© Е.Ю. Куликова, 2006

УДК 69.035.4

Е.Ю. Куликова

КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ КАЧЕСТВА ПРИНЯТОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Критерий экологической оптимизации подземного строительства по какому-либо показателю качества принятой технологии может быть представлен в следующем виде [1]:

$$\Omega_{(\varepsilon ПТГС)opt} = \left[\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\omega_{i[e_a, e_b]}}{\omega_{N_i}} \right) \right] \to opt, \qquad (1)$$

где ω_{Ni} – нормированное значение i-го параметра качества технологического процесса; $[a_e,\ b_e]$ – заданные экологические ограничения; $\Omega_{\varepsilon ПТГС}$ – интегральная оценка качества подземного сооружения с учетом комплексного показателя состояния природно-техничес-кой геосистемы $\varepsilon_{ПТГС}$ «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда»; ω_i – параметры качества принятой технологии.

В процессе формирования ПТГС «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда» (стадия строительства) неизбежны экологические потери, связанные с двумя обстоятельствами:

- непосредственным воздействием технологических процессов и производительных сил (горно-строи-тельная техника, люди, обслуживающие объект, источники энергии и т.п.) на компоненты природы;
- необходимым использованием объектов природы в районе подземного строительства (использование природных ресурсов в технологическом цикле).

Каждое из этих обстоятельств может быть выражено количественной мерой экологических потерь, суммарно определяющих экологическую обстановку на текущий момент строительства подземного сооружения строительства. Идеальный вариант выбора соответствующей технологии и организации строительного процесса соответствует минимальным экологическим потерям D_{min}. При этом ПТГС «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда» в рассматриваемой ситуации обладает минимальным риском (максимальной экологической безопасностью).

Ситуация с наибольшим экологическим риском, как правило, складывается к моменту окончания технологических процессов строительства и при отсутствии соответствующих мероприятий инженерной защиты природно-техническая геосистема будет иметь состояние, выражаемое как:

$$S_k \to \Omega_c(t_k) \to \varepsilon_k(\Omega) \to D_{\max}, \qquad (2)$$

где S_k – показатель техногенных изменений; t_k – время окончания строительства.

Экологический допуск на технологические ограничения с учетом требований непревышения техногенных нагрузок определяется из выражения [2]:

$$\left. \begin{aligned} &\Delta\varepsilon_{ПТГС} = [\omega_{ei}] = \left| \omega_{e_b} - \omega_{t_a} \right|, \\ &(\Delta\omega_{ti})_{ti} \le [\omega_{ei}]. \end{aligned} \right\}. \qquad (3)$$

При формировании технологических ограничений, необходимо учитывать ка-

кие отрицательные воздействия оказываются на природную экосистему в результате применения той или иной технологии. Такими воздействиями могут быть:

- геомеханические воздействия на земную поверхность и породный массив;
- изменение режима подземных вод, истощение водоносных горизонтов
- изменение системы переноса вещества и химического взаимодействия в массиве горных пород;
- изменение электрических полей в подземном пространстве, появление блуждающих токов;
- усиление биологической коррозии подземных сооружений;
- заражение массива, вмещающего подземный объект болезнетворными организмами;
- миграция загрязняющих веществ в окружающую среду;
- развитие суффозионных явлений, плывунов и псевдопывунов;
- оползневые явления;
- деградация растительных покровов;
- загрязнение атмосферы ядовитыми веществами и газами взрывчатых веществ;
- шумовое и вибрационное воздействие на атмосферу.

Исходный техногенный уровень состояния подземного объекта является потенциальной характеристикой, определяющей степень его экологической безопасности. Формирование этого исходного уровня в значительной степени обусловлено составом и количественными показателями техногенных источников, входящих в природно-техническую систему «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда».

При проектировании экологически безопасных подземных объектов необходимо соблюдать заданную устойчивость между нормированными показателями Δ_e и предельными значениями техногенных свойств окружающей среды:

$$\Delta_e = U_Э - U_T, \qquad (4)$$

где Δ_e – нормированные показатели, $U_Э$ – уровень экологической защиты, $U_Э = U_{ЭИ} + U_{ЭП}$; $U_{ЭИ}$ – уровень защиты, обусловленный искусственными инженерными мерами; $U_{ЭТ}$ – уровень защиты, обусловленный естественными возможностями самовосстановления объектов природы; U_T – уровень техногенного воздействия строящегося подземного объекта.

Уровень экологической защиты определяет верхнюю границу допустимых техногенных изменений в природе, переход за которую связан с потерей необходимого экологического равновесия и, следовательно, резкого повышения экологического риска в системе «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда». Требования к качеству проектируемых подземных сооружений определяют потенциальные эксплуатационные характеристики (прочность, устойчивость, герметичность, безотказность, безаварийность работы и т.п.) и уровень экологической безопасности как меру воздействия подземного сооружений на окружающую среду.

