СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2017

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ “ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ 2017” ПОСВЯЩЕННОЙ ГОДУ ЭКОЛОГИИ В РФ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
17-21 АПРЕЛЯ 2017 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Проспект Свободный - 2017

Материалы научной конференции
посвященной Году экологии в Российской Федерации
17-21 апреля 2017 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2017 г.

Открытые горные работы и маркшейдерское дело

УДК504.75.06; 62-78

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНШЕЙ

Шарова Н. А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Шахрай С.Г.

Сибирский федеральный университет

Основной целью открытых горных работ является разработка месторождений полезных ископаемых. Открытые горные работы ведутся с древних времён. Необходимость полезных компонентов извлекаемых из недр гарантирует ведение открытых горных работ в будущем. В процессе производства открытых горных работ земная поверхность месторождения нарушается и образуется выработанное пространство, ограниченное искусственно созданной поверхностью. Это выработанное пространство называется карьером. Разработка массива горных пород начинается со вскрыши. На момент открытия горное предприятие должно иметь капитал, так как вскрышные работы затратны ипринесят минимальную прибыль.

Если рудное тело распространяется на большую глубину, то глубина карьера устанавливается графическим построением плоскости бортов карьера, отстроенных под углом погашения от верхнего контура до пересечения с дном карьера. При достижении дна карьера становится необходимостью разнесение бортов карьера для дальнейшей добычи полезного ископаемого, глубина выемки горной массы при этом увеличивается, а наряду с ней рециркуляционная зона. Разнесение бортов карьера более выгодно с экономической точки зрения по сравнению с перенесением предприятия на новое месторождение. Поэтому количество глубоких и сверхглубоких карьеров растет.

С увеличением глубины карьерного пространства происходит снижение влияния ветровых и тепловых сил. Следствием этого является ухудшение атмосферы карьера. Основными причинами являются буровзрывные работы, выхлопные газыкарьерного транспорта и взмучение пыли при погрузке и транспортировке горной массы. Проветривание карьерного пространства после взрывных работ вызывает простаивание карьерной техники, то есть является по сути убыточным для предприятия. Нормализация атмосферы карьера является необходимостью, ее состояние должно отвечать требованиям санитарно-гигиенических норм и выгодно с экономической точки зрения.

Использование средств искусственного проветривания для нормализации атмосферы карьера является экономически невыгодным, вследствие огромных объемов проветриваемого пространства, достигающих десятки и даже сотни млн. м3.

Авторами настоящей работы предлагается интенсифицировать проветривание глубоких и сверхглубоких карьеров с помощью траншеи, которая прокладывается с дневной поверхности под углом не более 16°(рис.1) (так как угол раскрытия воздушной струи при отрыве от поверхности составляет примерно 15°) оснащенной ветронаправляющим щитом.

