УДК 622.8.807.2

С.А.ИЛЬЧЕНКОВА,
Горный факультет, аспирантка кафедры экологии, аэрологии и охраны труда
Н.А.ГАСПАРЬЯН
Горный факультет, группа ИЗ-00-1, ассистент профессора

ЗАЩИТА ОТ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ И ПОВЫШЕНИЕ БИОПРОДУКТИВНОСТИ НАСЫПНЫХ ОТВАЛОВ И РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Одним из основных источников опасного загрязнения воздуха территорий горнодобывающего, металлургического и обогатительного комплексов и прилегающих к ним районов являются пылящие поверхности насыпных отвалов. В результате ветровой эрозии тонкодисперсные фракции, наиболее опасные с точки зрения воздействия на органы дыхания, легко уносятся с поверхности на большие расстояния.

Предложен способ, обеспечивающий снижение пылеобразования и пылепереноса тонкодисперсных материалов, повышение биопродуктивности насыпных отвалов и быструю рекультивацию. Приведены результаты испытаний защитного покрытия на устойчивость к воздействию воздушного потока и результаты биопродуктивности обработанных поверхностей отвалов.

One of the main sources of dangerous air pollution on the territories of mining, metallurgical and concentration complexes and adjacent areas is the dust-forming surfaces of dumps. As the result of wind erosion fine fractions, which mostly affect the respiratory system, can be easily removed from the surface to large distances.

The article suggests a method providing a decrease in dusting and dust transfer of fine materials, an increase in biological productivity of dumps and their rapid recultivation. Results of tests are given which describe stability of this protective coating against the action of wind flows and the biological productivity of treated dump surfaces.

Интенсивное накопление и образование насыпных отвалов связано, в первую очередь, с разработкой месторождений полезных ископаемых и последующей переработкой извлекаемого минерального сырья. Ежегодный объем насыпных грунтов составляет более 2000 млрд м^3 [1].

Негативное воздействие техногенных массивов на атмосферный воздух заключается в его запылении в результате сдувания пыли с поверхности отвалов. При скорости ветра 4-5 м/с и более отвалы становятся интенсивными источниками выделения пыли. Перенос пыли достигает десятков километров. В результате происходит загрязнение воздуха аэрозолями мелкой фракции (размер до 10 мкм), наиболее опасной с точки зрения воздействия на органы дыхания. Радиусы загрязнения поверхности в результате выпадения пыли зависят от крупности и плотности пыли и составляют 500-700 м для частиц крупностью 1,6-2 мм и 3-8 км для тонкодисперсных частиц радиусом менее 0,1 мм. Применяемые средства защиты [2] не являются эффективными, а в ряде случаев формируют опасные для природы техногенные массивы.

Одним из перспективных направлений борьбы с пылевыделением от источников, имеющих большие пылящие поверхности и подверженных постоянному воздействию климатических факторов, является мокрый способ, реализуемый в процессе увлажнения пылеобразующего сырья и пылевого материала, орошения их и витающей пыли растворами связывающих органических био-

продуктивных веществ. Анализ средств и способов борьбы с пылью на пылящих поверхностях свидетельствует о целесообразности использования для борьбы с пылевыделением орошения водными растворами в теплый период года и снегообразования в холодный. В обоих случаях добавляют связующее вещество.

Биосвязующее вещество органического происхождения – сапропель, может быть использован при пылеподавлении. Выбор этого вещества определяется двумя основными характеристиками: биостимуляция и склеивание пыли. При использовании сапропеля повышается биостимулирующая эффективность, так как он содержит все необходимые для произрастания растений вещества [3, 4]. Исследования были направлены на определение оптимального количества биопродуктивного связующего вещества, которое давало бы при высыхании на воздухе прочное покрытие, устойчивое к ветровой эрозии.

В Тверском государственном техническом университете [6] в течение нескольких последний лет проводились эксперименты по применению сапропеля в качестве связующего. Такое связующее отличает экологическая чистота, высокая клеящая способность, доступность по цене и качеству.

В лабораторных условиях Санкт-Петербургского горного института были проведены опыты с применением сапропеля в качестве связующего для тонкодисперсных материалов. Оказалось, что уже при 5-процентном содержании сапропеля наблюдаются хорошие связующие свойства (см. таблицу). В результате испытаний были получены значения пределов прочности на сжатие $\delta_{сж}$ и растяжение $\delta_р$ (рис.1).

Изменение прочностных свойств песчано-сапропелевых смесей (5 % сапропеля)

$\delta_{сж}$, кПа	$\delta_р$, кПа	
	на 15-е сутки	на 25-е сутки
1,2	6,7	7,1
2,4	7,3	8,5
5,9	7,5	10,3
13,8	8,3	11,7

При увеличении содержания вяжущего до 10 % наблюдается рост плотности образцов. Из таблицы видно, что дальнейшее высыхание образцов приводит к повышению их прочности.

