

АНАЛИЗ ВКЛАДЧИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ РАССЕЙВАЯ МАКСИМАЛЬНО- РАЗОВЫХ

Аннотация: В работе проводится анализ источников загрязнения атмосферного воздуха с использованием модели расчета максимально-разовых концентраций. Основными вкладчиками являются: отвал и 2-е технологические дороги. Исследование выявляет приоритетные загрязняющие вещества, среди которых диоксид азота, оксид углерода, неорганическая пыль с содержанием двуоксида кремния. Результаты работы демонстрируют эффективность предложенных мер по снижению выбросов после применения средств пылеподавления.

Ключевые слова: Максимально разовая концентрация, загрязнения атмосферного воздуха, загрязняющие вещества.

Annotation: The paper analyzes the sources of atmospheric air pollution using a model for calculating maximum single concentrations. The main contributors are: the dump and the 2nd technological roads. The study identifies priority pollutants, including nitrogen dioxide, carbon monoxide, and inorganic dust containing silicon dioxide. The results of the work demonstrate the effectiveness of the proposed measures to reduce emissions after the use of dust suppression agents.

Keywords: Maximum single concentration, atmospheric air pollution,

pollutants, modeling of atmospheric air pollution, coal mine.

Введение

Угольная промышленность является одной из важных отраслей экономики России, обеспечивая значительную долю экспорта и внутреннего потребления энергии. Однако, добыча и использование угля сопровождаются образованием большого количества отвалов и терриконов, выделяющих большое количество пылевых частиц, которые негативно влияют на окружающую среду, здоровье людей и экономические показатели предприятий. В настоящее время только отвалы и карьеры в Кузбассе занимают площадь около 150 тыс. га (Копытов, 2019). В связи с этим, совершенствование систем пылеулавливания становится актуальной задачей, требующей разработки новых и оптимизации существующих технологий.

Кузбасс является одним из крупнейших угольных бассейнов мира, где сосредоточены значительные запасы угля различных марок. Объем добычи в Кузбассе на 2023 год составил 212,6 млн т, это на 4,4 млн т больше, чем в 2022. (Мешков, 2023). Вместе с тем, регион сталкивается с серьезными экологическими проблемами, связанными с выбросами пыли и загрязнением атмосферы.

В будущем прогнозируется повышение роли угля в энергетике, что обусловлено его крупными запасами и истощением месторождений нефти и газа. Рост добычи угля способствует возрастанию степени загрязненности окружающей среды, кроме того, в связи с все большим количеством отвалов и терриконов, которые, как было отмечено выше, выделяют в окружающую атмосферу большое количество пылевых частиц, крайне негативно влияющих, в первую очередь, на здоровье человека.

Проблемы, вызванные пылением с поверхности отвалов, зачастую недооцениваются, однако, они имеют значительное влияние:

Загрязнение атмосферного воздуха вместе с пылью в атмосферный воздух попадают и прочие, более опасные загрязняющие вещества (ЗВ), такие как диоксид серы, оксид азота, оксид углерода и т.д.

Ухудшение качества почвы: пыль с отвалов может оседать на поверхности почвы, ухудшая ее качество и снижая плодородие. Это может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению условий для жизни животных.

Снижение видимости и ухудшение качества воздуха пылением может: снижать видимость и создавать неблагоприятные условия для работы промышленных предприятий и транспорта.

Влияние на здоровье людей: длительное воздействие пыли с отвалов на организм человека может привести к развитию различных заболеваний дыхательной системы, включая бронхиты, астму и другие.

Вред для водных объектов: пыль с отвалов может переноситься ветром и попадать в водные объекты, загрязняя их и нарушая экосистемы (Мешков, 2018).

Анализ результатов рассеивания модели максимально разовых

Расчёты рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ выполнены на персональном компьютере с использованием программного комплекса «ЭРА», разработанного фирмой ООО «ЛОГОС-ПЛЮС» (г. Новосибирск) и согласованного ГГО им. Воейкова на соответствие «Методам расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (МРР-2017) [2].

