

ПРОБЛЕМА БОРЬБЫ С ВНЕЗАПНЫМИ ВЫБРОСАМИ УГЛЯ И ГАЗА И ДЕГАЗАЦИИ НА ШАХТАХ ВОСТОЧНЫХ УГОЛЬНЫХ БАСЕЙНОВ СССР

О. И. ЧЕРНОВ

Общие сведения о внезапных выбросах угля и газа

В восточных бассейнах и месторождениях Советского Союза внезапные выбросы угля и газа происходят на шахтах «Центральная», «Северная», «Коксовая—2» и им. Дзержинского № 9 в Кузбассе, на шахтах № 2 «Бурсунка» и «Ключи 1—3» в Егоршинском месторождении Урала, на шахтах №№ 1, 2/5, 16, 20 и 21 Сучанского месторождения и на шахте «Капитальная» Тавричанского шахтоуправления на Дальнем Востоке, а также на шахте № 40 Воркутинского месторождения Печорского каменноугольного бассейна.

За период с 1947 по 1956 гг. включительно на шахтах восточных бассейнов зарегистрировано 343 случая внезапных выбросов. В настоящее время имеется 33 опасных шахтопласта, которые разрабатываются тринадцатью шахтами (табл. 1).

Таблица 1

Наименование бассейнов и месторождений	Количество шахт с внезапными выбросами	Количество опасных шахтопластов	Количество внезапных выбросов
Кузбасс	4	16	92
Егоршинское месторождение на Урале	2	8	198
Сучанское месторождение	5	7	33
Тавричанское месторождение	1	1	1
Воркутинское месторождение Печорского бассейна	1	1	19
Всего	13	33	343

Внезапные выбросы угля и газа, если не считать Сучанское месторождение, происходят при ведении подготовительных работ. Наиболее часто внезапные выбросы приурочены к основным штрекам и восстающим выработкам. Выбросы могут происходить также в других подгото-

вительных выработках и в скважинах. Распределение внезапных выбросов в зависимости от характера выработок приведено в табл. 2.

Таблица 2

Характер выработок Количество внезапных выбросов	Очистные	Подготовительные			Скважины	ВСЕГО
		восстающие	горизонтальные			
			квершлаг	штреки, просеки		
Число	23	141	13	161	5	343
в %	6,5	41	4	47	1,5	100

Интенсивность внезапных выбросов измеряется количеством выброшенного угля и выделившегося газа. Около 60% всех случаев выбросов, происшедших на шахтах восточных бассейнов, характеризуется количеством выброшенного угля, не превышающим 20 т. Но в некоторых случаях интенсивность внезапных выбросов достигает 150—200 и даже 500 т угля. Наиболее крупные выбросы происходят при вскрытии пластов квершлагами. Если средняя интенсивность выбросов в штреках составляет 20 т угля, то при вскрытии пластов квершлагами она равна 100 т.

Внезапные выбросы сопровождаются, как правило, интенсивным газовыделением. Наиболее часто количество выделившегося метана на 1 т выброшенного угля составляет от 50 до 400 м³, но в некоторых случаях оно достигает еще более высоких значений.

Борьба с внезапными выбросами угля и газа

Борьба с внезапными выбросами угля и газа ведется различными методами.

Горной практикой доказано, что из известных способов борьбы с внезапными выбросами наиболее эффективным является предварительная разработка защитных пластов. Характерной особенностью для шахт восточных бассейнов является отработка в качестве защитного вышележащего пласта. Преимущество отработки верхнего защитного пласта заключается в том, что его защитное действие проявляется на всю высоту этажа подзащитного пласта. Этот способ является основным при разработке опасных пластов для многих шахт.

Было установлено, что защитное действие проявляется при расстоянии по нормали между защитным и опасным пластами около 60 м для условий Кузбасса и до 70 м для условий Егоршинского месторождения. Следует иметь в виду, что защитное действие возможно только в том случае, если отработка вышележащего пласта ведется без оставления целиков или с оставлением целиков минимальных размеров, а также со значительным опережением по простиранию очистных работ на защитном пласте по отношению к подготовительным работам на опасном пласте.

