

## ДИФФУЗИОННЫЙ РЕЖИМ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Ефремова А.В.<sup>1</sup>, Оруджова О.Н.<sup>2</sup>

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

163002 Россия, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 17

E-mail: <sup>1</sup> [efr.ali@yandex.ru](mailto:efr.ali@yandex.ru), <sup>2</sup> [o.orudjova@narfu.ru](mailto:o.orudjova@narfu.ru)

Статья посвящена проблеме отрицательного влияния пожаров, протекающих в диффузном режиме, на окружающую среду в Архангельской области. К негативным экологическим процессам, связанным с пожарами, относятся загрязнение воды, сгорание воздуха при пожаре, выделение токсичных продуктов горения. Кроме того, при пожарах происходят выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В данной статье рассмотрены виды выбросов, даны их характеристики, представлены соотношения количества выбросов со временем в виде диаграмм «Выбросы газообразных и жидких веществ в Архангельской области», «Выбросы диоксида серы», «Выбросы оксида углерода», «Выбросы оксидов азота», «Выбросы углеводородов», «Выбросы летучих органических соединений», «Выбросы твердых веществ». На рисунках приведены данные по Архангельской области в период 1998-2017гг. Наносят экологический ущерб не только пожары. Точно так же, но уже в меньших объёмах, вредят окружающей среде транспорт, промышленные предприятия, заводы, ТЭЦ и прочие объекты. Всё это влияет на качество воды, воздуха и почвы. Поэтому одной из главных проблем Архангельской области является защита окружающей среды. В статье содержится информация о текущих (эксплуатационных) затратах на охрану окружающей среды в Архангельской области. Это все расходы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, которые осуществляются госбюджетом.

**Ключевые слова:** пожар, экологический ущерб, продукты горения, выбросы, экологическая обстановка

## DIFFUSION MODE OF THE COMBUSTION PROCESS: ECOLOGICAL EFFECTS

Efremova A.V.<sup>1</sup>, Orudzhova O.N.<sup>2</sup>

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Severnaya Dvina Emb. 17, Arkhangelsk, Russia; 163002

E-mail: <sup>1</sup> [efr.ali@yandex.ru](mailto:efr.ali@yandex.ru), <sup>2</sup> [o.orudjova@narfu.ru](mailto:o.orudjova@narfu.ru)

The article is devoted to the problem of the negative impact of fires occurring in a diffuse mode on the environment in the Arkhangelsk region. Negative ecological processes associated with fires include water pollution, combustion of air in a fire, and the release of toxic combustion products. In addition, when fires occur, emissions of pollutants into the air. In this article, the types of these emissions are considered, their characteristics are given, the ratio of the amount of emissions with time in the form of figures is presented "Emissions of gaseous and liquid substances in the Arkhangelsk region", "Emissions of sulfur dioxide", "Carbon monoxide emissions", "Nitrogen oxide emissions", "Hydrocarbon emissions", "Emissions of volatile organic compounds", "Emissions of solids". The figures show data for the Arkhangelsk region in the period 1998-2017. They cause environmental damage not only fires. Similarly, but in smaller volumes, transport, industrial enterprises, factories, thermal power plants and other objects harm the environment. All this affects the quality of water, air and soil. Therefore, one of the main problems of the Arkhangelsk region is the protection of the environment. The article contains information on current (operational) costs for environmental protection in the Arkhangelsk region. These are all the costs of protecting the environment and rational use of natural resources, which are implemented by the state budget.

**Keywords:** fire, environmental damage, combustion products, emissions, environmental conditions

Экологический ущерб, наносимый пожарами, сложно оценить сразу. В результате пожаров окружающую среду загрязняют продукты горения, пиролиза, горючие материалы, содержащие всевозможные по химическому составу и токсичности соединения, несгоревшие горючие вещества. Наряду с этим большой вред наносят огнетушащие средства, используемые в пожаротушении [2].

