

УДК 502.13:622.271.45

**МЕРОПРИЯТИЯ, СНИЖАЮЩИЕ ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТВАЛОВ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ****Стрекалова Т.А., Стрекалова В.А., Меренкова Е.С.***ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,**Институт цветных металлов и материаловедения, Красноярск, e-mail: root@gold.sfu-kras.ru*

В статье рассмотрено негативное воздействие отвалов на окружающую среду. Описаны основные явления, возникающие с появлением отвала и их вредное воздействие. Предложены пути предотвращения эрозионных процессов. Описаны мероприятия для сбора и отвода поверхностного стока вод с отвалов. Рассмотрено самовозгорание отвалов и предложена селективная отсыпка их горизонтальными слоями.

**Ключевые слова:** отвал, негативные явления, ветровая эрозия, оползни, самовозгорание

**THE ACTIONS REDUCING HARMFUL INFLUENCE SAILINGS  
ON ENVIRONMENT****Strekalova T.A., Strekalova V.A., Merenkova E.S.***FGAOU VPO «Siberian Federal University», Institute of Non-Ferrous Metals and Materials,  
Krasnoyarsk, e-mail: root@gold.sfu-kras.ru*

In article negative influence of sailings on environment is considered. The basic phenomena arising with the advent of a sailing and their harmful influence are described. Ways of prevention of erosive processes are offered. Actions for gathering and tap of a superficial drain of waters from sailings are described. Self-ignition of sailings is considered and is offered selective piling by their horizontal layers.

**Keywords:** a sailing, the negative phenomena, wind erosion, landslips, self-ignition

Уголь залегают в осадочных породах, представленных в основной массе глинистыми, песчаными и карбонатными породами, каждая из которых характеризуется определенными физико-механическими свойствами. При добыче его открытым способом в отвалы складываются значительные массы вмещающих пород, занимая большие площади. Техногенные сооружения таких размеров могут нести в себе большую опасность как для всех работ на разрезе, так и для окружающей среды и в том числе рабочего персонала. Отвалы являются экологически неблагоприятным сооружением. Основные негативные явления, возникающие с появлением отвала это: пылевые выбросы, водная и ветровая эрозия, просадки и оползни, самовозгорание.

При ветровой эрозии поверхности отвала возникает проблема повышения уровня запыленности, интенсивностью до 25800 г/с. Наиболее сильно ветровая эрозия проявляется в районах, где среднее годовое количество осадков менее 300 мм и наблюдаются сильные засушливые ветры, что характерно для районов с резко континентальным климатом [1]. При воздействии ветра, появляется большое количество пыли и переносится на большие расстояния, с одного гектара отвальной поверхности, сложенного из пород легкого механического состава, ежегодно выносятся от 200 до 500 т пыли. Она осажается на поверх-

ности земли, с одного гектара отвальной поверхности площадь запыления составляет 500 гектаров. В расчетах рекомендуют считать, что 50% образующейся пыли откладывается на близко расположенных землях, смываясь поверхностными сточными водами, а остальная половина длительное время перемещается с воздушным потоком. [2] Поэтому от воздействия ветра страдают и атмосфера, и гидросфера, и почва, а с учетом того что может переноситься ветром на значительные расстояния, поражается значительная территория по площади, то есть загрязнение может проявляться не только на локальном уровне, но и на региональном.

Пыль, присутствуя в воздухе, обладает выраженным кумулятивным действием на организм человека. В организме пыль накапливается, и её воздействие постепенно усиливается, начиная с незаметных изменений. Запыленность, прежде всего, оказывает нежелательное воздействие на работников – возникают профессиональные болезни. В данном случае подвергаются негативному воздействию: кожные покровы, слизистые глаз, пищеварительный тракт и органы дыхания. При поражении легких возникают различные виды пневмокониоза, от греч. *pneumon* – «легкие», *konis* – «пыль». При попадании в органы дыхания пыли, содержащей токсичные элементы в разных концентрациях, наряду с обычны-

ми симптомами (кашель, одышка, бронхит, сердечная недостаточность, цианоз кожных покровов) могут возникнуть аллергические реакции и отравления [3].

Учитывая возможные нежелательные последствия, возникает необходимость как можно в более полном предотвращении эрозионных процессов. Укрепление можно производить искусственным образом: создавая укрепления в виде цементирования, закладки поверхности отвала каким-либо материалом, например древесиной, пластиковыми плитами. Более экономичным вариантом решения данного вопроса является биологическая рекультивация. Доставка семян и их массовое количество значительно дешевле, но необходимый эффект будет достигнут гораздо позже. Схема выбора растений для биологической рекультивации представлена на рисунке. Растения могут быть представлены как травами, так и кустарникам. В качестве трав используют тимфеевку луговую, овсяницу красную, райгас пастбищный и однолетний, мятлик луговой, костер безостный и клевер красный. Благоприятным

является сочетание всех или большинства перечисленных трав.

