УДК 624.131

И.П.ИВАНОВ, Т.Н.НИКОЛАЕВА, Г.Б.ПОСПЕХОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*), *Россия*

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Проблемы рекультивации земель, нарушенных в результате разработки месторождений полезных ископаемых, занимают приоритетное положение в современных исследованиях по рациональному использованию природных ресурсов. Рассмотрен подход к решению данной проблемы с позиции инженерной геологии.

Problems of reclamation the grounds broken as a result of development of deposits of minerals, borrow priority position in modern researches on rational use of natural resources. In clause the approach to the decision of the given problem from a position of engineering geology is considered.

Многообразие, масштаб и интенсивность различных опасных процессов, возникающих под воздействием техногенных факторов, приобретают характер, позволяющий говорить о надвигающемся экологическом кризисе для всего живого на Земле. С учетом требований социальной экологии [1] данные процессы, по Г.К.Бондарику, следует рассматривать, как следствие неоптимального функционирования создаваемых человеком природно-технических систем (ПТС) различных уровней.

На пути оптимизации ПТС одним из перспективных направлений деятельности, нашедшим свое законное место в перечне критических технологий Российской Федерации, является решение проблемы рекультивации нарушенных хозяйственной деятельностью человеческого общества земель, которые без проведения специальных восстановительных мероприятий станут мощным источником отрицательного воздействия на окружающую среду.

В связи с восстановлением (рекультивацией) нарушенных земель наиболее сложные задачи ставит горное производство, разрабатывающее месторождения полезных ископаемых. Подтверждением этого может служить статистика учета площади нарушенных земель на 1 января 2006 г. по различным отраслям промышленности (см. таблицу), приведенная в Государственном докладе «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2005 году» [3].

Сегодня при добыче 1 млн т угля нарушается от 3 до 43 га земли, железной руды – 14-600 га, марганцевой – 76-600 га [9]. Доля восстановленных территорий незначительна, при этом чаще всего объектами рекультивации карьерных полей являются только внешние и внутренние отвалы вскрышных пород, а остальные нарушенные участки являются источниками загрязнения и дальнейшего увеличения масштабов потери земель [10].

Вместе с тем наблюдается непрерывный рост нарушений территорий. Только в России под горные работы занято около 3 млн га земель, при этом в структуре нарушенных горным производством земель более 40 % общей площади занимают земли, нарушенные при разработке месторождений открытым (карьерным) способом, а в целом на территории стран СНГ функционируют свыше 5000 карьеров [9, 11]. Вследствие этого остро встает вопрос об ограничении негативных последствий открытых горных работ и рациональном использовании территорий, нарушенных при разработке месторождений. Многое в этом направлении можно сделать в области инженерной геоло-

Площади нарушенных и рекультивируемых земель в 2005 г, га [3]

Отрасль народного хозяйства	Наличие нарушенных земель на конец 2005 г.	Нарушено земель в 2005 г.	Рекультивировано земель в 2005 г.
Цветная металлургия	108773	11070	16682
Нефтедобывающая промышленность	96325	10988	8840
Геологоразведка	27385	2668	2533
Сельское хозяйство	117792	146	1971
Строительство автомобильных дорог	19640	1131	1506
Газовая промышленность	83698	2952	1266
Лесное хозяйство	65704	262	1183
Строительство нефтегазопроводов	11125	1489	1062
Угольная промышленность	103757	1413	986
Другие отрасли	46866	678	837
Электроэнергетика	26571	662	764
Промышленность строительных материалов	48935	530	750
Черная металлургия	51144	303	470
Водохозяйственное и мелиоративное строительство	10595	525	193
Торфяная промышленность	58604	117	111
Химическая, нефтяная промышленность	10072	88	70
Строительство железных дорог	4447	50	24
Итого:	891433	35072	39248

гии, в том числе и для существенного изменения баланса нарушенных и восстановленных земель в пользу последних.

Под рекультивацией понимают целый комплекс различных работ, направленных на восстановление и возможность нового целевого использования отработанных территорий, в зависимости от вида которого осуществляется выбор направления рекультивации [2]. При этом необходимо согласиться с утверждением, что на сегодняшний день ни в отечественной, ни в зарубежной практике еще не отработаны четкие и надежные критерии оптимизации ландшафтов путем рекультивации нарушенных и подлежащих нарушению земель [8].

Анализируя перечисленные в ГОСТе [6] факторы, можно сделать вывод о том, что разработка проектов рекультивации должна проводиться с учетом инженерно-геологических условий нарушенных территорий. На практике проектировщики ограничиваются материалами, накопленными в ходе разведки и эксплуатации месторождения для поставленных в «Положении о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям» [12] задач, без производства специальных инженерно-геологических исследований, состав и объем которых не регламентируется ни одним нормативным документом в области рекультивации земель.

