

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

З.Х. Гайбуллаева, Б.И. Асроров, Ш.Б. Бахриддинзода

Таджикский технический университет им. акад.М.Осими,
734042, Таджикистан, г.Душанбе, ул. акад. Раджабовых 10,
E-mail: zumratihabib@rambler.ru

Аннотация

Важной в экологическом отношении проблемой является борьба с выбросами в воздух больших количеств диоксида углерода. В Таджикистане отсутствуют природный газ и нефть, поэтому в промышленном производстве в качестве энергоносителя широко используется уголь. От сжигания угля образуется большое количество CO₂, в результате чего увеличивается парниковый эффект. Молекулы газа CO₂, попадая в атмосферу, поглощают инфракрасную радиацию Земли и препятствуют излучению её обратно. Данный эффект способствует повышению температуры приземных слоёв, что приводит к нарушению экологического равновесия окружающей нас природы. Одним из важных решений проблем от газовых выбросов является разработка и применение новых безотходных комплексных технологий использования энергоносителей промышленными предприятиями.

Ключевые слова: промышленные предприятия, загрязнения, диоксид углерода, парниковые газы, уголь, энергоноситель, экология, атмосфера.

Промышленность занимает важное место в национальной экономике, от её успешного развития зависят и другие отрасли народного хозяйства. Использование энергоресурсов является необходимым условием существования и развития человеческой цивилизации. Увеличение масштабов энергопотребления объясняется принятием Программы усиленного развития индустриализации и удовлетворения растущих социально-экономических потребностей Таджикистана на 2020-2030 г, которая объявлена четвертой национальной целью.

В настоящее время использование угля стало безальтернативным способом обеспечения потребностей промышленных предприятий и населения Таджикистана в местном энергоносителе. Это оправдано не только отсутствием других эффективных энергоносителей, но и тем, что месторождения угля имеются во многих регионах республики, и их запасы весьма существенны.

Твёрдые горючие ископаемые - каменные и бурые угли, горючие сланцы, торф составляют более 90% всех горючих ископаемых. Таджикистан располагает большим мировым запасом угля. Угольный запас республики составляет 14 млрд. тонн, т.е. 41 процентов угля республик Средней Азии. В Таджикистане находятся такие крупные угольные бассейны, как Шураб, Фан-Ягноб, Могиён, Зидды, Киштут Зуран, Назар Айлок, Манаду, Хайрон и др. [1]. На сегодняшний день более 200 предприятий в Таджикистане используют уголь в качестве топлива. Только в 2020 году было использовано 1,7 млн. тонн угля. В настоящее время остро стоит вопрос решения задач экологического характера,

выявления проблем, возникающих при использовании природных энергоносителей [2]. Это выражается занятием земель под отвалы, нарушением естественного ландшафта, загрязнением почв, водных объектов и атмосферы твёрдыми и газообразными примесями.

На рисунке 1 представлен снимок Душанбинского цементного комбината и Таджикского алюминиевого завода при их функционировании.

Окружающая нас среда состоит из биосферы, атмосферы, гидросферы и литосферы. Между этими сферами возникают, как химические, так и биологические взаимодействия, однако, не смотря на такие взаимодействия, в природе существует равновесие [3].

Целью настоящей работы является исследование выбросов вредных веществ в атмосферу, получаемых в результате сжигания углей на промышленные нужды в Таджикистане.



Рисунок 1 - Функционирование ряда промышленных объектов Таджикистана.

В Таджикистане широко используются уголь, как энергоноситель в промышленных предприятиях. Нами рассмотрено использование углей месторождения Фан-Ягноб, которое является крупнейшим в Центральной Азии месторождением коксующего угля.

Каменноугольное месторождение находится в Айнинском районе Согдийской области, в 100 км на север от г. Душанбе и в 190 км на юг от г. Худжанда. Теплотворная способность углей колеблется от 7730 до 8773 ккал. Высшая теплота сгорания изменяется от 5554 до 8773 ккал/кг (23,25-37,2 кДж/кг). Угли относятся к топливу с высокой реакционной способностью. Уголь относится к малосернистым. Содержание серы практически одинаково в рядовом угле и концентрате, что указывает на присутствие серы в тонкопросеянном пирите и виде связанной с органической массой. Показатель содержания фосфора на подавляющей части площади месторождения ниже 0,1%. Количество углерода изменяется от 79,06 до 87,53, а водород от 4,73 до 6,33%. Матовый уголь отличается более повышенным содержанием углерода и пониженным – водорода. Химический состав золы показывает значительное колебание для SiO_2 от 15,80 до 57,20%. Содержание Fe_2O_3 от 1,60 до 47,60%, а оксида алюминия Al_2O_3 от 10,0 до 38,40%. Содержание кальция CaO и магния MgO лишь в некоторых случаях достигает большой величины. Зола такого состава, по всей вероятности, будет легкоплавкой. Температура плавления золы в большинстве случаев лежит ниже 1300°C.

