Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
1986, т. 109

УДК 624.131.1:622.03

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

М.С.ЗАХАРОВ, С.В.КВАШУК

В связи со все более расширяющимися попытками использования системной методологии в инженерно-геологических исследованиях вырисовывается важная задача анализа и определения соответствующего круга понятий и терминов, на основе которых стали бы возможны постановка новых задач и поиски новых решений.

Любые попытки ввести новые понятия взамен традиционных, обозначающих сферу взаимодействия инженерного сооружения с горными породами (земной корой, литосферой и т.п.), не могут вызвать возражения при условии, что они логически обоснованы последовательным рядом определений по линии восхождения от абстрактного к конкретному. В противном случае происходит лишь удвоение терминологии и неизбежны терминологические споры. Кроме того, возникают обоснованные сомнения в конструктивной роли системного подхода вообще.

Исходным понятием, связанным с процедурой системного подхода, служит понятие системы. Среди обязательных атрибутов этого понятия есть два определяющих аспекта: целевая установка выделения системы и определение ее структуры. Исходя из целевой установки, геологическая система – это целостное геологическое пространство из множества элементов. В формализованном виде система может быть определена как некоторое множество элементов M, множество отношений $M\{r_i\}$, множество типов отношений $\{P_j\}$, совокупность правил построения системы, в которых участвуют как символы отношений R_i, так и некоторые типы отношений P_j^x.

Структурно-функциональный анализ является необходимым методическим приемом изучения геологических систем и построения региональных предсказаний, например, в задачах, связанных с рациональным использованием и охраной геологической среды месторождений полезных ископаемых. Для месторождения, геологическая среда которого испытывает наибольшие изменения в ощутимые исторические сроки, структура любой системы может быть выражена при-

[x] Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М., Радио и связь, 1982.

родно-техногенными объектами разного назначения: технологические участки (районы); промышленные и гражданские сооружения; участки, занятые отвалами, хвостохранилищами, водонакопителями, складами, дорогами; естественные природные ландшафты, зоны обитания и сельскохозяйственного производства и т.д. Все это элементы внутренней системы, ограниченной земельным отводом данного месторождения. От элементов системы можно перейти к ее организации, которая на каждом месторождении выражается пространственным распределением территорий различного назначения: территория горных работ, отработанная, рекультивированная, дополнительных производств, жилая и т.д. Можно полагать, что для месторождений с разной сложностью инженерно-геологических условий будет складываться вполне определенная организация геологической среды.

Для каждого месторождения можно выделить спектр основных и сопутствующих процессов, воздействующих на сложившуюся организацию системы. Количество показателей, по которым можно оценивать эволюцию элементов системы под их влиянием, достаточно велико, но наиболее существенными будут те, которые достаточно полно охватывают изменения вещества, геологические и геоморфологические деформации, важные для оценки состояния геологической среды в целом: площадь элемента S_i; высота элемента H_i, угол наклона поверхности α_i, глубина залегания подземных вод h_i, объемы основных групп пород (по инженерно-геологической классификации) V_i. Тенденции в изменении этих показателей (ΔS, ΔH, $\Delta\alpha$, ΔV, Δh) могут идти в сторону увеличения или уменьшения, изменения могут и отсутствовать.

Направление этих тенденций всех выделенных элементов (или их групп) определяется влиянием воздействий прежде всего внешней регуляции. К этим воздействиям на месторождениях твердых полезных ископаемых относятся, в первую очередь, объемы и способы добычи, обогащения, складирования и транспорта. Очевидно, следует рассматривать различные комбинации воздействий разной длительности. Даже в первом приближении можно говорить о том, что оценки выделенных показателей могут быть получены методом полевых наблюдений, расчета, аналогий, моделирования. Полезными будут крупномасштабные карты нарушенности геологической среды. На основе полученных оценок можно развернуть предсказания в отношении состояния и возможной эволюции всей геологической среды месторождения и его отдельных частей.

Исходя из вышеизложенных положений, проанализируем ситуацию на Соколовско-Сарбайском месторождении железных руд. Здесь можно выделить несколько типов геологической среды на основе общего учета характера и масштабов ее изменений в пределах земельного отвода. Прежде всего это карьеры, т.е. площади преображенного, разрушенного состояния геологической среды с измененными рельефом, геологическим строением, физическим состоянием и свойствами горных пород, гидрогеологическими условиями и новыми геологическими процессами. В их бортах вскрываются различные типы горных пород, обладающие специфическими свойствами; мощностью, условиями обводненности, способностью держать определенные углы заложения бортов и откосов и прочими характеристиками.

Нижние горизонты месторождения сложены дислоцированными породами палеозоя, представленными известняками, туффитами, магнетитовыми рудами, эпидот-хлоритовыми породами, пироксен-гранатовыми скарнами, роговиками, гранит-порфирами, диорит-порфиритами, туфами порфиритов и др. Генеральный угол заложения бортов в них 39–42°, углы заложения уступов достигают 57°, высота уступов 20 м. Здесь наблюдаются тектонические нарушения, дизъюнктивные дислокации. Общая площадь таких горизонтов, вскрытых и обнаженных карьерами, составляет около 450 га.

