

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

УДК 303.732.4:622.32
ББК 33.36

Г.Д. РУСЕЦКАЯ
доктор технических наук, профессор
Байкальского государственного университета экономики и права,
г. Иркутск
e-mail: rusetskaya2010@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ

Рассматривается использование метода качественного анализа биогеотехносистем в нефтегазовом комплексе. Анализируются достоинство и основные недостатки трубопроводного транспорта нефти, газа и продуктов их переработки; воздействие нефтяных и газовых месторождений на окружающую среду.

Ключевые слова: биогеоценоз; природная система; биогеотехносистема; трубопроводный транспорт; загрязнение водных объектов, почв, атмосферы; оценка риска.

G.D. RUSETSKAYA
Doctor of Science in Engineering, Professor,
Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk
e-mail: rusetskaya2010@yandex.ru

USING SYSTEMS ANALYSIS METHODS OF ECOSYSTEMS IN CONSTRUCTING AND OPERATING OIL AND GAS PIPELINES

The article studies the use of the method of qualitative analysis of biogeotechnosystems in the oil and gas complex and analyzes the advantage and main disadvantages of pipeline transportation of oil, gas and the products of their processing as well as the impact of oil and gas deposits on the environment.

Keywords: biogeocoenosis; natural system; biogeotechnosystem; pipeline transportation; water, soil and air pollution; risk assessment.

Обмениваясь с окружающей средой веществом, энергией, информацией, промышленные предприятия формируют единую природно-техническую систему, или технобиогеоценоз. Предприятия нефтегазодобывающей отрасли следует рассматривать как источники комплексного и концентрированного воздействия на окружающую среду (ОС), прежде всего, через гидро-, лито- и атмосферу. Последствия такого воздействия нередко проявляются на значительных расстояниях от источников.

Углеводороды — невозобновимые ресурсы. Принятие решений по их использова-

нию превращается в сложнейшую задачу с учетом природоохранных требований, когда в едином механизме управления будут увязаны технические, организационные, экологические, экономические, социальные и правовые аспекты. В этой связи экономическое обоснование должно исходить из концепции системного подхода к оценке, в рамках которой рассматривается воздействие факторов нефтегазодобычи и их транспортирования на весь комплекс экосистемы и компоненты природных ресурсов в их взаимодействии, не ограничиваясь частными вопросами влияния на отдельные блоки экосистемы.

В связи с большим количеством факторов природного и техногенного характера, формирующих технобиогеоценоз, первой стадией для принятия проектных и управленческих решений должен быть всесторонний качественный анализ образующейся системы.

В настоящее время более 70% российской нефти и 90% газа добывается в Западной Сибири; в перспективе новые крупные центры добычи нефти и газа будут сформированы в Восточной Сибири, Республике Саха, на шельфе арктических морей. Поэтому современная система поставок углеводородов в значительной мере предназначена для транспортировки нефти и газа из районов Сибири и Крайнего Севера на сверхдальние расстояния в западном и юго-западном направлениях.

Оценки, выполненные в ИГНГ СО РАН, показывают, что в перспективе разработка открытых и вновь открываемых месторождений может полностью удовлетворить потребности Восточной Сибири и Дальнего Востока в газе, а также обеспечить возможность значительного экспорта газа в Китай, Южную Корею, Японию, тихоокеанское побережье США.

Все газовые месторождения восточных регионов России находятся на расстоянии тысяч километров от потенциальных потребителей. Для их освоения необходима разработка единой стратегии транспортировки сырья, которая учитывала бы интересы всех заинтересованных сторон (федерального центра, регионов, недропользователей и потребителей).

Трубопроводный транспорт имеет ряд преимуществ перед другими видами транспорта. Затраты на строительство трубопровода почти в два раза меньше, чем на постройку автомобильной или железной дороги соответствующей провозной способности. Трубопроводы надежны в эксплуатации, процесс транспортировки по ним грузов полностью автоматизирован, высокая герметизация сохраняет продукты. Это сокращает потери нефти по сравнению с железнодорожным транспортом в 1,5 раза, водным — в 2,5 раза. Эксплуатация трубопроводов не зависит от климатических условий. Современный трубопровод имеет высокую пропускную способность, которая зависит от диаметра труб, по себестоимости перевозок это самый дешевый вид транспорта.

Именно эти преимущества позволяют с развитием сети трубопроводного транспорта стабильно снижать стоимость транспортировки нефти, нефтепродуктов и газа и способствуют развитию трубопроводного транспорта.