Биологическую рекультивацию целесообразно проводить на участках, где завершён технологический процесс. Научный и практический опыт по борьбе с ветровой эрозией ведется в основном путем снижения скорости ветра и увеличения шероховатости поверхности, а так же поддержания оптимальной влажности породы и её упрочнения. На практике, как правило, применяют самый простой способ – орошение водой. Для предотвращения процессов ветровой эрозии необходимо поддерживать определенную влажность верхнего слоя пылящих поверхностей, при которой уровень пылевыведения будет не существенен. Орошение водой оказывает кратковременное действие, поэтому для снижения запыленности атмосферы необходимо применять соответствующие составы. При подборе пылесвязывающих составов прежде всего исследуют способы нанесения органических и высокомолекулярных соединений на пылящие поверхности, срок службы пленок, их адгезионную прочность.



Схема выбора растений для биологической рекультивации отвала

Использование составов, содержащих жидкое стекло, лигносульфонат и латекс, показало их высокую эффективность для предупреждения ветровой эрозии. Оптимальными смачивающими и пылесвязывающими свойствами обладают составы, содержащие 2–4% жидкого натриевого стекла, 0,3% латекса и 0,5% пенообразователя ПО-1. Увеличение массовой доли жидкого стекла более чем на 4% ведет к повышению вязкости и ухудшению смачивающих характеристик состава. Добавление пенообразователя ПО-1 дополнительно пластифицирует пылесвязывающую пленку, которая выдерживает ветровые нагрузки свыше 30 м/с. Высокий

пылесвязывающий эффект дает использование составов, содержащих 2–5% лигносульфоната и 0,5–1% латекса. Применение латексов с водой и соевыми растворами, содержащими более 0,5 кг/м<sup>3</sup> солей, приводит к коагуляции латексных частиц. Это необходимо учитывать при использовании сильно минерализованных карьерных вод. Растворы хлорида кальция, применяемые зимой как антифризы, не совместимы с латексными эмульсиями, но хорошо совместимы с лигносульфонатом и могут использоваться для борьбы с пылью в этот период [1].

При обильных осадках происходит размывание поверхности сточными водами

возможно обрушение отвалов, что может нарушить работу по добыче угля. Учитывая физико-механические свойства пород, нельзя допускать их полного увлажнения. Так при полном увлажнении легких суглинков сцепление пород снижается до 0,09 МПа, а тяжелых до 0,013 МПа [4]. С уменьшением сил сцепления нарушается устойчивость массивов, связанная со снижением прочностных свойств вследствие локального влагонасыщения атмосферными осадками. Под воздействием дождевых и талых вод происходит процесс естественного выщелачивания металлов с образованием загрязненных стоков. Сточные воды от отвала представляют угрозу для близко расположенных населенных пунктов, а так же для флоры и фауны. Основными загрязнителями рассматриваемых вод являются: взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, железо, хром, барий, алюминий, марганец, свинец, медь, цинк и др. Проникая в водоносные горизонты данные загрязнители, могут сделать воду непригодной для употребления человека. Возникает вероятность лишения питьевой воды целого или части населенного пункта.

Для предотвращения негативных последствий следует проводить мероприятия для сбора и отвода поверхностного стока вод с отвалов, а так же перехвата и локализации загрязненного потока. Мероприятия могут включать: создание горизонтальных и наклонных валов-террас, 6–10°; водозадерживающие, водоотводящие и водонаправляющие валы и каналы, глубиной 50–60 см; а так же геофизические исследования. При реализации необходимых мер необходимо оценить климатические условия, в которых производится добыча. Значение имеет рельеф местности, т.е. уклон местности, гористость, расположение основных русел поверхностных вод. Так же важно отследить характер осадков, их интенсивность, периодичность и вид. Если осадки в виде града, то это может привести к искажению водонаправляющих траншей и перераспределению потоков. В связи с этим возможно понадобится укрепление стенок каналов более плотными материалами. При обильных осадках в виде дождя, необходимо подобрать нужные размеры траншей, чтобы исключить самопроизвольное течение загрязненных вод. Учитывая, что глины водоупорные, ими необходимо формировать нижний «фундамент» отвала. Это поможет предотвратить попадание в грунт загрязненных вод и вод выщелачи-

вания. Также используя, прослойки в виде водоупорных слоев можно направлять воды атмосферных осадков внутри отвала и планировать его устойчивость.

В случае если сточные воды содержат превышающие предельно допустимые концентрации вредных примесей, возникает необходимость в их сборе и очистке. В зависимости от характера и степени загрязнения сточные воды подвергаются очистке и при значительных объемах сбросу в водоем.