При использовании углей месторождения Фан-Ягноб (рисунок 2), в зависимости от их сорта и режима работы оборудования образуются продукты сгорания примерно

следующего состава: CO – 1-9% (об.); насыщенные углеводороды 0,5-8,0; ненасыщенные углеводороды - 0,5; CO₂ – 2-10; H₂ - 1-7; O₂ - 0,5-5; N₂ - 69-79% (об.).

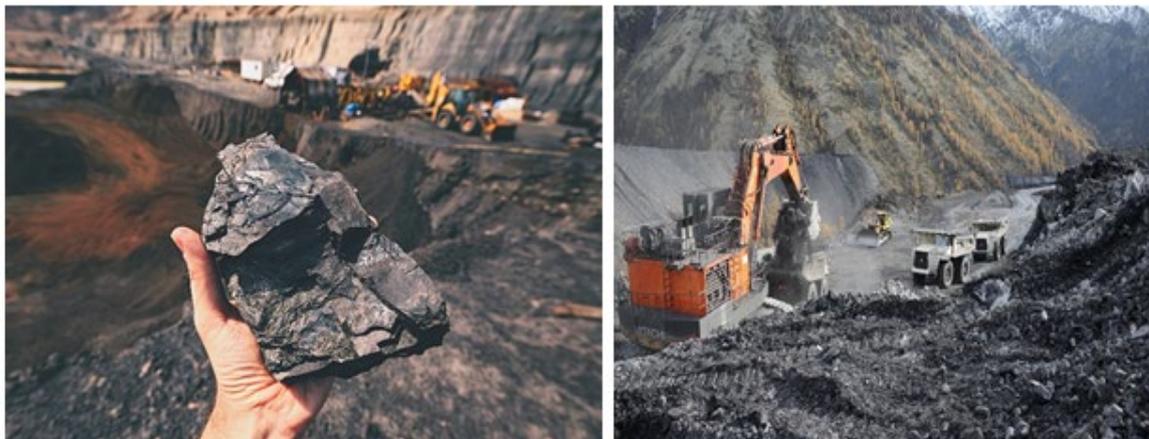


Рисунок 2 - Месторождение угля Фан-Ягноб (Таджикистан).

В таблице 1 приведены основные промышленные выбросы в атмосферу, связанные с работой промышленности и быта на середину 2020 года, которые приводят к нарушению экологического равновесия.

Следует добавить, что наряду с выбросами от промышленных предприятий, в атмосферу также попадает ряд вредных веществ в виде газов SO₂, NO₂ и CO (таблица 2).

Количества выбрасываемых вредных газов SO₂, NO₂ и С в атмосферу приведены в таблице 2.

Таблица 1 - Основные источники загрязнения атмосферы от функционирования промышленных предприятий

Источники загрязнения	Выбросы в атмосферу тыс. т/год				
	С O ₂	О	О ₃	Углеводороды	О ₂
Использование угля	7 000	5	00	1 ало	0
Использование нефтепродуктов	7 00	50	0	4 0	6 6
Использование природного газа	2 400			-	-
Использование нестандартного горючего (дрова сельскохозяйственные отходы и др.)	2 000	0	ало	ало	ало
Отходы цветной металлургии	-		5	2	-
Испарение растворителей	-		5	2	-

Сжигание отходов	6	5	ало	1	ало
	00			5	

Таблица 2 - Количество выбрасываемых вредных газов SO_2 , NO_2 и C в атмосферу

Вещество, млн. т.	CO	NO ₂	SO ₂
С дымовыми газами	304	53-70	70
От природных процессов	300	770	150

Важной в экологическом отношении проблемой является борьба с выбросами в воздух больших количеств диоксида углерода. От сжигания угля образуется большое количество CO_2 , в результате увеличивается парниковый эффект [4]. Молекулы газа CO_2 , попадая в атмосферу, поглощают инфракрасную радиацию Земли и препятствуют излучению её обратно. Таким образом, вызывается повышение температуры приземных слоёв атмосферы. В работе [5] исследованы изменения во времени важных параметров эмиссии, концентрации выхлопных газов диоксида углерода в атмосферу и изменение температуры воздуха у поверхности земли при высоком и низком потреблении энергии (рисунок 3).