К негативным экологическим процессам, связанным с пожарами, относятся загрязнение воды, сгорание воздуха при пожаре, выделение токсичных продуктов горения и др.

Для того чтобы ликвидировать среднестатистический пожар, требуется в среднем 50 м<sup>3</sup> воды. При тушении вода, соприкасаясь с раскалёнными веществами, превращается в отравляющий пар. Этот пар попадает в атмосферу и участвует в круговороте воды в природе. В результате на землю выпадает большое количество кислотных дождей и снега. Все эти атмосферные осадки поступают в озёра, реки, почву, становясь причиной гибели растительности и животных.

При пожаре происходят значительные изменения в атмосферном воздухе: уменьшается количество кислорода, увеличивается количество продуктов горения. Это приводит к понижению концентрации кислорода (менее 16%), следовательно, создаёт угрозу для всех живых организмов. За 2017 год в Архангельской области зарегистрировано 1583 пожара. Две трети пожаров – в городах, остальное - в сельской местности. Жилые дома, офисы, общественные центры, склады – все эти помещения, вся мебель, интерьер, бытовая техника сделаны из полимерных материалов: поливинилхлорида (ПВХ), полиамида, полиуретанов (ПУ), целлюлозы и прочие [3]. При пожарах эти материалы выделяют опасные для жизни и здоровья людей токсичные вещества.

Самыми опасными веществами в продуктах горения являются оксид углерода (угарный газ), хлористый водород, диоксид углерода (углекислый газ), уксусная и синильная кислота, аммиак и другие [1]. Таких токсичных веществ насчитывается более 400. Токсичные продукты горения приводят к отравлению организма человека. Едкий дым вызывает жжение глаз, раздражение слизистых оболочек рта и носа, затруднённое дыхание, головокружение, сильный кашель. Токсичные продукты сгорания действуют на организм человека комбинированно, поэтому они опасны даже в малых концентрациях.

При пожарах в зданиях в числе продуктов горения полимерных материалов находятся самые опаснейшие канцерогены - диоксины и дибензофураны. Допустимая концентрация канцерогенов равна нескольким пикограммам, а время жизни составляет несколько лет. Из этого следует, что пожары в городских зданиях – один из главных источников попадания этих соединений в биосферу. Помимо опасных канцерогенов при горении в атмосферу выбрасываются аэрозоли соединений металлов. Аэрозоли металлов, поступая в окружающую природную среду, вызывают не только снижение общественного здоровья населения, но и снижение показателей продуктивности в сельском хозяйстве из-за массового распространения сорняков, насекомых-вредителей и болезнетворных микроорганизмов.

Глобальным источником загрязнения среды являются пожары на промышленных предприятиях. В результате аварийных выбросов при таких пожарах концентрация загрязнителей в

атмосферном воздухе превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). В промышленности используются различные по своему составу горючие материалы. Пожар может возникнуть на любом промышленном объекте. Одними из самых опасных (в случае пожара) объектов являются нефтебазы, химические предприятия, радиационные объекты, склады пестицидов, удобрений, аварийно-опасных веществ.

Процесс горения чаще всего протекает в диффузном режиме. Это означает, что материалы сгорают не полностью и вместе с частичками сажи поступают в атмосферный воздух в виде газообразных и жидких веществ. На рисунке 1 приведены данные по выбросам газообразных и жидких продуктов горения в Архангельской области [5].



Рисунок 1

К газообразным и жидким веществам, выбрасываемым в атмосферу, прежде всего относятся: диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, летучие органические соединения [4].

Диоксид серы – это бесцветный газ с характерным резким запахом. При попадании в атмосферу диоксид серы участвует в фотохимических реакциях, что приводит к образованию аэрозолей. Это приводит к ухудшению видимости. Сернистый газ, вступая в реакцию с влагой, в результате образует серную кислоту. В итоге – увеличение числа кислотных дождей, ускоренная коррозия металлов, значительное снижение урожая, в результате закисления почвы и другие. На рисунке 2 приведены данные по выбросам диоксида серы в Архангельской области [5].



