УДК 550.42:502.65

М.А.ПАШКЕВИЧ, *д-р техн. наук, профессор, mpash@spmi.ru*
А.В.СТРИЖЕНОК, *студент, alexeystrizhenok@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

M.A.PASHKEVICH, *Dr. in eng. sc., professor, mpash@spmi.ru*
A.V.STRIZHENOK, *student, alexeystrizhenok@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА АНОФ-2 ОАО «АПАТИТ»

В работе представлены результаты экологического мониторинга компонентов природной среды на территории размещения хвостохранилища апатит-нефелиновой обогатительной фабрики, проведенных натурных измерений, дана оценка техногенной нагрузки, оказываемой исследуемым объектом на экосистему данного региона.

Ключевые слова: мониторинг, пыление, хвостохранилище, экосистема, ореолы загрязнения.

ANALYSIS OF THE LANDSCAPE AND GEOCHEMICAL SITUATION IN THE ANOF-2 OF THE JSC «APATITE» TAILING DUMP PLACEMENT AREA

In paper results of environmental monitoring of components of the environment, the placement carried out in the territory of the tailing dump of apatite-nepheline concentrating factory are presented, results of the carried-out natural measurements are given and the assessment of the technogenic loading rendered by experimental object on an ecosystem of this region is given.

Key words: monitoring, dusting, tailing dump, ecosystem, polluted area.

Интенсивное развитие промышленности, увеличение населения в городах и промагломерациях, высокие темпы роста технологического прогресса – все это неизбежно приводит к образованию огромного количества отходов, значительная доля которых принадлежит горно-добывающей и горно-перерабатывающей отраслям промышленности [1]. Ежегодно в мире миллионы гектаров плодородных земель отчуждается под временное размещение и складирование отходов горной промышленности. Только в России в 2011 г. площадь земель, нарушенных в результате складирования этих отходов, составила более 4,5 млн га, что привело к ухудшению санитарно-гигиенической обстановки на данных территориях, повышению заболеваемости и смертности населения, уменьшению видового разнообразия животных и растений, нарушению и видоизменению естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов. Таким образом, накопление отходов добычи и переработки полезных ископаемых и их воздействие на компоненты природной среды являются на сегодняшний день одной из главных экологических проблем минерально-сырьевого комплекса, а проведение экологического мониторинга крупных техногенных месторождений – крайне актуальным для разработки эффективных средозащитных мероприятий [3].

Особенно значительной трансформации в условиях высокой антропогенной нагрузки подвергаются ландшафты в северных широтах. Северные экосистемы под действием техногенных источников легко разрушаются, так как имеют низкий потенциал самоочищения и самовосстановления [2]. В связи с этим актуальным становится необходимость разработки и внедрения комплексных программ экологического мониторинга компонентов окружающей природной среды, а также формирования современных технологических решений в области переработки вторичного сырья с целью уменьшения количества складируемых отходов и снижения техногенной нагрузки на экосистемы промышленных регионов севера [3].

Примером интенсивного накопления и складирования отходов горно-перерабатывающего производства в высоких широтах является хвостовое хозяйство второй апатит-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-2), являющейся структурным подразделением ОАО «Апатит» и пущенной в эксплуатацию в 1963 г. Рассматриваемое предприятие расположено в центральной части Кольского п-ова и является одним из крупнейших в мире по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд. Хвостохранилище АНОФ-2 расположено в Белой губе оз.Имандра на расстоянии 8,1 км от промплощадки обогатительной фабрики и в 9 км к северо-западу от г.Апатиты. Данное хвостохранилище является одним из крупнейших в России по площади и объему, его общая площадь составляет 7,8 км^2, а периметр по дамбе обвалования 11550 м. Намывная дамба хвостохранилища на 2012 г. достигла высоты 72,4 м и относится к сооружениям I класса капитальности. Ежегодно с обогатительной фабрики на хвостохранилище поступает более 6 млн м^3 хвостов обогащения, а объем хвостов, уложенных с начала эксплуатации АНОФ-2, составляет 431,5 млн м^3. Помимо хвостов обогащения в хвостохранилище также складируются тонкодисперсные золошлаковые отходы Апатитской теплоэлектростанции (АТЭЦ). Хвостохранилище АНОФ-2 является основным и самым крупным на предприятии, а также одним из крупнейших на Кольском п-ове источником загрязнения окружающей природной среды взвешенными веществами.

