

# Рукотворные месторождения ждут своего часа

Вопросы утилизации промышленных и техногенных отходов обсудили участники конгресса «Техноген-2012», состоявшегося в Екатеринбурге. В нем приняли участие авторитетные ученые России, Украины и Казахстана, а также промышленники Германии.

В организации Международного конгресса «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов утилизации техногенных образований «Техноген-2012» приняли участие академические и отраслевые институты - ФГБУН «Институт металлургии» УрО РАН (ИМЕТ УрО РАН) и Уральский федеральный университет (УрФУ), ОАО «Уралмеханобр», при поддержке правительства Свердловской области, УГМК, ТМК и Российского фонда фундаментальных исследований. Среди организаторов - Научный совет по металлургии и металлотории РАН, ИМЕТ УрО РАН, УрФУ и УГМК. В рамках конгресса

прошли секционные и пленарные заседания, на которых специалисты дали оценку сложившегося экологического положения с отходами промышленных предприятий, а также обсудили накопленный опыт переработки техногена.

## Накапливается больше, чем утилизируется

...Вопросы утилизации техногенных отходов на Среднем Урале стоят очень остро. В регионе уже накоплено свыше 8,6 млрд т отходов, ежегодно этот объем увеличивается еще на 180 млн т, из которых используется около 80 млн т. Структура техногена выглядит следующим образом: более

83% отходов образуется на горнодобывающих предприятиях, около 11% - на предприятиях металлургического комплекса, 4% на электростанциях и других предприятиях по производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Наибольший объем размещения отходов - у Качканарского ГОКа и комбината «Урал-Асбест. На долю Рефтинской ГРЭС приходится около 30% всех выбросов в атмосферу Среднего Урала, это один из крупнейших загрязнителей всей Европы.

По оценке **Валерия Турлаева**, первого заместителя министра промышленности и науки Свердловской области, предприятия региона пока не очень активно вкладывают средства в создание замкнутых технологических циклов, когда отходы одного производства могут служить сырьем для другого, хотя в ряде случаев это бывает экономически выгодно. «Их использование в качестве вторичного сырья позволяет не только снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, но и сэкономить природные ресурсы».

По словам **Станислава Набойченко**, президента УрФУ, изначально классическая цветная металлургия базировалась на добротном исходном сырье, оно обеспечивало производство металлов требуемого качества. Сопутствующие элементы, такие как железо, сера и другие считались отвальным продуктом и беззастенчиво выбрасывались. Однако уже с начала 1960 годов все более значительную долю в общем объеме производства цветных металлов составляют



Валерий Турлаев, первый заместитель министра промышленности и науки Свердловской области



Слева направо: Леопольд Леонтьев, академик, председатель оргкомитета конгресса, Елена Третьякова, руководитель филиала компании Spectro в Екатеринбурге, Херст Линн, владелец компании Linn High Term, ФРГ

вторичные металлы. Это усложнило технологию и ухудшило качество получаемого металла, потребовало новых подходов и к организации производства, и к разработке новых технологий, и к подготовке кадров. Сегодня техноген становится все более востребованным как альтернативный источник черных, цветных, редких и драгоценных металлов.

По данным **Юрия Сорокина**, исп. директора НИЦ по переработке и использованию техногенных отходов Уральского института металлов, производство одной тонны чёрного металла сопровождается получением 5-17 тонн отходов, а цветных и драгоценных - до 100 тонн и более. На отвалах и шламохранилищах металлургических предприятий РФ скопилось более 1 миллиарда тонн отходов. Из них около 360 миллионов тонн отходов чёрной металлургии, и более 800 - цветной металлургии.

Эти техногенные образования с одной стороны, ухудшают экологические условия, а с другой - являются источником сырья для металлургии, производства строительных материалов, сельского хозяйства. Сегодня месторождения природного минерального сырья истощаются, новые - как правило, более бедные и расположены на

неосвоенных территориях. Поэтому всё острее встаёт вопрос комплексного и максимального использования имеющегося сырья, а также повторное использование текущих отходов и ранее созданного техногена.

