

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ВЫХЛОПНЫМИ ГАЗАМИ В АЛМАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Минин В.В., Тедеев К.С.

Возрастают проблемы подземной отработки кимберлитовых месторождений Республики Саха. Разработка алмазных месторождений ведется, в основном, открытым способом в чрезвычайно сложных геологических и геокриологических условиях, характеризующихся наличием многолетнемерзлых пород и высоконапорных сильноминерализованных рассолов, насыщенных газом.

В настоящее время произошло значительное увеличение глубин открытых горных работ, достигнуты предельные их величины и, как следствие, — еще больше осложнились горно-технические факторы из-за суровых климатических условий, загазованности карьеров от выхлопных газов автотранспорта, продуктов буровзрывных работ и сероводородных испарений, что привело к долговременным простоям карьеров. Большая протяженность транспортных путей, значительные объемы вскрышных работ — основные факторы, определяющие высокую себестоимость добычи руды. Стремление уменьшить вскрышные работы за счет увеличения крутизны откосов (70–80 градусов) ведет к аварийности карьеров.

Все это свидетельствует о необходимости перехода на подземные горные работы, а стратегической концепцией развития подземных горных работ предусматривается отработка кимберлитовых руд на основе изыскания новых технических и технологических решений, обеспечивающих минимальные потери и разубоживание (засорение) ценного полезного ископаемого при достижении безопасных условий труда. В первую очередь это связано с обеспечением нормальных атмосферных параметров проветривания.

Для добычи алмазосодержащего сырья эксплуатируются сверхглубокие карьеры и подземные рудники ОАО «АЛРОСА». Отвозка пород и руд

осуществляется машинами с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Основная проблема – накопление выпускных газов машин с ДВС. Причем эти газы значительно тяжелее воздуха и накапливаются в наиболее труднопроветриваемых местах.

Специалисты ОАО «Уралмеханобр» разработали систему с помощью которой становится возможным оснащать каждую машину с ДВС собственным турбовентилятором (Рис 1). В качестве движителя воздуха в данном вентиляторе выступают выпускные газы, используется эжекционный эффект. В данной системе нет не вращающихся не трущихся частей. На сегодняшний день ведутся совместные работы специалистов ОАО «Уралмеханобр» и ОАО «КАМАЗ» по оснащению этими системами большегрузных самосвалов. Предоставленная работа начата с целью модернизации КАМАЗов для эксплуатации в подземных условиях рудников.

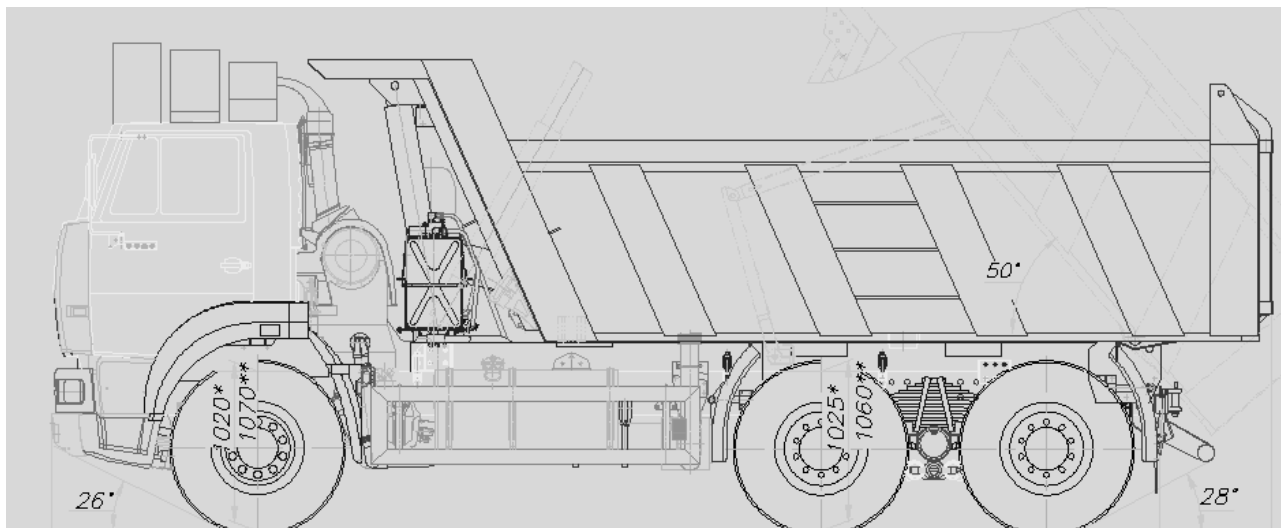


Рис.1. Оснащение КАМАЗа турбовентилятором.