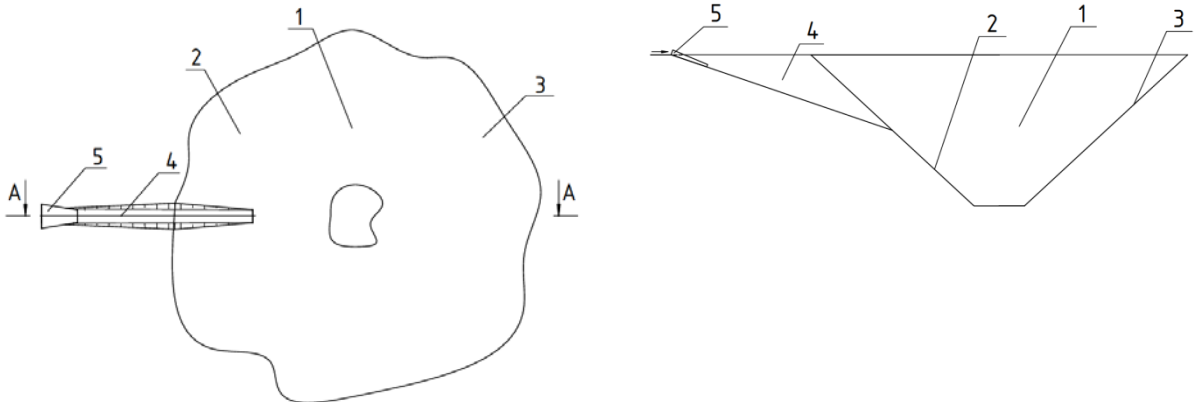
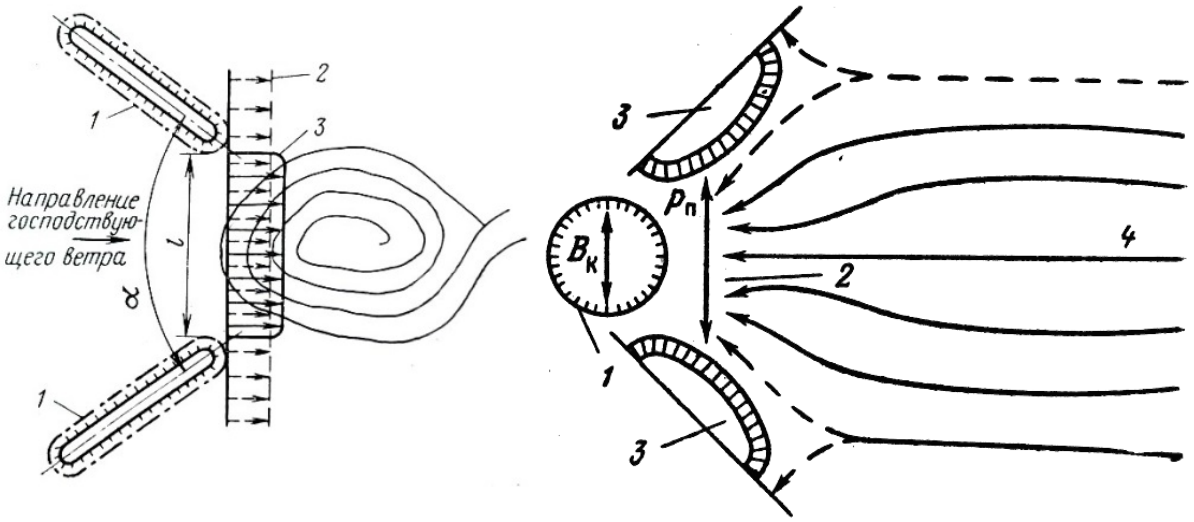


Рис. 1 - Карьер с вентиляционной траншеей 1 – карьерное пространство; 2 – подветренный борт карьера; 3 – наветренный борт карьера;4 – канал; 5 – ветронаправляющий щит(конфузор).

При разработке данного способа за основу взяты два способа естественного проветривания карьеров с помощью определенного расположения отвалов и сооружений поверхностного комплекса образующих прораны-воздухозаборники (рис 2.). Однако, они не являются целесообразными с точки зрения перспектив расширения фронта работ. Так же существует риск сдувания пыли с отвалов.



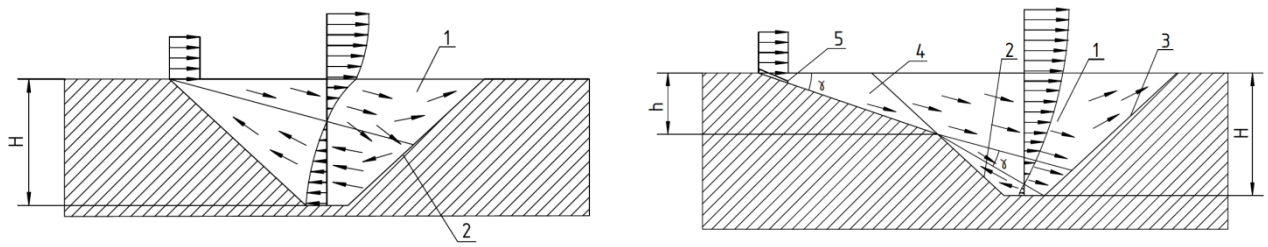
а) б)

Рис. 2 - Схемы естественного проветривания карьера: а) направление воздушных потоков по сужающимися в направлении к центру карьера каналам, образованным в отвалах горных пород; б) направление воздушных потоков по сужающимися в направлении к центру карьера каналам образованным сооружениями поверхностного комплекса.

Преимущества предлагаемого способа заключаются в уменьшении объема зоны рециркуляции (рис. 3), ликвидации значительных простоев на проветривание карьера после взрывных работ. Кроме этого, траншеи для проветривания уменьшают объем вскрышных горных работ при расширении карьера.

Для увеличения интенсивности поступления воздуха в траншеи, предусмотрен ветронаправляющий щит. Оборудование канала на уровне дневной поверхности ветронаправляющим щитом, наклон которого под углом не более 16° совпадает с направлением наклона канала, обеспечивает направление горизонтальных ветровых потоков по каналу непосредственно в карьерное постранство. Ветронаправляющий щит имеет форму конфузора, с углом сужения стенок от 80 до 120, что обеспечивает увеличение скорости ветрового потока на входе в канал, а также минимальные потери давления потока на трение, т.к. поток движется без отрыва от стенок конфузора.