Наиболее опасным является вскрытие пластов, так как в этих случаях, как отмечалось выше, происходят наиболее крупные выбросы. В настоящее время на шахтах Кузбасса и Урала применяется, в основном, один способ вскрытия пластов, опасных по внезапным выбросам,—вскрытие с применением каркасного крепления. Сущность способа заключается в том, что за контуром квершлага бурятся скважины, пересекающие угольный пласт и заходящие в боковые породы по другую сторону пласта. В скважины вставляются прогоны передового крепления, опирающиеся одним концом на крепление выработки, другим—на массив кров-

ли или почвы пласта. Возведенный каркас служит механическим препятствием, способным прервать развитие выброса в его начальной стадии, когда действующие усилия еще малы.

Большое распространение получил способ прохождения выработок по углю с передовыми дренажными скважинами диаметром 200—300 мм. В горизонтальных выработках при мощности пласта 1 м и менее бурится 2—3 скважины, при мощности 2 м и более—до 5—6 скважин. Скважины располагаются веерообразно в плоскости пласта; длина скважин зависит от геологических условий и обычно составляет 15—40 м, с минимальным опережением подготовительного забоя скважинами на 5—7 м. Для предотвращения образования выбросов при прохождении восстающих выработок бурятся три дренажные скважины, средняя из которых располагается по оси выработки, а две другие—в виде расходящегося веера под углом 4—5° к ней. Применение скважин большого диаметра (200—300 мм) не для всех условий является целесообразным, поскольку на пластах, сложенных сыпучим углем, устойчивость таких скважин крайне мала. В таких условиях приходится переходить на бурение скважин диаметром порядка 100 мм.

Как известно, большинство внезапных выбросов в горизонтальных подготовительных выработках происходит из верхних кутков забоев. С целью поддержания нависающих масс угля возводится передовое крепление, которое либо предотвращает возникновение внезапных выбросов, либо заглушает их в начальной стадии, когда активные силы, вызывающие выброс, еще невелики. Для этого в верхней части забоя пробуриваются скважины, в которые вводятся деревянные или металлические прогоны с расстоянием между ними 0,2—0,5 м. Длина скважин принимается 3,5—4 м при мягком угле и до 8 м—при крепком. После возведения передовой крепи выработка проходится на 1,8—2,0 м, затем останавливается для бурения следующей группы скважин с расчетом, чтобы передовая крепь опережала забой не менее чем на 1 м. Анализ фактических данных показывает, что передовое крепление по скважинам, как способ борьбы с внезапными выбросами, дает положительный эффект при углях средней крепости или мягких, но устойчивых, и неприемлем для мягкого и сыпучего угля.

На пластах крутого падения, сложенных неустойчивым углем, такая мера, как бурение передовых дренажных скважин при проходке восстающих выработок, оказывается практически трудно осуществимой, поэтому встал вопрос о применении какой-то другой меры борьбы с внезапными выбросами. Одной из таких мер является усовершенствованный предохранительный щит конструкции ВостНИИ (рис. 1). Передвижение щита осуществляется с помощью трех пневматических стоек. Предохранительный щит, устанавливаемый вплотную к груди забоя, является механическим препятствием, способным прервать развитие внезапного выброса в его начальной стадии, когда действующие усилия еще сравнительно малы. Щит поддерживает нависающую массу угля, а также задерживает высыпавшийся уголь на месте, вследствие чего создаются более безопасные условия труда рабочих.

С целью предотвращения внезапных выбросов практикуется проходка наклонных выработок сверху вниз. При таком методе проходки сила веса угольного массива не только не способствует, но даже препятствует образованию внезапных выбросов.

Для повышения безопасности работ при проходке наклонных выработок сверху вниз по предложению ВостНИИ на шахтах Егоршинского месторождения по мере подвигания выработки через каждые 20 м проходятся боковые камеры. Камеры оборудуются двойными герметически

закрывающимися дверями. В камеры подводится шланг со сжатым воздухом. При появлении явных признаков внезапного выброса рабочие покидают забой и укрываются в близрасположенной камере. В случае обильного газовыделения в камеру впускается через шланг свежий воздух.

