

УДК67.014/661.92/661.77

К. А. ЛЕОНТЬЕВА, студентка гр. ИЗб-181 (КузГТУ)

Научный руководитель: КАСЬЯНОВА О. В., к.т.н., доцент (КузГТУ)

## ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КУЗБАССЕ

Качество атмосферного воздуха является одним из основных критериев при оценке состояния окружающей среды. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха проживает 17,1 млн. человек, что составляет 17 процентов городского населения страны [1].

Кузбасс относится к регионам с высоким уровнем загрязнения воздуха (см. рис. 1). На территории области функционирует более 23,1 тыс. организованных и неорганизованных источников выбросов. От этих источников в атмосферный воздух поступает более 250 видовых наименований загрязняющих веществ. Основными загрязнителями атмосферного воздуха, образующимися в процессе производственной и иной деятельности человека, являются следующие: диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), оксид азота ( $\text{NO}_x$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), а также твердые частицы. На их долю приходится около 98% от общего объема выбросов вредных веществ [2,3].

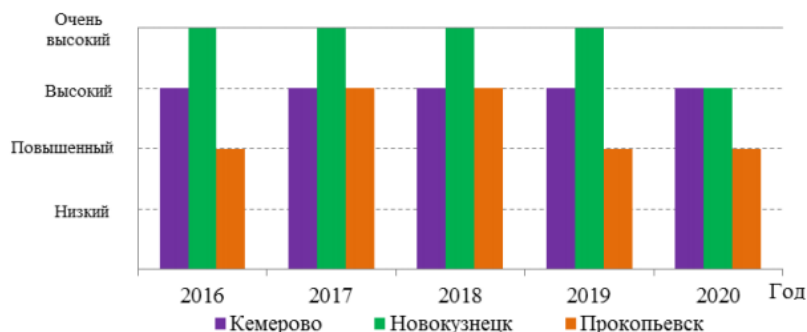


Рисунок 1. Уровень загрязнения атмосферного воздуха городов Кемеровской области-Кузбасса [2].

Одной из главных причин высокого загрязнения атмосферного воздуха в Кузбассе является большое количество промышленных предприятий различного вида хозяйственной деятельности. Среди них металлургические (АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ» (г. Новокузнецк)), химические (КАО «Азот», ООО «Химпром», ПО «Токем» (г. Кемерово)) и другие. Безусловно, лидерами по загрязнению атмосферного воздуха являются предприятия по добыче полезных ископаемых, а также предприятия теплоэнергетики. Отметим, что в области действует 160 шахт и разрезов; ещё 106 из них находятся в стадии строительства. Так, уже в 2021 г. планируется от-

крыть четыре угольных предприятия [2]. В табл. 1 и 2 представлен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием энергетики под условным обозначением N1 и угольным разрезом, условно обозначенным N2.

Таблица 1.

**Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых  
предприятием энергетики N1**

№	Вещество, наименование	Значения критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества, т/год
1.	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,01	2	
2.	Никель оксид (в пересчете на никель)	0,001	2	0,004593
3.	Хром (хром шестивалентный; в пересчете на хрома (VI) оксид)	0,0015	1	0,000625
4.	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,2	3	0,005197
5.	Аммиак	0,2	4	3830,228556
6.	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,4	3	0,00000599
7.	Серная кислота (по молекуле H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,3	2	622,4123148
8.	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,5	3	0,00059956
9.	Дигидросульфид (Сероводород)	0,008	2	6184,293809
10.	Углерод оксид	5	4	0,000117
11.	Фториды газообразные	0,02	2	79,352866
12.	Фториды плохо растворимые	0,2	2	0,003499
13.	Диметилбензол (Ксилол; смесь изомеров о-, М-, П-)	0,2	3	0,022645
14.	Метил бензол (Толуол)	0,6	3	0,450186
15.	Бенз/аУпирен (3,4-Бензпирен)	0,000001	1	1,034896
16.	Бутан-1-ол (Спирт н-бутиловый)	0,1	3	0,001821
17.	Этанол (Спирт этиловый)	5	4	0,233963
18.	Трикрезол	0,005	2	0,844413
19.	Бутилацетат	0,1	4	0,021384
20.	Пропан-2-он (Ацетон)	0,35	4	0,378078
21.	Бензин (нефтяной, малосернистый; в пересчете на углерод)	5	4	0,815099
22.	Керосин	1,2	—	1,145423
23.	Масло минеральное нефтяное	0,05	—	8,085652
24.	Уайт-спирит	1	—	0,019954
25.	Углеводороды предельные С 12-С 19	1	4	0,187249
26.	Взвешенные вещества	0,5	3	0,034741
27.	Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)	0,002	2	0,035146
28.	Пыль неорганическая (70-20% SiCh)	0,3	3	10,59735096
29.	Угольная зола (20<SiO <sub>2</sub> <70)	0,3	—	3833,3061
	Всего веществ: 29			14573,52958
	в том числе твердых: 9			3843,964133
	в том числе жидких/газообразных: 20			10729,56545

