УДК 66.076: 66.099.4

**А.А. ИЛЬИНСКИЙ, А.А. ЛАВЫГИН**
*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Указаны основные типы подземных объектов, пригодных для использования в качестве хранилищ диоксида углерода, выявлены наиболее значимые преимущества, связанные с реализацией рассматриваемого проекта. Рассмотрены возможные благоприятные последствия реализации проекта с учетом перспектив выполнения Россией международных экологических обязательств.

This research contains the main types of underground reservoirs available for carbon dioxide storage, the most significant advantages connected to realization of the considered project and probable favorable consequences of realization of the project in view of prospects of performance by Russia the international ecological obligations.

Одной из наиболее значимых экологических проблем современности является проблема возможного глобального потепления климата. По мнению ряда ученых, данные климатические изменения в большой степени обусловлены выбросами в атмосферу парниковых газов, к которым, в первую очередь, относятся диоксид углерода ($CO_2$), метан ($CH_4$), а также некоторые соединения азота. Значительная доля указанных газов поступает в атмосферу в процессе функционирования топливно-энергетических установок.

Очевидно, что проблема воздействия выбросов парниковых газов на состояние окружающей среды требует активного поиска возможных путей ее решения. Результатом работы мирового сообщества в данном направлении стало принятие ряда международных документов, в частности рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК), вступившей в силу в 1994 г. Основной целью РКИК являлась стабилизация концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне, исключающем опасное антропогенное воздействие на климатическую систему.

В 1997 г. в Киото был принят новый юридически обязательный документ, дополняющий РКИК, который по названию города стал называться Киотским протоколом к рамочной Конвенции ООН об изменении климата. В рамках Киотского протокола было принято решение о сокращении общих выбросов парниковых газов между 2008 и 2012 г. на 5,2 % по сравнению с их эмиссией в 1990 г.

Следует отметить, что Киотский протокол является первым международным документом, использующим экономические рыночные механизмы в целях решения глобальных экологических проблем. Он предусматривает возможность торговли квотами (разрешениями на выбросы): если страна не расходует предоставленную ей квоту в полном объеме, она имеет право продать неизрасходованную часть квоты другой стране. Кроме того, Киотский протокол создает ряд возможностей для взаимовыгодного международного партнерства по реализации совместных экологических проектов (в частности, «проектов совместного осуществления»).

Киотский протокол подписала 121 страна, но для вступления его в силу необ-

ходимо, чтобы он был ратифицирован государствами, на долю которых приходится не менее 55 % мировых выбросов парниковых газов. После того как протокол отказались ратифицировать США, условием его вступления в силу стало присоединение к нему России, на долю которой приходится 17 % мировых выбросов парниковых газов. Однако в России вопрос о целесообразности ратификации Киотского протокола долгое время оставался открытым и из экологической сместился в политическую и экономическую плоскости.

Очевидно, что особое значение для принятия обоснованного решения имеет объективный анализ и оценка возможных благоприятных и неблагоприятных последствий для экономики России, связанных с ратификацией Киотского протокола. В связи с этим особую важность приобрел вопрос о прогнозируемом изменении в ближайшем будущем объемов выбросов парниковых газов в России. В конечном счете, именно от этого зависит, будем ли мы продавать квоты (получая соответствующую прибыль) или покупать их (расходуя дополнительные средства). Прогноз динамики увеличения выбросов должен быть весьма точно «привязан» ко времени, ибо на первых этапах торговли квотами, когда Россия, возможно, будет выступать на рынке в качестве продавца, цены на квоты, по предварительным оценкам, ожидаются на уровне 4-5 долларов за тонну выбросов, тогда как в последствии, когда Россия из продавца может превратиться в покупателя, цены могут возрасти до 160-200 долларов за тонну. При таком сценарии развития событий Россия может понести существенные экономические потери.

В последнее время в средствах массовой информации политиками и учеными (экологами, экономистами) высказывались самые различные, зачастую диаметрально противоположные, оценки целесообразности присоединения России к Киотскому протоколу. Недавно этот вопрос вышел на новый виток развития: премьер-министр РФ М.Ю. Фрадков подписал постановление об одобрении и представлении Президенту РФ для внесения на ратификацию в Государственную Думу Федерального Собрания РФ Киотского протокола, который был одобрен правительством РФ на заседании 30 сентября 2004 г.

