**Влияние отходов хвостохранилищ на экологию Кировско-Апатитского района Мурманской области**

**Введение**

Два самых крупных города Мурманской области: Апатиты и Кировск, расположены в центральной части Кольского полуострова. Градообразующее предприятие КФ АО «Апатит», входящее в холдинг «ФосАгро» занимается добычей апатит-нефелиновых руд. В результате их переработки на апатит-нефелиновых обогатительных фабриках (АНОФ) производится апатитовый и нефелиновый концентрат. Образующиеся при обогащении жидкие отходы –«хвосты» выливаются в хвостохранилища, которые представляют собой огороженные дамбами естественные водоемы. На сегодняшний день хвостохранилища являются крупнейшими техногенными массивами и оказывают негативное влияние на экологию окружающей среды и здоровье человека. Пыление хвостохранилищ апатит-нефелиновой фабрики считается одной из главных экологических проблем Кировско-Апатитского района.

Есть ли альтернатива хвостам, где копятся отходы производства, или нет? Как защитить города от их воздействия? Вопросы, которые на протяжении многих лет волнуют жителей городов.

Во-первых, чем опасны отходы хвостохранилищ для людей. Во-вторых, возможные варианты решения проблемы хвостов. В-третьих, меры, принимаемые градообразующим предприятием, для подавления пыли.

Проблемы горнопромышленных регионов - это, прежде всего, проблемы отходов, служащих причиной возникновения неблагополучных в экологическом отношении ситуаций. Основные факторы, влияющие на окружающую среду при складировании отходов: большие площади земной поверхности, используемые для их размещения, выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы в поверхностные и подземные водоемы, пыление. Города Кировск и Апатиты расположены в Мурманской области на расстоянии 18 км друг от друга.



Рис.1 Карта расположения городов Кировск и Апатиты

Кировско-Апатитский район отличается развитой горной промышленностью. Здесь работает комбинат, ведущий отработку апатит-нефелиновых месторождений. Результатом эксплуатации апатит-нефелиновых руд являются не только минеральные удобрения, но и отходы обогащения, накопленные и заскладированные в действующих и законсервированных хвостохранилищах, которые являются угрозой для окружающей среды и здоровья человека. Градообразующее предприятие – АО «Апатит» является крупнейшим производителем сырья для фосфорных удобрений. Изготавливается оно из апатитовой руды, которую добывают в Хибинских горах. Одна из проблем в том, что после обогащения руды на апатит-нефелиновой обогатительной фабрике (АНОФ) остаются жидкие отходы, называемые «хвостами». По сложившейся с советских времен традиции, их выливают в «хвостохранилища» – огороженные

дамбами природные водоемы.



Рис.2 Хвостохранилище отходов обогащения апатит-нефелиновых руд

Апатит-нефелиновые месторождения эксплуатируются АО «Апатит» с 1931 года. Хвосты обогатительной фабрики, вначале сбрасывались в реку Белая и накапливались у ее излучины, а основная часть выносилась в Сейдозеро и попадала в озеро Имандра. Таким образом, первым техногенным месторождением АО «Апатит» можно считать накопление хвостов у излучины реки Белой. Второе законсервированное хвостохранилище находится в районе города Кировска, у 13 км автомобильной дороги между городами Апатиты и Кировск. Небольшое хвостохранилище находится в промышленной зоне у Апатитской ТЭЦ, подверженное влиянию газовых выбросов с Апатитской ТЭЦ. Помимо вышеуказанных имеются еще два самых крупных хвостохранилища: район поселка Титан и Сейдозеро вместе с губой реки Белой. Эти хвостохранилища являются действующими. Первое из них (бывшее хвостохранилище АНОФ-1) служит теперь для АНОФ-3, а во второе в настоящее время складируются хвосты АНОФ-2. В настоящее время проблемным является хвостохранилище фабрики АНОФ-2, расположенное в губе Белой озера Имандра. Это в восьми километрах на юго-восток от города Апатиты –  второго по численности населенного пункта Мурманской области. Площадь хранилища, содержащего 623 миллиона тонн отходов, составляет более 2 000 гектар, из них используется 770. Длина дамбы этого хвостохранилища составляет 11 километров, а наибольшая высота -70 метров. [3] Хвостохранилища расположены вблизи населенных пунктов