Уральский институт металлов (УИМ) совместно с РАН и отраслевыми НИИ активно занимается решением проблемы использования металлургических отходов (пыли газоочистки, шламы, замасленная и сухая окалина).

Схемы предусматривают подготовку материалов, агломерацию, брикетирование, металлизацию брикетов, удаление цинка и производство комплексных флюсов. Создана и отработана в промышленном масштабе технология очистки выделяемого скрапа с применением дробильного и галтовочного оборудования.

Среди перспективных направлений утилизации техногена - производство железосодержащего сырья для использования в доменных печах. Сырьем для него служат отсеиваемые мелочи агломерата, аспирационные пыли, колошниковая пыль

и шламы газоочистки. В условиях ОАО «ЕВРАЗ НТМК» ванадийсодержащий железосодержащий производимый на аглофабрике Высокогорского ГОКа, используется с 2009 года. В результате вывода из шихты доменных печей отсеиваемого агломерата и известняка и полной утилизации ванадийсодержащего техногена возросла производительность печей, снизился удельный расход кокса и повысилось извлечение ванадия.

## Время разбрасывать и время собирать

...Для оценки фактических запасов, вещественного состава и свойств техногенных образований, а также технико-экономического обоснования перспектив их использования по заданию Минпромнауки РФ был разработан кадастр основных отходов горно-металлургических предприятий чёрной и цветной металлургии. По словам **Александра Еремина**, зам министра природных ресурсов Свердловской области, кадастр размещен в свободном доступе на сайте министерства. Это периодически пополняемый свод данных об отходах производства и потребления 1-4 класса опасности.





Султанбек Кожамметов, Юрий Малышев, Леопольд Леонтьев

Кадастр состоит из 4 разделов и содержит данные об отходах, реестр объектов размещения отходов, банк данных о лицензиатах, и банк данных о технологиях и установках по переработке отходов. Кадастр выполняет связующую роль между всеми участниками рынка и инвесторами, его ведение поручено ГКУ «Центр экологического мониторинга и контроля».

В 2010-11 годах проведена инвентаризация объектов размещения отходов, сформированы характеристики на 973 объекта размещения отходов. Выяснилось, что 34 объекта не имеют хозяев.

Объем инвестирования предприятий в проекты по переработке техногена в Свердловской области составляет по итогам 2011 года около 1 млрд руб. В Свердловской области сегодня перерабатывается почти половина образующихся отходов, и есть тенденция к росту этого показателя.

### Начинать надо с инвентаризации

По мнению **Юрия Малышева**, директора Государственного геологического музея РАН им. В.И. Вернадского, для систематического вовлечения в хозяйственный оборот техногенных месторождений необходимо для начала провести их инвентаризацию и классификацию.

Условно их можно разделить на несколько групп: месторождения с прорывнейшей технологией разработки и без обогащения (созданные еще до революции), накопленные в годы индустриализации, в годы отечественной войны и сразу после нее.

Разработка технологий комплексного извлечения в стране началась лишь после создания института «Уралмеханобр», что существенно повысило коэффициент извлечения, но все же в целом он оставался на низком уровне. Так происходило потому, что во времена СССР каждый глав или министерство добывали только свой вид сырья, остальное отправляли в отвалы. И в наше время при добыче полезных ископаемых теряется как минимум 12% угля, 3% меди, 4% железа.

Степень утилизации в нашей стране заметно ниже, чем на Западе. В России используется не более 20-25% образующихся отходов, в США и Западной Европе горнопромышленные отходы используются на 85-90%. Этому способствуют дефицит и высокая стоимость земли, высокие санкции за загрязнение окружающей среды.