Ввод канала в карьерное пространство на глубине, равной 0,3-0,5 глубины карьера h обеспечивает подачу воздуха непосредственно в зону рециркуляции и вынос вредностей из застойных участков карьерной атмосферы прямоточной струей воздуха.



а) б)

Рис. 3 - Схема естественного проветривания карьера: а) при отсутствии вентиляционных траншей; б) при наличии вентиляционных траншей; 1- карьерное пространство; 2 – откос борта карьера; 5 – ветронаправляющий щит (конфузор); 6 – канал.

Траншея должна быть расположена с учетом розы ветров, а именно со стороны преимущественных ветровых потоков.

Авторами настоящей работы выполнено моделирование движения потоков с помощью макета карьера (рис.4).Эффективность предлагаемого способа интенсификации воздухообмена подтверждена экспериментально.

Рис. 4 – Модель карьера с вентиляционной траншеей.

Результаты и выводы

Использование траншей, прокладываемых с дневной поверхности указанным способом, обеспечивает интенсификацию естественного проветривания в теплый и холодный периоды года, а также в период атмосферных инверсий, в 2-3 раза уменьшает объем застойной зоны карьерного пространства, не создает помех при выполнении технологических операций и взрывных работ.

Список использованных источников

1. Парахонский Э.В. *Способы и средства нормализации состава атмосферы карьеров* / Горный журнал. – 1993. - № 6. – С. 51-53.

2. Морин А.С. *Технология проветривания глубоких и сверхглубоких карьеров* / А.С. Морин // М.: МАКС Пресс, 2006,-160с.

3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. 1. *Производственные процессы*. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 509 с.

4. Анистратов Ю.И. *Технология открытых горных работ*. – М.: Недра, 1995. – 216 с.

5. Битколов Н.З., Никитин В.С. *Проветривание карьеров* / Н.З. Битколов, В.С. Никитин // М.: 1963, 252 с.

6. Конорев М.М. *Искусственная вентиляция и пылегазоподавление в атмосфере карьеров*: Автореф. дисс. …докт. техн. наук. – М.: МГГУ, 1999. – 48 с.

УДК 624.96

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ И РАССРЕДОТОЧЕНИЮ ГРУЗОПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ОАО «РАЗРЕЗ БОРОДИНСКИЙ»

Иншаков.С.В

Научный руководитель канд. техн. наук Еременко.Е.В

Сибирский Федеральный Университет

В современных условиях развития открытой горной разработки крупных угольных разрезов одним из основных проблемных участков является охрана окружающей среды.

Воздух в карьерах рассматривается как атмосферный, с содержанием в нем различного рода газов, которые могут оказывать негативное воздействие на организм человека.

Загрязнение атмосферы карьерного поля происходит непосредственно в процессе механической работы оборудования, буровых и взрывных работ, а так же в ходе транспортирования и переработки угля.[2]

Анализ проблемных участков предприятия и их решений способен оказывать положительное воздействие как на технико-экономические показатели, так и на атмосферу рабочей зоны карьера.

Таким образом, одной из наиболее видимых проблем предприятия (Рис.1) является значительно быстрый рост дальности транспортирования вскрышных пород во внутренние отвалы (с 2016 года прирост составляет около 400 м/год)[1].

Рост дальности транспортирования оказывает негативное влияние на время движения локомотиво-составов, которое составляет 70-90 минут. А расчетное время движения локомотиво-составов при данных параметрах, с учетом кривизны, уклона и скоростного режима по каждому отдельно взятому участку должно составлять 33 минуты.

Общее время движения поезда можно определить из выражения:

$$T_{дв} = \sum t_{гр} + \sum t_{пор} + \sum t_{р.з} = 15+11{,}25+6=32{,}25 \text{ мин} \quad (1)$$

Рис.1-Динамика дальности транспортирования вскрышных пород в условиях ОАО «Разрез Бородинский им.М.И.Щадова»

км

где -$\sum t_{гр}$ и $\sum t_{пор}$ -общее время движения в направлениях, соответственно, грузовом и порожняковом, мин. $\sum t_{р.з}$ –поправка, вводится в случаях остановок поезда и составляющая 2 мин на каждый разгон и 1 мин на замедление.