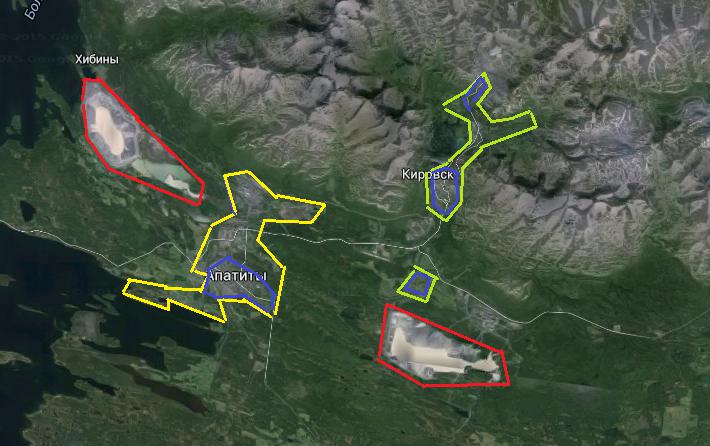


Рис.3 Для сравнения масштабов: красный — хвостохранилища; жёлтый — Апатиты; зелёный — Кировск; синий — жилые зоны городов, где находятся жилые дома и прочая гражданская инфраструктура



Рис. 4 Пылящее хвостохранилище АНОФ 2

**1. Чем опасны «хвосты»**

Как сказываются на людях отходы хвостохранилищ? В общем-то, никто и не скрывает, что они негативно влияют на окружающую среду: нижние слои хвостохранилища являются источником загрязнения грунтовых вод, а через них водоемов, непосредственно соседствующих с хвостохранилищем. Стоки и ливневые воды поступают с поверхности хвостохранилища в озеро Имандра. Продукты выветривания верхних слоев представляют угрозу загрязнения атмосферы, образуя аэрозоли.



Рис.5 Ореол загрязнения пылью с хвостохранилищ, направляющийся

в сторону города Апатиты

В настоящее время в России для отходов, в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов РФ от 15.06.2001 года № 511, установлено пять классов опасности. «Хвосты» АО «Апатит» отнесены к пятому (самому низшему) классу, то есть, они практически не нарушают экосистему. Однако, каждый год с весны по середину лета, когда водоемы подсыхают, «хвосты» не дают дышать местным жителям, поскольку начинают пылить при появлении сильного северного или северо-западного ветра, который дует именно в сторону города Апатиты. В последний раз город полностью накрыла плотная завеса мелкой взвешенной пыли в июле 2011 года. Машины и помещения были просто «запорошены» пылью. В городе стало невозможно дышать. Взвешенные вещества, распыляемые ветром, как сами по себе, так и в комбинации с другими загрязнителями представляют очень серьезную угрозу для здоровья человека. Они способны проникать глубоко в легкие, – и там накапливаться. По данным Мурманского Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», которое имеет в городе стационарные посты контроля атмосферного воздуха, в этот день была отмечена наибольшая среднемесячная и максимальная разовая концентрация взвешенных веществ (ВВ). В некоторые дни лета при ветрах северо-западного направления в городе отмечались превышения разовых концентраций общего количества ВВ до 2.2 предельно допустимых концентраций (ПДК) и разовых концентраций до 2.5 ПДК. Сразу после этого инцидента АО «Апатит» усилило поливку отвалов битумной эмульсией, которая не дает отвалам пылиться. [3] Но и сейчас, пыль по-прежнему накрывает город при определенном направлении ветра.



Рис. 6 Пыление «хвостов» 20 и 22 июня 2020 года – форс-мажор

Сначала в Кировско-Апатитском районе выпало рекордное количество снега, что сильно отсрочило начало сезона пылеподавления.

Резкое потепление привело к массовому таянию снега на хвостохранилищах. Пляжи АНОФ-2 и АНОФ-3 освободились от снега и подсохли практически одновременно. Солнечная погода, малое количество осадков и постоянные, очень сильные ветра лишь усугубили ситуацию.



