$
"	№ 3-бис	Дроновский $k_2$
"	№ 43	То же
"	№ 7-бис	"
"	№ 2	Княгининский $k_7$
Шахтерскантрацит	Им. 17 Партсъезда	Дроновский $k_2$
То же	№ 1 Давыдовка	"
"	Ш. IV № 11, шахта	Наддроновский $k_2^2$
"	"Анна"	"
"	№ 1-бис им. 1 Мая	Боковский $k_5$
Краснолучуголь	№ 7/8 "Основная"	Хрустальский $L_2^1$
"	12—12-бис	"
Ворошиловуголь	№ 5-бис	$k_5$
Кадиевуголь	"Анненская"	$l_3$
Буденновуголь	"Ливенская-Заперевальная"	Ливенский $H_{10}$
"	"Буденновская-Восточная"	"
Советскуголь	№ 21 им. Хрущева	Берестовский $L_4$
Рутченковуголь	№ 29	Прасковиевский $H_8$
"	№ 17—17-бис	Смоляниловский $H_7$
Сталинуголь	№ 4—21	"
Макеевуголь	"Пролетарская—Глубокая"	Софиевский $l_8^1$
"	№ 1—2	Владимир $l_7$
Орджоникидзеуголь	№ 1—2 "Красный Октябрь"	Берестовский $L_4$
Дзержинскуголь	Им. Дзержинского	Толстый $M_3$
Горловскуголь	№ 1—5 "Кочегарка"	Аршинный $k_2^2$
Кадиевшахтстрой	"Томашевская-Южная"	Золотарка $k_2^2$
"	"Первомайская-Центральная"	—
Донецкуголь	Юго-Западная № 3	Лисий $k_2^1$

\* Газобильность указана до применения дегазации.

Таблица 4

Угол падения пласта, град	Относительная газообильность шахты, м <sup>3</sup> /т*	Дата пуска дегезационной установки в эксплуатацию	Количество отсасываемого метана, м <sup>3</sup> /сутки
10	102,0	Апрель 1955 г.	40 000
10	68,0	Октябрь 1957 г.	10 000
5	44,0	Апрель 1956 г.	25 000
12	36,8	Июнь 1957 г.	25 000
8	53,0	Март 1958 г.	15 000
8	23,0	Май 1958 г.	10 000
17	82	Сентябрь 1953 г.	40 000
18	24,8	Март 1956 г.	15 000
17	68,4	Февраль 1955 г.	40 000
12	37,3	Июль 1956 г.	10 000
2	60,0	Август 1953 г.	30 000
9	64,0	Январь 1959 г.	3 000
8	50	Декабрь 1957 г.	20 000
8	28,0	Июль 1957 г.	10 000
5	31,8	Сентябрь 1955 г.	—
10	49,0	Август 1959 г.	15 000
12	32,0	Сентябрь 1957 г.	10 000
20	34,0	Сентябрь 1956 г.	15 000
10	43,0	Март 1958 г.	10 000
10	36,0	Июнь 1958 г.	20 000
2	28,0	Январь 1958 г.	40 000
10	45,0	Апрель 1958 г.	5 000
65	74,5	Ноябрь 1956 г.	3 000
48	77,0	Январь 1957 г.	6 000
54	25,0	Июнь 1958 г.	5 000
—	—	Август 1958 г.	15 000
—	—	Февраль 1959 г.	4 000
—	36,8	Сентябрь 1959 г.	8 000
Итого . . .			449 000

газопроводу скважин дебит метана достигает значительных величин. Например, из 22 подсоединенных к газопроводу скважин извлекалось до  $550 \text{ м}^3$  метана в час, что составляет примерно  $13\,000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ . Концентрация метана в извлекаемом газе 80—100%.

Применение предварительной дегазации пласта на шахтах, разрабатывающих пласт Верхняя Марианна, позволило снизить газообильность участков примерно на 50%.

В настоящее время предварительная дегазация пласта Верхняя Марианна применяется на 5 шахтах, разрабатывающих этот пласт.

Количество метана, извлекаемое в сутки, значительно и в состоянии обеспечить потребность шахтных котельных. Поэтому на 4 шахтах котельные переведены на отопление извлекаемым шахтным газом.