Все применяемые машины с ДВС по принципу действия, используемому топливу и конструкции можно разделить на два типа: бензиновые (карбюраторные с искровым зажиганием) и дизельные (с высокой степенью сжатия и относительно низкой температурой самовоспламенения топлива); эти два типа двигателей существенно отличаются и составом отработавших выхлопных газов (табл.1).

Средний состав отработавших газов ДВС.

Компоненты	Содержание в выхлопе двигателей		Примечание
	бензиновых	дизельных	
Азот	74 – 77	76 – 78	Нетоксичный
Кислород	0,3 – 8	2 – 18	-//-
Водяной пар	3,0 – 5,5	0,5 – 4	-//-
Двуокись углерода	5,0 – 12	1 – 10	-//-
Окись углерода	0,5 – 10	0,01 – 0,5	Токсичный
Окислы азота	0 – 0,8	0,0002 – 0,5	-//-
Углеводороды	0,2 – 3	0,009 – 0,5	-//-
Альдегиды	0 – 0,2	0,001 – 0,009	-//-
Сажа	0 – 0,4 г/м ³	0,1 – 1 г/м ³	-//-
Бензопирен	10 – 20 γ/м ³	до 10 γ/м ³	Канцерогенный

Как видно из данных табл. 1, дизельные двигатели имеют более низкие показатели по основным токсичным компонентам выхлопных газов и поэтому большая часть машин работающих в подземных условиях имеют дизельные ДВС.

В подземных условиях допускаются к применению двигатели, в отработавших газах которых на любом допустимом режиме концентрация вредных компонентов не превышает величин, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Предельно-допустимое содержание газов
в выхлопах ДВС.

Наименование	Содержание по объему, %	
	до газоочистки	после газоочистки

Окись углерода	0,2	0,08
Окислы азота в пересчете на NO ₂	0,08	0,08
Альдегиды в пересчете на акролеин	-	0,001

На применяемых в настоящее время на рудниках машинах требуемой концентрации вредных компонентов в отработавших газах можно добиться только с применением системы газоочистки поэтому, согласно требования единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом (1996 г.) и письма Госгортехнадзора России № 04-35/918 от 19.10.1999 г., все машины с дизельными ДВС, должны быть оборудованы двухступенчатой системой очистки выхлопных газов (каталитической и жидкостной) или другими типами газоочистки, прошедшими испытания и допущенными к эксплуатации в установленном порядке.

В каталитических газоочистителях в качестве катализатора применяют платину или сочетания ее с другими редкоземельными металлами. Каталитические нейтрализаторы способны обеспечить высокую (до 80 – 95%) степень очистки отработавших газов от токсичных продуктов неполного сгорания топлива: оксида углерода, углеводородов, альдегидов и других газов. Однако для достижения такой эффективности необходимо создать нейтрализаторам определенные условия работы. Главными из них являются: объемная оптимальная скорость газа в нейтрализаторе и необходимый температурный режим в его реакторе.

Обеспечение объемной оптимальной скорости не представляет особой трудности и решается при разработке конструкции нейтрализатора. Выполнение второго условия напрямую зависит от режима эксплуатации ДВС. При увеличении нагрузки на двигатель температура отработавших газов повышается, а при уменьшении нагрузки – температура газов падает. Таким

образом, от режима работы двигателя зависит, какой газ поступает в реактор нейтрализатора: «холодный» или «горячий».

Следует особо подчеркнуть, что даже платиновый катализатор начинает эффективно работать только при температуре свыше 200 – 230⁰С. При работе ДВС на холостом ходу и малых нагрузках (движение машины под уклон, простой под погрузкой, движение без груза) температура отработавших газов ДВС не превышает 160 – 200⁰С. В этих случаях нейтрализаторы практически не работают, а поверхность катализатора покрывается сажей. Проведенные исследования [2] показали, что в сменном цикле работы подземной транспортной машины до 50 % рабочего времени машины работают с низкими нагрузками и, следовательно, с вытекающими отсюда последствиями.

Попытки стабилизировать работу каталитических нейтрализаторов за счет создания более эффективных катализаторов, работающих при низких (менее 220⁰С) температурах, не дали ощутимых результатов.

Для эффективной очистки каталитический газоочиститель необходимо устанавливать на трубах выхлопной системы двигателя, как можно ближе к выхлопному коллектору.

Жидкостные газоочистители служат, в основном, для очистки выхлопных газов от сажи и окислов азота и устанавливаются на автотракторную технику с ДВС в качестве второй степени газоочистки.

Жидкостной газоочиститель как правило выполняется в виде барботажного бака заполненного рабочей жидкостью, в качестве которой может применяться вода, либо вода с добавкой химического реагента (присадки) через которую, пропускаются отработавшие газы ДВС.