В ходе натурных наблюдений на исследуемой территории было установлено, что источниками загрязнения компонентов природной среды при эксплуатации сооружений хвостового хозяйства АНОФ-2 являются:

- пыление пляжной зоны хвостохранилища: в атмосферный воздух выделяется пыль хвостов;
- пыление бортов дамбы хвостохранилища: в атмосферный воздух выделяется пыль грунтов;
- пыление внутренних автомагистралей: в атмосферный воздух выделяется пыль грунтов;
- земляные работы при отсыпке дамб обвалования: в атмосферный воздух выделяется пыль грунтов;
- работа автотранспорта и дорожной техники: в атмосферный воздух выделяются продукты сгорания дизельного топлива;
- работы по перекладке трубопроводов: в атмосферный воздух выделяются сварочный аэрозоль и металлическая пыль.

Однако основное негативное воздействие на окружающую среду в рассматриваемом регионе оказывает ветровое пыление открытых пляжей хвостохранилища. Рассеивание техногенных выбросов в атмосфере и последующее выпадение их путем гравитационного осаждения или с осадками приводят к формированию в почвенном покрове и поверхностных водоемах и водотоках техногенных аномалий.

Полный анализ химического состава пыли хвостов АНОФ-2 следующий:

Химический состав	Содержание, %
Влага	0,11
Потери при прокаливании	1,07
SiO_2	42,14
TiO_2	3,84
Al_2O_3	36,32
Fe_2O_3	5,35
FeO	3,22
P_2O_5	1,45
CaO	5,58
SrO	0,22
MgO	1,43
MnO	0,22
Na_2O	10,39
K_2O	5,28
F_2	0,35

Неорганическая пыль с таким составом оказывает существенное влияние не только на химический состав атмосферы и гидросферы, но и на растительные сообщества, существующие на данной территории. Кроме этого, значительной техногенной нагрузке подвергается воздух г.Апатиты: при интенсивной ветровой нагрузке атмохимический ореол загрязнения пылью хвостов достигает города, что негативно сказывается как на санитарно-гигиенической обстановке в городе, так и на здоровье граждан в целом [2].

Проведенный на территории АНОФ-2 мониторинг показал, что незначительный пылевынос с пляжей и бортов хвостохранилища наблюдается даже при минимальной ветровой нагрузке. Мониторинг проводился при помощи портативного пылемера DustTrak TSI-8520. В данном анализаторе пыли реализован принцип лазерной нефелометрии, что определяет возможность измерений в широком динамическом диапазоне концентраций (0-100 мг/м^3). Для определения скорости ветра использовался метеометр МЭС-200. Натурные измерения показали, что при скорости ветра 3,4 м/с концентрация взвешенных веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) составляет 0,04 мг/м^3, при 6,7 м/с – 0,14 мг/м^3, при 9,8 м/с – 0,44 мг/м^3, а при скорости ветра до 15,8 м/с концентрация взвешенных веществ в приземной атмосфере достигает 1,6 мг/м^3. Как видно из приведенных результатов, уже при скорости ветра 6 м/с концентрация взвешенных веществ в атмосферном воздухе на границе СЗЗ превышает среднесуточную предельно-допустимую концентрацию (ПДК). При бóльшей ветровой нагрузке концентрация пыли будет превышать и максимально-разовую ПДК, которая для неорганической пыли с содержанием 20-70 % SiO_2 составляет 0,3 мг/м^3 (ГН 2.1.6.1338-03. «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»).

Такой интенсивный пылевынос объясняется большим процентным содержанием мелкой фракции в пульпе, поступающей на хвостохранилище с АНОФ-2. В отделе аналитических исследований Горного университета был определен гранулометрический состав отобранных проб, который показал содержание тонких песков в хвостах АНОФ-2 (< 0,1 мм) более 40 %. Таким образом, можно утверждать, что даже при незначительной ветровой нагрузке будет происходить пыление пляжей хвостохранилища, что достоверно подтверждено натурными наблюдениями и измерениями.

Фактически пыление пляжной зоны хвостохранилища возможно только на тех ее участках, на которых не производится намыва хвостов и не проведена рекультивация. На участках активного намыва пляжная зона находится в сильно увлажненном состоянии, что исключает возможность пылеобразования с этой поверхности [3]. В соответствии с данными натурных наблюдений за пылением хвостохранилища АНОФ-2 средняя площадь пыления составляет 8,2 га. При этом пыление отсутствует в период года с устойчивым снежным покровом и в дни «теплого» периода года с атмосферными осадками.