Как видно из рисунка 3, за последние 150 лет содержание CO_2 в атмосфере выросло на 13% (отн.) и в настоящее время идёт тенденция возрастания на 0,2 % (отн.) в год. Если рассматриваемое увеличение процесса будет сохраняться, то средняя концентрация CO_2 в воздухе к 2025 году возрастёт на 20%, а к 2050 г. его количество в атмосфере удвоится.

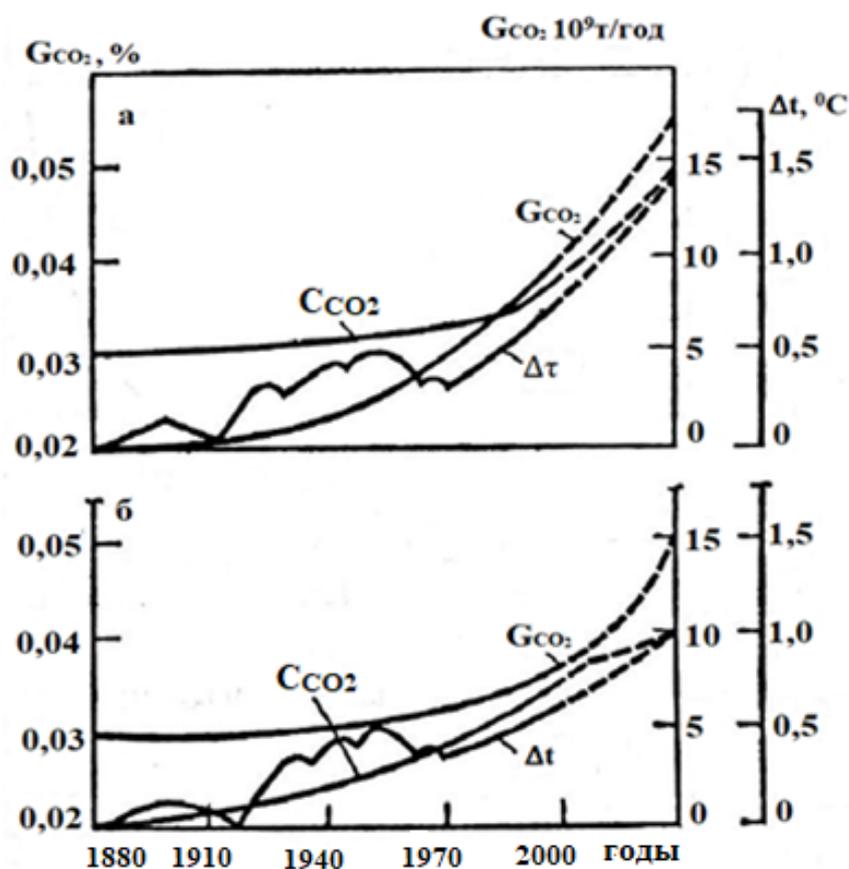


Рисунок 3 - Изменение во времени t эмиссии диоксида углерода в атмосферу (G_{CO_2}), его концентрации в атмосфере (C_{CO_2}) и температуры воздуха у поверхности земли (Δt) при высоком (а) и низком (б) потреблении энергии.

Как показывают наши исследования, выбросы CO_2 в атмосферу в результате сжигания угля если в 1888 г. составляли $0,1 \cdot 10^9$ т, но уже в 1980 г. эта величина выросла до $5 \cdot 10^9$ т (половина из этого количества остаётся в атмосфере, четверть поглощает Мировой океан, а четверть – биомасса растений). Таким образом, за 100 лет выбросы газов от сжигания ископаемого горючего увеличились в 50 раз.

Изучение случаев перехода на горючее, полученное химическими процессами, например, получаемое газификацией угля показало, что они не снижают количество выбросов газов CO_2 [6]. В качестве примера в таблице 3 приведены результаты изучения выбросов газов CO_2 на единицу производимой энергии в случае сжигания природного газа и водорода, получаемого конверсией природного газа, которые в три раза меньше, чем в случае сжигания синтетического природного газа, получаемого в процессе газификации угля и в два раза меньше, чем при прямом сжигании каменного угля и кокса. Состав отходящих газов при сжигании метана и водорода, а также выбросов CO_2 при сжигании различных органических горючих представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Состав отходящих газов при сжигании природного газа и водорода

Сжигаемый газ				Содержание в отходящем газе, м ³		
форма	объем, м ³	теплота сгорания, кДж/м ³	расход воздуха, м ³	C O ₂	H 2O	N ₂
CH ₄	1	39815	9,52	1	2	7,5
H ₂	1	12770	2,36	0	1	1,8
CH ₄	105	4,1806 $\cdot 10^6$	990, 6	1 05	2 10	78 7,5
H ₂	327	4,1758 $\cdot 10^6$	760, 6	0	3 27	61 4,5