Одним из безопасных и производительных способов является прохождение наклонных выработок сверху вниз по сквозной скважине, пробуренной до ниже расположенной горизонтальной выработки. Скважина диаметром 250—300 мм служит мерой, предотвращающей внезапный выброс, и используется для перепуска угля сверху вниз.

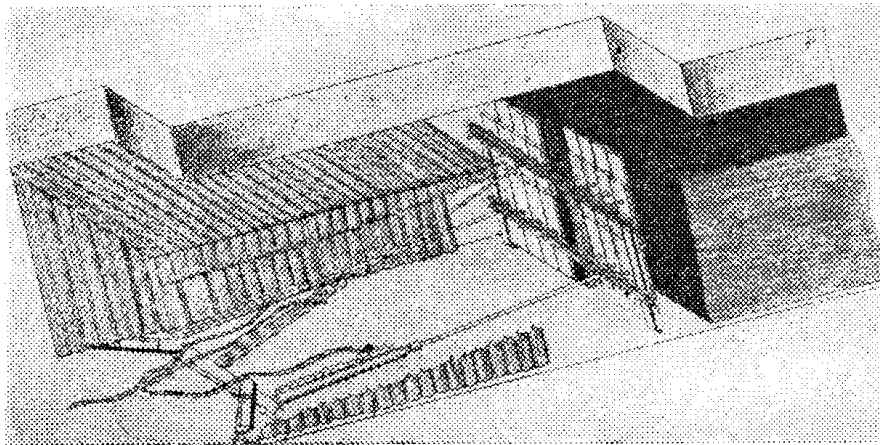


Рис. 1. Предохранительный щит ВостНИИ

Станция по борьбе с внезапными выбросами угля и газа ВостНИИ, с входящими в ее состав опорными пунктами, расположенными в Кузбассе, Егоршинском и Сучанском месторождениях, была организована в 1951 году. Начиная с этого времени ведется планомерная борьба с внезапными выбросами, в результате чего как абсолютное, так и относительное количество внезапных выбросов из года в год уменьшается. Так, если в 1951 году на шахтах восточных бассейнов СССР произошло 53 внезапных выброса, то в 1956 году количество выбросов составляло только 13. Относительное количество внезапных выбросов в среднем на один шахтопласт в год за этот период снизилось с 3,1 до 0,4, т. е. почти в 8 раз.

Несмотря на достигнутое значительное снижение количества внезапных выбросов проблема борьбы с этими явлениями является далеко еще не решенной и требует изыскания новых и совершенствования существующих методов борьбы с внезапными выбросами угля и газа.

Прогноз опасных по внезапным выбросам участков пластов на шахтах Кузбасса

Работами ВостНИИ было установлено, что разделение угольных пластов на основании «Правил безопасности» на опасные, угрожаемые и неопасные является условным и что в природе нет заведомо опасных пластов, а есть отдельные участки этих пластов, одни из которых являются опасными, другие неопасными по внезапным выбросам угля и газа.

Существование опасных и неопасных по внезапным выбросам участков пластов подтверждается, во-первых, распределением выбросов на опасных пластах, поскольку выбросы происходят не непрерывно и не-

равномерно, группируясь только в отдельных частях опасных пластов, и, во-вторых, различием свойств угля на опасных и неопасных участках.

В результате проведенных работ установлен ряд закономерностей, что позволяет производить прогноз опасных по внезапным выбросам участков пластов. Метод прогноза базируется не на каком-либо одном свойстве пласта, а на комплексе свойств. Мы считаем, что только комплекс свойств может охарактеризовать возможность или невозможность выявления в угольных пластах таких сложных явлений, какими являются внезапные выбросы угля и газа.

Основными факторами и свойствами, с помощью которых можно производить прогноз опасных участков пластов в Кузбассе, являются: глубина разработки от поверхности земли; характер и ориентировка крупных тектонических нарушений; коэффициент крепости угля; показатель начальной скорости газоотдачи угля; гидрогеологические условия; тектоническая структура угля и тектоническая текстура пластов.

Пласты угля, собранные в антиклинальные складки, характеризуются повышенной газоносностью, ибо газ беспрепятственно поступает из глубины, но практически не может мигрировать к поверхности. Участки пластов, залегающие в подобных условиях, могут являться опасными по внезапным выбросам, начиная с глубины 150 м.