Размер расчетной области для (основного режима работы (без учета взрывных работ) принят 4400x3680, с шагом расчетной сетки 80 м.

Расчеты приземных концентраций выполнены на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), жилой застройки при основном режиме работы предприятия.

Согласно приказу Минприроды России «Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» от 11.08.2020 № 581 пункту 16 данные о фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха (фоновых концентрациях загрязняющих веществ) запрашиваются в организациях федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях [1]

Согласно приказу Минприроды России «Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» от 11.08.2020 № 581 пункту 35 учет фоновой концентрации $q_{уф.j}$ при расчете предельно допустимых выбросов осуществляется при выполнении условия (1) за границами земельного участка, на котором расположен объект ОНВ.

$$q_{np.j} > 0.1 \text{ ПДК (в долях ПДК}_j), \quad (1)$$

Согласно справке (Кемеровский ЦГМС – Филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» № 307-03/09-31/498-2850 от 21.08.2024 г. принимается следующие значения фоновых концентраций (приложение 1):

- азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота) – 0.043 мг/м³;
- серы диоксид – 0.02 мг/м³.

Согласно приказу Минприроды России «Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» от 11.08.2020 № 581 пункту 33 суммарная концентрация j-го загрязняющего вещества с учетом фонового уровня загрязнения атмосферного воздуха не должна превышать более 1 ПДК представленная в формуле 2.

$$q_{\text{сум.}j} = q_{\text{пр.}j} + q'_{\text{уф.}j} \leq 1 \quad (2)$$

$q_{\text{сум.}j}$ - суммарная концентрация j -го загрязняющего вещества с учетом фонового уровня загрязнения атмосферного воздуха, в долях ПДК;

$q_{\text{пр.}j}$ - значение $C_{\text{пр.}j}$ в долях ПДК $_j$.

$q'_{\text{уф.}j}$ (в долях ПДК $_j$) - фоновая концентрация загрязняющего вещества, создаваемая выбросами других источников, определяемая в соответствии с пунктами 16 и 35 настоящей методики.

Также согласно 581 приказу пункту 39 при несоблюдении условия, указанного на рисунке 1 для объектов ОНВ, разрабатывается план мероприятий по охране окружающей среды в целях достижения предельно допустимых выбросов.

При анализе расчетов рассеивания (основной режим работы *(без учета взрывных работ)*) максимальных разовых концентраций, согласно рисункам 1, 2 и таблице 1 создаются концентрации вредных веществ менее 0,1 доли ПДК на границе СЗЗ по следующим загрязняющим веществам: фториды газообразные /в пересчете на фтор/: гидрофторид (водород фторид, фторводород), сероводород (дигидросульфид; водород сернистый; гидросульфид), углеводороды предельные С12-С19 (растворители РПК-240, РПК-280), формальдегид (муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид), марганец и его соединения /в пересчете на марганец (IV) оксид/, углерод (пигмент черный или углеродсодержащий аэрозоль (сажа)), углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ), керосин (керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный). Согласно рисункам 1, 2 и таблице 1 создаются концентрации более 0,1 доли ПДК на границе СЗЗ по следующим загрязняющим веществам: пыль каменного угля, азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид), серы диоксид, пыль неорганическая с содержанием кремния менее 20 процентов, азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота), пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов. Согласно рисункам

1, 2 и таблице 1 создаются концентрации превышения вредных веществ на границе СЗЗ более 1 ПДК по следующему веществу: пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов, что не удовлетворяет требование 581 приказа.

Согласно таблицам 1 изолинии загрязняющих веществ формируются на основе следующих источников выделения:

Изолинии загрязняющих веществ менее 0,1 доли ПДК формируются на основе техники работающих на двигатели внутреннего сгорания, работающие в режиме вспомогательных работ или работ по мере необходимости и сварочных работ.