Одним из основных критериев выбора технологий строительства подземных объектов является ***минимум возможных техногенных изменений в системе при применении данной технологии.*** Критерий работает в следующих условиях:

- минимизация срока строительства подземных объектов. Это условие обеспечивает минимальные экономические потери, вызванные нестационарной составляющей строительного техногенеза $\varepsilon_{нс}$ [2]:

$$\min \varepsilon_{нс} = \mu_\varepsilon \bar{\Omega}_{нс}(t_{нс})_{\min}, \qquad (5)$$

- минимизация стационарной составляющей техногенного потока $\varepsilon_{сс}$,

обеспечиваемой минимальными экологическими нагрузками и техногенными воздействиями со стороны построенных подземных сооружений. Данное условие достигается стабильностью технологии строительства и высоким нормативным качеством $K_{норм}$ строящихся подземных объектов:

$$\min \varepsilon_{cc} \to \min \Omega_{cc}(t) \to \max K_{норм}. \qquad (6)$$

Таким образом, выбор технологии строительства, обеспечивающей экологическую безопасность подземного объекта должен осуществляться в рамках системы инженерно-экологи-ческого обеспечения подземного строительного комплекса, которая включает:

- экологически обоснованные требования к подземным объектам;
- задачи оптимального проектирования с точки зрения экобезопасности;
- оптимизацию выбора технологии строительства подземного объекта;
- организацию экологически безопасных технологических процессов;
- количественную оценку текущих и долговременных последствий в районе расположения подземного сооружения;
- научный подход к выбору мероприятий защиты окружающей среды;
- задачи рационального природопользования.

В настоящее время на первый план ставится проблема опережения природоохранного обеспечения функционирования ПТГС «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда». Однако если стратегия опережающего природоохранного обеспечения выбрана неверно, без учета всего спектра природных и технологических факторов и специфики городского подземного строительства, может возникнуть ситуация, характеризуемая экологическим риском:

$$R_{зо} = P_{зо} \cdot У, \qquad (7)$$

где $P_{зо}$ – вероятность воздействия подземного объекта на население и территорию, объекты экологической безопасности; $У$ – ожидаемый ущерб в результате этого воздействия.

В результате осуществления комплекса мер по нейтрализации «угрозы» со стороны подземного сооружения (т.е. разработки превентивных мер по защите населения и элементов природы от воздействия подземного объекта) вероятность реализации угрозы и величина ожидаемого ущерба должны быть снижены до значений $P_{зо}^*$, $У^*$.

Для последующего обоснования комплекса мер по нейтрализации угроз со стороны подземного объекта целесообразно пользоваться величиной «ожидаемого предотвращенного риска»:

$$DR = (P_{зо} - P_{зо}^*) \cdot (У - У^*). \qquad (8)$$

Сопоставление указанной величины с предполагаемыми затратами на реализацию комплекса мер инженерной защиты позволит оценить эффективность предлагаемых мер.

Таким образом, система инженерно-экологического обеспечения нормального функционирования ПТГС «массив – технология – подземное сооружение – окружающая среда» должна иметь в своем составе такие способы и меры по обеспечению инженерной защиты окружающей среды, которые гарантировали бы максимум экологической безопасности при минимальных затратах материальных и людских ресурсов. При этом возникает задача экологической оптимизации освоения городского подземного пространства, решение которой может быть получено только при научно-обоснованном выборе областей применения технологий строительства подземных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Куликова Е.Ю., Корчак А.В., Левченко А.Н.* Анализ факторов риска при строительстве городских подземных сооружений. – М.: МГГУ. – Информационно-аналитический бюллетень, №11, 2004. – С. 5-11.

2. *Мазур И.И., Молдованов 0.И., Шишов В.Н.* Инженерная экология. – М.: Высшая школа, 1996, 637 с.

Коротко об авторах

Куликова Е.Ю. – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт», Московский государственный горный университет.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА им. И.М. ГУБКИНА			
ЧИМЭГБААТОР ОДМАНД	Исследование ТЭК Монголии и оценка транзита углеводородов из России в Китай через Монголию	08.00.14	к.э.н.
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ			
АРАШУКОВ Рауль Туркбиевич	Маркетинговые технологии газодобывающих и газореализующих предприятий как альтернатива сбытовой стратегии локальных естественных монополий на рынке топливно-энергетических ресурсов	08.00.05	к.э.н.
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ			
ПУСТЫННИКОВА Екатерина Васильевна	Конкурентный потенциал монопрофильного регионального производственного комплекса	08.00.05	к.э.н.