Таблица 2

**Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу  
при взрывных работах на разрезе N2**

№	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	ПДКс.с, ПДКм.р, ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Выброс вещества, г/с	Выброс вещества, т/год (М)
1.	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	3	0,04	233,333	225,623
2.	Азот (II) оксид (Азота оксид)	3	0,06	37,917	36,664
3.	Углерод оксид	4	3	750,00	511,252
4.	Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола кремнезем и др.)	3	0,1	553,907	169,216
5.	Пыль каменного угля	-	**0,1	133,138	5,792
	<b>В С Е Г О :</b>			1708,295	948,547

Следует отметить, что в области нередки аварии на предприятиях теплоэнергетики. Например, Южно-Кузбасская ГРЭС (г. Калтан) за последние 3 года многократно осуществляла выброс в атмосферу загрязняющих веществ с превышением установленного лимита. Причиной этому стало устаревшее оборудование, а также сжигание некачественного угля [2].

В данной работе более подробно рассмотрены данные о таких загрязнителях атмосферного воздуха, как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Предельно допустимая концентрация (ПДК) ПАУ по сравнению с другими характерными загрязнителями в десятки и тысячи раз ниже (при использовании индивидуальных показателей вредности (токсичности)). Также, исходя из отечественных и зарубежных оценок, показатели вредности ПАУ в 40 000 раз выше, чем показатели вредности оксидов азота. Кроме высокой токсичности, ПАУ обладают канцерогенной и мутагенной активностью. Вследствие всего вышеперечисленного их относят к приоритетным загрязняющим веществам. К ПАУ относятся соединения, основным элементом структуры которых является бензольное кольцо [4].

В России выбросы ПАУ ТЭС и ГРЭС принято характеризовать содержанием одного из наиболее распространённых и токсичных веществ Бенз(а)пиреном (БП). Бензапирен — это вещество, относящееся к первому классу опасности («чрезвычайно опасный»). При многолетнем постоянном попадании в человеческий организм оно способно вызывать мутацию ДНК человека и возникновение злокачественных опухолей, а также повышает риск появления других заболеваний. ПДК БП = 0,000001 мг/м<sup>3</sup>.

Большую роль в миграции и накоплении БП в окружающей среде играет такой его источник, как автомобильный транспорт. Осевший БП в больших количествах скапливается вдоль автомобильных дорог. Вклад ав-

тотранспорта в выбросы углеводородов (в том числе и БП) в атмосферу составляет более 90% от всех суммарных выбросов углеводородов.

БП легко внедряется в природный круговорот веществ; с атмосферными осадками, всегда содержащими твердые частички, он заносится даже на территории, удаленные от основного источника ПАУ, а также попадает в водоёмы, откуда при испарении вновь поднимается в воздух. Именно способность БП к миграции приводит к тому, что его содержание может быть высоким даже в тех местах, где нет мощного источника этого вещества.

В Кемерове среднегодовая концентрация БП по сравнению с 2019 годом увеличилась в 1,1 раза и составила 2,9 ПДК. За пятилетний период (2016–2020 гг.) среднегодовая концентрация БП увеличилась в 1,4 раза [2].

Немаловажная задача экологии состоит в изучении и моделировании механизмов образования БП; следующей за этим целью является значимое сокращение выбросов вредных веществ в воздушный бассейн. Анализ литературных данных [5–7] показал, что содержание БП в дымовых газах котлов при сжигании твердого топлива зависит от следующих параметров:

- калорийность сжигаемого угля (показатели для марок угля таковы: бурый уголь (Б) — 4000-5500 ккал; длиннопламенный (Д) — 500-5800 ккал; длиннопламенный газовый (ДГ) — 4700-7000 ккал; газовый (Г) — 7500-8000 ккал; коксовый (К) — 8600-8750 ккал; антрацит (А) — 8000-9000 ккал);
- тип шлакоудаления (твердое или жидкое);
- коэффициент избытка воздуха (концентрация БП возрастает лишь при весьма низких избытках воздуха);
- нагрузка котла;
- тип и эффективность работы золоуловителей (эффективность улавливания для сухих золоуловителей — 0,7; для мокрых — 0,8).