Единственным документом, имеющим непосредственное отношение к инженерной геологии и определяющим необходимость приведения горных выработок в состояние, обеспечивающее безопасность населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений, а также использования горных выработок для иных народно-хозяйственных целей при полной или частичной ликвидации горно-добывающего предприятия, является «Инструкция по расчету устойчивости бортов разрезов при их ликвидации и обеспечению сохранности прилегающих к разрезам территорий» [9], в которой рассматриваются следующие вопросы:

– требования к изученности геологического строения бортов и длительной прочности пород в массиве с учетом их выветривания и разуплотнения;

– оценка степени устойчивости бортов ликвидируемых угольных карьеров;

– прогнозирование поверхностных и глубинных оползневых деформаций бортов и прилегающих к ним площадей земной поверхности;

– меры предотвращения опасных оползневых деформаций прибортовой полосы.

В то же время данная инструкция распространяется только на те ликвидируемые угольные карьеры или их участки, в которых по условиям залегания угольных пластов и экономической целесообразности в установленном порядке решено не производить заполнение выработанного пространства пустыми породами, а борта оставаясь не пригруженными, с течением времени могут деформироваться [7]. В ней не рассматриваются также методы изучения инженерно-геологических условий производства ликвидационных и рекультивационных работ.

Поэтому одной из важнейших задач современной инженерной геологии месторождений полезных ископаемых является обоснование инженерно-геологических исследований с целью выбора наиболее рационального способа рекультивации нарушенных земель, его технической реализации и последующего освоения прилегающих территорий. Вместе с тем сегодня в целом идет отставание в рассмотрении и развитии инженерно-геологических исследований и практического их внедрения на разных этапах освоения месторождений полезных ископаемых и территорий, прилегающих к ним, а особенно в период закрытия горных предприятий и перехода к рекультивационным работам.

Проблеме изучения различных аспектов рекультивации нарушенных земель горными работами исполнилось более 30 лет. При этом можно констатировать, что в целом сегодня существует недооценка наступающих после остановки горных работ изменений инженерно-геологических условий территорий разработки месторождений полезных ископаемых. Это особенно опасно для рекультивируемых территорий, нарушенных при разработке месторождений открытым способом, где одной из главных задач является обеспечение безопасности рекультивационных работ на отработанных карьерах и прилегающих к ним территорий с целью последующего их использования. Вследствие этого ранее были предложены типизации месторождений полезных ископаемых и карьерных полей, подлежащих рекультивации [4, 5] которые можно использовать при применении системного подхода к оценке неоднородных ПТС.

В большинстве случаев открытые горные работы ведутся в густонаселенных районах, а иногда и в непосредственной близости к населенным пунктам. После остановки горных работ закрытие большей части карьеров выполняется посредством их затопления подземными и поверхностными водами в ходе принимаемого, как правило, водохозяйственного направления рекультивации, что приводит к значительным изменениям инже-

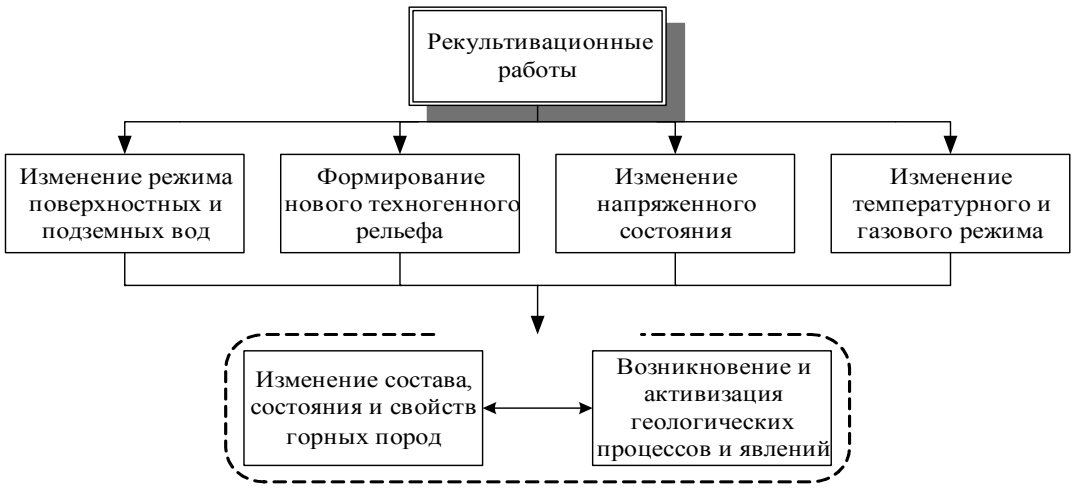


Схема взаимодействия рекультивационных работ с геологической средой

нерно-геологических условий прилегающих территорий и существенно сказывается на их использовании и дальнейшем освоении.

