

компонентов обеспечит повышение эффективности использования твердых отходов добычи и переработки угля. В свою очередь, это будет способствовать решению проблемы отходов угольной промышленности и углеобогащения.

### **Библиографический список**

1. Лобанов А.В., Иванова Е.В., Пейчев И.Д., Шифрин С.И., Черненко А.К. Установка для сушки отходов флотации, извлекаемых из илонакопителей // Уголь Украины. - 1996. - №12. - С. 32-34.
2. Жаров Ю.Н., Новикова Н.Н., Клер В.Р. О стабильности состава отходов обогащения угля // Уголь. - 1990. - №12. - С. 56-57.
3. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. - Екатеринбург: УрОРАН, 2005. - 655 с.
4. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник / Ю.Н. Жаров, Е.С.Мейтов, И.Г. Шарова и др. - М: Недра, 1996. - 239 с.
5. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. - 1962. - № 7. - С. 555-571.
6. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна / Ю.В. Буцик, М.Л.Левенштейн и др. - М.: Недра, 1972. - 340 с.
7. Справочник по содержанию малых элементов в товарной продукции угледобывающих и углеобогащательных предприятий Донецкого бассейна – Днепропетровск, 1994. - 187 с.

© Волкова Т.П., Целуйко О.В., 2008

УДК 556.314

Канд. геол.-мин. наук ВЫБОРОВ С.Г., студ. РУДЧЕНКО Е.А. (Донецкий национальный технический университет)

### **ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА АНТРОПОГЕННОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Водная среда является важной частью биосферы, обеспечивающей многочисленные обменные, физико-химические, биохимические процессы. Развитие гидросферы протекает во взаимосвязи и взаимодействии с контактирующими компонентами биосферы: атмосферой, литосферой и собственно биосферой – живым веществом планеты. Зародившись в недрах земли, вода проделала огромный путь и значительную работу, преобразовав с течением геологической истории Землю. Накопленный в настоящее время опыт позволяет утверждать о большой роли водных растворов в процессах магматической дифференциации вещества земной коры. Не вызывает сомнения у большинства геологов ведущая роль воды при формировании гранитоидов и месторождений полезных ископаемых, связанных с ними [1-3]. При непосредственном участии водных растворов происходят метаморфические процессы и формирование осадочных толщ. Вода является основным компонентом живых организмов, она регулирует все биохимические процессы, обеспечивающие их жизнедеятельность. Наконец, вода вовлечена в антропогенный оборот, участвует в производственной, бытовой, культурной и прочей деятельности людей.

В результате всех векторов взаимодействия, направления которых постоянно меняются под влиянием различных факторов, формируется тот тип и гидрогеохимический состав вод, который отвечает сложившимся переменчивым внешним условиям в конкретном месте и в конкретное время. Есть два аспекта, определяющих гидрогеохимические параметры воды. Во-первых, вся система взаимодействий, определяющих состав вод, стремится к равновесию. Во-вторых, параметры этой системы, то есть условия, определяющие равновесие, постоянно

меняются. В этой связи говорят о динамическом равновесии, которое характерно для определенных условий, сохраняющихся в течение определенного времени [4].

Наиболее неустойчивы в отношении достижения равновесных условий воды зоны гипергенеза, их химический состав и другие параметры зависят от многих факторов, главные из которых климатические и геолого-структурные условия. Их взаимодействием определяется характер рельефа и гидрографической сети, биоценоотические и физико-химические условия, которые играют также ведущую роль при формировании состава поверхностных и подземных вод. Поступательное развитие гидросферы тесно связано с геологической историей Земли. Так, начиная с рифея-кембрия, отмечается все возрастающая роль живого вещества на состав вод зоны гипергенеза [5].

В XIX веке и, особенно, в XX веке интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства выдвинуло на ведущее место антропогенный фактор воздействия на состав водной среды. В начале прошлого века В.И.Вернадский отмечал: «Девственные реки быстро исчезают или исчезли и заменились нового типа образованиями, новыми водами, ранее не существовавшими... На всей биосфере исчезают и изменяются старые виды поверхностных и пластовых вод, вод почв и источников, создаются новые культурные воды» [6].