Рисунок 2

Оксид углерода (или угарный газ) – бесцветный газ без вкуса и запаха. Попадая в организм человека или животного оксид углерода вызывает отравление. Молекулы такого соединения сразу связывают гемоглобин крови и не дают ему возможности переносить кислород.

Угарный газ – смертельно опасный яд. На рисунке 3 приведены данные по выбросам оксида углерода в Архангельской области [5].



Рисунок 3

Среди загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в результате пожаров, оксиды азота являются наиболее важными. Одновременные выбросы оксидов серы и азота образуют кислотные дожди (оксидов азота в составе около 35% от всех кислот). Оксиды азота способствуют образованию фотохимических смогов. Фотохимический смог – это многокомпонентная смесь газов, включающая в свой состав оксиданты, в основном озон, оксиды серы и азота. Оксиды азота разрушают озоновый слой. Таким образом, они оказывают глобальное воздействие на окружающую среду. На рисунке 4 приведены данные по выбросам оксидов азота в Архангельской области [5].

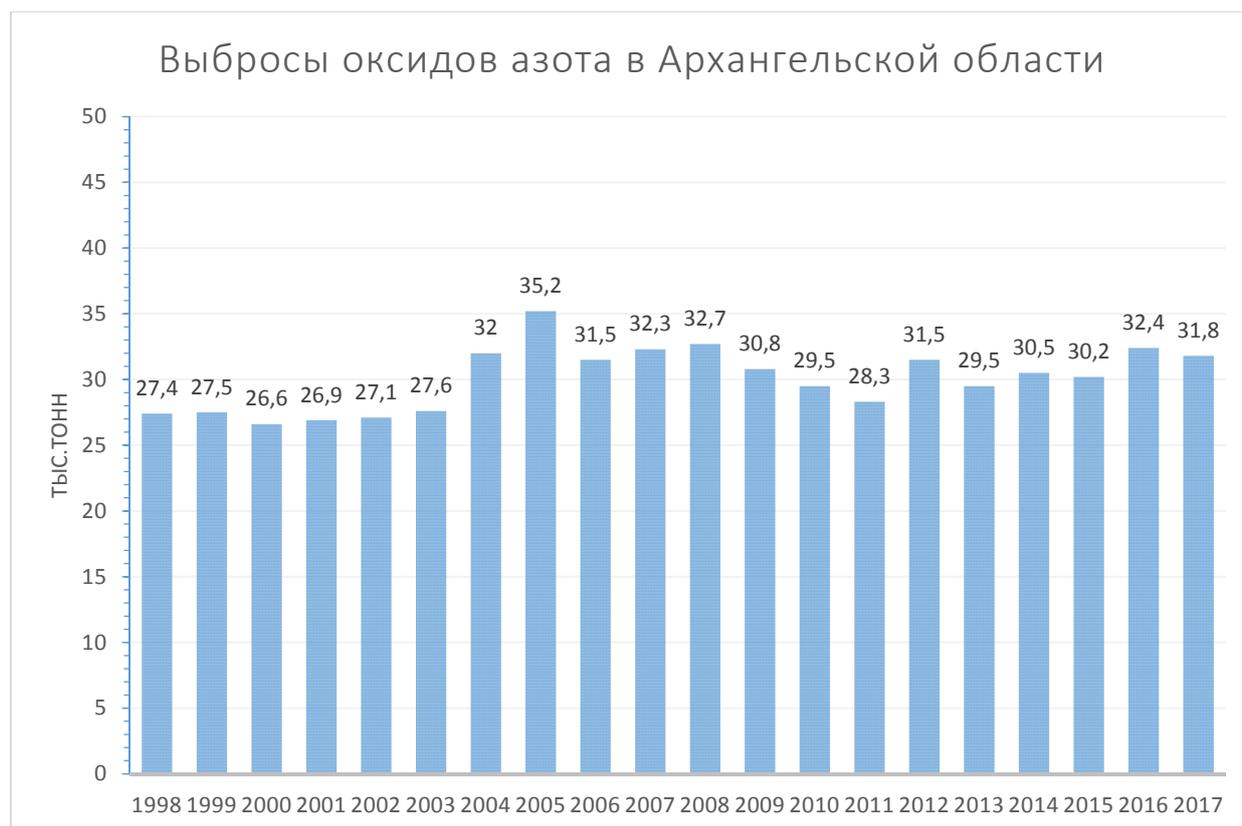


Рисунок 4

В состав углеводородов по разным данным входят бензол, толуол, ксилолы, бенз(а)пирен, метан. При возникновении пожаров концентрация этих веществ резко увеличивается. В зависимости от строения углеводороды могут вступать в фотохимические реакции, образуя тем самым фотохимический смог. При неполном сгорании топлива выбрасываются циклические углеводороды, которые обладают канцерогенными свойствами. На рисунке 5 приведены данные по выбросам углеводородов в Архангельской области [5].



Рисунок 5

Летучие органические соединения (рисунок 6) играют ключевую роль при образовании фотохимических окислителей. ЛОС являются причиной множества проблем: мутаций, нарушения дыхания, онкологических заболеваний. При пожарах происходит выброс множества ядовитых веществ: бензола, хлороформа, формальдегида, фенолов, трихлорэтана, винилхлорида и т.д. [5].

Ежегодно происходят выбросы и твердых продуктов горения, а именно канцерогенных веществ, соединений свинца, органической и неорганической пыли, сажи, смолы, синтетических и других веществ (рисунок 7) [5].