Мезозойско-кайнозойские породы вскрываются десятью 15-метровыми уступами с углами заложения борта около 25° и углами заложения откосов от 19° до 40°. Это глины коры выветривания палеозойских пород, верхнемеловые пески, оолитовые железные руды (K_2), опоковидные и сланцеватые глины ($P_2^2-P_3^2$), кварцевые пески (P_3^2), пестроцветные глины (N^{1+2}) и четвертичные суглинки и супеси.

На территории земельного отвода месторождения имеются участки с существенно измененными геологическими условиями. Это различные накопители: прежде всего Соколовский, Сарбайский, Перцевский водонакопители общей площадью около 1050 га, являющиеся источниками оборотного водоснабжения и сброса сточных вод. Имеется два золоотвала площадью около 200 га. Отходы обогащения руд сбрасываются в хвостохранилище, имеющее два отсека. Его общая площадь около 1100 га, в нем заскладировано более 120 млн.м^3 хвостов. Наиболее крупным отвалом является Северный (S = 1556 га, V = = 140 млн.м^3), смешанный по составу (песчано-глинистые и крупнообломочные породы). Его максимальная высота 50–55 м, углы заложения откосов 25–30°. Второй по величине отвал крупнообломочных пород – Центральный (S = 875 га, V = 160 млн.м^3) – имеет максимальную высоту около 55 м. На территории месторождения имеется еще шесть отвалов, песчано-глинистых пород (S = = 1100 га, V = 400 млн.м^3). В целом площадь отвалов на месторождении составляет 4588 га и в них заскладировано около 700 млн.м^3 горных пород.

Участки с измененным геологическим строением – это площади поселков, промышленных сооружений и площадок, линейных коммуникаций и т.п. общей площадью около 3000 га. Здесь изменено главным образом геологическое строение за счет песчаных и гравийных отсыпок мощностью до 2–3 м.

Из горных выработок на месторождении откачивается около 3600 м^3/ч воды. Поэтому в районе существенно изменены гидрогеологические условия – область разгрузки водоносных горизонтов переместилась из реки Тобол в карьеры, уровень мелового водоносного горизонта снижен на 38 м, а палеозойского на 55 м, последний превратился в безнапорный. В районе горных работ сформировалась депрессионная поверхность площадью около 31000 га.

В целом в пределах площади месторождения выделяется 18 различных участков, которые составляют элементы пространственной структуры геологической среды месторождения. Эти участки могут быть объединены соответственно обобщенным представлением о степени нарушенности геологической сре-

ды, что определяет форму существования этой структуры в виде различных уровней ее организации. Равновесие, существующее в этой структуре, очевидно, является динамическим и постоянно нарушается различными геологическими процессами. Но наиболее радикальных изменений следует ожидать при планируемых изменениях в системе отработки. К сожалению, наблюдения, ведущиеся на месторождениях полезных ископаемых, не позволяют построить количественный прогноз изменений геологической среды по всем необходимым параметрам. Однако тенденции этих изменений могут быть намечены достаточно отчетливо, что должно помочь в разработке теории и практики работы в области рационального использования и охраны геологической среды.

При существующем способе добычи (преимущественно открытом) глубина карьеров увеличивается примерно на 15 м в год. Высота отвалов с учетом свойств складируемых в них пород не превысит проектной (60 м), прирост объемов отвалов составляет ежегодно около 6–8 % от уже заскладированных объемов, что потребует дополнительного изъятия 30–40 га в год. По мере увеличения площади карьеров, т.е. увеличения дренажных площадей, объемы откачиваемых подземных вод будут расти, т.е. будет происходить дальнейшее снижение уровней и истощение запасов подземных вод.

При увеличении доли подземных работ (до 30–40 %) площадь, высота и объем отвалов песчано-глинистых и крупнообломочных пород приблизятся к конечным. Высота техногенных форм рельефа достигнет максимальной величины – 650 м. Площади бортов также вырастут до максимума, что определит уменьшение водопритоков в горные выработки и фильтрационных деформаций в бортах карьеров. Отработка месторождения подземным способом обусловит очень медленный и незначительный прирост объемов и площадей отвалов крупнообломочных пород. Продолжится истощение запасов подземных вод. Площади хвостохранилищ, золоотвалов, заболоченных или подтопленных земель будут увеличиваться. Часть автомобильных дорог выйдет из эксплуатации. На последних этапах отработки месторождения необходимо внедрение рекультивационных мероприятий на отработанных карьерах, отвалах и других объектах, вышедших из технологического цикла.

Таким образом, выдвинутые представления о геологической системе могут оказаться полезными для решения задач, связанных с прогнозом изменений геологической среды месторождений полезных ископаемых как некоторой целостности.

В этом случае вместо решения отдельных частных вопросов, связанных с тем или иным геологическим процессом, мы переходим к комплексному анализу инженерно-геологической обстановки, рассматривая наиболее отчетливые морфологические и функциональные изменения элементов системы – месторождения. Это в свою очередь создает более четкие перспективы в разработке различных мер инженерной защиты геологической среды.