

Тема: ВЕНТИЛЯЦИЯ КАРЬЕРОВ

ЦЕЛЬ: Изучить тему, пользуясь опорным материалом.

Содержание самостоятельной работы

Задание: Изучить материал и ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику каждой силы, формирующее движение воздуха в карьере по форме таблицы 1.

Таблица 1 - Силы, формирующие движение воздуха в карьере

	Наименования силы	Факторы проявления
1	Энергии ветра	
2	Термическая сила	
3	Разность статических давлений воздуха в карьере	
4	Факторы технологического характера	

2. Дайте определения существующих схемы естественного проветривания, укажите их достоинства и недостатки.
3. Зарисуйте схемы естественного проветривания карьеров и дайте описание каждой схемы.
4. Назовите условия, способствующие накоплению вредных веществ в карьере.
5. Значение искусственной вентиляции карьеров.
6. Дайте подробное описание искусственной вентиляции с помощью труб и выработок (зарисовать схемы).
7. Что представляет собой вентиляция свободными струями?
8. Перечислите способы интенсификации естественного воздухообмена.

Опорный материал

Силы, формирующие движение воздуха в карьере

Движение воздуха в карьере может быть вызвано энергией ветра, энергией термических сил, разностью статических давлений воздуха в карьере, некоторыми факторами технологического характера.

Энергия ветра - это кинетическая энергия движущихся масс воздуха. Она является основным естественным фактором, обеспечивающим проветривание карьера. Однако по мере углубления карьера значение энергии ветра в естественном проветривании падает. По некоторым данным следует, что эффективное проветривание карьеров энергией ветра возможно лишь до глубины 200 м.

Термические силы проявляются при подогреве или охлаждении отдельных объемов воздуха, вследствие чего плотность этих объемов становится отличной от плотности окружающей среды. Как известно, в этом случае развивается выталкивающая сила.

Величина термической силы зависит главным образом от разности температур различных объемов воздуха и определяется эффективностью тех теплоисточников, которые действуют в карьере, в первую очередь от степени облучения солнцем бортов и дна карьера.

Среди естественных сил, вызывающих движение воздуха в карьере, термические силы занимают второе место после ветровых сил по величине и значимости в процессе проветривания. Однако интенсивность движений воздуха в карьере и его проветривания при действии только термических сил обычно невелика. В то же время термические силы могут значительно затруднять или даже приостанавливать на длительный период естественную

вентиляцию карьеров, если происходит сильное охлаждение воздуха в карьере или всем приземном слое в районе карьера.

При различной освещенности поверхности карьера солнцем между отдельными зонами внутрикарьерного пространства могут существовать небольшие разности статических давлений. Последние возникают вследствие разности весов находящихся выше масс воздуха. Небольшая разность давлений между бортами может возникнуть вследствие динамического воздействия ветра на один из них. Наличие таких разностей вызывает потоки воздуха малой интенсивности от зон большого давления к зонам меньшего давления.

При некоторых технологических процессах в карьере значительные количества энергии могут выделяться в воздух, тем самым создавая условия для его движения. Это прежде всего взрывные работы, для ведения которых применяются значительные количества взрывчатых веществ. При взрыве взрывчатых веществ воздух в карьере получает мощный импульс, направленный вверх, действие которого в первом приближении можно рассматривать как состоящее из динамического воздействия распространяющихся при взрыве газов взрывчатых веществ и разлетающихся кусков пород, из термического воздействия горячих газов взрывчатых веществ и из эффектов внедрения газов взрывчатых веществ в объем карьера. Энергия этого импульса бывает достаточной для выноса за пределы карьера значительных количеств газов взрывчатых веществ и пыли.

Под действием перечисленных сил атмосфера карьера приходит в определенное состояние, которое характеризуется наличием поступательного (относительно постоянного во времени) и пульсационного (переменного во времени) движения воздуха. Основными силами, формирующими поступательное движение воздуха в карьере, являются силы ветра и термические силы. Пульсационное движение образуется в результате заноса вихрей в карьер с поверхности и дополнительного воздействия на атмосферу в карьере рассмотренных выше сил, главным образом термических. При этом турбулизация атмосферы карьера, являющаяся проявлением пульсационных движений, может быть больше, так и меньше, чем на поверхности.

Основные схемы естественного проветривания карьеров

Карьер является частью земной поверхности. Поэтому воздухообмен в нем в значительной степени определяется теми же факторами, что и воздухообмен над земной поверхностью в целом: скоростью ветра и распределением температуры в приземном слое воздуха.

