УДК 62-623.1

Губайдуллин Дмитрий Вадимович, студент
Филиал КузГТУ г. Новокузнецке
Научный руководитель: Кузнецова Юлия Александровна,
кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник
Филиал КузГТУ г. Новокузнецке

Gubaydullin Dmitry Vadimovich, student
Branch of KuzGTU, Novokuznetsk
Supervisor: Kuznetsova Yulia Alexandrovna, Candidate of
Economic Sciences, Leading Researcher
Branch of KuzGTU, Novokuznetsk

МЕТАН КАК ПОБОЧНЫЙ ПРОДУКТ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ. УТИЛИЗАЦИЯМЕТАНА

METHANE AS A BY-PRODUCT IN UNDERGROUND COAL MINING. METHANE UTILIZATION

Аннотация.

В работе рассмотрена актуальная для Кузбасса проблема загрязнения окружающей среды при добыче ископаемого угля. Определено, что существует множество веществ, помимо угля, выделяемых при его добыче. Большую часть из этих веществ составляет метан. Выявлено, что существует три источника выделения метана, от которых варьируется концентрация метановоздушной смеси. Решением проблемы загрязнения являются три основных способа утилизации метана, такие как газовый факел, газогенерация и метановые топки, так и уникальные, в виде использования высококонцентрированного газа вместо топлива или нераспространенная в России каталитическая конверсия. К сожалению, развитие способов утилизации метана в России заторможено в связи с низким интересом добывающих компаний, а также недостатка возможностей и инвестиционного потока по данному направлению.

Угольная промышленность в России является одной из важнейших отраслей и осуществляется более чем в 20 регионах страны (рис. 1). Самое крупное месторождение в России безусловно принадлежит Кемеровской, где добывается свыше 50% отечественного угля.

Ведущими угольными компаниями на Российской арене являются АО «СУЭК» и «Кузбассразрезуголь», на которые приходится 24% и 10% от общего объёма производства соответственно. Пик добычи угля в России был достигнут в 2019г., тогда был преодолен рекорд советского союза, установленный в 1988г. (425,4 млн тонн). По угольным запасам Россия занимает второе место в мире, а по добыче — шестое.

Данная статистика свидетельствует о значимости угольной промышленности для экономики России. Благодаря разработке и внедрения инновационных геотехнологий добычи и переработки угля увеличиваются интенсивность и производительность горных работ, а, следовательно, и экспортный потенциал. Это связано с тем, что в мировой экономике уголь неизменно удерживает увесистую позицию. В структуре мирового потребления топливно-энергетических ресурсов объем угля составляет 29%, что является вторым местом, первое принадлежит нефти.

Ресурсный потенциал сырьевой базы угольной промышленности, включая диагностированные запасы по категории А+В+С1+С2, а также потенциальные ресурсы оцениваются в 4,4 трлн.т.[4]