Изолинии загрязняющих веществ более 0,1 доли ПДК формируются на основе техники работающих на двигатели внутреннего сгорания работающие в основной режим, выемочные работы, транспортировке угля и пород, пыление с поверхность отвалов.

Основные вкладчики по загрязняющему веществу пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов являются: Технологическая дорога и Технологическая дорога 2. Технологическая дорога является основным, так как у этого источника наибольшая г/с по пыли, а Технологическая дорога 2 находится очень близко к санитарно-защитной зоне.

Результаты рассеивания представлены в таблице 1.

Таблица 1

Перечень стационарных источников, с наибольшим воздействием на атмосферный воздух в период основного режима работы (без учета взрывных работ) (максимально-разовые)

Загрязняющее вещество, код и наименование	Расчетная максимальная приземная концентрация в долях ПДК		Стационарные источники с наибольшим воздействием на атмосферный воздух (наибольшим вкладом в максимальную концентрацию)		
	на границе санитарно-защитной зоны (с учетом фона/ без учета фона)	в жилой зоне/ зоне с особыми условиями (с учетом фона/ без учета фона)	N источника на карте-схеме	% вклада	
Загрязняющие вещества:					
143	Марганец и его соединения /в пересчете на марганец (IV) оксид/	0.00897		6504	100
			0.00376	6504	100
301	Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	0,8792728 /0,6642728		6506	55,9
				6503	22
				5508	8,9
			0,7023262 /0,4873262	6506	39,6
				6503	29,4
		6505	10,3		
304	Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)	0,2133683 /0,1458683		6506	64,9
				6503	24,7
				6501	3,5
			0,1705562 /0,1030562	6506	57,8
				6503	32,7
		6505	4,3		
328	Углерод (пигмент черный или углеродсодержащий аэрозоль (сажа))	0.06031		6506	53,4
				6501	17,8
				6505	11,9
			0.04046	6506	46,9
				6503	27,9
		6505	14,6		

330	Серы диоксид	0,1937424 /0,1537424		6501	29,5		
				6503	28,5		
				6506	27,9		
				0,1591928 /0,1191928		6501	52,4
						6503	27,4
						6506	12,8
333	Сероводород (дигидросульфид; водород сернистый; гидросульфид)	0.00097		6507	100		
				0.00044	6507	100	
337	Углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0.06161		6506	31,9		
				6503	26,7		
				6501	22,5		
				0.04445		6506	31,9
						6503	30,4
6501	19,3						
342	Фториды газообразные /в пересчете на фтор/: гидрофторид (водород фторид, фторводород)	0.0009		6504	100		
				0.00058	6504	100	
1325	Формальдегид (муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0.00648		5508	100		
				0.00373	5508	100	
2732	Керосин (керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0.06171		6506	31,8		
				6501	29,8		
				6503	18,2		
				0.04632		6501	54,6
						6503	20,1
6506	14,3						
2754	Углеводороды предельные C12- C19 (растворители РПК-240, РПК-280)	0.00276		6507	100		
				0.00126	6507	100	
2908	Пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов	1.22385		6503	81,1		
				6506	16,3		
				0.87137		6503	64,6
						6506	29,2
6502	3,8						
2909		0.1737		6505	94,4		

	Пыль неорганическая с содержанием кремния менее 20 процентов			6501	4,5
			0.11082	6505	95,4
3749	Пыль каменного угля	0.12777		6504	86,2
				6501	10,1
		0.05323		6504	87,1
				6503	12,5
Смеси загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия (комбинированным действием)					
60 350 333 1325	Сероводород (дигидросульфид; водород сернистый; гидросульфид) Формальдегид (муравьиный альдегид, оксаметан, метиленоксид)	0.00695		5508	92,7
				6507	7,3
		0.00406		5508	91,8
				6507	8,2
60 430 330 333	Серы диоксид Сероводород (дигидросульфид; водород сернистый; гидросульфид)	0.15435		6501	29,4
				6503	28,4
				6506	27,7
		0.11935		6501	52,4
				6503	27,3
				6506	12,8
62 040 301 330	Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота) Серы диоксид	0,6619431 /0,5025681		6506	39,6
				6503	26,6
				6501	12,9
		0,5311524 /0,3717774		6506	38
				6503	30
				6501	10,1
62 050 330 342	Серы диоксид Фториды газообразные /в пересчете на фтор/: гидрофторид (водород фторид, фторводород)	0.08573		6501	29,4
				6503	28,4
				6506	27,7
		0.06632		6501	52,4
				6503	27,3
				6506	12,8