Дизъюнктивные нарушения, разрывая пласты угля, способствуют или препятствуют миграции газа к поверхности.

Дизъюнктивы разделяются на две группы. Первые формировались при сжимающих усилиях, и трещины этих нарушений являются закрытыми. К ним относятся взбросы, надвиги и сдвиги. Трещины сместителей этих дизъюнктивов не являются путями движения газа и, следовательно, они в конкретных случаях способствуют созданию участков, уголь которых имеет повышенную опасность по внезапным выбросам.

Пласты, разрывающиеся дизъюнктивами, разделяются на три крыла (рис. 2): I крыло — пласт срезается сместителем дизъюнктива только

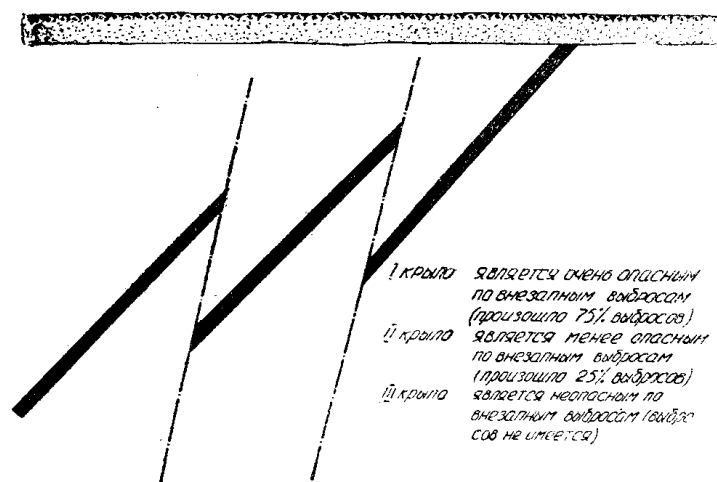


Рис. 2. Схема распределения внезапных выбросов угля и газа в различных крыльях дизъюнктивов на шахтах Кузбасса

сверху (миграция газа к поверхности затруднена, опасность по выбросам повышенная), II крыло — пласт срезается сместителями дизъюнктивов сверху и снизу (миграция газа к поверхности и из глубины не имеет места, опасность по выбросам пониженная), III крыло — пласт срезается сместителем дизъюнктива только снизу (газ беспрепятственно мигрирует

к поверхности, но не поступает из глубины, крыло является неопасным по выбросам).

Опасность участков по внезапным выбросам в значительной мере предопределяется ориентировкой обреза пластов сместителями дизъюнктивов. Если обрез пласта сместителем дизъюнктива располагается по простиранию, то такое положение является наиболее опасным по внезапным выбросам. При наклонном расположении обреза положение является менее опасным. Расположение обреза по падению пласта во всех случаях свидетельствует о неопасности участков по внезапным выбросам.

При дизъюнктивах типа сбросов все крылья пластов являются неопасными по внезапным выбросам, ибо газ по открытым трещинам может беспрепятственно мигрировать к поверхности.

Результаты изучения дизъюнктивных нарушений сведены в табл. 3. из которой видно, что из 18 различных комбинаций крыльев дизъюнктив-

Таблица 3

Типы дизъюнктивов	Расположение обреза пластов сместителями дизъюнктивов	Опасность участков пластов в различных крыльях дизъюнктивных нарушений		
		в I крыле	во II крыле	в III крыле
Выбросы, надвиги, сдвиги	по простиранию пласта или слабо наклонно	опасный	опасный или угрожаемый	неопасный
	наклонно к простиранию пласта	опасный или угрожаемый	неопасный	неопасный
	по падению пласта	неопасный	неопасный	неопасный
Сбросы	по простиранию пласта или слабо наклонно	неопасный	неопасный	неопасный
	наклонно к простиранию пласта	неопасный	неопасный	неопасный
	по падению пласта	неопасный	неопасный	неопасный

вов и ориентировки обреза пластов сместителями дизъюнктивов участки пластов могут быть опасными только в одном случае и менее опасными — в двух случаях. В остальных 15 случаях участки пластов являются неопасными по внезапным выбросам.