Наиболее эффективно проветривается карьер за счет энергии ветра при достаточно высоких его скоростях. В этом случае в карьере образуется либо свободная (рис. *а*), либо полуограниченная (рис. *б*) струя, обеспечивающая достаточно эффективный вынос вредностей из карьера. Свободная струя образуется при достаточно большом угле откоса борта карьера и поэтому встречается чаще, чем полуограниченная. Схема проветривания свободной струей называется рециркуляционной, поскольку наличие обратной струи второго ряда в зоне *ОВСО* приводит к многократной циркуляции (рециркуляции) некоторой части воздуха в объеме карьера. При этом свободная струя *АОВ* будет приносить к борту *ВД* вредности, выделяющиеся на участке *ОСВ* и заносимые в струю рециркуляционным потоком. Часть этих вредностей будет вновь поступать в зону *ОВСО*, что со временем может привести к накоплению в ней значительных количеств вредностей. По этой причине зоны, подобные *ОВСО*, называются застойными или мертвыми.

Схема проветривания с полуограниченной струей называется прямоточной, поскольку воздух в объеме всего карьера движется в одном направлении. Эта схема более эффективна, так как она не имеет застойных зон и скорость воздуха в карьере мало отличается от скорости ветра U_B на поверхности. Однако она встречается преимущественно в мелких карьерах или в карьерах с очень пологими бортами.

При отсутствии ветра или малой его скорости движение воздуха в карьере формируется под действием термических объемных сил, действующих на каждую частицу воздуха (силы тяжести, инерции и пр.).

Воздух в карьере подогревается нагретыми поверхностями. В этом случае прилегающие к ним слои воздуха становятся более легкими и поднимаются к поверхности, двигаясь вдоль бортов. Этот поток выносит из карьера вредности. Такая схема называется конвективной.

Эффективность проветривания карьера при этой схеме низкая. Конвективная схема образуется при положительном вертикальном градиенте температуры в карьере. При охлаждении воздуха с глубиной, который становится более тяжелым и, стремясь занять более низкое положение, стекает на дно карьера. При этом на дно карьера заносятся и все вредности, выделяющиеся на уступах более высоких горизонтов. Постепенно глубокие участки карьера или весь карьер в целом заполняются большим количеством вредностей, препятствующих безопасному ведению работ. Такая схема движения воздуха называется инверсионной. При инверсионной схеме движения вынос вредностей из карьера практически не происходит.

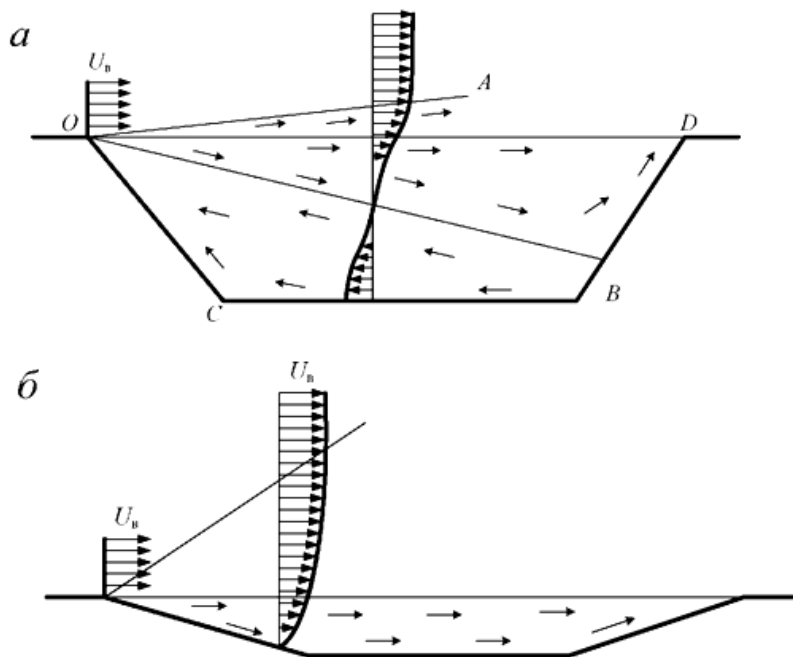


Рис. Схема проветривания карьера энергией ветра: *а* - рециркуляционная; *б* – прямоточная

Кроме отмеченных четырех основных схем проветривания карьеров могут возникать и их комбинации. Реальная геометрия карьеров часто значительно отличается от рассмотренных ранее. При этом возможны случаи, когда одна часть карьера проветривается по прямоточной схеме, другая - по рециркуляционной.

