

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №4, Том 12 / 2020, No 4, Vol 12 <https://esj.today/issue-4-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/53SAVN420.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Суксова С.А., Тимофеева Ю.В., Усольцева Л.А. Способы разработки метана угольных пластов с помощью дегазации // Вестник Евразийской науки, 2020 №4, <https://esj.today/PDF/53SAVN420.pdf> (доступ свободный).
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Suksova S.A., Timofeeva Yu.V., Usoltseva L.A. (2020). Methods for developing geothermal energy. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(12). Available at: <https://esj.today/PDF/53SAVN420.pdf> (in Russian)

УДК 72

Суксова Софья Алексеевна

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 4-го курса кафедры «Горного дела и освоения георесурсов»
Специалитет
E-mail: suksovas@gmail.com

Тимофеева Юлия Владимировна

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 4-го курса кафедры «Горного дела и освоения георесурсов»
Специалитет
E-mail: 23julechka02@mail.ru

Усольцева Людмила Александровна

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Научный руководитель
Кандидат географических наук
E-mail: l.a.usoltseva@gmail.com

Способы разработки метана угольных пластов с помощью дегазации

Аннотация. В данной статье рассматриваются способ добычи нетрадиционного топлива – метана и проблемы, связанные с безопасностью и экономической эффективностью. Говорится об экологической проблеме, связанной с добычей метана, и как можно избежать неудачных последствий входе дегазации метана. Так же приведены прогнозы экспертов на 2020 год по добычи метана угольных пластов в мире. Приведены примеры лидеров по количеству добытого метана. Были рассмотрены области применения метана не только, как топливо, но еще и в бытовом хозяйстве. Метан является экологически чище, чем уголь и может добываться не только с помощью дегазации, но и как самостоятельное ископаемое. В статье приведены 3 основных способа по извлечению метана, но подробно была рассмотрена только дегазация угольных пластов. Дегазация является самым исторически старым видом извлечения метана, который разрабатывался для безопасности ведения горных работ и только со временем в данный способ добавили экологичность. При дегазации угольных пластов разработан целый комплекс работ, направленных на снижение концентрации газа и его изоляцию на поверхность. Были рассмотрены 3 группы управления газовыделения угольных шахтах. На данный момент разработаны более 30 схем дегазации. В статье рассмотрены только 5 самых распространенных схем – это барьерная дегазация, дегазация, выработанная за счет скважин, предварительная, дегазация выработанного пространства и спутниковых скважин и заблаговременная дегазация. В статье рассмотрены, как работают данные схемы дегазации и их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: метан; разработка; дегазация; угольные пласты; скважины; шахты; природный газ

Введение

На сегодняшний момент метан угольных пластов считается одним из перспективных и нетрадиционных источников природного сырья, включенный в группу «первоочередного современного освоения». По прогнозам американских экспертов, на 2020 год мировая добыча метана из угольных пластов составит 78 млрд м³, а на 2040 год составит в пределах 157 млрд м³. Россия пытается поставить приоритет к добычи нетрадиционных газов и планирует увеличить ее до 15 % к 2030 г. [1].

Большое количество запасов метана способно энергетически обеспечить потребность человека на столетие и решить определенный ряд проблем в угольной промышленности, но проблема заключается с уровнем безопасности добычи метана в угольных пластах и низкая экономическая эффективность. С этим связаны расходы на усиление производства добычи газа и разрыва между метаном и углем т. к. метан находится в связанном сорбированном состоянии почти всегда. Но экономические показатели можно улучшить, как и проекты по добычи метана из угольных пластов.

На 2011 г. суммарный объем метана достигал 68 млрд м³, из них: США – 54,0 млрд; Канада – 9 млрд; Австралия – 5,2 млрд; Китай – 1,4 млрд по оценкам экспертов, мировая добыча метана из угольных пластов в 2020 г. составит 78 млрд м³, а к 2040 г. достигнет 157 млрд м³ в год [2].