Степень очистки от БП в современных золоулавливающих устройствах достигает 60-80%. Большая часть БП вместе с уловленной летучей золой поступает на золоотвалы, вследствие чего происходит вторичное загрязнение почвы и поверхностных вод [6]. Следует отметить, что концентрация БП в дымовых газах и золе возрастает при затягивании процесса выгорания топлива и увеличении недожога; такие процессы имеют место при реализации мероприятий по снижению выбросов оксидов азота.

Несмотря на незначительность вклада электростанций в загрязнение воздуха БП, проблема контроля и снижения выбросов данного компонента актуальна и для ТЭС. Для угольных станций такого типа это связано, в частности, с накоплением данного опасного соединения в почве. Для снижения негативного воздействия городской застройки на атмосферу (такое воздействие связано с выбросами БП при работе пылеугольных котлов) рекомендуется увеличивать значение коэффициента избытка воздуха при снижении эффективности работы золоуловителей, а также в период небла-

гоприятных метеорологических условий. Экологическую безопасность атмосферного воздуха можно повысить. Для этого следует определить оптимальные значения ряда показателей для минимизации выбросов БП — в частности, среди них режимные параметры коэффициента избытка воздуха, а также паропроизводительность при работе котельной установки системы теплоснабжения.

Среди мероприятий по улучшению экологической обстановки в Кузбассе **был** разработан и утвержден Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Новокузнецке на период 2019–2024 гг. (далее «комплексный план»). Он является частью реализации Указа Президента РФ в рамках федерального проекта «Чистый воздух» (далее «федеральный проект») национального проекта «Экология». Комплексный план содержит 24 природоохранных мероприятия. В их числе — мероприятия крупных промышленных предприятий города, мероприятия по переводу общественного транспорта на газомоторное топливо, строительство сетей газоснабжения для подключения к ним жилых домов частного сектора, модернизация системы мониторинга и т.д. Согласно паспорту федерального проекта по г. Новокузнецку, к 2024 году выбросы планируется сократить на 69,03 тыс. тонн (что составит 20,0% к уровню 2017 года;). В основном этот план будет исполнен за счет снижения выбросов на крупных промышленных предприятиях города: АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ» (Новокузнецк), АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Кузнецкая ТЭЦ».

Также в рамках реализации среднесрочных программ по сокращению негативного воздействия на окружающую среду на 2019-2021 годы угольными предприятиями Кузбасса в 2020 году выполнен ряд воздухоохраных мероприятий. Так, заменен циклон на котле №1 Центральной котельной шахты им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс»; оснащены системой пневмогидроорошения угольный склад и дорога АО «ОФ “Распадская”»; проведена модернизация системы аспирации Абагурской фабрики филиала «Евразруда» (филиал АО «ЕВРАЗ ЗСМК»).

#### Список литературы:

1. Указ президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 «О стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года» [Электронный ресурс]: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71559074/>
2. Доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области-Кузбасса в 2020 году» [Электронный ресурс]: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2021/02/doklad\\_2020.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2021/02/doklad_2020.pdf)

3. Проект «Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019» [Электронный ресурс]:
4. Алехнович, А. Н. Бенз(а)пирен как вредный выброс ТЭС. Уровень выбросов и проблемы /А. Н. Алехнович // Энергетик. – 2020. – № 10. – С. 6–10.
5. Маслеева, О. В. Исследование влияние мини-ТЭЦ на уровень загрязнения атмосферного воздуха /О. В. Маслеева // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. – 2011. – №2. – С. 176–182.
6. Иваницкий, М. С. Оценка мощности выбросов бенз(а)пирена при сжигании пылеугольного топлива в топках котлов / М. С. Иваницкий, А. Д. Грига // Вестник Воронежского государственного технического университета. Том IX. .– 2013. – № 5–1. – С. 64–67.
7. Вердрученко, В. Р. Вредные выбросы и методы их огневого дожигания в неэкранированных котельных топках / В. Р. Вердрученко, В. В. Крайнов, Е. В. Галимский [и др.] // Омский научный вестник Электротехника. Энергетика. – 2012. – № 3 . – С.18 –192.