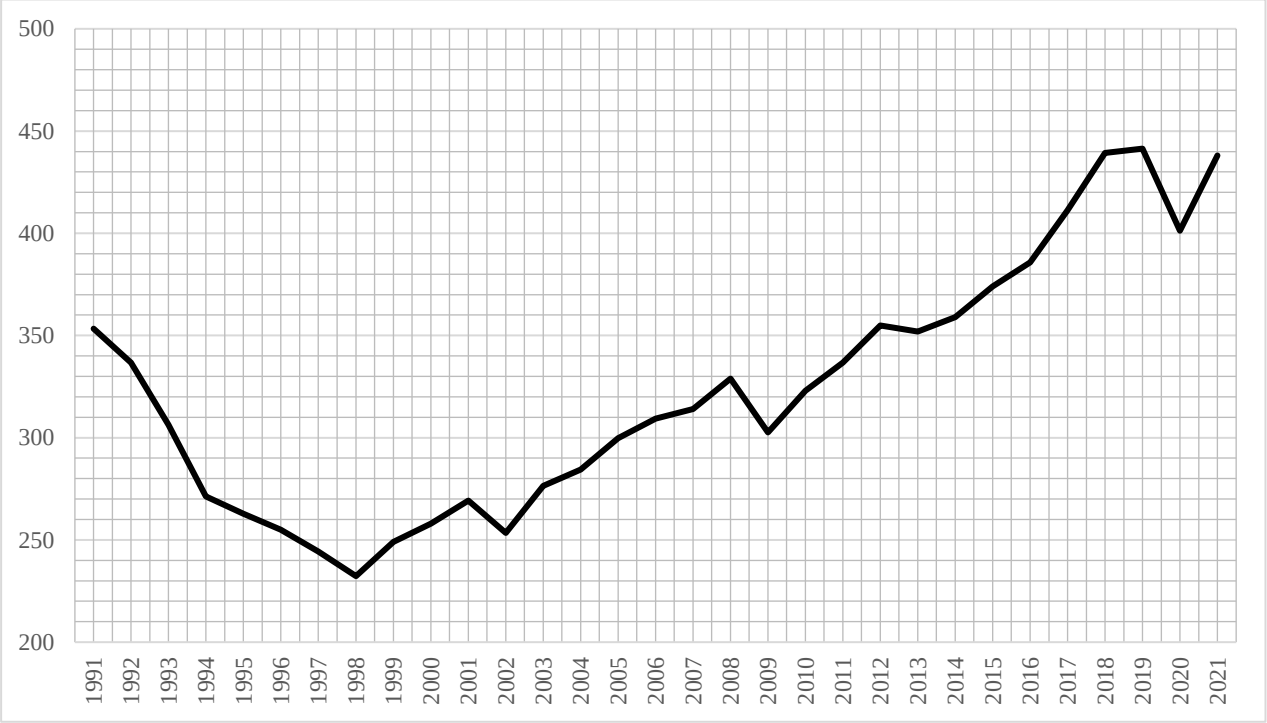

Рис.1 Добыча угля в Российской Федерации за период 1991-2021 гг., млн тонн

Трудности и возможности становления угольной ветви в критериях перехода к современным экономическим отношениям в первый раз были рассмотрены на заседаниях Президиума Госсовета под председательством Президента России Владимира Путина в Кузбассе в г. Междуреченске в 2002 году. Роль угля в экономике Российской Федерации и место угля в топливно-энергетическом балансе мира в XXI веке рассмотрены на расширенном заседании Организационного комитета Всемирного горного конгресса в мае 2011 г. в г. Кемерово. Министерством энергетики РФ была представлена и следом утверждена Правительством и Президентом РФ.

Независимо от того, что в структуре всемирного потребления энергетических ресурсов доля угля уменьшится до равного уровня с

нефтью и газом, что около 25–26 %, он будет продолжать иметь большое значение в экономике РФ (рис. 2).

Кузнецкий угольный бассейн является главной сырьевой базой угольной отрасли России; запасы которого составляют порядка 55,5 млрд тонн, в том числе 11 млрд тонн расположены на горных отводах функционирующих шахт и разрезов. Совокупность ресурсов в Кузнецком бассейне до глубины 1800 м составляют 631 млрд тонн, в сумму которых входят коксующиеся марки угля - 248 млрд тонн. Согласно Государственному балансу России, общие изученные запасы по категориям А+В+С1 составляют 55,5 млрд. т., в том числе 11 млрд тонн находится на горных отводах функционирующих разрезов и шахт.[5]

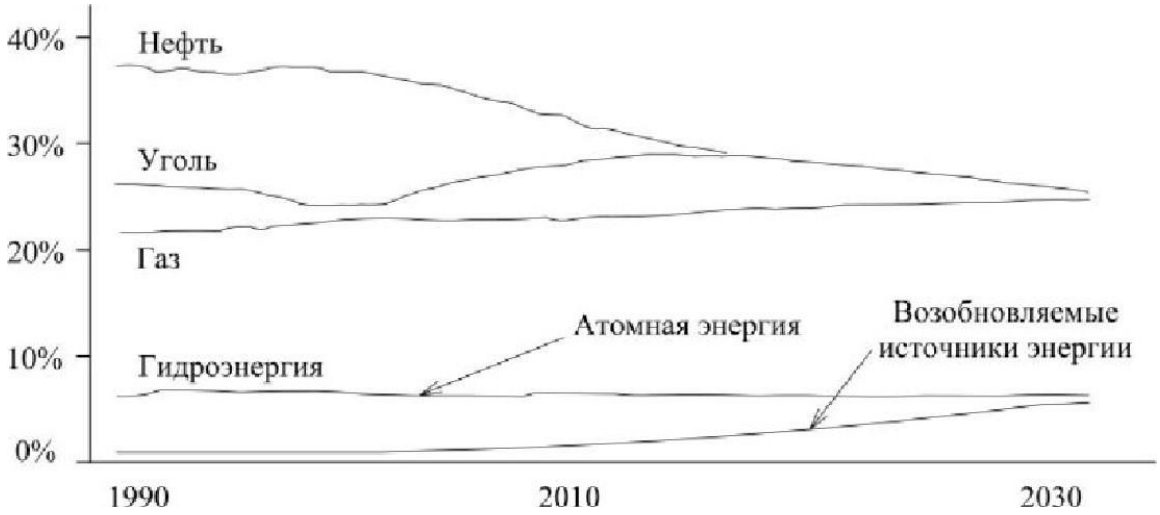

Рис. 2 Структура мирового энергопотребления топливно-энергетических ресурсов

Таким образом, внушительное количество угля добывается как подземным, так и закрытым способом добычи. В данной статье хотелось бы акцентировать внимание на таком побочном продукте при подземной добыче как метан и способах его утилизации.