Таким образом, разработка экологических проектов, обеспечивающих снижение эмиссии парниковых газов (прежде всего, диоксида углерода) в атмосферу и увеличение положительного экономического эффекта, связанного с выполнением международных экологических обязательств, становится все более актуальной.

В качестве возможных путей решения проблемы снижения выбросов диоксида углерода предлагаются следующие:

- развитие технологий, обеспечивающих снижение удельного расхода первичных энергоносителей на единицу чистой энергии;
- развитие технологий утилизации диоксида углерода путем химических преобразований для получения продуктов органической химии;
- развитие технологий поглощения («связывания») диоксида углерода с использованием различного вида адсорбентов;
- диверсификация топливно-энергетического баланса заинтересованных стран и увеличение доли гидроэнергии, энергии ветра, биомасс и других нетрадиционных источников.

Системный анализ этих подходов позволил сделать вывод о том, что для Российской Федерации наиболее перспективным является иной путь решения рассматриваемой проблемы – консервация вырабатываемого диоксида углерода в подземных хранилищах. В качестве хранилищ диоксида углерода можно использовать следующие основные типы подземных объектов:

- отработанные нефтяные и газовые месторождения;
- природные ловушки, обладающие необходимыми коллекторными и экранирующими свойствами;
- подземные выработки ряда отработанных месторождений полезных ископаемых;
- резервные подземные хранилища природного газа.

Консервация диоксида углерода в подземных резервуарах позволяет получить значимый экологический, технологический и экономический эффект:

- сокращение поступления диоксида углерода в атмосферу независимо от изменений объемов его выработки, что особенно ценно в условиях роста промышленного производства и потребления энергии;
- минимизация возможных отрицательных экологических последствий производства диоксида углерода, так как его консервация в подземных резервуарах не сопряжена с какими бы то ни было отрицательными последствиями для окружающей среды, в частности для подземных вод;
- возможность вторичного использования инженерных и горно-технических сооружений практически без привлечения дополнительных инвестиций.

На сегодняшний день Российская Федерация обладает значительным потенциалом подземных объектов, которые могут быть использованы в качестве резервуаров для хранения диоксида углерода, и этот потенциал открывает самые широкие возможности для поиска и реализации наиболее эффективных решений. Наибольший экономический эффект может быть получен при использовании в качестве указанных резервуаров отработанных месторождений природного газа, а также выявленных в процессе нефтегазоразведочных работ непродуктивных геологических объектов, обладающих необходимыми экранирующими свойствами. С точки зрения реализации рассматриваемого проекта, они обладают целым рядом принципиальных преимуществ, связанных с возможностью использования для транспортировки диоксида углерода к месту консервации уже существующей инфраструктуры и, прежде всего, сетей трубопроводного транспорта. Общая концепция их использования состоит в том, что транспортировка энергоносителей к объектам энергетики будет дополнена обратной схемой транспортировки диоксида углерода к отработанным месторождениям. Такого рода технологическое решение ведет к значительному сокращению объема капитальных вложений, необходимых для реализации рассматриваемого экологического проекта. Кроме того, реализация данного проекта может принести дополнительные средства в бюджеты различных уровней, создать новые рабочие места, необходимую инфраструктуру и обеспечить заказы предприятиям-партнерам.

Таким образом, по мере истощения минерально-сырьевой базы страны проект консервации диоксида углерода может стать альтернативным направлением комплексного использования недр и поддержать в стратегической перспективе устойчивое развитие горной промышленности России. С экономической точки зрения, концепция освоения подземных хранилищ диоксида углерода обладает следующими преимуществами:

- Консервация диоксида углерода в подземных резервуарах обеспечит сокращение его выбросов в атмосферу и тем самым будет способствовать выполнению Россией своих обязательств по Киотскому протоколу, а также увеличит долю «неизрасходованных» квот, которые Россия сможет реализовать третьим странам.
- Реализация рассматриваемого проекта позволит привлечь иностранные инвестиции в соответствии с предусмотренным в Киотском протоколе механизмом реализации «проектов совместного осуществления».
- Дополнительную прибыль может принести осуществление аналогичных проектов за рубежом.

Очевидно, что для получения более полной и объективной оценки перспективности рассматриваемого проекта необходима постановка и проведение геологических, горно-технических, экологических и экономических исследований. Однако уже сегодня о потенциальной привлекательности предлагаемого проекта говорит тот факт, что интерес к данной идее проявили страны Скандинавии, неоднократно принимавшие участие в других экологических проектах на территории России.