Таблица 4 - Количество выделяющегося газа CO_2 при сжигании различных органических горючих

Горючее	Содержание углерода в горючем, %	Выделение при сжигании CO_2 /т
Бурый уголь	26-40	3,38-5,22
Продукты газификации угля	74	3,20
Каменный уголь	75	2,75
Природный газ	70	1,88
Метан	75	1,63
Водород	0	0,0

Проблема повышения температуры на поверхности земли во многом зависит от концентрации в атмосфере трёх газов: CO_2 , H_2O и O_3 . Концентрации этих веществ в атмосфере колеблются в пределах: H_2O - 2%, CO_2 – 0,033%, O_3 - $10^{-2}\%$. Исследования показывают, что при увеличении концентрации диоксида углерода от 0,03 до 0,06% температура слоёв атмосферы увеличивается от 1,9 до 2,36°C, что негативно отразится на жизнедеятельности живых существ.

Полученные результаты проведённых исследований по выявлению проблем воздействия выбрасываемого газа - диоксида углерода в атмосферу промышленными предприятиями, показали, что в конце столетия одна треть потребности в энергии будет покрываться за счёт атомной энергии, а все остальное - за счёт нефти и угля. Примерные расчёты показали, что население на Земле в 2050 г. составит $11 \cdot 10^9$ человек, а потребление энергии на одного человека достигнет 222 ГДж в год. Энергопотребление в мире при использовании промышленными предприятиями органических ископаемых повысит количество концентрации CO_2 в атмосфере и, соответственно, повысит температуру нижних слоёв атмосферы до 2°C.

Для предотвращения повышения температуры и удержания равновесия природы, связанного с нарушением экологического баланса, необходимо решать поставленные задачи ускоренного развития индустриализации страны с учётом перехода промышленных предприятий на новые комплексные технологии использования энергоносителей без выбросов. В таком направлении необходимо развивать особенно те отрасли промышленности, которые непосредственно связаны с использованием органических природных ресурсов: химическую технологию, металлургию и энергетику.

Литература

1. Обзор Евразийского банка развития «Угольная промышленность в странах ЕАБР». - Душанбе, 2006. – 215 с.
2. Зайденварг, В.Е. Научные основы комплексного экологического мониторинга эмиссии выбросных газов / В.Е. Зайденварг, А.М. Навитний, Я.Г. Семикобыла. - М.: Росинфо, 2000. - 125 с.
3. Гайбуллаева, З.Х. Загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2021. -№2. –С.166-286.
4. Фозилов, Дж.Н. Экологические проблемы разработки каменноугольных месторождений Таджикистана / Дж.Н. Фозилов, Ш.Ф. Валиев // Доклады НАН Таджикистана. -2017. -Т.60. -№11-12. –С.610-615.
5. Experimental study on evaluation of underground coal gasification with a horizontal hole using two different coals / Akihiro Hamanaka, Fa-qiang Su, Ken-ichi Itakura [et al.] // J. Fuel. -2021. -№305. -P.121-128.
6. The application of thermal-calculation methods in the design and syngas prediction of entrained-flow coal gasifiers / Yue Lu, Zhengqi Li, Mingdi Zhang [et al.] // J. Energy Conversion and Management. -2021. -№245. –P.114-122.

Сведения об авторах:

Гайбуллаева Зумрат Хабибовна - к.х.н., доцент Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими, Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых, 10. E-mail: zumratihabib@rambler.ru

Асроров Баходур Илхомович - соискатель Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими, Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых, 10. E-mail: Bahodur177@mail.ru

Шохини Бахриддини Бахриддинзода - соискатель Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими, Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых, 10. E-mail: shohin@mail.ru

**ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE PROBLEMS OF EMERGES WHEN
USING NATURAL ENERGY CARRIERS**

Z.H. Gaibullaeva, B.I. Asrorov, Sh.B. Bakhridinzoda

**Tajik Technical University named after acad.M. Osimi
734042, Tajikistan, Dushanbe, 10, st. acad. Rajabov 10,
E-mail: zumratihabib@rambler.ru**

Abstract

The article discusses the urgent problems of the use of energy in Tajikistan. An important problem is the fight against emissions into the air of large quantities of carbon dioxide. Tajikistan has a large supply of coal, due to lack of another type of energy in industrial production, coal is widely used as a natural energy carrier. A large amount of CO₂ are formed from the burning of coal, because of which the greenhouse effect increases. CO₂ gas molecules get into the atmosphere absorb the infrared radiation of the Earth and prevent it from radiating it back.

Key words: industrial enterprises, pollution, carbon dioxide, greenhouse gases, coal, energy, ecology, atmosphere.