

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КАРЬЕРАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Приведены результаты оценки повышения экологической безопасности на карьерах с применением авиационной техники. Предложена установка для защиты окружающей среды от пылегазового облака при массовых взрывах в карьерах путем воздействия пароводогазо-воздушными реактивными струями. Определены геометрические параметры струи и объем очищенной атмосферы.

Наведено результати оцінки підвищення екологічної безпеки на кар'єрах із застосуванням авіаційної техніки. Запропоновано установку для захисту навколишнього середовища від пилогазового хмари при масових вибухах у кар'єрах шляхом впливу пароводогазо-повітряними реактивними струменями. Визначені геометричні параметри струменя і обсяг очищеної атмосфери.

The results of evaluation to improve the environmental safety in quarries using aircraft. A system for the protection of the environment from dust and gas clouds during mass explosion in careers by exposing the vaporwatergasair jet stream. The geometric parameters of the jet and the volume of purified air.

Введение. Добыча полезных ископаемых открытым способом продолжает развиваться и в будущем следует ожидать увеличения глубины больших карьеров Украины до 500 м. Несмотря на негативное воздействие на окружающую среду самым эффективным способом разрушения горных пород остается буровзрывной способ добычи полезных ископаемых. Ежегодно на горно-обогатительных комбинатах Украины взрывным способом разрабатывают около 100 млн. м³ горных пород. Производственная мощность комбинатов по сырой руде составляет от 15 до 30 млн. т в год, при этом количество массовых взрывов на одном комбинате изменяется от 24 до 48. Такая технология ведения открытых горных работ приводит к образованию пылегазового облака (ПГО) большого объема с высоким содержанием мелкодисперсной пыли и вредных газов, что создает значительные негативные экологические и социальные эффекты в основных горнопромышленных регионах Украины. Например, при массовом взрыве 200-300 т взрывчатки объем ПГО составляет 15-19 млн.м³, начальная температура в эпицентре облака достигает 600-800°С, а концентрация пыли 4000-5000 мг/м³. В зависимости от количества взрывчатого вещества, в атмосферу выбрасывается до 200 т пыли и 6-8 тыс. м³ вредных газов.

Образование ПГО это быстротечный процесс в результате которого за несколько секунд пылегазовое облако поднимается на высоту до 500-800 м, выходит за пределы карьера и распространяется по направлению ветровых потоков. Осаждение ПГО в жилых районах и на сельскохозяйственных угодьях создает ощутимые негативные эффекты в радиусе 15-20 км от карьера. Концентрация пыли в воздухе достигает 1200-2800 ПДК на расстоянии 1 км от карьера и до 90 ПДК на удалении 10 км [1]. В связи с этим, с экологической точки зрения, производство массовых взрывов при высокой ветровой активности недопустимо без применения эффективных способов подавления загрязняющих веществ.

В этой связи, разработка способов и средств повышение экологической безопасности на карьерах при массовых взрывах является актуальной научной зада-

чей, совпадающей с приоритетными направлениями развития науки и техники в Украине на период до 2020 года (раздел 4. Рациональное природопользование. Технологии очистки и предотвращения загрязнения атмосферного воздуха).

Цель исследований - оценить эффективность применения авиационной техники для повышения экологической безопасности при массовых взрывах на карьерах с применением реактивных пароводогазовоздушных струй.

Изложение основного материала исследований. Авиационная техника уже долгое время используется в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической, химической, нефтегазовой, энергетике и др. Во многих случаях в промышленности могут быть использованы отработавшие в авиации двигатели, которые после соответствующего ремонта имеют до 10 тис.ч моторесурса.

Применение авиационных двигателей для улучшения условий труда горнорабочих на карьерах рассматривалось ещё 50-60 лет назад. На базе авиационной техники были разработаны и испытаны мощные установки искусственного проветривания для создания необходимых атмосферных условий и нормального ведения горных работ в глубоких карьерах. Первые исследования по применению реактивных авиационных двигателей для снижения пылевыделения в карьерах были выполнены в КГРИ и институте “Унипромедь” ещё в начале 60-х годов XX века.

Институтом “Унипромедь” совместно со специализированными авиационными организациями были разработаны установки УВУ-1, ПРВУ-РД-3М, КТКВ-12. Передвижная вентиляторная установка УВУ-1 была разработана на базе реактивного двигателя самолета ТУ-104 и включала шасси автомобиля БелАЗ-540, на платформе которого установлен двигатель РД-3М-500. Установка с положительным результатом была испытана в карьерах, имеющих глубину более 200 м, в то же время при глубине карьера около 100 м установка в периоды полного штиля оказалась малоэффективной [2].

Институтом НИИОГР была разработана и испытана реактивная установка для проветривания карьеров УПК-РД. Дальнобойность струи составила 700 м, расход воздуха в карьере 7 тыс. м³/с, на поверхности – 17 тыс. м³/с [2].