Область применения

Метан, в зависимости от процентного содержания, широко используется в нашей жизни. Его используют как топливо для промышленности или в бытовой сфере. В химической сфере метан также могут использовать, как сырье для проведения реакций органического синтеза.

Примером применения метана являются [3]:

- топливо для автомобилей;
- паяльных ламп;
- судов;
- печей;
- газовых плит;
- зажигалок;
- бытовых приоров.

Способы разработки метана

Существует три способа разработки метана из угольных пластов:

1. дегазация угольных шахт, которая обеспечивает безопасность работы и снижает объемы метана;

2. добыча метана с применением искусственных способов повышения газопроницаемости пластов вне полей, действующих или проектируемых шахт путём бурения с поверхности специальных скважин;
3. добыча метана из закрытых шахт.

Первый способ, который мы будем рассматривать в данной статье, является самым старым и исторически первой разработкой угольного метана. Данный способ разрабатывался с 1878 года в Париже, а в 1901 г. в России создали комиссию для изучения рудничных газов [4]. Эту тему развивали около ста лет, а все из-за того, что начались проблемы со взрывами угольных шахт из-за газа.

Способ дегазации изначально разрабатывался для безопасности проведения работ в шахте и уже вследствие этого добавились экологичность при работе в шахте и применение метана в производстве.

Дегазация шахт включает в себя комплекс работ, направленный на уменьшение концентрации газа и их изоляцию на поверхность или в горные выработки.

Управление газовыделением в угольных шахтах можно разбить на три группы:

- дегазация;
- вентиляция;
- горнотехнические методы.

При вентиляции шахты используют в основу две основные схемы проветривания – проточная и возвратная. Она позволяет также уменьшить концентрацию метана в шахте, но трудность заключается в необходимом количестве воздуха, который должен проходить по вентиляции. Эта трудность возникает вследствие ограничения сечений выработок и скорости движения воздуха.

Горнотехнический метод хорош тем, что он высокоэффективен за счет изменения параметров в системе отработки и управлением давлением. Его разрабатывают только в начальных стадиях отработки шахтных полей из-за жесткого управления технологиями, который не позволяют в дальнейшем использовать этот метод. Такие методы управления газовыделением требуют больших экономических затрат и продолжительный переход от одного метода к другому.

Уже существует более 30 способов и схем дегазации. Самыми распространёнными являются:

- барьерная;
- дегазация выработанного пространства за счет скважин;
- предварительная дегазация;
- дегазация выработанного пространства и спутников скважин;
- заблаговременная дегазация.

Барьерная дегазация

Способ барьерной дегазации является низкоэффективным. Извлечение метана из скважин, пробуренных параллельно оси выработки из специальных камер, достигает всего 2–10 %. Такой способ используют, в основном, только в начальной стадии отработки.

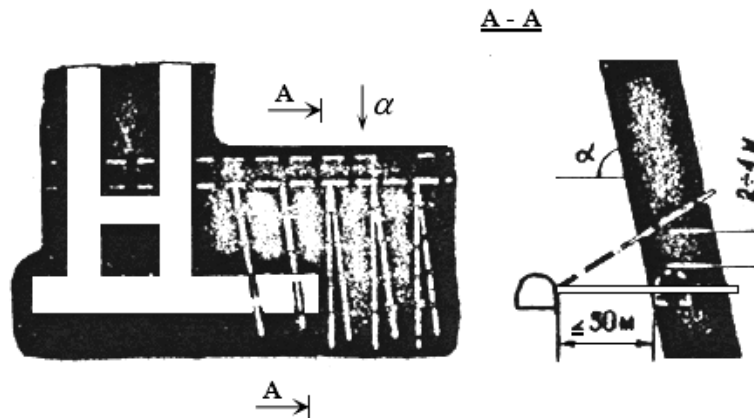


Рисунок 1. Схема дегазации барьерными скважинами при проведении подготовительных выработок по крутым пластам [5]

Дегазация выработанного пространства за счет скважин

Дегазация с помощью вертикальных скважин, пробуренных с поверхности, является технологичным и эффективным способом извлечения метана. Данный способ уменьшает общий объем работ за счёт разделения работ по извлечению газа и горных работ в пространстве. Вертикальные скважины, пробуренные в разгруженный горный массив, позволяют добывать метан из всех источников в горных работах. Газопроницаемость у разгруженного массива на 2–4 порядка выше, чем у нетронутого и объем добытого метана зависит от местоположения фильтрующей части скважины, от давления газа и распределения метана в массиве. Такой способ дегазации применяют Карагандинский и Кузнецкий бассейны.