Предварительная дегазация мощных крутых пластов скважинами применяется на 6 шахтах Кузбасса.

Как на шахтах Караганды, так и на шахтах Кузбасса, кроме предварительной дегазации мощных пластов, возможно применение дегазации спутников.

В июне 1957 г., в Кузбассе на шахте «Капитальная-2» комбината «Кузбассуголь» была пущена в эксплуатацию первая в Кузбассе дегазационная установка, отсасывающая метан из спутников. Количество извлекаемого метана при дегазации одной лавы достигает  $5000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ . Средняя концентрация отсасываемого метана 65%. Дегазация спутников позволила ликвидировать систематические простои лавы. Увеличились скорость продвижения лавы, добыча угля и производительность труда рабочего по эксплуатации. С применением дегазации спутников газообильность участка снизилась примерно на 50%, что позволило сократить количество подаваемого в лаву воздуха с 650 до  $400 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

Следует отметить, что дегазация спутников на шахте «Капитальная-2» впервые в СССР была применена при столбовой системе разработки с обратным порядком отработки.

В настоящее время на 6 шахтах Кузбасса применяется предварительная дегазация мощных крутых пластов и на одной шахте дегазация спутников.

Начаты работы по внедрению дегазации спутников на газообильных шахтах Воркутинского бассейна. Рабо-



та пущенной в эксплуатацию в январе 1957 г. опытной дегазационной установки на шахте № 40 дала положительные результаты. При работе дегазационной установки газовыделение из вышележащих спутников на опытном участке резко снижается. Прекратились простои лав. Добыча угля из лав дегазируемого участка повысилась на 100 т в сутки.

Среднесуточный дебит извлекаемого установкой метана находится в пределах 10 000 м<sup>3</sup>. В июле 1957 г. среднесуточный дебит метана достиг 13 400 м<sup>3</sup>. Средняя концентрация метана в извлекаемом газе примерно 50%, максимальная 90%.

Кроме приведенных выше основных угольных бассейнов, дегазация спутников может быть применена также на шахтах комбинатов Приморскуголь, Сахалин-уголь, Грузуголь, Урала и других месторождений страны.

По данным семилетнего плана внедрение дегазации спутников угольных пластов запланировано примерно на 115 газообильных шахтах Донбасса. На шахтах Кузбасса предварительная дегазация пластов и дегазация спутников может быть применена примерно на 25 шахтах. Такое же количество шахт нуждается в предварительной дегазации разрабатываемого пласта и в дегазации спутников в Караганде. На шахтах комбината Боркутуголь дегазацию спутников нужно проводить примерно на 10 шахтах.

Следует принять во внимание, что со временем количество шахт, нуждающихся в применении дегазации спутников, будет возрастать за счет углубки действующих шахт и шахт-новостроек.

Основная цель применения предварительной дегазации угольных пластов и дегазации спутников — снижение газообильности участков и шахт и повышение безопасности труда шахтеров.

Поэтому в настоящее время вопросу внедрения дегазации уделяется большое внимание.

Строительство и пуск в эксплуатацию дегазационных установок на всех испытывающих необходимость в этом мероприятии шахтах позволит дополнительно обеспечить дальнейшее повышение безопасности труда шахтеров.

Одновременно, как показала практика применения дегазации, возрастает добыча угля и производительность

на метане лучше, чем на бензине. Двигатель легко заводится в холодную погоду и работает более плавно, чем на бензине. Срок службы автомобильных двигателей, работающих на метане, почти в два раза больше, чем двигателей, работающих на бензине.

Сжатый рудничный газ в качестве автомобильного топлива применяется в Бельгии и Западной Германии. В Сааре в 1957 г. было извлечено 109,2 млн.  $m^3$  метана, т. е. ежедневно извлекалось немногим более 300 тыс.  $m^3$  метана. Из них за год полезно было использовано 101 млн.  $m^3$  или 93% добытого, из которых около 10% было использовано автотранспортом. Для заправки автотранспорта газом построены три заправочные станции.

В странах Западной Европы широко применяются газовые турбины в качестве приводов генераторов, компрессоров и т. п. Рудничный газ является хорошим топливом для газовых турбин, так как он достаточно чист и имеет высокую теплотворную способность. Газовые турбины, работающие на рудничном газе и приводящие в движение генератор, дают дешевую электроэнергию, себестоимость которой не превышает 1,5 коп. за 1 *квт-ч*.