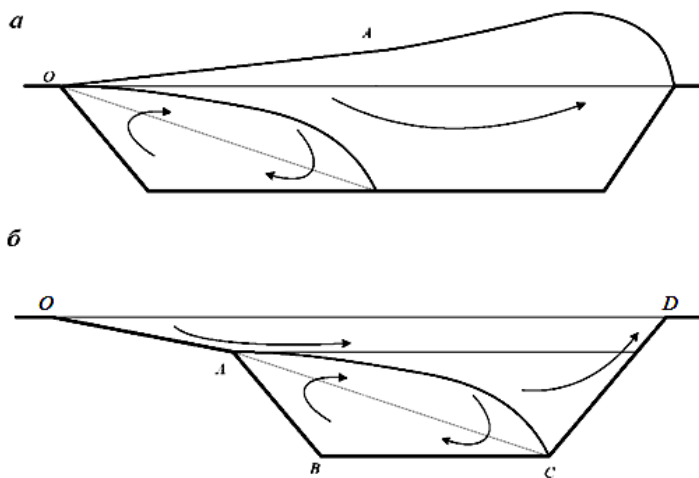


Рис. Схема проветривания карьера энергией ветра: *а* - рециркуляционно- прямоточная; *б* - прямоточно-рециркуляционная

Например, при больших размерах карьера в направлении ветра возможна рециркуляционно-прямоточная схема проветривания (рис. а). При этой схеме нижняя граница струи первого рода пересекает дно карьера в некоторой точке В, правее которой (участок BCD)

карьер проветривается ограниченным потоком воздуха (прямоточная схема). Участок карьера левее сечения \wedge -В, как видно, проветривается по рециркуляционной схеме.

При переменном угле подветренного борта карьера возможна прямоточно-рециркуляционная схема проветривания (рис. б), при которой, например, часть карьера, примыкающая к верхней, более пологой части подветренного борта AO , проветривается по прямоточной, а остальная часть карьера $ABCD$ - по рециркуляционной схеме.

Искусственная вентиляция карьеров

Искусственная вентиляция карьера необходима во всех случаях, когда интенсивность воздухообмена в карьере оказывается недостаточной для поддержания нормального санитарно-гигиенического состояния атмосферы на местах ведения работ.

Условия, способствующие накоплению вредностей в карьере, следующие:

- уменьшение энергии ветрового потока на поверхности;
- появление вертикальных температурных градиентов;
- повышение интенсивности выделения вредностей в атмосферу карьера.

Уменьшение энергии ветрового потока на поверхности является основным фактором, способствующим накоплению вредностей в атмосфере карьера. При скоростях воздуха на поверхности менее 2 м/с воздухообмен между атмосферой карьера и поверхностью значительно сокращается. При уменьшении энергии ветра на поверхности не только снижается интенсивность выноса вредностей, находящихся в зоне действия направленного ветрового потока, но и снижается их поступление в этот поток с более глубоких горизонтов вследствие уменьшения интенсивности турбулентности атмосферы.

Под искусственной вентиляцией следует понимать интенсификацию воздухообмена в карьере путем любых целенаправленных действий человека. При таком определении все существующие способы искусственной вентиляции карьеров можно разделить на два класса - способы интенсификации естественного воздухообмена и способы искусственной вентиляции.

Интенсификация естественного воздухообмена в карьерах всегда желательна. Она необходима в глубоких карьерах. Тем не менее возможности существующих способов интенсификации воздухообмена весьма ограничены. Необходимым условием их применения является наличие достаточно интенсивного движения воздуха на поверхности. Ощутимый эффект могут дать при небольших глубинах карьеров. Поэтому применяемые в настоящее время способы интенсификации воздухообмена в карьерах являются вспомогательными средствами искусственной вентиляции.

К способам интенсификации естественного воздухообмена относятся:

- выбор правильной ориентации карьера в плане;
- выбор наиболее рациональных по фактору проветривания размеров карьера;
- создание на поверхности у карьеров искусственных сооружений, повышающих скорость и турбулизирующих ветровой поток;
- изменение окраски обнаженных горных пород на поверхностях карьера;
- аккумуляция тепла в специальных емкостях;
- использование глубинного тепла горных пород.

К способам собственно искусственной вентиляции карьеров относятся:

- вентиляция с помощью труб и выработок;
- вентиляция свободными струями (а) созданными специальными вентиляционными установками (б) создаваемыми источниками тепла.

Существующие способы интенсификации естественного воздухообмена в карьерах являются пассивными способами искусственной вентиляции; способы искусственной вентиляции, основанные на использовании специальных вентиляционных установок, являются активными.