Крупные тектонические нарушения оказывают влияние на распределение внезапных выбросов. В случае наличия таковых, появление выбросов возможно на глубине 150 м от поверхности. Если же пласт не срезается дизъюнктивами и не несет дополнительной складчатости, имея при этом непосредственный выход под наносы, появление выбросов возможно только на глубине 340 м. На основании этого, с учетом данных табл. 3, производится предварительное выделение опасных по внезапным выбросам участков.

После этого производится отбор проб для определения коэффициента крепости угля и показателя начальной скорости газоотдачи угля. Крепость угля определяется на приборе проф. М. М. Протоdjeяконова, скорость газоотдачи на переконструированном ВостНИИ приборе Эттинге-ра—Жупахиной.

Основным показателем опасности участков является показатель «К», который определяется по коэффициенту крепости и показателю начальной скорости газоотдачи угля.

Если показатель «К» больше 1, то участки пластов являются опасными по внезапным выбросам; при «К» меньше 1 участки пластов являются неопасными по внезапным выбросам.

Следует иметь в виду, что при отнесении участков пластов к опасным необходимо учитывать гидрогеологические условия их залегания. На опасных участках уголь пластов всегда является сухим и не содержит видимой влаги. При появлении в угле сколько-нибудь заметного количества влаги участок пласта считается неопасным по внезапным выбросам.

По степени тектонической нарушенности нами выделяется 5 типов углей (рис. 3). Внезапные выбросы могут происходить только на тех

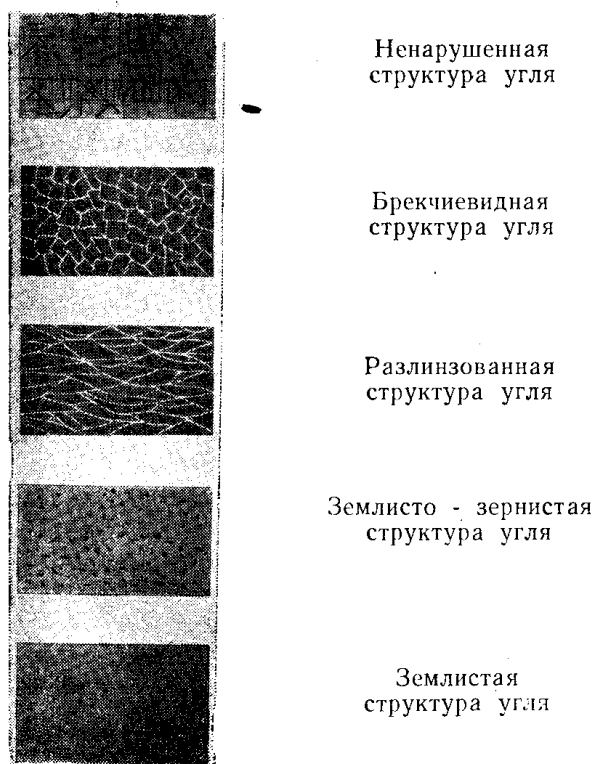


Рис. 3. Тектонические структуры углей

участках пластов, уголь которых перемят и имеет брекчиевидную, мелколинзовидную, землисто-зернистую или землистую тектонические структуры. На участках, сложенных ненарушенным углем, внезапные выбросы не происходят.

Степень нарушенности угольных пластов характеризуется также тектоническими текстурами¹⁾. Из четырех типов выделенных тектонических текстур (рис. 4) внезапные выбросы возможны в том случае, если пласт имеет интенсивноскладчатую, складчатую или слабоскладчатую текстуры. Наиболее подвержены внезапным выбросам участки пластов с интенсивноскладчатой тектонической текстурой.

Отнесение участков пластов к опасным по внезапным выбросам производится с учетом комплексной увязки факторов и свойств, указанных выше. При этом на основании глубины разработки и характера крупных тектонических нарушений делается предварительное представление об

¹⁾ Под тектонической структурой углей понимается морфология и размер угольных частиц. Тектоническая текстура угольных пластов отражает собой пространственную ориентировку и расположение составных частей—угольных частиц. Тектонические структура и текстура предопределены тектоническими процессами.