В последнее время в Англии на шахте «Стаффорд» (Ланкашир) была установлена экспериментальная газовая турбина, которая использует не только извлекаемый рудничный газ, но и общешахтную исходящую струю воздуха с содержанием метана около 0,5%. Номинальная мощность газовой турбины 2000 *квт*. Турбина приводила в движение генератор переменного тока мощностью 2000 *квт*, дававший ток напряжением 3300 *в*.

Широко используется извлекаемый рудничный газ в странах Западной Европы в промышленности.

В Бельгии для реализации извлекаемого шахтами рудничного газа существует специальное акционерное общество «Дистрихгаз». Это общество занимается распределением извлекаемого шахтами рудничного газа в промышленности и для бытовых нужд. За получаемый газ общество платит шахтам определенную плату. В ведении этого общества находятся все сети газопроводов, подводящих газ потребителям. За поданный газ общество взимает с потребителей определенную плату.

Общество «Дистрихгаз» в Бельгии в каждом угольном бассейне стремится к объединению отводящих газ шахтных газопроводов в один общий (так называемое

кольцевание газопроводов). При этом шахты обязаны направлять в общий газопровод газ с определенной теплотворной способностью. Это способствует получению от шахт и подаче потребителям газа с высокой теплотворной способностью. Во избежание поступления с какой-либо шахты газа с низкой теплотворной способностью на установках имеются приборы (калориметры), автоматически отключающие установку от общего газопровода.

В районе Шарлеруа (Бельгия) 21 шахтой извлекается 113 200 м<sup>3</sup> в сутки газа, из них компрессорными двигателями потребляется 9900 м<sup>3</sup>/сутки, сталелитейным заводом 99 500 м<sup>3</sup>/сутки и подвергается крекингу 3800 м<sup>3</sup>/сутки. Таким образом, весь извлекаемый в этом районе газ используется в промышленности. В районе Моиса 5 шахт, объединенные газопроводом в одну систему, ежедневно извлекают 28 300 м<sup>3</sup> газа, который подается на коксохимический завод, где используется в качестве топлива для компрессорных двигателей. Один из металлургических заводов Бельгии потребляет до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сутки дренированного рудничного газа для разогрева болванок.

В Сааре в январе 1953 г. коксовая батарея в количестве 30 печей была переведена на обогрев дренированным рудничным газом.

Использование извлекаемого рудничного газа промышленными предприятиями организовано также в Западной Германии и Англии.

Для производства технической резины в резиновой промышленности применяется сажа. Для этой цели сажа обычно изготавливается путем сжигания газа нефтяных месторождений или искусственного газа. В Китайской Народной Республике взамен указанных газов для изготовления сажи применяется дренируемый рудничный газ. Считается, что рудничный газ, в котором отсутствуют посторонние примеси, а содержание сернистых соединений незначительное, является наилучшим сырьем для производства сажи.

На основании накопленного опыта в Китае считают, что величина пробега автомобильной шины, изготовленной с использованием обычной газовой сажи, составляет 15 тыс. км, а шины, изготовленной с использованием сажи, полученной при сжигании рудничного газа, достигает 40 тыс. км.

В 1957 г. на сажевом заводе в г. Фушуне для производства сажи было использовано 75 млн. м<sup>3</sup> рудничного газа, при этом здесь стремятся использовать газ с высоким содержанием метана. Чем выше содержание метана в газе, тем выше качество получаемой сажи. Для изготовления 1 т сажи расходуется около 180 тыс. м<sup>3</sup> рудничного газа.

Извлекаемый рудничный газ используется также для бытовых нужд. Концентрация метана в используемом для бытовых нужд газе — 40—50%.

## 9. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕГАЗАЦИИ СПУТНИКОВ

Перевод шахтных котельных на отопление рудничным газом дает значительную экономию средств и угля. Так, расход угля на отопление котлов на шахте № 7/8 треста Краснолучуголь составлял 5000 т в год, стоимость которого около 550 тыс. руб. Кроме того, перевод котельной на отопление рудничным газом дал возможность высвободить 17 рабочих, занятых на погрузке и разгрузке угля и вывозке золы, что дополнительно дало экономию в 122 тыс. руб. в год.