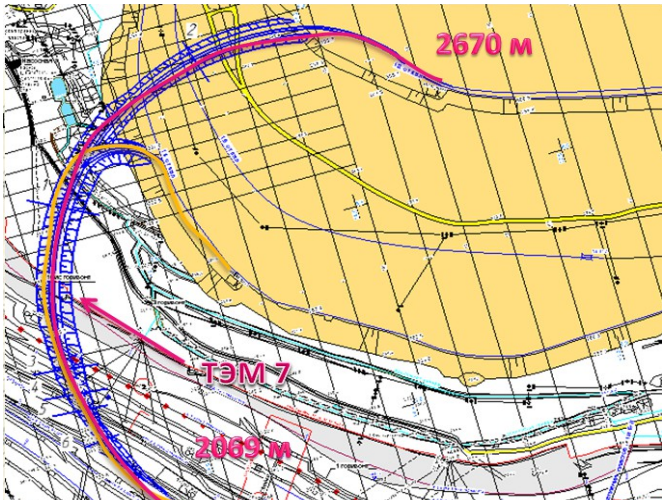
В 2001 году на западном участке Бородинского угольного разреза, был усовершенствован технологический проезд, который позволил рассредоточить добычные и вскрышные грузопотоки путем сооружения путепровода тоннельного типа. Это позволило добиться сокращения дальности транспортирования с 8 до 5 км.

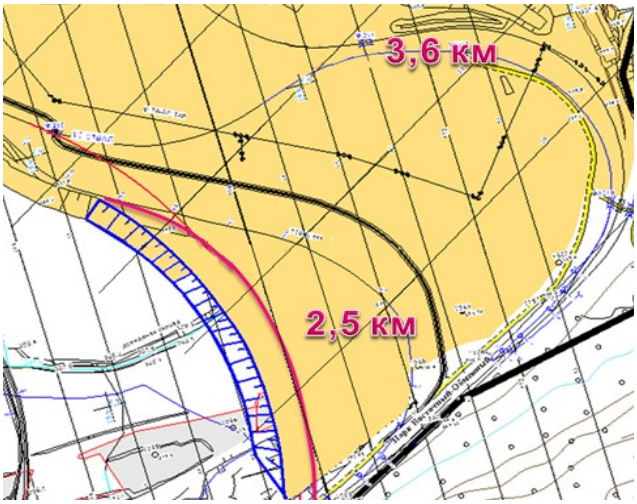
Опираясь на опыт реконструкции 2001 года, разработаны рекомендации по сооружению путепровода тоннельного типа в непосредственной близости от рабочего борта карьера. Что позволит сократить дальность транспортирования вскрышных пород во внутренний «Западный» отвал, с соблюдением необходимых условий для работы ж/д транспорта и добиться снижения дальности транспортирования с 5.6 до 2.6 км (Рис.2).

Подобным образом можно достигнуть сокращения дальности транспортирования и на отвале «Восточный», за счет «отсыпки» вскрышных пород до границ промышленно пригодного пласта Бородинский-2, что позволит добиться изменения дальности с 3.6 до 2.5 км (Рис.3)

Использование путепровода для транспортирования вскрышных пород, позволит сократить дальность (Рис.4), время рейса без учета времени погрузки/разгрузки, снизить простои вскрышных экскаваторов, а так же за счет изменения режима движения, позволит снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

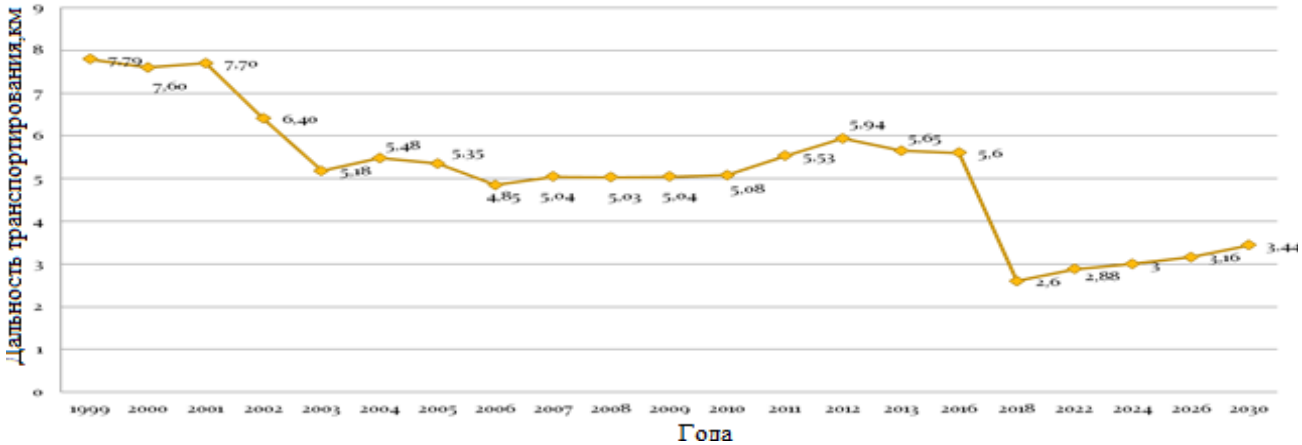
Рис.2 и 3 - Схема сооружения путепровода тоннельного типа на отвале «Западный» и «Восточный» в условиях ОАО «Разрез Бородинский им. М.И.Щадова»