В момент подземной добычи угля на каждые 1000 тонн высвободившегося угля приходится от 230 до 800 тонн породы, от 1500 до 9000 м^3 шахтных жидкостей, от 50000 до 570000 м^3 газа СН4, от 35000 до 65000 м^3 СО2, от 1 до 12 кг угольно-породной пыли, до 55000 м^3 оксидов от взрывных работ, от 4200 до 12600МДж тепла. С увеличением объемов добычи угля в перспективе количество выбрасываемых отходов будет возрастать, следовательно, будет увеличиваться нагрузка на природную среду[1].

Таким образом, в угольной промышленности вместе углем добываются и побочные продукты, весомый объем которых

представляет метан.

Метан характеризуется способностью образовывать взрывоопасные смеси при контакте с воздухом. Именно поэтому в угольных шахтах неотъемлемой частью разработки месторождения является извлечение метана, то есть так называемая дегазация.

На всех угольных предприятиях присутствует три вида источников выделения метана.

Во-первых, это вентиляционная струя – во время проветривания за счет общешахтных депрессий «выдувается» воздух, насыщенной метано-воздушной смесью концентрацией до 75%.

Вторым источником является дегазация, извлечение метана средствами дегазации, концентрация варьируется от 0 до 100%.

Третий источник – газоуправление из лав, то есть извлечение метана с помощью газоотсасывающих установок, в данном случае концентрация от 0 до 3,5%.

Продукты выделения из всех трех вариантов получения нежелательно выбрасывать в атмосферу, т.к. данное вещество при выделении дает парниковый эффект, поэтому с каждым источником выделения газа необходимо бороться.

Метан, выделяемый при дегазации, утилизируется самым известном во всем мире способом – путем сжигания с помощью газового факела (при условии концентрации более 25%).

При концентрации газа более 35% используется такой метод как газогенерация, используемая уже продолжительное время. В данном случае извлекаемый газ превращают в электричество и в тепловую энергию (в тепло) путем применения метана в газотурбинных установках (далее ГТУ) - один из наиболее перспективных способов, позволяющих использовать выносимый вентиляцией газ.[4]

Помимо этого, ГТУ обладает преимуществами:

1.Простота конструкции и систем управления, монтаж и демонтаж установки;

2.Надежность в работе;

3.Возможность функционирования на различном топливе;

4.Наименьшее, в сравнении с дизелем, число загрязняющих природную среду выбросов – наименьшие габариты и удельный вес на единицу мощности, вероятность получения в одном агрегате повышенных мощностей.

Двигателем в ГТУ является газовая турбина (далее ГТ), приводимая в движение продуктами сгорания и сжатым воздухом, разогретым до высокой температуры.

Используется газ с содержанием метана 40 - 60%. Мощность газотурбинной установки варьируется от 1 до 15 МВт, при этом они не только вырабатывают электроэнергию, но и используют тепло отходящих

отходов газов и охлаждающей жидкости [5].

Также существуют метановые топки, в которых воздух подогревается с помощью метана, взамен угля метана, что помогает утилизировать данный побочный продукт, и в то же время экономить на топливе, однако стоит отметить, что в этом случае существуют определенные требования к концентрации – не ниже 35%. Необходимо выделить, что при потреблении каптируемого газа в качестве топлива снижается расход угля на нужды шахт и уровень загрязнения окружающей среды. В то же время уменьшается количество выбросов вредных веществ в окружающую среду: пыли на 40-50%; оксидов азота – на 40 - 50%; оксида углерода – на 90 - 100%; углерода, сернистого газа и альдегидов – на 100%.

Помимо уменьшения вреда для атмосферы, снижается численность обслуживающего персонала, повышаются условия труда и надежность котлов, облегчается технология эксплуатации, к примеру, ликвидируется этап золоудаления.

С другой стороны, повышается взрывоопасность, увеличиваются требования к защитной автоматике и уровню знаний обслуживающего персонала.

Несомненным преимуществом перевода котельных на газ является повышенная эффективность газа по сравнению с углем. В связи с более полным сгоранием метана объем фактически сэкономленного угля больше, чем тепловой эквивалент утилизированного метана [1].

Факел преимущественно используется на предприятиях Распадской угольной компании, а возможность применения газогенерации находится в проекте, так как изначально данный метод несет крупные затраты, дабы воплотить его производстве. Метановые топки осуществлены и полностью функционируют в Воркуте, в Кемеровской области в СУЭК. Был закуплен метановый котел ООО «РУК», но по определенным производственным причинам проект заморожен, так как он является экономически не эффективным направлением в развитии предприятия.