Институтом КГРИ была испытана вентиляторно-оросительная установка на базе турбореактивного двигателя ВК-1. Благодаря применению этой установки время простоев экскаваторов в районах запрета работ в дни массовых взрывов сократилось в 6-7 раз, продолжительность простоев на отдельных участках уменьшилась в 10 раз, простои всего карьера – в 2 раза. При проветривании реактивной установкой рабочих горизонтов запыленность атмосферы уменьшалась в 8-10 раз, увеличивалась влажность и снижалась температура воздуха. Анализ состава выходящих газов двигателя ВК-1, проведенный сотрудниками Института теплоэнергетики АНУ, показал, что концентрации вредных примесей в них незначительны и не представляют опасности. Шум, возникающий при работе двигателя, не влияет на условия труда в карьере. Установка была рекомендована для применения на открытых горных работах для улучшения атмосферных условий в карьерах, а также для ряда вспомогательных работ,

например, орошения пылящих поверхностей карьеров, хвостохранилищ и отвалов, очистки дорог, стрелочных переводов или думпкаров от снега и намерзшей горной массы [3].

Институтом горного дела совместно с институтом ВНИИБТГ и КБ института НИИОГР была разработана оросительно-вентиляционная карьерная установка ОВ-3 на базе автомобиля БелАЗ-540 и самолетного винта АВ-7Н-161. Винт приводится в движение двигателем автомобиля. Управление работой винта, поворотным механизмом, гидромонитором, водяным насосом осуществляется из кабины водителя. Промышленные испытания показали, что установка является достаточно эффективным средством для создания организованного движения воздуха в застойных зонах и карьерах объемом до 10 млн. м³. В летнее время установка может эффективно использоваться для снижения температуры и обеспыливания воздуха в застойных зонах. При использовании установки для дегазации взорванной горной массы время, затрачиваемое на проветривание, сокращается в 3-5 раз [2].

В НГАУ была предложена установка УРМ-К для регулирования параметров микроклимата карьеров на основе машины для тепловой обработки военной техники ТМС-65. Установка состоит из автомобильного шасси с турбореактивным двигателем ВК-1А с насадками. Испытания, проведенные совместно с Днепропетровским участком ПП “Харьковвзрывпром”, позволили разработать рекомендации по применению установки в карьерах для очистки атмосферы от пыли и вредных газов в экскаваторных забоях и после взрывных работ, а также для управления микроклиматом в рабочих зонах глубоких карьеров, в частности, температурой, скоростью и влажностью воздуха [1].

Однако, несмотря на большое количество разработанных способов и средств борьбы с пылегазовым загрязнением атмосферы на карьерах, существенного повышения экологической безопасности при массовых взрывах не произошло. Это требует проведения новых теоретических и прикладных исследований по разработке новых и совершенствования существующих мероприятий по охране окружающей среды при взрывных работах на карьерах.

На наш взгляд, к наиболее перспективным мероприятиям по защите окружающей среды при массовых взрывах на карьерах и снижению запыленности в карьерах относится активное гидрообеспыливание, а среди различных технических решений по его применению – использование реактивных полидисперсных пароводогазовоздушных струй, создаваемых турбореактивными двигателями, отработавшими в авиации.

Для локализации эпицентра ПГО и нейтрализации вредных взрывных газов предложено использовать модернизированную установку УРМ-К. Модернизация установки включает размещение нескольких турбореактивных двигателей ВК-1А на самоходном бронированном гусеничном шасси в специальном защитном корпусе, с возможностью изменять угол поворота двигателя в горизонтальной плоскости в пределах 330 град, а в вертикальной плоскости: вверх – 75 град, вниз – 30 град. На установке также предложено размещать пневмостволы и пеногенератор для выброса хладагента в эпицентр ПГО и покрытия

взрываемого блока пеной, что обеспечивает снижение высоты подъёма ПГО по температурному фактору и снижение количества взрывных газов в атмосфере.

Расчет геометрических параметров реактивной пароводогазовоздушной струи проведен с учетом максимально возможных поворотов сопла турбореактивного двигателя ВК-1А в горизонтальной и вертикальной плоскостях при следующих данных: центральный угол при движении струи в горизонтальной плоскости равен 360 град, а в вертикальной – 135 град, $\alpha = 45$ град.

На рисунке 1 приведена схема для расчета геометрических параметров реактивной пароводогазовоздушной струи.

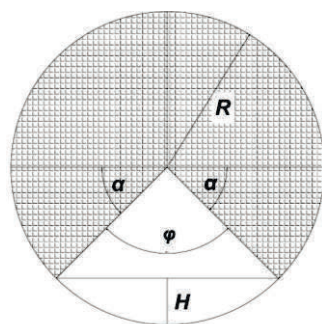


Рис. 1. Схема к расчету геометрических параметров реактивной струи

Для нахождения объема реактивной пароводогазовоздушной струи ($V_{стр}$) (тоже, что и объем атмосферы, обработанной реактивной пароводогазовоздушной струей) было принято считать этот объем как часть объема шара. При этом можно применить следующие известные формулы:

$V_{стр} = V_{шара} - V$, где:

$V_{шара} = (4\pi R^3)/3$ – объем шара, в который вписан объем струи,

где R – дальнобойность струи;

$V = (2\pi R^2 H)/3$ – объем сектора шара, что не входит в объем струи, где:

$H = R(1 - \cos(\varphi/2))$ – высота сегмента сектора части шара, что не входит в объем струи, где $\varphi = (\pi - 2\alpha)$ – центральный угол этого сектора.