При этом речь идет не просто о загрязнении вод, а именно о замене природных вод антропогенными. Понятие "загрязнение вод" воспринимается в буквальном смысле и предполагает попадание в воды нетипичных для них веществ, что приводит к ухудшению их качества. Опыт изучения зон влияния различных источников загрязнения поверхностных и подземных вод позволил ввести понятие "техногенного замещения вод" [7, 8]. Оно в более полной мере отражает суть наблюдаемых явлений, когда антропогенная деятельность приводит к созданию неравновесных условий состояния водной среды, которые постепенно выравниваются в процессе ее замещения. При этом изменяются параметры всех контактирующих сред: атмосферного воздуха, почв, водовмещающих пород, донных отложений, биоты. Зачастую происходит значительная перестройка существующих ландшафтов. Чем интенсивнее антропогенная нагрузка, тем более отчетливо выражено замещение природных вод. Выделяются региональные и локальные зоны замещения. Первые формируются под влиянием региональных источников загрязнения и занимают площадь более 100 км<sup>2</sup>. К ним относятся территории городов, сельхозугодия и ореолы рассеивания выбросов крупных металлургических, химических предприятий, тепловых электростанций. Вторые – локальные, образуются в зонах влияния небольших населенных пунктов, промышленных площадок предприятий и цехов, складов горюче-смазочных материалов и химически активных веществ, различных накопителей отходов и участков горных разработок. В большинстве случаев площадь их негативного влияния не превышает 10 км<sup>2</sup>.

Суть процесса замещения природных вод сводится к тому, что любое антропогенное воздействие приводит к необратимым процессам на биогеоценоотическом уровне, то есть все его компоненты изменяются. Наиболее типичны ситуации, когда аккумуляция веществ антропогенного происхождения происходит в почвенном слое, что приводит к изменению его структурно-вещественных параметров – меняются минеральный, микроэлементный состав и механические свойства. Нетипичные вещества из почвенного слоя мигрируют поверхностным стоком в водотоки и водоемы, фильтруются в подземные водоносные горизонты, вовлекаются в биохимический оборот, что сопровождается изменением растительного покрова, нарушением микробиологических процессов. Постепенно замещаются грунты зоны аэрации и водовмещающие породы, меняется состав донных



отложений. Это происходит за счет развития новых антропогенных минералов, большая часть которых образуется и в других геологических процессах, не связанных с антропогенезом. Наиболее распространенные антропогенные минералы - гипс (сульфат кальция) и сода (гидрокарбонат и карбонат натрия). Они являются типичными минералами почв, донных отложений, грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород в пределах населенных пунктов и зон влияния различных источников выбросов, основными компонентами которых является двуокись углерода и двуокись серы. Атмосферные осадки, насыщенные этими компонентами, способствуют развитию антропогенного замещения, которое приводит к полному замещению первичных карбонатов, так характерных для грунтов зоны аэрации, гипсом и в меньшей степени содовыми минералами. Гипс при этом развивается по всему профилю зоны аэрации в виде неравномерной вкрапленности, прожилков. Для верхней части характерны тонкозернистые, землистые агрегаты в ассоциации с содовыми минералами. С глубиной, по мере приближения к водоносному горизонту увеличиваются размеры зерна до 5 мм, отчетливо проявляются кристаллографические очертания зерен, размеры поликристаллических агрегатов иногда достигают 10-15 см, что не было характерно для первичных карбонатов. Содовые минералы отмечаются в виде белых землистых агрегатов в сростаниях с тонкозернистым гипсом и характерны для верхних горизонтов зоны аэрации. Эта вертикальная зональность определяется степенью растворимости данных минералов. Сода более растворима, поэтому выделяется в наиболее засушливой верхней части зоны аэрации. Другие менее распространенные и более растворимые (легко вымываемые из почв и грунтов зоны аэрации) минералы – мирабилит (сульфат натрия), хлориды и нитраты визуально не устанавливаются, однако их наличие подтверждают анализы водорастворимых солей.

Разрушение первичной минеральной среды почв, донных отложений, грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород и формирование новой антропогенной минерализации приводит к изменению условий обитания живых организмов. Они вынуждены приспособляться или уступать место более устойчивым для новых условий видам. Эти процессы усугубляются тем, что в процессе антропогенного замещения происходит не только изменение минерального и химического (макрокомпонентного) состава почв и грунтов, но и формируются аномальные ореолы токсичных микроэлементов. Ведущим компонентом этих изменений природной среды является вода, которая определяет состояние равновесия в биогеоценологических системах.