Это были основные три способа утилизации метана с уменьшенным вредом для окружающей среды.

Перспективным направлением использования высококонцентрированного газа, более 80% концентрации, является изготовление топлива для двигателей внутреннего сгорания путем компримирования - сжатый на компрессорной станции до давления 200-250 бар. Такая практика широко применима на таком предприятии как ООО «Газпром Добыча Кузнецк», которое перевело весь свой транспорт на данный вид топлива[2].

Самый тяжелый и остро стоящий вопрос, как в России, так и в

мире в целом заключен в использовании метана с концентрацией ниже 20%. Данный вопрос имеет такую характеристику в связи с тем, что низкоконцентрированный газ является наиболее распространенным при подземной добыче угля.

Для утилизации шахтного метана с невысокой концентрацией для выработки тепло- и электроэнергии применяют энергоустановку каталитического окисления. Данная установка формирует беспламенное (каталитическое) окисление метана в керамической камере для утилизации метановоздушной смеси пониженной концентрации – менее 1%.

Минуя разогретую керамическую камеру внутри установки, вентиляционный метан, постепенно подогревается ее теплом. Разогретый газ окисляется, с выделением тепла. Для поддержания функционирования каталитической установки в автономном режиме необходима концентрация метана в метановоздушной смеси 0,15%, при содержании свыше 0,15% оставшийся метан используется для получения пара, который используется в стандартном турбинном генераторе для выработки электроэнергии или для получения теплоэнергии. Поскольку в системе распределение температуры абсолютно однородно, образования оксидов азота не происходит, что исключает пагубное влияние на окружающую среду.

В последнее время для обеспечения теплотой реакцию, протекающую в трубчатом каталитическом реакторе, разработаны способы включения ядерного реактора в схему конверсии метана, что позволяет избежать сжигания природного газа.

В угледобывающей промышленности активно внедряется технология двухступенчатой каталитической конверсии CH4 с применением водяного пара и воздуха в качестве окислителей (замена чистого кислорода). На 1-ой ступени конверсию осуществляют водяным паром в трубчатом реакторе при 800°C со степенью конверсии метана 90%. На 2-ой ступени конверсию остаточного метана проводят с воздухом в шахтном реакторе при 1000 °C. В конвертированном газе содержится 0,3 % CH4.

Для проведения одноступенчатой конверсии в качестве окислителя используют водяной нар и воздух, насыщенный кислородом до 40–50 %.

Соответственно, в двухступенчатой конверсии отпадает необходимость в обеспечении дорогостоящей и энергоемкой установки для выделения кислорода, что в большей мере рентабельность производства в сравнении с одноступенчатой каталитической и высокотемпературной конверсией, при обеспечении которых повышен расход энергии на создание высоких температур около 1350–1400°C. Помимо этого, использование воздуха в качестве окислителя, позволяет получить преобразованный газ с содержанием азота в таком количестве, необходимом для получения азотоводородной смеси для формирования аммиака, то есть, в пропорции 75 % к 25 % водорода и азота

соответственно.

Каталитический синтез метана помогает преобразовать метан в энергию, но является дорогостоящей разработкой, которая в мире реализована в количестве 13 проектов, в таких странах как Австралия, Китай, и США.

В России пока данные технологии не реализованы– это обусловлено дороговизной, недостатком необходимых технологий и отсутствия скоординированного инвестирования данного направления в связи продолжительным сроком окупаемости, исчисляемым десятками лет[1].

Список литературы

1.Астахова, С.А. Утилизация шахтного газа / С.А. Астахова // Уголь.– 2006. – №8. –С. 65-67.

2.Филимонов, К. А. Технология подземных горных работ: учебное пособие / К. А. Филимонов, В. А. Карасёв. – Кемерово:КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. – 188 с. – ISBN 978-5-906969-48-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/172554;

3.Сахин, В. В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2. Газовые турбины. Теплообменные аппараты: учебное пособие / В. В. Сахин. – Санкт-Петербург: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 133 с. –ISBN 978-5-85546-865-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/75162

4. Копытов Александр Иванович Оптимизация стратегии развития угольной отрасли - гарантия эффективности, безопасности и стабильности промышленного потенциала экономики Кузбасса // Вестник КузГТУ. 2018. №2 (126). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-strategii-razvitiya-ugolnoy-otrasli-garantiya-effektivnosti-bezopasnosti-i-stabilnosti-promyshlennogo-potentsiala;

5. Копытов А.И., Куприянов А.Н. Новая стратегия развития угольной отрасли Кузбасса и решение экологических проблем // Уголь. 2019. №11 (1124). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-strategiya-razvitiya-ugolnoy-otrasli-kuzbassa-i-reshenie-ekologicheskih-problem.