Рис. 7 Дорога между Кировском и Апатитами, июль 2021 года

Зимой в воздухе Апатитов и Кировска обычно не обнаруживается следов этой пыли, но возникает другая проблема. В зимнее время при посыпке дорог и территорий городов используется предварительно просушенный шлам, извлеченный при расчистке чаши пруда отстойника, который с обувью разносится в помещения, а весной, подсыхая на солнце, начинает пылить.

По данным Всемирной организации здравоохранения, при концентрации пыли в атмосферном воздухе 0,08 мг/м3 люди ощущают дискомфорт, а при увеличении до 0,25-0,5 мг/м3 наблюдается ухудшение состояния больных с легочными проблемами. При этом рекомендуется мониторинг не только массовой доли взвешенных частиц, но и ее фракционного состава. Последние исследования говорят о связи их содержания в атмосфере с уровнем заболеваемости, поэтому нормативы в последние десятилетия ужесточаются, причем во всех странах. [1]

**2. Варианты решения проблемы**

Вопрос о закрытии предприятия в нашей работе не ставится– речь идет о том можно ли от хвостов избавиться, а если нельзя, то как с ними соседствовать? Как в современных условиях уравновесить экономические и экологические интересы? Эти вопросы (и ответы на них) особенно актуальны.

1. Одной из мер является увеличение высоты дамбы еще на 20 метров. Действовать хвостохранилище начало в 1969 году, достигнув уже предельного уровня заполнения, потому нужна его реконструкция. Сейчас ее высота составляет 50 метров от уровня земли, – или 130 метров от основания хранилища, т.е. предполагается поднять высоту до 70 метров (или со 180 до 200 метров абсолютной высоты). Но такая мера вызывает сомнение: увеличение высоты дамбы, а, следовательно, и увеличение количества отходов в хвостохранилище, может привести к обратному эффекту – большему радиусу пыления.

2. В процессе переработки апатит-нефелиновая руда разделяется путем флотации на две фракции, одна из которых – апатит – востребована. Вторая – нефелин– к сожалению, не очень. В этом и корень проблемы. Конечно, еще академик Ферсман предлагал перерабатывать руду комплексно, и с тех пор специалисты, в первую очередь Кольского научного центра РАН, разработали немало технологий переработки и использования разных полезных веществ, мертвым грузом лежащих в хвостах – недаром их называют техногенными месторождениями. Сотни тысяч тонн нефелина, тонны редкоземельных элементов – столько, сколько за год производится на всей планете! Титаномагнетит, сфен, эгирин и прочие полезные «в хозяйстве» минералы. Минеральный состав хвостов приведен в таблице 1

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Минерал** | **Апатит** | **Нефелин** | **Эгирин** | **Сфен** | **Титаномагнетит** | **Полевые шпаты** |
| **Содержание %** | **4-8** | **55-65** | **7-10** | **1,5 – 3** | **2 – 3** | **8 – 12** |

Проблема в том, что все это богатство сегодня не востребовано – нет спроса. Из нефелина получают глинозем (а затем путем электролиза – алюминий), содопродукты, шлам, необходимый для цемента. Однако производит все это единственный комбинат – в Пикалеве (входит в компанию «ФосАгро» как и АО «Апатит») и объем производства там небольшой. Это никак не решает проблему, сбыта нефелина, которого образуется на апатит-нефелиновых фабриках «Апатита» гораздо больше. Единственное, что могло бы кардинально решить проблему – это если бы «Апатит» построил глиноземный комбинат и цементный завод. При условии, что отечественная алюминиевая промышленность с бокситов перейдет на глинозем, а штокмановские объекты будут строиться на нашем цементе. Но идея перехода на полномасштабную переработку нефелина, который составляет более девяноста процентов этой почти миллиардной массы отходов, пока нежизнеспособна.

**3. Меры, принимаемые для подавления пыли**

Проблема пыления хвостохранилищ появилась не сегодня и присуща не только АО «Апатит»: в той или иной степени, она проявляется на всех горнодобывающих предприятиях мира.

В настоящее время на предприятии применяют два способа закрепления хвостов: биологический и физико-химический. Биологический – это засев откосов и участков хвостохранилищ, более не подлежащих намыву, семенами волоснеца песчаного. Растение крайне неприхотливо и способно произрастать даже на скудных песках отходов обогатительных фабрик. Он образует мощную корневую систему, которая цепко держит хвосты и препятствует выносу пыли.