опасности того или иного участка и на основании крепости угля, показателя начальной скорости газоотдачи угля, гидрогеологических условий залегания пластов и тектонических структур угля и текстур пластов— окончательное заключение.

В случае, если при ведении горных работ на участке пласта наблюдаются предупредительные признаки, вызванные перераспределением горного давления за счет проходки выработок, это также должно служить основой для отнесения такого участка к опасным по внезапным вы-

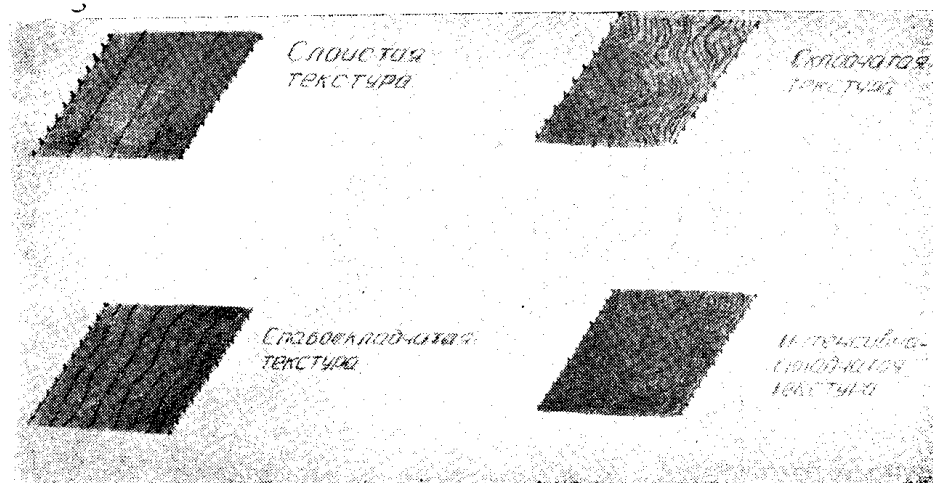


Рис. 4. Тектонические текстуры угольных пластов

бросам угля и газа. К этой категории признаков относятся: звуковые эффекты (шум, шипение, свист, треск, удары); усиленное давление на крепь (прогиб, излом, полом); явления на обнаженной поверхности забоя (шелушение угля, осыпание угля, отжим угля, отскакивание кусочков угля); усиленное газовыделение (равномерное или резковозрастающее).

Наличие в угольном пласте мелких пликативных нарушений (флексуры, раздувы, пережимы, почвенные уступы), проявляющихся в изменении формы пласта, должно служить признаком, указывающим на возможные места проявления внезапных выбросов внутри опасного участка.

Выполненные институтом работы позволили впервые поднять вопрос о необходимости разделения пластов на опасные и неопасные участки и предложить метод для их разделения. Разработанный метод прогноза опасных участков был положен в основу специально составленной инструкции. Инструкция в настоящее время находится в стадии внедрения на шахтах Кузбасса и Егоршинского месторождения.

Необходимо отметить, что метод выявления опасных участков, кроме повышения безопасности горных работ, дает и довольно значительный экономический эффект. В настоящее время все подготовительные выработки на опасных пластах проходятся с обязательным применением какого-либо мероприятия по борьбе с внезапными выбросами. Выделение на пластах опасных и неопасных участков позволяет дифференцированно применять мероприятия по борьбе с выбросами, т. е. применение мероприятий необходимо только на тех участках пластов, где отличительные признаки действительно подтверждают, что там могут быть внезапные выбросы угля и газа.

Изложенный метод ВостНИИ впервые не только в СССР, но и за границей, дает возможность разделять пласты на опасные и неопасные по внезапным выбросам участки.