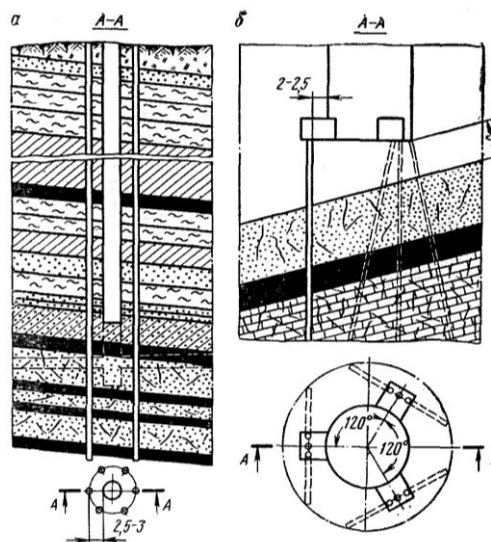


Рисунок 2. Схема дегазации газоносного массива при проходке вертикальных выработок [6]: а – скважины бурятся с поверхности; б – скважины бурятся из специальных камер

Предварительная дегазация

Дегазация предварительная – дегазация разрабатываемых пластов угля, осуществляемая пробуренными из горных выработок скважинами до начала очистных работ с изолированным выводом метана на поверхность [7].

Для того, чтобы снизить уровень метана в призабойном пространстве лавы, применяют схему предварительной дегазации за счет каптажа из угольного пласта. Такая дегазации используется только при неразгруженном горном массиве.

Преимущества предварительной дегазации следующие:

- для борьбы с пылью возможно использование нагнетательный эффект воды в пласт с помощью пластовых дегазационных скважин;
- повышение нагрузки на очистной забой;
- в период добычных механизмов есть возможность снизить процент выделения метана.

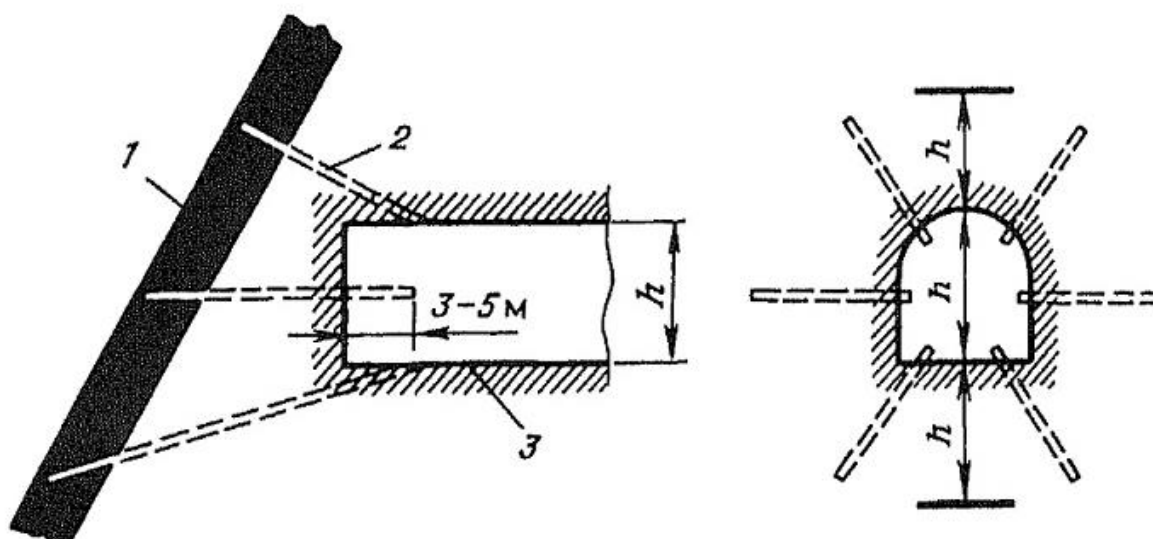
К недостаткам предварительной дегазации относятся следующие факторы:

- сложность в технической сфере бурения с вязкими и сыпучими углями;
- предварительная дегазация осуществляется около 100–150 суток;
- имеет ограничение в применении из-за низкой газопроницаемости пластов.