Значимым негативным фактором, связанным с отвалом, является появление просадки его поверхности, а так же оползни. Возможными причинами проявления которых может служить несоответствие параметров отвала, таких как высота отвала и физико-механические свойства отвальных пород, влажность и неравномерность размещения пород различной крупности. После завершения строительства отвала, возможно появление оползневых процессов в течение 5–7 лет [5]. Наиболее склонны к сдвигу глинистые породы, такие как суглинки и глины. Насыщение их пор водой приводит к снижению прочностных свойств данных материалов. В связи с этим подтверждается вышеуказанная необходимость сбора и отвода поверхностного стока вод.

Большая часть угольных месторождений страны сложена из самовозгорающихся пород: углей или сланцевых пород. Самовозгорание пород создает множество отрицательных факторов воздействия на окружающую среду. Горение пород приводит к изменению их физико-механических свойств, что усложняет саму технологию горных работ по причине возникновения оползней и провалов, загрязнения окружающей среды. При горении выделяется большое количество газов в высоких концентрациях, таких как  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ , и другие углеводороды [2]. Горящие породные отвалы выделяют от 5,3 до 22,6 кг/год оксида углерода на 1 т породы. Следует отметить, что самовозгорание породных отвалов и терриконов наиболее характерно для угольных месторождений, на которых само полезное ископаемое характеризуется выходом летучих веществ свыше 20% и содержанием серы более 3%. Установлено, что выделение газов с удельной поверхности такого породного отвала достигает 180 м<sup>3</sup>/ч. [2].

Проблема самовозгорания отвалов стоит особо остро, так как нет однозначных сведений о причине его возникновения, кроме того самовозгорание зависит

от внешних условий, в которых находится материал. Возникновение данного явления может быть следствием высокой химической активности окисляющихся материалов, например сульфидов, окисление которых является экзотермической реакцией. Катализаторами разложения и окисления соединений серы в составе отвальных пород являются тионовые бактерии, которые содержатся в воде. При окислении микроорганизмами элементарной серы образуется серная кислота. В результате биохимических реакций с участием тионовых бактерий создается кислая среда с  $\text{pH} < 2-3$ , и повышается температура пород за счет протекающих экзотермических реакций. В течение длительного времени тионовые бактерии могут поддерживать температуру пород на уровне  $55-70^\circ\text{C}$ .

Главной мерой по профилактике самовозгорания служит селективная отсыпка отвала горизонтальными слоями, придавая им плоскую форму. Каждый слой проиливают и чередуют со слоем глины толщиной 0,3 м, затем на отвальной массе производят планировочные работы бульдозерами, уплотняют катками и переслаивают по контуру полосами из негорючих материалов, шириной 3 м и толщиной 0,25–0,3 м. При формировании такого отвала среднюю зольность отвальной массы доводят до 70–80%. Особое внимание следует уделить максимальной крупности складываемой породы, которая должна составлять не более 50 мм [2]. Такие размеры обусловлены тем, что при отсыпке отвала разногабаритным материалом возникает большое количество полостей с воздухом, следовательно, внутри толщи отвала находится значительное количество кислорода воздуха, что повышает риск самовозгорания.

Тушение горячих отвалов и терриконов осуществляют посредством их заиливания глинистой пульпой консистенции Т:Ж = 1:10 или известковой суспензией, нагнетаемой через специально установлен-

ные инъекторы [2]. В случае если возгорание произошло в верхней части отвала, то после её размытия гидромониторами производят переформирование отвала бульдозером с понижением его высоты и выполаживанием откосов.

Говоря о каждом негативном явлении, связанном с возникновением отвала, необходимо рассматривать все мероприятия в комплексе и своевременно. Так грамотные планировочные работы могут решить сразу несколько проблем. Учитывая физико-механические свойства пород, при проектировке можно заложить достаточную устойчивость и пожарную безопасность техногенного массива, кроме этого подготовить поверхность отвала для орошения обеспыливающими растворами до момента начала биологической рекультивации. Тушению эндогенные пожары поддаются сложно и с большими затратами, поэтому обеспечение пожарной безопасности необходимо закладывать на момент строительства отвала. Биологическая рекультивация, как завершающий этап, не только возвращает изъятые земли в использование, но и предотвращает водную и ветровую эрозию поверхности, снижает пылевые выбросы. Применяя данные мероприятия, возможно, снизить вредное техногенное воздействие на окружающую природную среду.

#### Список литературы

1. Подображин С.Н. Предотвращение пылевыделения в атмосферу разрезов при ветровой эрозии // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 6. – С. 16–22.
2. Певзнер М.Е. Горная экология: учеб. пособ. для вузов – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2003. – 395 с.
3. Девисилов В.А. Охрана труда: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум, 2009. – 496 с.
4. Бахаева С.П., Простов С.М. Комплексный мониторинг техногенных грунтовых массивов угольных разрезов // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 4. – С. 20–24.
5. Бахаева С.П., Заворина Е.Н. Прогноз устойчивости отвала на слоистом основании с учетом влияния уплотняющей нагрузки на свойства пород // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 8. – С. 38–43.