Кроме этого, актуальность проблемы данного замещения состоит в том, что вместе с минеральным составом грунтов зоны аэрации меняются их физико-механические свойства. Этот аспект является практически не изученным на настоящий момент. Грунты зоны аэрации служат основанием для многоэтажных жилых массивов, которые по известным экономическим причинам стремятся расти вверх, например, на смену девяти-десяти этажных домов в г.Донецке приходят дома в шестнадцать и даже в двадцать пять этажей. Нагрузки на грунты основания возрастают, а они в пределах промышленных городов Донбасса претерпели изменения, которые значительно снизили их прочностные характеристики. Замещение практически нерастворимых водой карбонатов на водорастворимый гипс приводит к усилению просадочных свойств грунтов в водонасыщенном состоянии.

Весь комплекс экологических и инженерно-геологических проблем невозможно решить без тщательного изучения процессов антропогенного замещения природной среды в целом и замещения природных вод в частности.

Процесс антропогенного замещения водной среды имеет закономерный характер развития. Длительное воздействие со стороны того или иного источника способствует

формированию ореола замещения, который проявляется как в горизонтах подземных вод, так и в поверхностных водотоках и водоемах, имеющих питание за счет поверхностного стока и за счет выклинивания грунтовых вод. Ореолы замещения при этом имеют закономерное зональное строение. Известно, что состав подземных вод определяется структурно-вещественными параметрами водовмещающих пород. Структура пород влияет на скорость и механизм фильтрации свойства, а вещество - на химический состав воды. В формировавшейся длительное время природной системе вода–порода–органическое вещество–растворенные газы существует определенное равновесие. Поэтому при поступлении загрязненных, химически агрессивных, антропогенных вод в объекты водной среды равновесие нарушается. Между техногенными водами и породой происходит сложный обмен компонентами. Формируются новые измененные породы, содержащие в своем составе техногенные минералы, равновесные с поступающей водой. Эти процессы протекают в зоне гипергенеза с различной скоростью и интенсивностью. Сформированный ореол техногенного замещения определяет состав грунтовых вод и влияет на качество поверхностных источников воды, расположенных ниже по фильтрационному потоку. Зональное строение ореолов обусловлено закономерной дифференциацией как макро-, так и микрокомпонентов. Вокруг эпицентров загрязнения устанавливается два типа зональности – концентрационная и ассоциативная. Под *концентрационной зональностью* понимается закономерное изменение концентрации компонентов от эпицентра аномалии к ее периферии. *Ассоциативная зональность* возникает в процессе закономерной дифференциации макро- и микрокомпонентов относительно антропогенного процесса, когда одни компоненты концентрируются в эпицентрах аномальных зон, другие - на их периферии или испытывают вынос. Исходя из этого, спектр элементов закономерно изменяется от эпицентра ореола замещения к его периферии.

Многолетние исследования (с 2002 по 2006 гг.) состояния водной среды в районе влияния Углегорской ТЭС позволили установить региональную гидрогеохимическую зональность (рис. 1).

В процессе проведения мониторинга поверхностных и подземных вод в зонах влияния золоотвала и промплощадки Углегорской ТЭС было установлено, что эти объекты сами находятся под воздействием неизвестных источников загрязнения, расположенных выше по подземному потоку и поверхностному стоку. Это однозначно фиксировалось по состоянию вод в контрольных створах скважин и гидрометрических постов, расположенных до зоны влияния золоотвала и промплощадки. Основные очаги загрязнения вод, где значительные превышения ПДК устанавливались для уровня минерализации и жесткости, сульфатов, хлоридов, железа, марганца, никеля, меди, цинка, свинца, кадмия, ртути, наблюдались выше исследуемых объектов до зон их возможного влияния. Эти очаги загрязнения имели устойчивый во времени характер проявления. Поэтому была поставлена задача по разграничению зон влияния и установлению источников дополнительного загрязнения водной среды, которая была решена при проведении более расширенного мониторинга вод. Для этого были опробованы различные водные объекты (водотоки, пруды, колодцы) в направлении от г.Горловки до Углегорской ТЭС вдоль водораздела рек Луганка и Бахмутка и балки склона к востоку от Углегорского водохранилища.