Метан, добытый этим способом, доля которого постоянно снижается и на данный момент составляет 6 %. Данный способ имеет широкое применение и количество добытого метана возрастает за счет уплотнения бурения скважин и вовлечение в разработку угля. Сетка заложения скважин газоносных угольных пластов определяет эффективность предварительной дегазации.

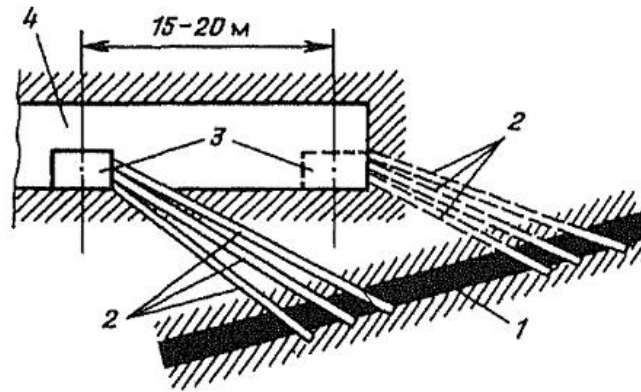
Обычные схемы предварительной дегазации не имеют возможности в применении при большой скорости продвижения очистных забоев высокопроизводительных лав. Объем применения уменьшается в связи уменьшения интервала между очистными работами и подготовки выемочного столба.

Дегазацию неразгруженного пласта, при предварительной дегазации, можно проводить до начала подготовительных работ с помощью таких систем, как ориентирование в пространстве при бурении скважины.



1 – крутой пласт; 2 – пробуренные скважины; 3 – квершлаг

Рисунок 3. Схема предварительной дегазации крутого угольного пласта [8]



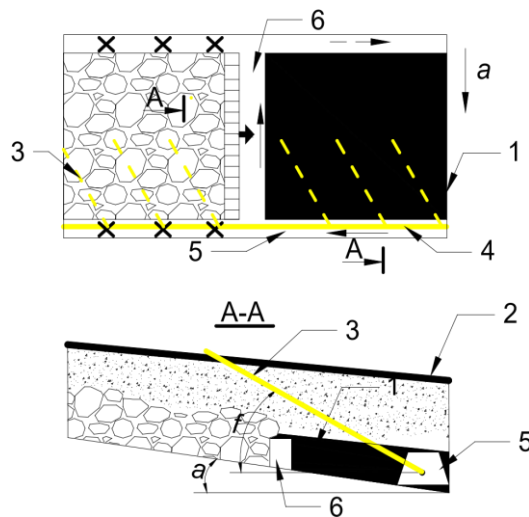
1 – вскрывающий пласт; 2 – скважины; 3 – ниши; 4 – бока выработки

Рисунок 4. Схема предварительной дегазации наклонного угольного пласта [8]

Дегазация выработанного пространства и спутников скважин

В основном параметры заложения скважин зависит от мощности междупластья и структурой вмещающих пород. После посадки основной кровли производится бурение скважин за счет конвейерного штрека. Бурение происходит на большой глубине встречными скважинами из вентиляционного штрека к лаве под углом 10–15° продольной оси штрека и бурится в зону обрушения пород.

Примером такой схемы дегазации являются шахты Воркутинского бассейна, обеспечивая эффективность до 60 %.