Как показал тяговый расчет, данное решение позволит добиться снижения времени движения локомотиво-состава в груженом и порожнем направлениях, с фактических 70-90 до 18 минут. Вследствие чего изменится режим движения локомотива и работы его двигателя, а так же снизится количество вредных выбросов в атмосферу (Табл.1).

Рис.4-Динамика изменения дальности транспортирования с использованием путепровода тоннельного типа



Общее время движения поезда с учетом изменения дальности транспортирования:

$$T_{дв} = \sum t_{гр} + \sum t_{пор} + \sum t_{р.з} = 9+6+3=18 \text{ мин} \quad (2)$$

При работе железнодорожного транспорта на Разрезе «Бородинский» загрязнение атмосферы карьера происходит из-за выбросов вредных веществ при работе двигателей внутреннего сгорания.Наиболее опасными из газообразных выбросов являются нормируемые вредные вещества, такие как: Оксид азота-NO2, Оксид углерода-CO, Углеводороды-CH. [2]

Масса годового выброса каждого из вредных компонентов(CO,NO,CH,C) выделяемого при работе двигателя тепловоза были рассчитаны по формуле:

$$M_{am.CO}=m_{CO}\cdot N_{ap}\cdot n\cdot k_t\cdot k_{t.c}\cdot 10^{-3} \quad \text{тонн/год} \qquad (3)$$

где m_{CO} -масса i-го вредного вещества, выделяемого двигателем тепловоза, кг/сут. k_t -коэффициент влияния климатических условий=1, n-число смен работы транспортного средства в году, N_{ap} -число работающих локомотивов, $k_{t.c}$ -коэффициент зависящий от продолжительности эксплуатации и технического состояния парка : при сроке эксплуатации более 2 лет принимается =1.2.

Массу i-го вредного вещества (mi) рассчитывают по формуле :

$$m_i=\sum_{k=1}^{3} q_{ik}\cdot t_k \quad \text{, кг/смену} \qquad (4)$$

где q_{ik} -удельный выброс i-го вредного вещества при работе двигателей в k-ом режиме тепловозов кг/ч, t_k -время работы в k-ом режиме.

Таблица 1- Динамика изменения годового выброса по каждому вредному веществу выделяемым двигателем локомотива.

Вредное вещество	CO, т/год	NO,т/год	CH, т/год	C, т/год
На предприятии аналоге	139,7	542,5	54	17,7
С учетом рекомендаций	95,8	351	34,7	11,2
Экологический эффект	43,9	191,5	19,3	6,5

Масса пыли, т/год, сдуваемой с поверхности материала , транспортируемого :

В существующих условиях эксплуатации разреза:

$$M_{TM}=q\cdot S_v\cdot n\cdot N\cdot L\cdot n\cdot K_1\cdot K_2\cdot 10^{-6}=230,5 \quad \text{т/год} \qquad (5)$$

С изменением режима работы оборудования за счет строительства путепровода тоннельного типа:

$$M_{TM}=q_{nn}\cdot S_v\cdot n\cdot N\cdot L\cdot n\cdot K_1\cdot K_2\cdot 10^{-6}=99,9 \quad \text{т/год}$$

где q_{nn} -удельная масса твердых частиц сдуваемых с 1 м2 поверхности горной массы, транспортируемой на расстояние 1 км , г/м2; S_v -площадь поверхности транспортируемого материала в вагоне; nв-число вагонов в поезде; N -число работающих локомотиво-составов; n - число рейсов локомотиво-состава в году.

Массовый взрыв в условиях разреза, является крупным периодическим источником выброса в атмосферу большого количества газа и пыли. По данным замеров установлено, что удельное количество пыли изменяется в диапазоне 30-160 г/м3.