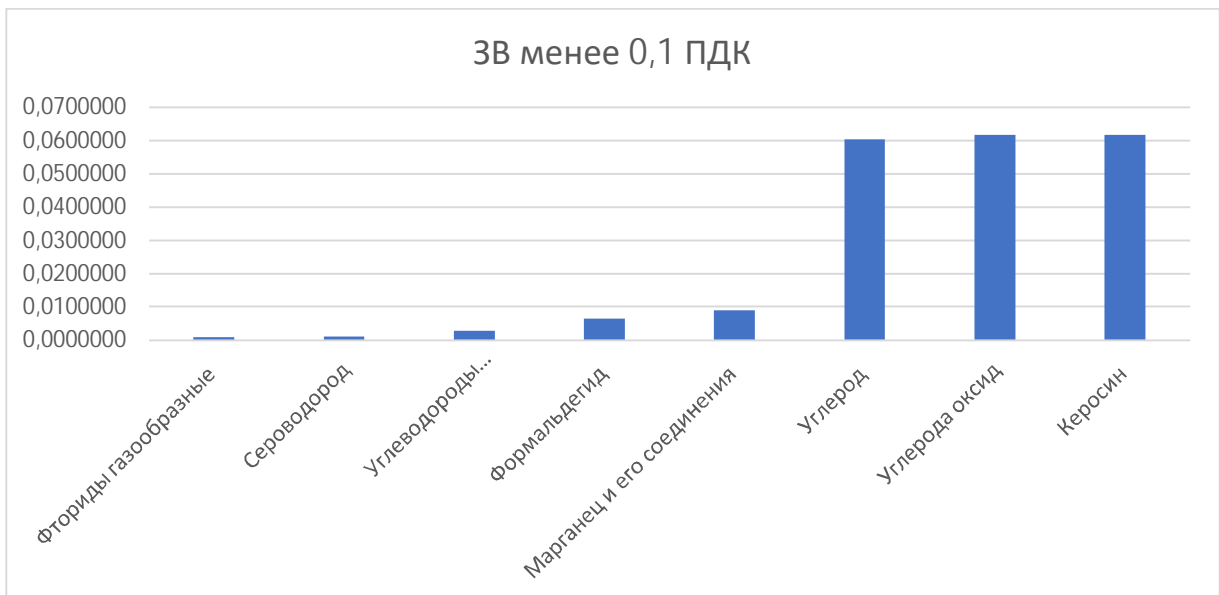


Рис. 1. Загрязняющие вещества менее 0,1 доли ПДК



Рис. 2. Загрязняющие вещества более 0,1 доли ПДК

Заключение

При анализе расчетов рассеивания (основной режим работы *(без учета взрывных работ)*) максимальных разовых концентраций, согласно таблице 1 создаются концентрации превышения вредных веществ на границе СЗЗ более 1 ПДК по следующему веществу: пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов, что не удовлетворяет требование 581 приказа.

Основные вкладчики по загрязняющему веществу пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов являются: Технологическая дорога и Технологическая дорога 2. Технологическая дорога является основным, так как у этого источника наибольшая г/с по пыли, а Технологическая дорога 2.

Список литературы

1. Приказ Минприроды России № 581 от 11.08.2020 «Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух».
2. Приказ Минприроды России от 06.06.2017 №273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»;