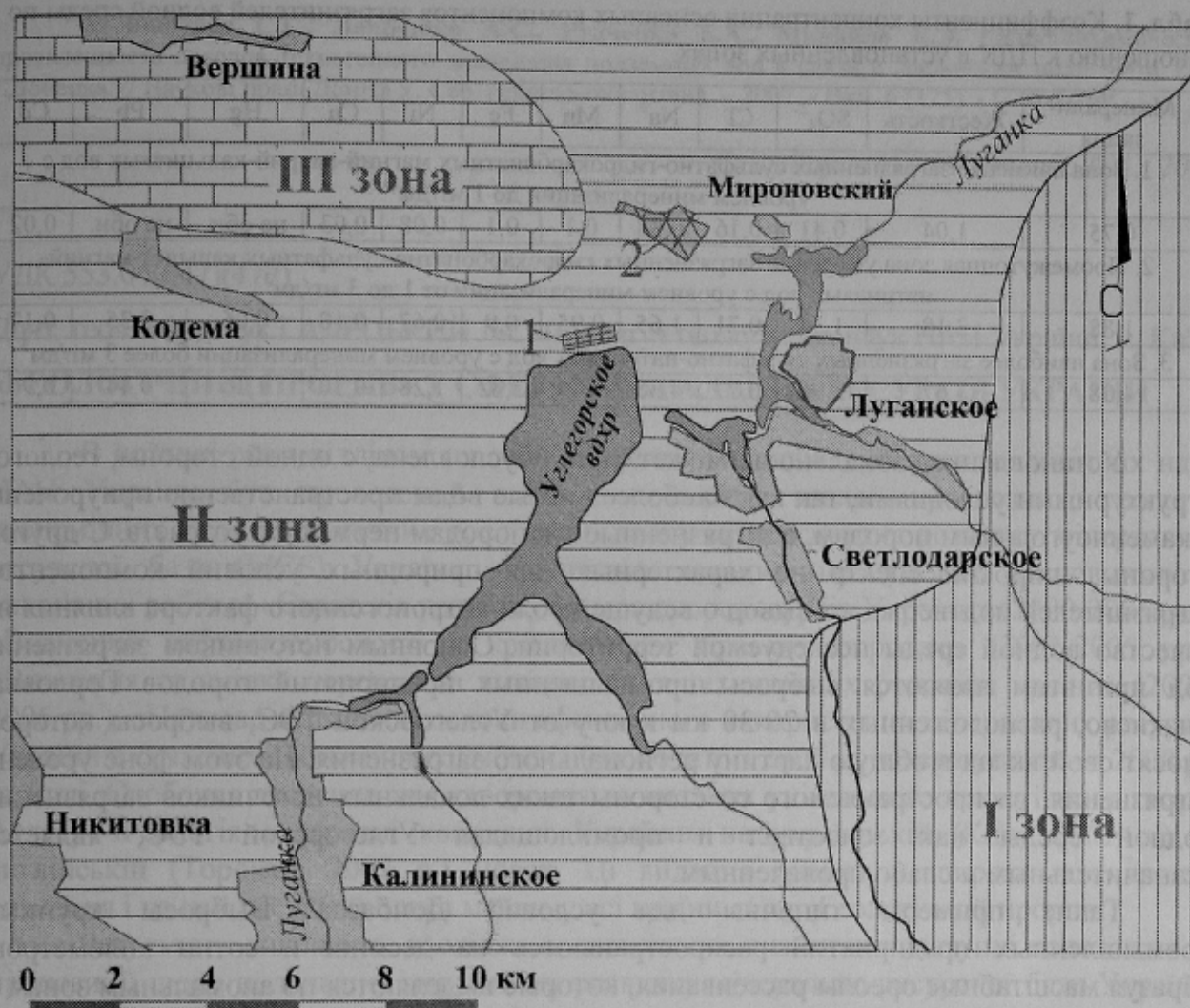


Рис. 1. Схема региональной гидрогеохимической зональности в районе Углегорского водохранилища: 1 – промплощадка Углегорской ТЭС; 2 – золоотвал ТЭС