В США доля вторичного сырья в производстве цветных металлов составляет: меди 55%, вольфрама – 28%, никеля – 25%. В США и Западной Европе из вторресурсов получают около 49% свинца, 52% олова,



Юрий Сорокин

в Японии – 85% алюминия, в Германии – до 70% черных металлов и 90% цинка. В последнее время в ЕС разрабатывается программа по полному исключению образования отходов. В России об этом пока приходится только мечтать.

Глобальная проблема современности – неконтролируемый рост техногенной среды. Ранжирование горнопромышленных районов России до 2030 года на основе анализа данных госстатистики показывает, что наибольшие риски связаны с развитием Кузнецкого, Нижнетагильского, Качканарского, Губкинского, Старооскольского и Норильского горнопромышленных комплексов.

Создание единой базы данных по содержанию ценных компонентов в техногенных отходах этих районов будет способствовать более полному их использованию, и некоторые горнодобывающие предприятия уже идут по этому пути.

В частности, на Ковдорском ГОКе (Мурманская обл.) построена целая фабрика, где из техногенных отходов извлекается цирконий. Переработка отвалов Джидинского вольфрамомолибденового ГОКа (Бурятия) обеспечила дополнительный источник вольфрамового концентрата, которого хватит надолго: за время своей деятельности с 1934 года ГОК накопил более 40 млн. тонн отходов на площади около 700 га.



Станислав Набойченко

Повышенное внимание к старым отвалам диктуется высоким спросом на редкие и редкоземельные металлы со стороны мировых высокотехнологичных рынков микроэлектроники, и он будет только расти.

Более 90% мирового производства редкоземельных металлов обеспечивается Китаем, именно от него зависит конечное производство телефонов и другой высокотехнологичной продукции в Японии и Финляндии.

По объему балансовых запасов редкоземельного сырья (около 28 млн т) Россия – на втором месте в мире после Китая. Но объемы его добычи в РФ незначительны и составляют 80-90 тыс т в год. Менее 5% металлов извлекаются в концентраты и поступает в дальнейшую переработку.

Россия почти не ведет геологоразведочных работ, для большинства разведанных месторождений характерны низкое содержание редкоземельных металлов, сложные горно-геологические условия. Тем более важен потенциал техногенных месторождений как дополнительной сырьевой базы.

Техногенные месторождения надо изучать в плановом порядке, начиная еще с дореволюционных времен, как и природные. А также создать законодательные условия, которые сделают их переработку более выгодной – на условиях ГЧП.



Участники конференции

### Кто нам мешает – тот нам поможет

В 2007 году объемы добычи сырой руды всех видов полезных ископаемых в России превысили уровень 1990 года. Но доля товарной руды все последние годы неизменно падала – за счет ухудшения горно-технических условий и качества руды в недрах.

Именно поэтому возникают предпосылки для эффективной переработки техногенного сырья. При создании технологической платформы «Твердые полезные ископаемые» техногенные образования были включены в качестве равноправного источника сырья для горной добычи и первых циклов металлургии. Теперь есть возможность рассматривать техногенные месторождения наравне с природными.

По оценке **Сергея Корнилова**, сотрудника Института горного дела УрО РАН, переработка техногена имеет несколько особенностей. Среди них – низкая степень разведанности и зависимость формирования объектов от технологий складирования. Появляются новые минеральные образования, в частности – в хромовых отходах появляется шестивалентный хром, которого в природном виде не бывает.

Без комплексной переработки сырья и его полной утилизации одно и то же сырье придется перелопачивать

дважды и трижды. До сих пор не отработана правовая форма организации производства, экономические принципы реализации продукции, качество научного сопровождения пока еще невысоко.

Миллионы тонн отходов медеплавильной отрасли в Свердловской области содержат соединения цинка, меди, серы, других элементов. Но они и наиболее труднообогатимы.