Дегазация угольных пластов на шахтах

Предварительная дегазация угольных пластов, как способ управления газовыделением, применяется в нашей стране сравнительно недавно. Первые дегазационные установки были построены в 1951 г. в Кузбассе на шахтах «Северная» и «Коксовая—2». Начиная с 1952 г., работы по дегазации были начаты в Карагандинском бассейне и в Донбассе. Постановка работ по дегазации вызвана необходимостью снижения газообильности горных выработок, которая за последние годы сильно возросла в связи с увеличением глубины разработки. В настоящее время относительная газообильность ряда шахт Кузбасса составляет десятки кубических метров. Выделение огромных количеств метана нарушает нормальную работу шахт и представляет серьезную опасность для жизни горнорабочих. Поэтому вполне естественно, что предварительная дегазация угольных пластов в последнее десятилетие привлекает к себе все большее внимание. Только в Кузбассе за последние 5 лет построено и введено в эксплуатацию 7 вакуумных установок, обслуживающих свыше 20 дегазационных участков. За этот период времени пробурено около 200 дренажных скважин.

Дегазации подвергались пласты, залегающие в различных условиях. Дегазация угольных пластов на шахтах Кузбасса осуществлялась скважинами, пробуренными из подземных выработок по восстанию, по простиранию и вкрест простирания пластов, а также скважинами, пробуренными с поверхности на ось антиклинальной складки свиты пластов. Наибольшая эффективность дегазации пластов скважинами достигалась при использовании влияния разгрузки дегазируемых пластов от горного давления.

В результате проведения дегазации резко снижается не только газоносность, но и давление газа в массиве. В некоторых случаях отмечалось снижение газоносности в 2,5—3,0 раза и давления газа—в несколько раз. Имели место случаи, когда давление газа в контрольных скважинах в результате дегазации угольных пластов снижалось до атмосферного и даже до вакуума.

Резкое уменьшение газоносности и давления газа в угольном пласте благоприятно сказывается на снижении газообильности горных выработок. Наблюдениями установлено, что в результате проведения дегазации газообильность горных выработок может уменьшаться в 2—3 раза (табл. 4).

Таблица 4

№ № п п	Шахта	Пласт	Газообильность участков, м ³ т сут. доб.		
			до дегазации	после дегазации	снижение
1	«Центральная»	Кемеровский	100	40	в 2,5 раза
2	«Ягуновская»	Волковский	10,2	6,9	в 1,5 раза
3	— «—»	Викторовский	15	5	в 3 раза
4	«Красногорская»	III Внутренний	13,5	3,7	в 3,6 раза
5	им. Ворошилова	IV Внутренний	90	60	в 1,5 раза

При осуществлении дегазации создаются более безопасные условия труда, повышается производительность участков и шахт в целом. Последнее наглядно подтверждается примером шахты им. Ворошилова, где

вследствие длительных простоев щита на пласте IV Внутреннем из-за загазованности выработок только за один август месяц 1956 г. добычной участок недодал около 6000 т угля. При осуществлении дегазации этот же участок в сентябре того же 1956 г. добыл 8000 т угля вместо 7000 т по плану.

Производительность вакуумных установок на шахтах Кузбасса колеблется в пределах 2—6 тыс и в среднем составляет 3—4 тыс. m^3 метана в сутки. В настоящее время имеется возможность довести добычу метана по каждой установке до 10—12 тыс m^3 в сутки, который может быть использован для удовлетворения бытовых нужд. Такого количества метана, если считать годовую потребность в газе одного человека равной 100 m^3 , хватит на удовлетворение нужд поселка или части города с населением около 36 тыс. человек.

Подсчитано, что для Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса через 40—50 лет, когда шахты будут вести разработку пластов на глубине 700—800 м от поверхности земли, средняя газообильность для некоторых шахт будет составлять около 100 m^3/t сут. добычи. Из шахты с добычей 5 тыс. тонн угля в сутки будет выделяться около 500 тыс m^3 метана. Если считать, что с помощью дегазации по газопроводам может быть отведено 20% от всего выделяющегося количества метана, то его должно хватить на 360 тыс. человек.

Из сказанного видно, что дегазация угольных пластов на большой глубине будет являться еще более эффективным способом управления газовыделением в шахтах и источником для получения больших количеств высококалорийного топлива. Снижение газоносности в 2,5—3 раза и газового давления в угольном пласте до атмосферного дает основания считать предварительную дегазацию пластов скважинами с применением вакуума одним из эффективных способов борьбы с внезапными выбросами угля и газа.