В результате была установлена региональная гидрогеохимическая зональность, обусловленная природными и антропогенными факторами (таблица 1). Наиболее чистые воды (зона I) близкие по составу к природным, отмечаются на юго-востоке исследуемой территории в балке Карапулька и в балке Скелеватая вблизи села Нижнее Лозовое. Для них характерны низкий уровень минерализации (до  $1 \text{ мг/дм}^3$ ) и нормативные показатели по всем другим макро- и микрокомпонентам, а также преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый состав. К западу и востоку от водохранилища выделяется промежуточная зона (II), где уровень минерализации составляет от 1 до  $3 \text{ мг/дм}^3$ , устанавливаются превышения ПДК для сульфатов, натрия, железа, марганца, характерен гидрокарбонатно-сульфатный, кальций-магний-натриевый тип вод. На северо-западе территории в пределах водораздела рек Луганка и Бахмутка выделяется самая загрязненная зона (III) ореола замещения вод, наиболее устойчивая в районе населенных пунктов Семигорье, Кодема и Вершина, к западу от золоотвала и промплощадки ТЭС, которые располагаются на ее восточной границе. Здесь уровень минерализации вод превышает  $3 \text{ г/дм}^3$ , спектр компонентов загрязнителей наиболее широк (сульфаты, натрий, железо, марганец, свинец, никель, медь, цинк, ртуть, кадмий), воды имеют преимущественно сульфатно-натриевый состав.

**Табл. 1.** Коэффициенты концентрации основных компонентов загрязнителей водной среды по отношению к ПДК в установленных зонах

Минерализация	Жесткость	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mn	Fe	Ni	Cu	Hg	Pb	Cd
1. Зона наименее загрязненных сульфатно-гидрокарбонатных магний-натрий-кальциевых вод с уровнем минерализации до 1 мг/дм <sup>3</sup>											
0,75	1,04	0,41	0,16	0,38	0,1	0,1	0,08	0,03	не обн.	не обн.	0,02
2. Промежуточная зона умеренно загрязненных гидрокарбонатно-сульфатных кальций-магний-натриевых вод с уровнем минерализации от 1 до 3 мг/дм <sup>3</sup>											
1,88	2,18	1,34	0,71	1,65	0,95	0,9	0,67	0,18	0,06	0,35	0,17
3. Зона наиболее загрязненных сульфатно-натриевых вод с уровнем минерализации более 3 мг/дм <sup>3</sup>											
4,08	3,67	3,96	0,77	4,36	2,44	2,32	1,28	0,30	1,16	0,44	0,96

Установленная зональность может быть обусловлена, с одной стороны, геолого-структурными условиями, так как наиболее чистые воды пространственно приурочены к каменноугольным породам, а загрязненные – к породам пермского возраста. С другой стороны, широкий спектр не характерных для природных условий компонентов загрязнителей подтверждает вывод о ведущей роли антропогенного фактора влияния на качество водной среды исследуемой территории. Основным источником загрязнения вод при этом являются выбросы промышленных предприятий городов Горловка, Енакиево, расположенных в 20-30 км к югу от Углегорской ТЭС, выбросы которой вносят свой вклад в общую картину регионального загрязнения. На этом фоне уровень загрязнения, распространяемого со стороны таких локальных источников загрязнения водной среды как золоотвал и промплощадка Углегорской ТЭС, является незначительным и слабо проявленным.

Такие примеры типичны для условий Донбасса. Выбросы крупных промышленных предприятий распространяются на десятки и сотни километров, образуя масштабные ореолы рассеивания, которые выделяются по аномальным зонам в почвах, в поверхностных и подземных водах. Эти аномалии являются результатом антропогенного замещения природной среды, имеют устойчивый характер проявления. При этом их контур постоянно меняется, однако общие закономерности пространственной приуроченности остаются без изменения. В процессе проведенных исследований была решена задача по определению зон влияния золоотвала и промплощадки ТЭС, изучены факторы и выявлены источники регионального загрязнения водной среды территории. Подобные решения позволяют на достоверной основе оценить масштабы и степень антропогенной нагрузки территории, выявить источники загрязнения, определить зоны их влияния и на этой основе разработать комплекс природоохранных мероприятий по минимизации негативного воздействия на компоненты природной среды.