Сегодня гигантские средства затрачиваются на откачку кислых шахтных вод и их нейтрализацию. Более продуктивный подход – закачка их в тело хвостохранилищ, чтобы затем методами гидрометаллургии извлекать чистые металлы.

Имеются схемы подземного выщелачивания, когда текущие отходы обогащения используются в качестве закладки в старые выработки. При использовании электромагнитных наносекундных импульсов возрастает извлечение и раскрытие самих материалов, в том числе и лежалых металлургических шлаков, которые представляют собой совершенно другие минералы, возникшие именно в процессе металлургического производства.

Сегодня разрабатывается информационный проект по комплексному освоению природного техногенного сырья, ведется классификация всех видов полезных ископаемых, и минеральных образований.



Участники конференции

Пилотная версия пополняется и расширяется, учитывает брошенные и законсервированные «в мокрую» шахты старых медных месторождений Кировоградского района, среди которых - Лёвихинское, Шайтанское, Карпушихинское.

Создаётся гидравлическая модель с прогнозом изменение химического состава шахтных вод, позволяющая оценивать их запасы и виды. Ведётся паспортизация техногенных месторождений. В ряде случаев целесообразно строить обогатительные фабрики и отрабатывать отвалы на месте, чтобы не возить пустую породу на сотни километров.

### Инновации в рамках госпрограмм или корпоративных центров

На Урале образуется 27% всех российских отходов производства, в основном, горно-металлургического комплекса. За 300 лет промышленного освоения Урала накоплены уже миллиарды тонн отходов, и процесс этот продолжается, поскольку и сегодня в переработку поступает меньше половины образующихся отходов. По словам академика **Леопольда Леонтьева**, председателя оргкомитета конгресса, многие из этих отходов имеют содержание черных и цветных металлов даже выше, чем в природных рудах.

В частности, содержание цинка в цинксодержащих пылях, уловленных при переплавке лома на электро-сталеплавильных печах, составляет 15-16%, в то время как в природном минеральном сырье – около 4%. Содержание соединений железа в красных шламах, превышает 53%, это больше, чем во многих природных рудах. Кроме того, шламы содержат также соединения редкоземельных металлов. В шламохранилищах двух уральских алюминиевых заводов скопилось около 250 млн т красных шламов, что сравнимо с естественными месторождениями.

Огромные объемы цветных металлов и других ценных компонентов накоплены и в хвостах и других отходах обогатительных фабрик. Главная проблема в том, что они трудноскрываемые и труднообогатимые. Многие из этих рукотворных месторождений ждут своего часа, поскольку на сегодня эффективных, экономически целесообразных технологий их переработки просто нет. Переработка их гораздо сложнее, чем исходных материалов и требует специальных инновационных технологий.

По мнению **Султанбека Кожаметова**, президента Евразийского научно-технологического центра «Металлы и материалы» (Казахстан), решать эту проблему цветной металлургии надо в рамках целевых госпрограмм.

В частности, в Казахстане в 2011 году принято две научно-технологических госпрограммы по разработке технологий. Одна из них – научно-технологическое сопровождение и сертификация производства золота, другая – по извлечению редкоземов из отходов цветной и фосфорной промышленности.

В России подобных целевых госпрограмм пока нет, новые технологии утилизации рождаются, как правило, в рамках инженерных центров крупных горно-металлургических компаний.

### Комплексный подход

Интерес к переработке техногена прямо зависит от наличия технологий и уровня мировых цен на цветные, благородные и редкие металлы. Нынешний высокий уровень цен и постоянно растущий спрос уже сделали выгодным извлечение этих ресурсов из техногена.

Большие перспективы у современных технологий кучного, чанового и подземного выщелачивания, экстракции и гидрометаллургии. Если раньше они применялись при добыче урана и на золотоизвлекательных фабриках, то теперь все чаще – и при добыче цветных металлов.

Заметно улучшает экономику переработки комплексный подход к извлечению всех ценных компонентов. Показательна в этом плане переработка красных шламов алюминиевого производства.