Рисунок 6

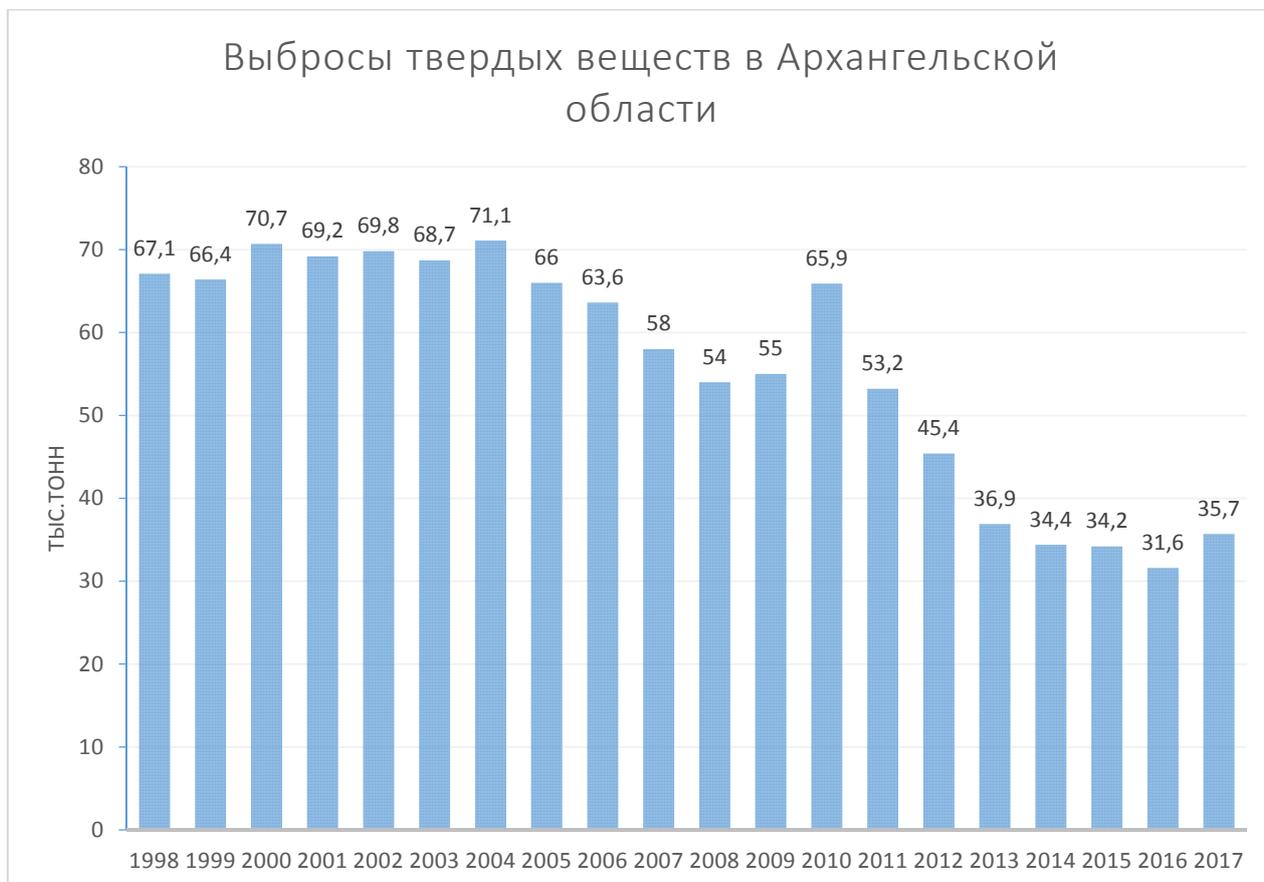


Рисунок 7

Таким образом, складывается крайне неблагоприятная экологическая обстановка в Архангельской области. Не только из-за пожаров. Точно так же, но уже в меньших объёмах, вредят окружающей среде транспорт, промышленные предприятия, заводы, ТЭЦ и прочие объекты. Всё это влияет на качество воды, воздуха и почвы.

Защита окружающей среды – одна из главных проблем Архангельской области (и не только), решение которой требует комплексного подхода. Это в первую очередь внедрение систем очистки на предприятиях, установление предельно допустимых концентраций (ПДК) выбросов, очистка сточных вод, безопасная ликвидация отходов и проч. Эти мероприятия требуют определённых затрат.

Например, на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата в Архангельской области в 2017 году было выделено 1490 миллионов рублей. Годом ранее с этой же целью – 1392,8 млн рублей.

Далее представлены затраты на охрану окружающей среды в Архангельской области за 2017 год: на сбор и очистку сточных вод – 2299,2 млн рублей, на обращение с отходами – 909,4 млн рублей, на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод – 209,4 млн рублей, на защиту окружающей среды от шумового, вибрационного и других видов физического воздействия – 0,9 млн рублей, на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий – 99,4 млн рублей, на обеспечение радиационной безопасности окружающей среды – 447,1 млн рублей, на научно-исследовательскую деятельность и разработки по снижению негативных антропогенных воздействий на окружающую среду – 26,1 млн рублей, на другие направления деятельности в сфере охраны окружающей среды – 441,1 млн рублей.

В эти затраты включены стоимости услуг природоохранного назначения. Например, обеспечение функционирования природоохранных органов, содержание особо охраняемых природных территорий, система мониторинга окружающей среды, проведение экологической экспертизы, а также другие расходы.

#### Список литературы

1. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ, Учебное пособие. – 2 изд., перераб. – М.:Химия, 1981. – 272 с.
2. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность.
3. Корольченко А.Я., Трушкин Д.В. Пожарная опасность строительных материалов. Учебное пособие. – Москва: Пожнаука, 2005
4. Под ред. Лазарева Н.В. и Левиной Э.Н. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей. - 7-е изд., т.1. – Л.: Химия, 1976. - 590 с.
5. Федеральная служба государственной статистики, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 29.09.2018).