Ветровой режим района крайне неустойчивый. Средние значения силы ветра 2,4-4,5 м/сек, максимальные 20-24 м/сек. Направление ветра преимущественно юго-западное.

При производстве массового взрыва, выделяется 24,3 тонны пыли, которые образуют пылевое облако, под действием ветра двигающееся непосредственно в сторону г. Бородино.

Рекомендуется использовать ветрозащитные ограждения, т.к. уменьшение скорости ветра является ключевым моментом стратегии контроля пылеобразования поскольку ветер-основная причина распространения пыли.

Ветрозащитные ограждения позволят защитить поверхность отвалов от выветривания за счет снижения скорости ветра. Количество пыли теряемое с поверхности отвала снижается до 8 раз. Помимо этого они обладают фильтрационными свойствами, что затрудняет прохождение через них пыли, осаждаясь в специальных камерах.

Руководствуясь разработанными рекомендациями можно достигнуть сокращения дальности транспортирования вскрышных пород с 5.6 до 2.6 км. Что приведет к снижению выбросов пыли и газа соответственно на 35% и 57%. А Применение ветрозащитных и пылеподавляющих ограждений позволит сократить выбросы пыли от производства БВР с 2954.5 тонн/год до 591.3 тонн/год.

Список использованных источников

1. В.Ю.Иншаков. *Исследование зависимости технико-экономических показателей открытой разработки мощных буроугольных месторождений от срока службы вскрывающих выработок и сооружений. ГИАБ №5. С.218-227.*

2. Д.А.Кузнецов, Р.Р.Минибаев, Н.Н.Ахлестин, С.В.Спирин, *Комплексные решения проблемы пылеобразования на угольных разрезах Кузбасса.*- Научно-технический журнал № 3-2016 ВЕСТНИК

УДК 622.4

ЭВОЛЮЦИЯ СРЕДСТВ ПРОВЕТРИВАНИЯ КАРЬЕРОВ

Шахура И.С., Миняков А.В., Буева А. А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Шахрай С.Г.

Сибирский федеральный университет

Проветривание карьеров— процесс удаления из карьера естественными или искусственно создаваемыми воздушными потоками газообразных и пылевых вредностей, образующихся при ведении горных работ.

В связи с ростом производств и развитием техники, глубина карьеров постоянно увеличивается. Как известно, с увеличением глубины разработки- приток свежего воздуха на нижележащие горизонты уменьшается. Тут вопрос проветривания встает как никогда остро.

Проветривание карьеров как область инженерной деятельности сформировалась в 50-х гг. 20 в. Различают естественное и искусственное проветривание карьеров. Естественное осуществляется энергией ветра и термическими силами.

Искусственное проветривание карьеров (вентиляция карьера) применяется для создания таких атмосферных условий в карьере, которые необходимы для нормального ведения работ, когда естественное проветривание карьеров этого не обеспечивает [1].

Проблемой непрерывного проветривания инженеры занимаются уже около 60 лет. За это время накопилось большое количество разработок. Рассмотрим некоторые из них.

Начались разработки с установки заграждений(рис.1). Прииспользования заграждений на пути движения воздуха и образованием прорана, заграждения устанавливают на одной линии или под углом на некотором расстоянии друг от друга. При прохождении потока воздуха через проран, его скорость увеличивается. За счет этого объем свежего воздуха, поступаемого в карьер повышается. Таким образом повышается интенсивность проветривания[2].

Этот способ дорабатывался, изменялись типы заграждений[3]. Применяли так же способы - проветривания карьера, путем пропускания воздуха через водяную завесу и его подачу в карьерное пространство. Проходя, через завесу температура воздушного потока падала и за счет насыщения его водяными парами увеличивалась его плотность. Таким образом, возникающий гравитационный эффект, при рециркуляционной схеме проветривания способствует увеличению угла раскрытия воздушной струи и уменьшению зоны рециркуляции[4].

Следующим этапом развития был способ, при котором подача воздушного потока осуществляется с использованием заграждения(рис. 2), устанавливаемого на пути его движения. Заграждение подвешивают в зоне раскрытия воздушной струи под углом к горизонту посредством аэростата и закрепляют его посредством регулирующих тросов к лебедкам, устанавливаемых на бортах карьера, при этом угол и направление установки заграждения регулируют посредством регулирующих тросов в зависимости от направления и силы ветра[5].