Разговоры об извлечении из шламов соединений железа идут уже достаточно давно. Но только после того, как их стали рассматривать еще и как источник редкоземельных металлов, дело сдвинулось с мертвой точки. При комплексном подходе техпроцесс обещает стать гораздо более эффективным.

Компания «РУСАЛ», в состав которой входят оба уральских алюминиевых завода, разработала целую программу НИОКР по переработке красных шламов, инвестирует в нее в ближайшие три года около 600 млн рублей. В работе участвуют специалисты не только ИТЦ РУСАЛ, но и ряда академических и отраслевых институтов, в частности, ИМЕТ УрО РАН и «Уралмеханобр».

Включение «Уралмеханобр» в состав УГМК значительно улучшило финансирование научно-технологических разработок, в том числе по утилизации техногена. Новые технологии успешно

внедряются на предприятиях УГМК и других компаний. В частности, обогатительная фабрика СУМЗа сегодня полностью работает на шлаках.

По данным зам директора «Уралмеханобра» Галины Газалеевой, с 2009 года организована переработка клинкера - отходов цинкового производства УГМК.

Как результат – клинкер Челябинского цинкового завода (ЧЦЗ) сейчас не складывается, а сразу перерабатывается в товарную продукцию. После сепарации магнитная фракция направляется в шихту медеплавильного производства для извлечения меди и драгметаллов, немагнитная – на цементные заводы. В частности, ее охотно покупает ОАО «Сухоложскцемент».

Разработана также технология извлечения цинка из цинксодержащих пылей ДСП черной металлургии. Но ее применение сдерживает высокая стоимость транспортировки этого сырья от мест его образования на ЧЦЗ.

Проект организации участка подземного выщелачивания позволит извлекать медь и золото из лежалых пиритных огарков путем обжига пиритного концентрата. Освоение этой технологии на территории филиала УГМК «Производство полиметаллов» в Кировграде начнется после завершения процедур согласования.

...Большое значение переработке техногена уделяет компания «Рос-спецсплав», финансирование этого направления она ведет с 2006 года. В декабре 2011 года запущена первая очередь Ключевской обогатительной фабрики, которая не просто утилизирует отходы Ключевского завода ферросплавов, но и получает из них новые уникальные продукты, которые имеют спрос в металлургии, производстве огнеупоров и специальных цементов.

За 70 лет деятельности КЗФ накоплено около 2,5 млн т шлаков, каждый год в процессе производства образуется еще 35-40 тыс т. И нередко шлаки в этих отвалах представляют даже большую ценность, чем отдельные металлы, поскольку в них присутствует практически вся таблица Менделеева.

...Подход к техногенным образованиям меняется на глазах, при жизни одного поколения. Еще лет 15-20 назад главным было обеспечение безопасного хранения техногена и минимизации ущерба для окружающей среды.

Затем металлургические комбинаты организовали сортировку и переработку сталеплавильных шлаков. Скрап – на переплавку, щебень – на дорожное строительство. И это уже было прорывом.

Сегодня речь идет не просто об утилизации промышленных отходов, а об их комплексной и желательной – безотходной переработке. Техногенные образования уравниваются в правах с природными месторождениями, и это справедливо: и те и другие содержат миллионы тонн соединений металлов, и те и другие требуют специальных технологий извлечения ценных компонентов.

*...138 докладов и сообщений о фундаментальных физико-химических основах и конкретных технологических аспектах переработки отходов металлургического производства и смежных отраслей, об экологической безопасности и управлении техногенными образованиями образовали увесистый том в 550 страниц, который участники конгресса получили вместе с раздаточными материалами.*

*Таких основательных форумов со специализацией на техногене в рыночную эпоху на Урале еще не проводилось. Есть надежда, что конгресс станет традиционным, что позволит вывести переработку промышленных отходов на принципиально новый уровень.*