1 – разрабатываемый пласт; 2 – подрабатываемый пласт; 3 – дегазационная скважина; 4 – газопровод; 5 – вентиляционный штрек; 6 – очистной забой; а – угол падения пласта; f – угол возвышения скважины

Рисунок 5. Схема дегазации скважинами, пробурёнными навстречу движущемуся очистному забою из погашаемой за лавой выработки [9]

Заблаговременная дегазация

Дегазация заблаговременная – дегазация, осуществляемая скважинами с земной поверхности с предварительным гидрорасчленением пластов и извлечением газа из углеродного массива до начала очистных или подготовительных работ [7].

Заблаговременная дегазация начала разрабатываться еще в 1975 г. профессором горного института Н.В. Ножкиным [10]. Он разработал способ гидрорасчленения, который является основой для всех остальных способов воздействия на угольный массив.

Определенный ряд недостатков заблаговременной дегазации снижает эффективность способа с увеличением глубины, повышаются сроки дегазации и приводит к неравномерной обработке массива. Этими недостатками являются:

- несколько систем трещин, которые раскрываются в одном направлении при гидрорасчленении;
- влияние физико-механических свойств, горно-геологических условий и напряженного состояния угольного пласта на величину раскрытия трещин, их направления и густоту.

Даже не смотря на недостатки данного способа, он является наиболее перспективным за счет того, что отвечает на следующие основные требования:

- имеет высокую техническую эффективность;
- обладает региональным воздействием;
- основные горные работы и данный метод разделены во времени и пространстве;
- для управления состояния угленосного массива он может служить основой.

Примером работ по данному способу являются Карагандинский и Донецкий бассейны. Природная проницаемость пластов, в данных бассейнах, составляла малые доли миллидарси и гидрорасчленение угольных пластов бралось за базу. Отсутствовала благоприятная газоотдача участков поэтому безопасность ведения горных работ была основной целью этих месторождений.

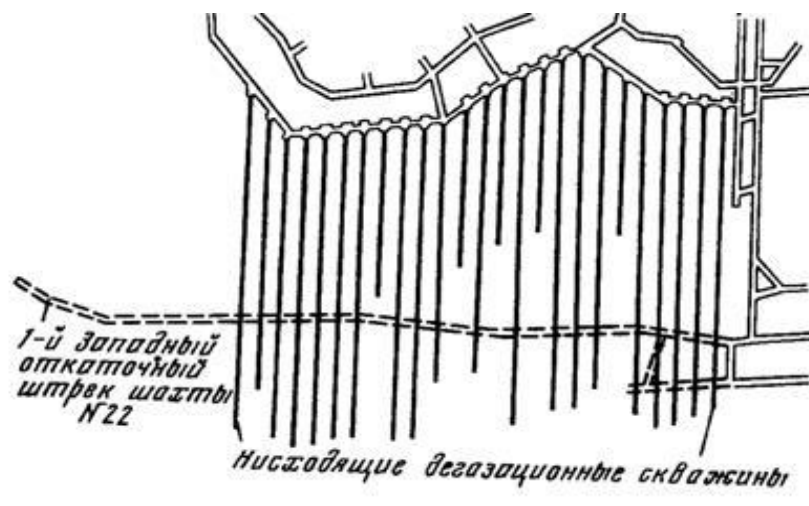


Рисунок 6. Схема предварительной дегазации с нисходящими скважинами [11].

Выводы

В первую очередь приоритет принадлежит углеводороду, как сырьевому энергоресурсу, а точнее природному газу. Метан является важным сырьем на мировом уровне добычи природного газа. Метан является наиболее экологически чистым нежели уголь. Он не только добывается в процессе дегазации, но и как самостоятельное ископаемое. Метан, как самостоятельное полезное ископаемое, выделяет только экономический эффект от его

использования, в отличие от метода дегазации. Власти регионов и национальное правительство заинтересованы в использовании метана в хозяйственный оборот, а также уменьшении аварийности при добыче метана из угольных пластов и улучшения экологической ситуации. Экологическая проблема тесно связывает с работами по извлечению метана угольных пластов. Поэтому в экономике по добычи нужно учитывать возможность сокращения платы за выброс метана в атмосферу, которую выплачивают угледобывающая компания.