На сегодняшний день на предприятии внедрен ряд природоохранных мероприятий для снижения негативного воздействия хвостохранилища на компоненты окружающей природной среды. Основные из них – это закрепление пляжей хвостохранилища анионной битумной эмульсией, орошение внутренних дорог лигносульфанатом и закрепление бортов дамбы путем посева многолетней травы волосенца песчаного. Эти мероприятия дают положительные результаты, о чем достоверно свидетельствуют натурные измерения. Так, значения концентраций, приведенные выше, были получены в условиях 90 % закрепления пляжей хвостохранилища битумной эмульсией. Замеры, проведенные на незакрепленных битумной эмульсией участках пляжей хвостохранилища при скорости ветра 3,4 м/с, показали значение концентрации пыли 0,17 мг/м^3. Та-

ким образом, можно утверждать о значительной эффективности принятых на предприятии мероприятий по снижению пылевыноса с пляжей хвостохранилища и снижении концентрации пыли в атмосферном воздухе рабочей зоны на 60-70 %.

На основании данных, полученных по результатам замера концентраций взвешенных веществ в приземной атмосфере на границе санитарно-защитной зоны, был построен график зависимости концентрации взвешенных веществ в приземной атмосфере от скорости ветра (см. рисунок). Следует отметить, что эти значения концентраций были получены в условиях 90 % закрепления пляжей хвостохранилища битумной эмульсией, что позволяет судить о неудовлетворительной эффективности данного мероприятия при скорости ветра более 10-15 м/с.

Таким образом, несмотря на высокую эффективность существующих природоохранных мероприятий при нормальных метеорологических условиях, антропогенная нагрузка на окружающую среду данного региона по-прежнему остается значительной, так как эти средозащитные мероприятия имеют существенные недостатки в периоды реализации неблагоприятных метеорологических условий. Так, например, при скорости ветра более 15 м/с любое нарушение целостности структуры битумной пленки приводит к ее разрушению, и интенсивность пыления пляжей хвостохранилища многократно увеличивается (см. рисунок). Битумной эмульсией не могут быть закреплены свеженамытые хвосты, так как техника, которая осуществляет закрепление, не может перемещаться по свеженамытым пляжам. При этом период полного высыхания и усадки свеженамытого пляжа хвостохранилища составляет 1-2 мес., а период высыхания верхнего слоя пульпы (тонкодисперсные хвосты) – несколько дней, следовательно, интенсивное пыление будет наблюдаться в течение всего периода усадки пляжа [3]. Также



Зависимость концентрации взвешенных веществ в приземной атмосфере от интенсивности ветровой нагрузки

создаваемая при помощи лигносульфаната пленка легко разрушается под действием тяжелой техники, в результате чего эффективность данного средозащитного мероприятия снижается. Таким образом, с достаточной степенью точности можно утверждать, что запыленность атмосферного воздуха на территории хвостохранилища АНОФ-2 в периоды реализации неблагоприятных метеорологических условий будет превышать допустимые нормативы, так как будет происходить пыление пляжей хвостохранилища, что достоверно было подтверждено натурными наблюдениями и измерениями.

Результаты натурных наблюдений и лабораторных исследований, проведенных в ходе выполнения научно-исследовательской работы, позволяют сделать вывод, что применяемые на предприятии природоохранные меры не обладают необходимой эффективностью в периоды реализации неблагоприятных метеорологических условий, а техногенная нагрузка в регионе остается значительной. Таким образом, необходимость разработки и внедрения автоматизированной программы комплексного экологического мониторинга территории хвостохранилища и разработка наиболее эффективных оперативных методов реагирования и пылеподавления в условиях интенсивной ветровой нагрузки остается очевидной.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пашкевич М.А.* Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду / СПГТИ. СПб, 2000. 230 с.

2. *Пашкевич М.А.* Экологический мониторинг: Учеб. пособие / СПГТИ. СПб, 2002. 90 с.

3. *Пашкевич М.А.* Оценка влияния отходов переработки апатит-нефелиновых руд на компоненты окружающей природной среды в высоких широтах // «Опыт прошлого – взгляд в будущее»: Материалы Междунар. научн.-практ. конференции молодых ученых и студентов / М.А.Пашкевич, А.В.Стриженок. Тульский государственный университет. Тула, 2011. С.325-328.

REFERENCES

1. *Pashkevich M.A.* Anthropogenic arrays and their impact on the environment / Saint Petersburg Mining Institute. Saint Petersburg, 2000. 230 p.

2. *Pashkevich M.A.* Environmental monitoring: teaching aid / Saint Petersburg Mining Institute. Saint Petersburg, 2002. 90 p.

3. *Pashkevich M.A., Strizhenok A.V.* Assessment of influence of a waste of processing apatite – nepheline ores on components of surrounding environment in high widths // «Past experience – a look into the future»: materials of International Scientific Conference young scientists and students / Tula State University. Tula, 2011. P.325-328.