Таким образом, сапропель, взаимодействуя с дисперсными частицами, скрепляет поверхностный слой и вследствие этого предотвращает пыление, ветровую эрозию почвы. Защитный слой водо- и воздухопроницаем, не ухудшает аэрации верхних слоев почвы, способствует развитию растительности.

Биоэффективность сапропеля определялась при формировании растительного покрова стабильной продуктивности (на примере газонной травы «Универсал»: 32 % овсяница Энгина, 16 % овсяница красная измененная «Аида», 16 % мятник луговой «Балин», 4 % «Райгас однолетний»).

Для установления биоэффективности сапропеля проведена серия опытов, в которых концентрация сапропеля варьировала от 0 до 10 %.

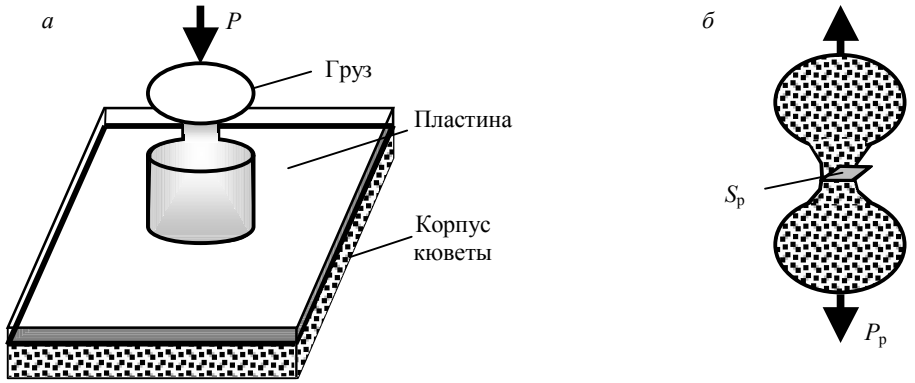


Рис.1. Исследование сил сцепления сапропеля с песком

Исследования показали, что с увеличением концентрации сапропеля наблюдается тенденция изменения длины ростков на 5-е сутки после посадки (рис.2). Достаточно высокая активность сапропеля как биопродукта достигается при концентрации его от 2,5 до 10 % (рис.2).

Из рис.2 видно, что на 25-е сутки прекращается рост травы в образцах с концентрацией сапропеля 0 и 1 %, а на 30-е сутки наблюдается изменение окраски ростков в этих же образцах, что свидетельствует о недостаточном количестве органических веществ и основных элементов питания. Лучшие результаты были получены при использовании 5-10 % сапропеля. В результате исследований определена концентрация сапропеля (8 %), соответствующая максимальной длине ростков травы (рис.3).

Применение связующего на основе сапропеля возможно в различных областях народного хозяйства, например: для защиты земляного полотна железных дорог и плодородных почв от ветровой эрозии.

В лабораторных условиях были проведены исследования использования возможности применения сапропеля для предотвращения пылеобразования техногенных массивов. В исследованиях использовался просеянный песок фракции 0,25-0,5 мм. Для проведения исследований была создана опытная модель (рис.4) в виде аэродинамического корпуса для продувания воздушным потоком поверхностей модельных техногенных массивов.

Защитные покрытия испытывали на устойчивость к воздействию воздушного потока при скорости ветра от 4 до 9 м/с.

Смысл поверхностной обработки пылящих поверхностей заключается в связывании ее наиболее мелких частичек между собой и с более крупными частицами ($d_{ср} > 0,5$ мм) с образованием корки.

Испытания показали, что после обработки 8-процентным раствором препарата все образцы устойчивы к воздействию ветрового потока, в то время как необработанные поверхности пылили при скорости воздушного потока равной 1-2 м/с. Результаты измерений показали, что в исследуемом интервале пылеунос практически не зависит от скорости потока воздуха.

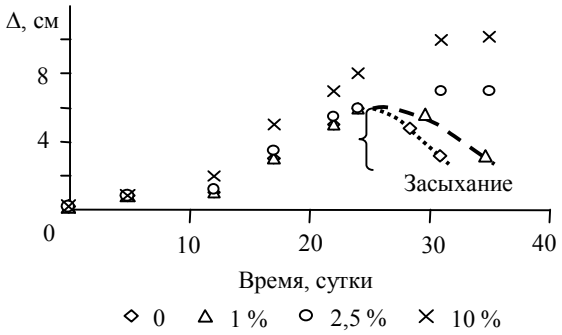


Рис.2. Зависимость изменения длины ростков во времени с учетом трофических условий

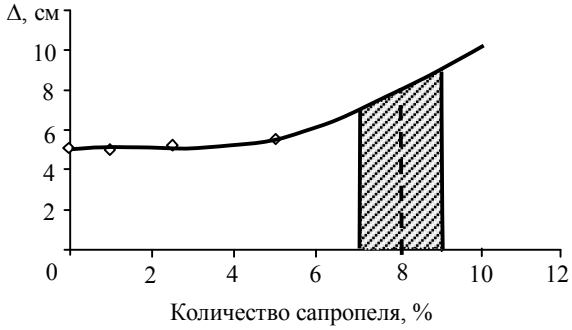


Рис.3. Зависимость интенсивности роста травы от концентрации биопродуктивного связующего компонента