Главными причинами медленного распространения заблаговременной дегазации в России являются организационные и финансовые сложности, вытекающие из существенного разрыва во времени между работами по заблаговременной дегазации и началом работ по добыче угля. Так же, стоит отметить, что существуют нормативные и организационные трудности для совместной работы на одном лицензионном участке газодобывающих и угледобывающих компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пармузин, П.Н. П 18 Зарубежный и отечественный опыт освоения ресурсов метана угольных пластов [Текст]: монография / П.Н. Пармузин. – Ухта: УГТУ, 2017. – 109 с.
2. Мазаник, Е.В. Использование шахтного метана: современное состояние, задачи и перспективы развития / Горная промышленность 2014. № 1 <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-shahtnogo-metana/viewer> – (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
3. Толмачев, М.В. Оценка геологических перспектив освоения метаноугольных месторождений / М.В. Толмачев [и др.] / Вопросы комплексного изучения и использования углей и горючих сланцев. – Л., 1983, – С. 11–15.
4. Баймухаметов, С.К. Добыча метана из угольного пласта и использование его в народном хозяйстве / С.К. Баймухаметов, Г.М. Презент, И.А. Швец / Современные проблемы шахтного метана: сб. трудов к 70-летию проф. Н.В. Ножкина. – М.: МГГУ, 1999. – 319 с.
5. Сергеев И.В. Руководство по дегазации угольных шахт. / Сергеев И.В. Забурдяева В.С. М.: «Недра», 1975. – 189 с.
6. Кравцов А.И. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. / Кравцов А.И. Белоконов В.Г. – М.: Недра, 1977. – 96 с.
7. Картозия, Б.А. Корчак, А.В. Шахтное и подземное строительство. / Б.А. Картозия, А.В. Корчак. – М.: Академия горных наук, 2001. – 607 с.
8. Курта, И.В. Методы и схемы дегазации угольных пластов [Текст]: метод. указания / И.В. Курта. – Ухта: УГТУ, 2015. – 35 с.
9. Пучков, Л.А. Извлечение метана из угольных пластов / Л.А. Пучков, С.В. Сластунов, К.С. Коликов. – М.: МГГУ, 2002. – 383 с.
10. Подземная разработка пластовых месторождений [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/19_303368_shema-predvaritelnoy-degazatsii-viemochnih-uchastkov.html.
11. Мазаник, Е.В. Использование шахтного метана: современное состояние, задачи и перспективы развития / Горная промышленность 2014. № 1 <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-shahtnogo-metana/viewer> – (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

Suksova Sofya Alekseevna

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: suksovas@gmail.com

Timofeeva Yulia Vladimirovna

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: 23julechka02@mail.ru

Usoltseva Ludmila Alexandrovna

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: l.a.usoltseva@gmail.com

Methods for developing geothermal energy

Abstract. This article discusses the method of extracting unconventional fuel – methane – and the problems associated with safety and economic efficiency. It talks about the environmental problem associated with methane extraction and how to avoid unfortunate consequences during methane degassing. Also given the forecasts of experts on coalbed methane production in the world for 2020. Examples of leaders in the amount of methane produced are given. Areas of application of methane not only as a fuel, but also in the domestic economy were considered. Methane is cleaner than coal and can be extracted not only by degassing, but also as an independent fossil. The article presents 3 main methods for extracting methane, but only the degassing of coal seams is considered in detail. Degassing is the oldest type of methane extraction, which was developed for the safety of mining operations and only over time this method was added to the environment. A whole range of works aimed at reducing the concentration of gas and isolating it to the surface has been developed for the degassing of coal seams. 3 groups of coal mine gas release management were considered. Currently, more than 30 degassing schemes have been developed. The article considers only 5 of the most common schemes – barrier degassing, degassing produced by wells, pre-degassing, degassing of the developed space and satellite wells, advance degassing. The article considers the operation of these degassing schemes, their advantages and disadvantages.

Keywords: methane; development; degassing; coal seams; wells; mines; natural gas