На рисунке 2 показана динамика изменения объема атмосферы ($V_{стр}$), который обрабатывается пароводогазовоздушной струей турбореактивного двигателя ВК-1А при активном гидрообеспыливанием, от расстояния до двигателя (r).

Расчетами установлено, что максимальный объем обработки атмосферной среды пароводогазовоздушной струей с применением турбореактивного двигателем ВК-1А, составляет более 29 млн. м³, а дисперсный состав распыленной воды на расстоянии 20-200 м от сопла двигателя изменяется от 520 до 30 мкм. Это позволяет проводить эффективное пылегазоподавление ПГО и использовать установку для создания мощной пароводогазовоздушной завесы на пути движения ПГО как в пределах, так и за пределами карьера, что существенно повысит уровень экологической безопасности открытых горных работ при производстве массовых взрывов.

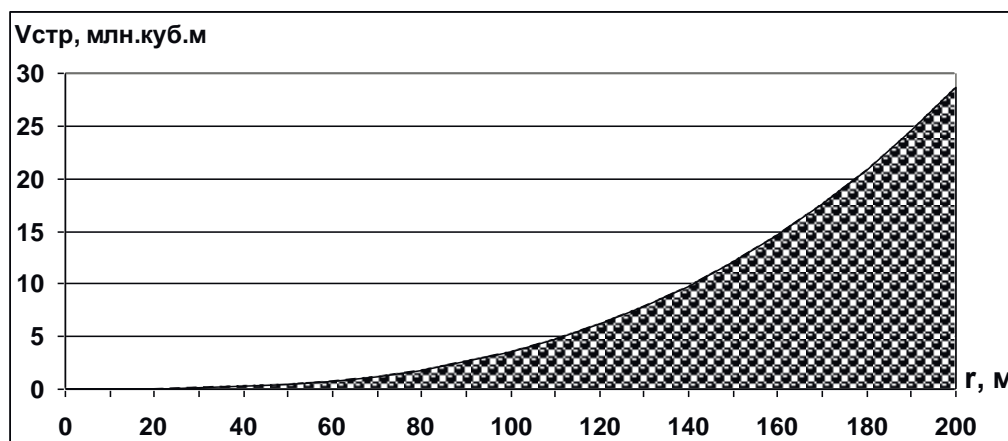


Рис. 2. Динаміка змінення об'єму атмосфери при активному гідрообеспыливанні пароводогазовоздушною струєю турбореактивного двигателя ВК-1А в залежності від відстані до двигателя

Выводы.

1. Дана оцінка підвищення екологічної безпеки на кар'єрах з використанням авіаційної техніки. Найбільш перспективним способом зниження запыленности в атмосфері являється активне гідрообеспыливание, а середі різних технічних рішень по його реалізації – використання реактивних пароводогазовоздушних багатокомпонентних струй, створюваних турбореактивними двигачами, обробавшими в авіації.

2. Установки з реактивними пароводогазовоздушними струями дозволяють очищати атмосферу від пыли, як в екскаваторному забое, так і при взривних роботах, проветривать застоїні зони кар'єра і управлять мікрокліматом в робочих зонах глибоких кар'єрів, в частині, температурой, воложністю і шкорошью воздуха.

3. Предложено использовать модернизированную установку УРМ-К для защиты окружающей среды при массовых взрывах в кар'єрах. Для эффективной локализации эпицентра ПГО установку снабжают несколькими реактивными двигателями на самоходном бронированном гусеничном шасси, пневмостволами для выброса хладагента в эпицентр ПГО и пеногенератором.

4. Показана динаміка змінення об'єму атмосфери при активному гідрообеспыливанні з використанням пароводогазовоздушною реактивною струєю двигача ВК-1А в залежності від відстані до двигача. Установлено, що максимальний об'єм обробки атмосферної середі одним двигачем складає більше 29 млн. м³.

Список литературы

1. Зберовский А.В. Охрана атмосферы в экосистеме «карьер-окружающая среда-человек».- Дн-вск: РИО АП ДКТ, 1997. – 136 с.
2. Филатов С.С. Вентиляция карьеров. - М.: Недра, 1981. – 206 с.
3. Луговский С.И. Проветривание карьеров воздушно-водяными струями/ С.И. Луговский, В.М. Дубенюк,- Волгоград: Нижнее-Волжское кн. изд-во, 1967,- 132 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 05.02.2015*