Как показывает практика эксплуатации жидкостной степени газоочистки, для ее нормальной работы необходимо производить ежесменную замену рабочей жидкости. Кроме того, жидкостная степень газоочистки создает значительное сопротивление потоку выхлопных газов ДВС, что приводит к ощутимой потере мощности ДВС. При работе машины под полной нагрузкой замечено скорое выкипание рабочей жидкости из барботажного бака

и быстрое снижение эффективности его работы.

Кроме того, при продолжительной работе машины в барботажном баке образуются щелочная жидкость, вскипание которой приводит к различного рода неприятным последствиям.

Для совершенствования работы системы газоочистки было предложено произвести замену барботажного бака, газоочистителем эжекторного типа.

Газоочистка эжекторного типа.

Газоочиститель эжекторного типа обеспечивает очистку выхлопных газов от окиси углерода, а также разбавление выхлопных газов дополнительным количеством свежего воздуха. Основой способа, на котором работает газоочиститель эжекторного типа, является разбавление в локальной зоне отработавших газов дополнительным количеством свежего воздуха, поступающим в зону смешивания с использованием эффекта эжекции.

Энергия струи выхлопных газов, обеспечивая динамическую работоспособность всего устройства, и являясь эжектирующим веществом, увлекает в качестве эжектируемой массы окружающий воздух в зону перемешивания.

Объем свежего воздуха, подаваемого в зону смешения, кратен не менее 1.5-х объемов струи выхлопных газов.

Таким образом, осуществляется первая стадия сокращения процентного содержания окиси углерода (CO), оксидов азота (NO₂), сажи, альдегидов в образующемся потоке выхлопа.

Дальнейшее снижение токсичности выхлопа ДВС происходит за счет создания в зоне смешения условий при которых происходит химическая реакция превращения токсичного оксида углерода CO (угарного газа) в безвредную двуокись углерода CO₂. Благоприятные условия для протекания реакции:



достигается наличием свободного кислорода в смеси и температуры не менее 145 °С.

Совокупность этих условий создается за счет высокой (до 750 - 900°C) температурой выхлопных газов дизеля, поступающих в зону смешения, где имеется необходимый для реакции кислород.

Для сохранения температуры выхлопа до зоны смешения необходимо обеспечить теплоизоляцию глушителя и смесителя - реактора. Кроме этого в условиях высокой температуры реактора происходит сокращение содержания NO_2 за счет высокой способности CO отнимать O_2 у других химических соединений.

Главными элементами газоочистителя эжекторного типа являются сопло и эжектор-смеситель. На выхлопную трубу, непосредственно за каталитической ступенью, крепиться с помощью цангового зажима сопло. Сопло, в свою очередь, посредством 4 металлических косынок соединено с профильной трубой. Пространство непосредственно за соплом в профильной трубе – это эжектор-смеситель, являющийся зоной перемешивания смеси, где происходит дожигание CO до CO_2 и снижение концентрации NO_2 , сажи и альдегидов.

Завершается канал движения выхлопных газов эжектором – смесителем после, которого осуществляется выброс с обработанного выхлопа в атмосферу.

Оптимальные размеры сопла и трубы: их длина, диаметры и скорости движения газов определяется в ходе расчета, через мощность ДВС установленного на машине.

Предлагаются провести испытания. Объектом испытаний являются машины дизельными ДВС эксплуатируемая в подземных и открытых условиях рудников. Цель испытаний - совершенствование газоочистки выхлопов машин с ДВС за счет создания турбовентиляторов эжекторного типа.

Применение турбовентиляторов позволяет эффективно проветривать зоны в карьерном пространстве в которых работают машины с ДВС. Осуществляется отброс газов и воздуха активной струей на расстояние до 30-45 м от машины. На смену удаленному воздуху поступает свежий. Если учесть, что машины постоянно перемещаются по трассе отвозки руды, то с их помощью создается конвейер. Машинами, идущими вниз, воздух нагнетается в

чашу карьера, идущими вверх – выбрасывается из карьера. Проходя через забой, машины, за счет работы турбовентиляторов, последовательно друг за другом омывают призабойное пространство.

Таким образом, предлагается простое и надежное решение снижения уровня загрязнения воздуха атмосферы карьеров выхлопными газами и использование турбовентиляторов в машинах с ДВС для подземных условий отработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомичев В.И. Вентиляция тоннелей и подземных сооружений. Л.: Стройиздат, 1991. 200с.
2. Циганков А.П. Химия окружающей среды. М.:Химия, 1982. 672 с.
3. Бренсон С. ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ. М.: Мир. 1964г., с-221.