Данные изменения можно рассматривать по аналогии с разнообразными изменениями, наступающими в ходе подготовки месторождения к эксплуатации и строительства горных выработок [12], которые для условий открытых горных работ являются наиболее значимыми (см. рисунок).

Например, при средней глубине современного карьера 200 м и размерах 4 × 2 км создается прибортовая зона горных пород объемом более 0,5 млрд м^3, при этом образуются искусственные обнажения общей площадью более 10 млн м^2, а площадь депрессионной воронки, сформировавшейся в результате водопонижения, может превышать десятки квадратных километров [6].

В результате остановки открытых горных работ и перехода к различным мероприятиям по ликвидации горно-добывающего предприятия и рекультивации нарушенных земель возникают изменения напряженного и физического состояния очень больших объемов горных пород. Причем эти изменения происходят в пределах всей сферы влияния горных работ на геологическую среду, сформировавшуюся во время разработки месторождения, и накладываются на процессы, которые сопровождали добычу полезного ископаемого (выветривание, набухание, разуплотнение, гравитационные процессы на откосах и др.).

Вследствие недостаточной изученности влияния данных изменений на развитие и возникновение новых геологических процессов и явлений, в том числе и опасных, уточнение представлений об условиях их формирования необходимо выполнять на основе постояннодействующих моделей, детальность которых должна повышаться за счет перманентного мониторинга этих процессов.

На основании вышесказанного задачи инженерной геологии на этапе подготовки и в период рекультивации открытых горных работ можно сформулировать следующим образом:

– изучение и оценка инженерно-геологических условий территории месторождения полезного ископаемого, сформировавшихся к моменту остановки горных работ;

– обоснование наиболее рационального способа рекультивации нарушенных земель;

– прогноз изменения инженерно-геологических условий под воздействием рекультивационных работ на основе постояннодействующих моделей геологических процессов;

– управление и контроль изменения инженерно-геологических условий в период рекультивации нарушенных земель;

– обоснование мероприятий по инженерной защите рекультивируемых территорий от опасных геологических процессов и явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондарик Г.К.* Экологическая проблема и природно-технические системы. М.: Икар, 2004. 152 с.

2. ГОСТ 17.5.3.04.83. Охрана природы земли. Земли. Общие требования к рекультивации земель. М.: Изд-во стандартов, 1986. 10 с.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году» / М-во природн. ресурсов РФ. М.: АНО «Центр международных проектов», 2006. 500 с.

4. *Иванов И.П.* Новый подход при разработке инженерно-геологической типизации месторождений полезных ископаемых / И.П.Иванов, Т.Н.Николаева // Зап. Горного ин-та. 2003. Т.153. С.70-75.

5. Иванов И.П. Инженерно-геологическая типизация карьерных полей, подлежащих рекультивации / И.П.Иванов, Г.Б.Поспехов // Горн. информац.-аналит. бюллетень. 2004. № 5. С.76-82.

6. Иванов И.П. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. Л.: Недра, 1990. 302 с.

7. Инструкция по расчету устойчивости бортов разрезов при их ликвидации и обеспечению сохранности прилегающих к разрезам территорий / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горной геомех. и маркш. дела Л. 1977. 55 с.

8. *Коваленко В.С.* Рекультивация нарушенных земель на карьерах: Учеб. пособие. В 2 ч. / В.С.Коваленко, Р.М.Штенцайг, Т.В.Голик. М.: Изд-во Моск. гос. геолого-разв. ун-та, 2003. Ч.1. Основные требования к рекультивации нарушенных земель. 65 с.

9. *Комащенко В.И.* Влияние горнодобывающей промышленности и связанной с ней деятельности на окружающую среду: Учеб. пособие / В.И.Комащенко, К.Дребенштедт. М.: Изд-во Моск. гос. геолого-разв. ун-та, 2005. 148 с.

10. Основные нормативно-правовые акты по экологии угольной промышленности / Под ред. д.т.н. С.Л.Климова / Международ. акад. наук экологии, безопасн. человека и природы. СПб, 2000. С.144-146.

11. *Певзнер М.Е.* Экология горного производства / М.Е.Певзнер, В.П.Костовецкий. М.: Недра, 1990. 235 с.

12. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям / М-во природн. ресурсов РФ; Всерос. НИИ экономики минерал. сырья и геолого-развед. работ. М., 1999.