Рис.8 Волосенец песчаный

Физико-химический способ закрепления— это отработанный годами метод обработки пылящих хвостов битумной эмульсией. Вместе с тем компания «ФосАгро» постоянно мониторит рынок новых реагентов и отслеживает усовершенствования технологии закрепления поля хвостохранилища и полотна дорог хвостохранилищ. Сопровождают испытания новых реагентов Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН.

В 1991 году создан Отдел охраны окружающей среды АО «Апатит» - одно из самых молодых подразделений предприятия, задачей которого является контроль выполнения природоохранного законодательства в структурных подразделениях.

**4. Приоритет экологической политики компании "ФосАгро"**

Руководство компании озабочено проблемой экологии. Предприятие организовало проведение научно-исследовательской работы по совершенствованию процесса химического закрепления территорий хвостохранилища. Исследовательскую работу по договору с предприятием выполнил Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН.

Закуплена новая техника и оборудование: сверхпроходимые трактора NevHolland, специальные емкости распределители реагентов, насосное оборудование и произведён переход на новые более эффективные реагенты. Общие затраты на реализацию инвестиционной программы без учета стоимости реагентов и стоимости услуг по закреплению составили свыше 48 миллионов рублей. Использование новой техники позволило значительно улучшить процесс пылеподавления, в частности, новые сверхпроходимые трактора позволяют закреплять недоступные для ранее использованной техники труднопроходимые участки. Новый реагент для химического закрепления, производства всемирно известной компании Nalco, позволяет производить работы при более низких температурах окружающей среды и производить закрепление в период осадков. Эффективность и безопасность нового реагента Dustbint производства компании Nalco подтверждены исследованиями, проведёнными Институтом проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН. которым теперь закрепляют пляжные зоны. Оба продукта доказали свою высокую эффективность, неприхотливость в использовании и надежность.

Первые результаты работы на новой технике и с использованием нового реагента позволяют судить об эффективности дополнительных мер по борьбе с пылением и дают оптимистичный прогноз по улучшению экологической ситуации.

Проектной организацией ООО "Горно-Химический инжиниринг" разработаны основные технические решения по технологии изъятия и складирования донных отложений: расчистке чаши пруда отстойника. Извлечено 37 тысяч тонн шлама, который после подсушки и обработки нашел применение для благоустройства территорий в качестве плодородного грунта.

Минимизация воздействия производства на окружающую среду – приоритет экологической политики компании "ФосАгро".Кировский филиал АО "Апатит" ежегодно разрабатывает и реализует программы производственного экологического контроля, которые учитывают все виды воздействия на окружающую среду; выполняет научно-исследовательские работы в области охраны окружающей среды, ведет разработки и внедрение природоохранных мероприятий вместе с ведущими институтами и проектными организациями России. [2]

Предприятие «Апатит» не ограничилось только физико-химическими методами пылеподавления. На АНОФ-2 и АНОФ-3 модернизировали передел измельчения – внедрили технологию тонкого грохочения

Сегодня компания «ФосАгро», КФ АО «Апатит» и НИУИФ разрабатывают комплексную программу технического перевооружения гидросооружений АНОФ-2. Одна из главных целей проекта – сокращение пылящих площадей.

Аналогичный процесс идёт сейчас на АНОФ-3. Интенсивность работы на «хвостовом» хозяйстве очень высока – завершить проект техперевооружения гидросооружений необходимо за два года

Компания постоянно отслеживает все новейшие технологии по пылеподавлению. В КФ АО «Апатит» идёт подготовка к испытанию агломерирующего гидросорбционного эмульгатора (АГЭ).

Новинку швейцарского производства только-только опробовали зарубежные горнодобывающие предприятия. Это первый в мире пылеулавливающий продукт, который использует микробиологическую технологию для борьбы с пылью. Если АГЭ подтвердит свою эффективность, его начнут применять на хвостохранилищах второй и третьей обогатительных фабрик.

Первоочередной задачей было снизить переизмельчение руды. После внедрения нового метода содержание шламовых фракций размером менее 74микрон сократилось почти на 10 %.