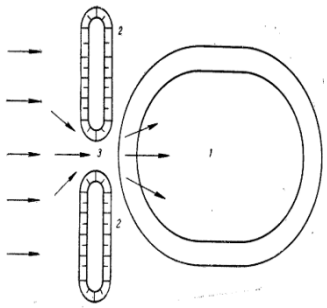


Рис. 1- Способ проветривания с устройством заграждения

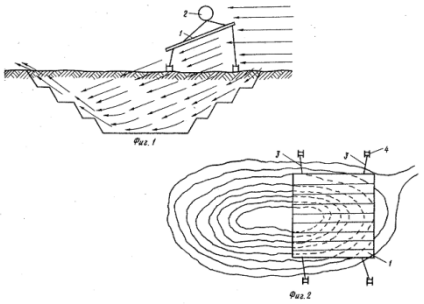


Рис. 2 - Способ вентиляции глубоких карьеров

Параллельно со способами установки заграждений, развивались способы проветривания с использованием термических сил.

В этой области разработки начались с изобретения устройства для проветривания карьеров, включающее раму и нагреватели, снабжённое установленной на раме обечайкой, в нижнем сечении которой по концентрическим окружностям размещены горелки для сжигания топлива(рис 3). Обечайка установлена с целью увеличения дальности выноса загрязненного потока воздуха и повышения эффективности проветривания[6].

Следующим этапом развития этой группы стал способ проветривания, включающий образование восходящего конвективного потока, путем нагрева воздуха. Заданный объем воздуха изолируют от окружающей атмосферы с помощью селективной пленки. Под действием солнечного излучения изолированный объем воздуха нагревают до определенной температуры и выпускают его в окружающую атмосферу[8].

Затем было изобретено устройство для проветривания карьеров, включающее тепловой источник. Оно снабжено соединенным с тепловым источником воздуховодом змеевикового типа, укладываемым на борту карьера [9].

Так же были предложены способы проветривания карьеров, включающие образование конвективного течения с помощью электрически нагреваемых поверхностей, размещенных вдоль бортов карьера. Нагреву подвергают оградительную сетку, элементы которой

расположены ярусами на наклонных стенках карьера, соединенных между собой и образующих сектор, при этом на нагреваемых поверхностях каждого яруса создают одинаковую плотность теплового потока[10].

Немногим позже, был предложен способ, включающий создание выходящего за пределы карьера потока загрязненного воздуха путем нанесения на земную поверхность зачерненного покрытия и притока вследствие этого извне свежего воздуха. Зачерненное покрытие наносят в виде полосы, идущей от дна карьера до его верхнего края[11].

Параллельно велась разработка искусственных способов проветривания. С помощью вентиляторов самолетных и вертолетных винтов и турбин.

Начались в этой группе разработки со способа проветривания карьеров, путем последовательной установки вентиляторов так, чтобы оси нагнетаемых ими струй лежали на одной прямой[12].

Затем разработалиспособ проветривания, при котором удаление вредных примесей с участков газовыделений производят вентиляторами, при этом участок газовыделений изолируют оградой, на которой располагают перфорированные трубопроводы, присоединенные к вентиляторам, на выходных патрубках которых устанавливают насадки(рис.4)[13].

Этот способ модернизировался. Менялась высота выходной трубы и формы насадок. Так же вентиляторные установки монтировали на подвижные платформы.

Затем был разработано устройство для проветривания карьеров, это турбовентилятор, включающий турбовинтовой двигатель, установленный на ходовой тележке, снабженный отклоняющим патрубком, для увеличения горизонтальной дальнобойности струи (рис.5)[14].

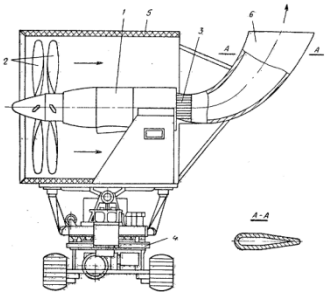


Рис. 5 - Турбовентилятор на ходовой тележке

Этот способ так же дорабатывался, применялись различные кожухи и насадки. Выхлопные газы двигателя отводились вверх, для охлаждения реактивной струи.

Так же применяли и воздушные винты, которые устанавливали, как на стационарные места, например на борту карьера, так и на транспортировочные платформы. Воздушные

винты могут приводиться в движение силовыми агрегатами, работающими на сжатом воздухе, или обычными ДВС. Например, вертолетными двигателями [15].

Отдельной группой развивались трубные способы проветривания. Есть различные вариации этого способа.