Таким образом, перевод котельной шахты № 7/8 на отопление рудничным газом дал экономии 670 тыс. руб. в год.

Перевод средней по величине котельной (4—5 котлов) на отопление рудничным газом дает в год экономию в 400—500 тыс. руб. Общая ежегодная экономия угля от перевода 9 котельных на отопление метаном достигает 30 тыс. т, стоимость которого превышает 3 млн. руб.

Особенно большую экономию угля дает использование шахтного газа для бытовых нужд. Для газификации населенного пункта с населением в 300 тыс. чел. потребуется всего 100 тыс. м<sup>3</sup> метана в год, что даст ежегодную экономию примерно в 300 тыс. т угля.

Капитальные затраты на строительство шахтной дегазационной установки составляют примерно 300—500 тыс. руб. Эксплуатационные расходы по участку дегазации составляют около 300 тыс. руб. в год. Практика показала, что приведенные затраты незначительны по сравнению с экономией, получаемой шахтой в результате применения дегазации.

Себестоимость извлекаемого метана (чистого) колеблется в пределах 1,5—3,0 коп. за 1 м<sup>3</sup>.

Применение дегазации позволило ликвидировать систематические непроизводительные простои лав и увеличить добычу угля. Ежегодное увеличение добычи угля в целом по Донбассу достигает 0,7 млн. т. Повысилась производительность труда, снизилась себестоимость угля и т. п. Одновременно извлекается большое количество высококалорийного газа, который частично используется. Общая экономия от применения дегазации и использования извлекаемого метана на шахтах Донбасса в настоящее время превышает 100 млн. руб. в год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Печук И. М. Дегазация спутников скважинами, Углетехиздат, 1956.
2. Каптаж и использование метана каменноугольных шахт. Перевод с французского И. Б. Лидиной и Г. Д. Лидина. Углетехиздат, 1958.
3. Лидин Г. Д., Айруни А. Г., Дмитриев А. М. Способы извлечения и утилизации метана угольных месторождений за рубежом. Углетехиздат, 1957.
4. Тыжнов А. В. Как образовался уголь. Углетехиздат, 1958.
5. Алидзаев Е. Д. Монтаж и эксплуатация дегазационных установок на шахтах. Углетехиздат, 1957.
6. Мясников А. А. Опыт дегазации спутников угольных пластов на шахте «Капитальная-2» комбината Кузбассуголь. ЦБТИ. Углетехиздат, 1958.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
1. Общие сведения . . . . .	3
2. Влияние высокой метанообильности на работу участков и шахты . . . . .	4
3. Источники выделения метана в шахте . . . . .	8
4. Дегазация угольных пластов . . . . .	12
5. Способы дегазации угольных пластов . . . . .	15
6. Дегазация спутников в Донецком бассейне . . . . .	23
7. Дегазация угольных пластов в Караганде, Кузбассе и других бассейнах страны . . . . .	35
8. Использование извлекаемого рудничного газа за рубежом. . . . .	40
9. Техничко-экономическая эффективность дегазации спут- ников . . . . .	44
Литература . . . . .	46

---

*Алибазов Евгений Дмитриевич*  
Дегазация угольных пластов

Отв. редактор *К. З. Ушаков*

Техн. редакторы *С. Я. Шкляр* и *Г. М. Ильинская*    Корректор *И. Я. Вольштейн*

Слано в набор 17/XII 1959 г.

Подписано в печать 25 I 1960 г.

Формат бумаги 84×103<sup>1/2</sup> мм    Печ. л. 1,5 (2,46 усл. л.)    Уч.-изд. л. 2,36

Тираж 2500 экз.    Т-01930    Изд. № 474    Инд. №    Цена 70 коп.    Заказ № 669

Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу

ГОСГОРТЕХИЗДАТ

Москва, Грузинский вал, д. 35

---

Московская типография Госгортехиздата,  
Москва, Ж-88, Южно-портовый 1-й пр., 17.





Цена 70 коп.

13215

УНИ. ЗАЛ  
ПНТЬ СОСР

Д1

16993