### Библиографический список

1. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов. // В кн. "Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях". Под ред. А.Г. Бетехтина. – М.: Из-во АН СССР, 1955. - С. 335-456.
2. Летников Ф.А. Гранитоиды глыбовых областей. – Новосибирск: Наука, 1975. - 216 с.
3. Омеляненко Б.И. Околорудные гидротермальные изменения пород. – М.: Недра, 1978.- 215с.
4. Шварцев С.Л., Пиннекер Е.В., Перельман А.И. и др. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия – Новосибирск: Наука, 1982. -287 с.
5. Перельман А.И. Геохимия природных вод. – М.: Наука, 1982.- 154с.
6. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: ОНТИ, 1933-1936. - 562 с.
7. Выборов С.Г., Павелко А.И., Щукин В.Н. Эпигенетические изменения водовмещающих пород под действием техногенных факторов // Наукові праці ДонНТУ. Сер. гірничо-геологічна. – 2004. - Вип. 81. - С. 56-61.



8. **Выборов С.Г., Лаврушко А.С., Рудченко Е.А., Миняйло Е.Э.** Гидрогеохимическая проявленность ореолов техногенного замещения подземных вод в связи с Ларинским полигоном ТБО г.Донецка. // Наукові праці ДонНТУ. Сер. гірничо-геологічна. – 2007. - Вип. 6 (125). - С. 163-169.

© *Выборов С.Г., Рудченко Е.А., 2008*

УДК 553.04(047)(477)

Докт. геол.-мін. наук **ГАЛЕЦЬКИЙ Л.С.** (Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ)

## **«ГЕОЛОГІЧНИЙ ПРОРИВ» У СФЕРІ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**

В останні роки відділом геології корисних копалин Інституту геологічних наук НАН України був проведений цикл комплексних геолого-прогнозних, геолого-економічних та геоекологічних досліджень стану та перспектив розвитку мінерально-ресурсної бази (МСБ) України у сучасних економічних умовах. Основними із виконаних робіт є: «Стратегія розвитку мінеральних ресурсів України» (2000-2004 рр.), «Вивчення нафтогазоносності в кристалічних гірських породах» (2002-2005 рр.), «Вивчення та оцінка перспектив використання техногенних родовищ країни» (2002-2006 рр.), «Науково-методичні основи ефективного використання мінеральних ресурсів України в сучасних економічних умовах» (розпочато з 2005 р., завершується - в 2008 р.) та інші. Особливе значення має створення та видання унікального геологічного твору: Атласу «Геологія і корисні копалини України» на українській (Київ, 2001 р.) та англійській (Торонто, 2007 р.) мовах. Ці видання одержали широке міжнародне визнання і на цей час розійшлися майже у всі країни світу (Геологічний прорив!).

Результати виконаних досліджень дозволяють визначити наступні положення та пропозиції щодо подальших перспектив розвитку мінерально-ресурсної бази України, перш за все у проривних напрямках.

Україна має потужну мінерально-сировинну базу (МСБ) и належить до найбільших мінерально-сировинних країн світу. На її території виявлено більше 20 тис. родовищ та рудопроявів, які представлені 77 видами корисних копалин. Розвідано близько 8 тисяч родовищ, майже половина з яких розробляються. Найбільше значення мають залізні, марганцеві, уранові руди, вугілля, газ, нафта та конденсат, титан, циркон, каолін та глини, графіт, нерудна сировина для металургії, каміння будівельне та декоративне, мінеральні води. На даний час з мінеральними ресурсами та продуктами їх переробки пов'язано 42% ВВП та 60% валютних надходжень від експорту.

Приблизна вартість розвіданих запасів основних видів корисних копалин перевищує 7,5 трлн. дол. США.

Займаючи площу в 603,7 тис.км<sup>2</sup> (0,4% світової суші) Україна спроможна забезпечити близько 5% світової потреби в мінеральній сировині.

Проте на цей час реалізація цього потужного мінерально-ресурсного потенціалу країни є недостатньою внаслідок відсутності державної стратегії розвитку МСБ, застосування застарілих технологій, пасивної інноваційної політики.

Найважливішим завданням є вдосконалення структури надрокористування за рахунок комплексного вивчення та видобутку мінеральної сировини на основі сучасних технологій, розробки нових видів сировини, перш за все кольорових та рідкісних металів і одночасно зниження екологічних навантажень на навколишнє середовище за рахунок скорочення об'ємів крупнотонажного виробництва.