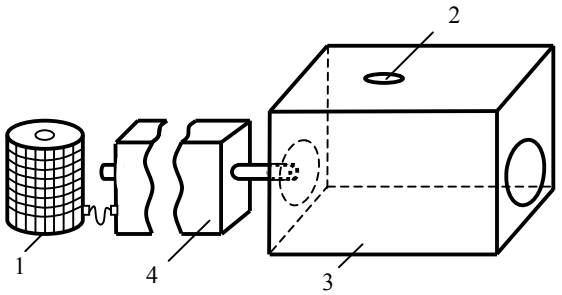


Рис.4. Схема опытной модели для исследования эффективности пылеподавления
1 – резистор; 2 – отверстие для подачи диспергируемой воды; 3 – корпус модели; 4 – воздуходувка

При нанесении раствора на образцах образуется корочное покрытие, устойчивое к механическим воздействиям, действию ветровых потоков в лабораторной испытательной установке. Результаты исследований механической прочности свидетельствуют о высокой прочности образующего на модельных средах покрытия.

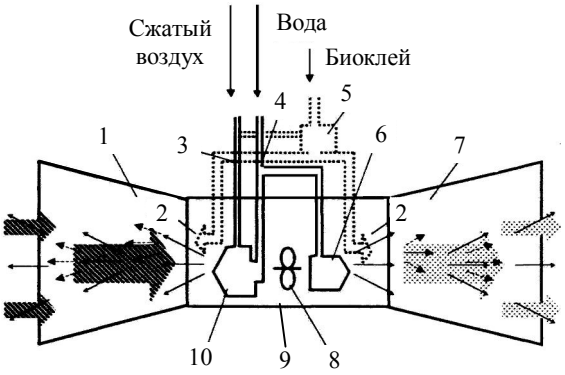


Рис.5. Схема установки для связывания пыли (в летний и зимний периоды года)
1, 7 – конусообразные раструбы, 2 – форсунки для биоклея; 3 – канал для сжатого воздуха; 4 – канал для подачи воды; 5 – емкость для хранения биоклеящего раствора; 6 – пневмогидравлическая форсунка – туманообразователь; 8 – вентилятор; 9 – цилиндрический кожух; 10 – пневмогидравлическая форсунка

Обработка пылящих поверхностей техногенных массивов осуществлялась с помощью модельной установки, сходной со схемой рис.5. Работа устройства основана на движении диспергированной в пневмогидравлических форсунках воды с образованием зародышей в форсунке 10 кристаллов льда и снегообразованием в зимний период, под действием встречного холодного воздуха. На выходе из раструба 7 в попутном потоке исходящего воздуха происходит туманообразование. Одновременно с этим емкость, заполненная биоклеящим раствором, обеспечивает дополнительную подачу раствора к форсункам-диспергаторам, благодаря чему происходит связывание пыли [5]. Конусообразные раструбы подвижны, и радиус движения их составляет 180°, что способствует пылеподавлению в различных направлениях или сосредоточению двух факелов в одной точке.

Благодаря этому положительный эффект достигается в результате связывания пыли и коагуляции сыпучих тонкодисперсных материалов (например, песка) распыленной в потоке сжатого воздуха водой с добавкой связующего биопродуктивного материала. Установка работает в зимний период как снегообразующая, в летний – как туманообразующая.

Таким образом, при обработке пылящих поверхностей насыпных отвалов происходит связывание пыли и образование прочного биопродуктивного покрытия, обеспечивающего формирование растительного покрова стабильно высокой продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гальперин А.М.* Техногенные массивы и охрана окружающей среды / А.М.Гальперин, В.Ферстер, Х.Ю.Шеф. М., 1995.

2. *Ильченкова С.А.* Анализ существующих способов и средств пылеподавления на пылящих поверхностях горного производства / С.А.Ильченкова, Н.А.Гаспарьян // Сборник материалов III Международной научной конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности». Пенза, 2003.

3. *Курлаев Н.Д.* Сапропель – удобрение экономичное / Н.Д.Курлаев, С.М.Штин // Горный журнал. 1999. № 11.

4. Получение из сапропелей Якутии биостимуляторов гуминовой природы / М.С.Егорова, М.И.Мярикянов, А.А.Перк, Н.П.Попова // Тезисы докладов Международной научно-практич. конф. «Высокие технологии добычи, глубокой переработки и использования болотно-озерных отложений». Томск, 2003.

5. Решение о выдаче патента на изобретение МИК 7 F 24 F 3/16. Установка для связывания пыли / Ю.В.Шувалов, А.И.Бульбашев, С.А.Ильченкова и Н.А.Гаспарьян. Заявл. 25.04.2003, № 2003112390/06(013031).

6. Технология и комплексная механизация торфяного производства: Сб.науч.трудов / Под ред. Афанасьева. Тверь, 2000. Вып.11.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Ю.В.Шувалов*