Сегодня мы обеспечиваем содержание мелких фракций в измельчённой руде на уровне 40–42 %. Это один из шагов к условиям сокращения пыления как на наших производственных площадках, так и на хвостохранилищах.

Содержание пылевидных фракций в измельчённой руде и в «хвостах» на 10 % меньше, чем было даже 4–5 лет назад.

Необходимо добиться, чтобы ширина пляжных зон не превышала 150–250 метров. С одной стороны, будем расширять бермы (дороги хвостохранилищ), чтобы сократить кольцо и уменьшить протяжённость пляжей. С другой – увеличим темпы поднятия уровней отметок, чтобы быстрее заполнять хвостохранилище прудком. По плану на полную реализацию программы потребуется не более четырёх лет. Она позволит значительно сократить площади пылящих поверхностей.

Кировским филиалом АО «Апатит» для уменьшения выбросов пыли в атмосферный воздух производится закрепление реагентов пылящих поверхностей всех участков хвостохранилища кроме тех, которые находятся в эксплуатации.

Дороги и проезды на территории хвостохранилища закрепляют специальным раствором. Работы проводятся ежегодно после схода снежного покрова.

Вопросу пылеподавления на предприятии всегда уделяли должное внимание, однако время потребовало кардинальных решений. Предприятие ведёт постоянную работу – тесно сотрудничает с учёными КНЦ РАН, проводит испытания современных реагентов, внедрили технологию тонкого грохочения на обогатительных фабриках, что снизило переизмельчение руды и сократило содержание шламовых фракций (класса менее 74 микрон) на 10 %. В настоящее время КФ АО «Апатит» совместно с НИУИФ разрабатывает и реализует комплексные программы техперевооружения гидротехнических сооружений АНОФ-2 и АНОФ-3.

Одна из целей указанных программ – сокращение пылящих площадей. Решить её можно только комплексным подходом. Один из шагов – подъём уровня воды в прудках хвостохранилищ для затопления прибрежных участков пылящих поверхностей пляжей. Нужно добиться того, чтобы ширина пляжных зон не превышала 150–250 метров, что положительно отразится на экологической обстановке в тёплый период года. Именно на это нацелено техперевооружение гидротехнических сооружений АНОФ-3 и АНОФ-2. Объём работ по программам велик, требуются серьёзные финансовые вложения, но другого выхода просто нет.

1. **Вывод**

Способы решения проблемы: увеличение высоты дамбы; комплексная переработка сырья; строительство глиноземного комбината и цементного завода. Но самым эффективным является применение технологии комплексного использования сырья, поскольку апатит-нефелиновые руды являются комплексным сырьем. Таким образом, альтернатива нынешнему положению все-таки есть – применить на хвостах новые, инновационные, технологии комплексного использования, которые позволят максимально защитить окружающую среду от вредных выбросов. Экологическая безопасность региона тесно связана с проблемой комплексного использования руды. Проблема компанией "ФосАгро" решается, но не так быстро, как хотелось бы. Однако, хвосты, хотя и в меньшей степени, но все еще продолжают пылить.

1. **Литература**

1. Калугин А.И. Приоритетные направления комплексного использования хибинского апатит-нефелинового сырья и их практическая реализация / А.И. Калугин, Б.В. Левин // Труды НИУИФ 1919-2014 / ОАО «НИУИФ». М., 2014.

1. Маслобоев В.А. и др. Численное моделирование процессов пыления

хвостохранилища АНОФ-2. Вестник МГТУ. Т.17. Выпуск 2. М.: МГТУ, 2014.

1. Мурманский вестник от 27.04.2011 Зоя КАБЫШ, Апатиты
2. Российская газета – экономика С-З № 7447 (281), 12.12.2017
3. Publishedon December 19, 2012 by [Алексей Павлов](http://bellona.ru/2012/12/19/polumery-ne-reshayut-ekologicheskih-pro/#bio-48785)
4. Экономическая библиотека - <http://economy-lib.com/ekonomicheskaya-effektivnost-kompleksnoy-pererabotki-apatito-nefelinovyh-rud-hibinskih-mestorozhdeniy#ixzz5JLd0m93h>
5. <https://wspitaly.ru/zapchasti/nefelinovoe-hvostohranilische-chto-eto>