Условия естественного проветривания современных карьеров таковы, что большинство дней в году они вполне удовлетворительно проветриваются энергией ветра и естественными термическими силами. Применение активных средств искусственной вентиляции необходимо лишь в период штилей и инверсий. При этом они должны включаться в работу до накопления

вредностей в карьере, что предупреждает образование их опасных скоплений и сокращает время вентиляции карьера.

Вентиляция карьеров с помощью труб и выработок.

При этом способе искусственной вентиляции по бортам карьера прокладывают трубопроводы или проводят подземные выработки с поверхности к бортам или его дну.

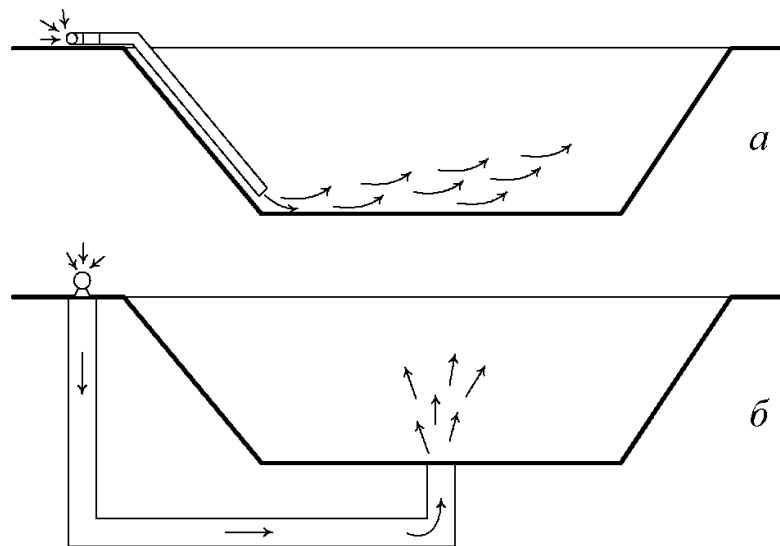


Рис. Схема вентиляции карьера нагнетательным способом:
а – с помощью труб; б - с помощью выработок

На рис. изображены схемы вентиляции карьера нагнетательным способом. Чистый воздух, забираемый с поверхности, нагнетается вентиляционной установкой по трубопроводу или выработке в карьер и распространяется в виде свободной струи. Вентиляционная установка может располагаться как на поверхности карьера, так и в любом месте по длине трубопровода (выработки). При работе вентиляционной установки на всасывание загрязненный воздух будет засасываться из карьера и выбрасываться на поверхность. В этом случае имеем всасывающий способ вентиляции.

При нагнетательном способе вентиляции чистый воздух подается непосредственно в зону загрязнения, что обеспечивает сравнительно быстрое его проветривание. Струя воздуха, обладая большой эжектирующей способностью, подсасывает находящиеся вблизи загрязненные массы атмосферного воздуха, разбавляет содержащиеся в них вредности и выбрасывает на более высокие горизонты или на другие нерабочие или менее загрязненные участки карьера. При всасывающем способе вентиляции воздух с большим содержанием вредностей отсасывается из зоны загрязнения, а его место занимает притекающий из соседних участков более чистый воздух. К центру зоны загрязнения (в котором обычно располагается горное оборудование, являющееся источником выделения вредностей) чистый воздух поступает лишь после удаления всего загрязненного воздуха. В результате при всасывающем способе вентиляция будет осуществляться значительно дольше по времени, чем при нагнетательном. Достоинством всасывающего способа является, однако, непосредственное удаление загрязненного воздуха за пределы карьера. Кроме того, вследствие малых скоростей движение воздуха при всасывающем способе исключается дополнительное пылеобразование из-за сдувания осевшей пыли, что может происходить при нагнетательном способе, когда воздух входит в карьер с большой скоростью.

В целом вентиляция с помощью труб или выработок мало эффективна прежде всего из-за ограниченности объемов воздуха, которые можно пропускать по воздухопроводам существующими средствами вентиляции. Этот способ требует неоправданно больших затрат, особенно при вентиляции через выработки. При взрывных работах возникают трудности вследствие разрушения устья выработки и вентиляционного трубопровода. Рассматриваемый способ может быть эффективным лишь при вентиляции небольших зон загрязнения и при условии непосредственного подведения к ним вентиляционных трубопроводов или выработок, что бывает весьма затруднительно в условиях постоянно перемещения рабочих мест.