Разработки начались со способа проветривания, включающего подачу свежего воздуха с подветренной стороны верхней бровки карьера. Путем обеспечения безотрывности потока воздуха и ликвидации рециркуляционных зон, вдоль верхней бровки карьера с подветренной стороны и параллельно ей равномерно отсасывают воздух, который затем через плоские патрубки направляют вдоль уступа вглубь карьера[16].

Большое количество разработок посвящено использованию аэростатов различной формы и величины. При этом на них может устанавливаться различное оборудование- различные вентиляторы, подвешиваются трубопроводы различной конструкции, устанавливаются ветровые барьеры. Но все эти способы являются сомнительными, так как конструкция является ненадежной и требуются большие затраты сил и времени на обеспечение сохранности их в связи с ведением буровзрывных работ и сложными погодными условиями [17].

И последний не менее дорогостоящий ряд разработок – это изобретения, посвященные проветриванию карьеров путем проведения различных горных выработок вдоль борта карьера. Например, вертикальных стволов или штолен, а также различных скважин [18].

Заключение

За60 лет изучения вопросов проветривания карьеров накопилось большое количество разработок. Все описанные способы имеют ряд преимуществ и недостатков. Нопримeняются из них лишь единицы.Так как большинство способов сложны в реализации, имеют большую стоимость, небезопасны для персонала, или же имеют малую эффективность.Наибольшее применениена практике получили способы с использованием турбовинтовых двигателей в различных вариациях. Они обеспечивают неплохую проветриваемость, но с другой стороны, увеличивают запыленность в карьере, сдувая пыль с бортов карьера. Поэтому, можно сделать вывод, что на сегодняшний день проблема проветривания карьеров до сих пор актуальна.

Список использованных источников

1. Горная энциклопедия [Электронный ресурс], Проветривание карьеров, 2016г, Режим доступа: http://www.mining-enc.ru/p/provetrivanie-karerov

2. Я. Бухман, В. И. Белоусов/ Способ проветривания с устройством заграждений/ /Патент СССР № 264310, 1970г .

3. Левин Е. М.,Нечушкин Г. М./ Устройство для проветривания карьеров свободными турбулентными струями/ Патент СССР № 479873, 1970г.

4. Филатов С. С., Росляков С. М./ Способ проветривания карьеров путем пропускания его через водяную завесу/ Патент СССР № 589420, 1975г.

5.Энгель Я. Р. Ковальская А. А./ Способ вентиляции глубоких карьеров/ Патент СССР № 636405, 1978г.

6. А. Н. Балаболкнн, Б. Ф. Един ,и др. / Устройство для проветривания карьеров с обечайкой на раме/ Патент СССР № 307191, 1971г.

7. Б. И. Баранцев, В. Л. Васильев/ Устройство для проветривания карьеров со змеевиком на пространственной раме/ Патент СССР № 311009, 1970г

8. В.Е. Хван/ Способ проветривания карьеров/ Патент СССР № 1219820 , 1984г

9. Битколов Н. З.,Зенов С. И.// Устройство для проветривания карьеров с воздуховодом змеевикового типа/ Патент СССР № 448293, 1970г

10. Лебедев А.В.,Фомин В.М., и др./Способ проветривания карьеров с использованием электрически нагреваемых поверхностей/ Патент РФ № 2071565, 1995г.

11.Шваб А. А.,Кузнецов В. В./Способ проветривания карьеров путем нанесения зачерненного покрытия на борт карьера/ Патент РФ № 2128289, 1993г.

12.М.А.Энтелис, Я.З.Бухман/ Способ беструбного проветривания карьеров с установкой вентиляторов на одной оси/ Патент СССР № 232900, 1966 г

13. Б. Ю. Берман, В. И. Филиппов ,и др. / Устройство для проветривания карьеров с использованием вентиляторов/ Патент СССР № 246443, 1969г

14. С. С. Филатов , М. М. Конорев / Турбовентилятор на ходовой тележке/ Патент СССР № 346486, 1972г

15. Ецин Б. Ф.,Полонский В. М.,и др./Устройство для проветривания карьеров с воздушным винтом/ Патент СССР № 514961, 1974г

16.В.И.Белоусов, Шваб А.А./ Способ проветривания карьеров с установкой трубопровода у верхней бровки карьера/ Патент СССР № 1361347, 1985г.

17. Клубничкин Е. К. Рогач М. С. и др./ Устройство для проветривания глубоких карьеров/ Патент СССР № 819357,1979г

18. Морин А.С. Буткин В.Д., и др./ Вентиляционный комплекс/ Патент РФ № 2169269, 2001г