Сеть магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов сформировалась под воздействием роста добычи нефти и ее переработки, нахождения эксплуатируемых месторождений, нефтеперерабатывающих заводов и потребителей нефтепродуктов. Нефтепроводы из труб диаметром 1 020, 1 220, 1 420 мм могут перекачивать 60–90 млн т нефти в год. В последние годы все большее применение находят трубы из пластмассы и алюминия. Повышение пропускной способности трубопроводов возможно за счет увеличения диаметра труб до 2 500 мм.

По протяженности и емкости систем трубопроводного транспорта углеводородов Россия находится на втором месте в мире после США. При этом российские трубопроводные системы в значительной мере ориентированы на экспорт, тогда как американские — в основном имеют внутреннее назначение. По магистральным трубопроводам поставляется более 90% российской нефти; почти 23% нефтепродуктов и около 100% газа.

Система нефтепроводного транспорта России состоит из 48,7 тыс. км магистральных нефтепроводов, включающих 393 нефтеперекачивающие станции. Пропускная способность нефтепроводов свыше 400 млн т в год. Протяженность нефтепродуктопроводов превышает 20 тыс. км, в том числе 15 тыс. — магистральных и около 5 тыс. км — распределительных. Годовая мощность нефтепродуктопроводной системы, включающей 100 нефтепродуктовых перекачивающих станций, составляет около 49 млн т.

В отличие от нефтяных грузов газ почти полностью транспортируется по трубопроводам. Строительство газопроводов находится в прямой зависимости от роста добычи газа. Учитывая высокую эффективность этого вида транспорта, сооружаются трубопроводы для транспортировки тяжелых углеводородов (этан, этилен, пропан и др.), для передачи жидкого и газообразного аммиака, водорода, кислот и т. д.

Единая система Газоснабжения (ЕСГ) России включает 150,2 тыс. км магистральных газопроводов (в одноконтурном исчислении) и почти 5 тыс. км — газопроводов отводов. Еще около 3,5 тыс. км составляют магистральные газопроводы вне ЕСГ. Протяженность газораспределительных сетей — более 360 тыс. км.

Более 50% магистральных нефтепроводов эксплуатируются свыше 25 лет при нормативе 30 лет, износ основных фондов нефтепродуктопроводов и резервуарных мощностей превышает 70%. Износ основных фондов газотранспортной системы составляет 56%, при этом более 15% газопроводов выработали нормативный срок службы. Средний возраст газопроводов — около 22 лет. В 1990–2004 гг. финансирование работ по реконструкции объектов транспорта газа осуществлялось на уровне 25–30% от потребности. В результате снизилась производительность газопроводов.

Аварии на трубопроводах возникают в основном из-за коррозионных разрушений, размывов дна и механических воздействий. К настоящему времени на морском шельфе уложено более 100 тыс. км подводных трубопроводов для перекачки нефти и других углеводородов. Вероятность аварий на трубопроводах оценивают по средней величине разовых утечек (около 800 т) и суммарных потерь нефти (около 50 тыс. т в год). Аварийность трубопроводов обычно снижается с увеличением их диаметра и возрастает по мере старения.

В процессе освоения нефтяных и газовых месторождений наиболее активное воздействие на природную среду осуществляется в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (в первую очередь магистральных трубопроводов), в ближайших населенных пунктах (городах, поселках). При этом происходит нарушение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока, срезка микро-рельефа.

При выбросе нефти в окружающую среду происходит ее контакт с атмосферой или почвенными и природными водами рек и морей. Нефть, вступившая в контакт с окружающей средой, быстро перестает существовать в исходном виде. С компонентами нефти происходит ряд физических

процессов и превращений. При разливе 1 т нефти она растекается на 12 м² поверхности толщиной 10 мм.

Негативное влияние нефти на почву проявляется в значительном изменении морфологических, физико-химических и микробиологических свойств почв. На самой поверхности почвы высокомолекулярные продукты дегградации нефти образуют довольно устойчивые к разложению корочки, затрудняющие дыхание почвы. При многократных разливах тяжелой нефти происходит образование прочных твердых смолисто-асфальтовых покровов, в результате чего растения засыхают, наблюдается деvegetация почв.

Изменение свойств почв проявляется в возрастании повышения общего количества углерода в 2–10 раз, содержания углеводов — в 10–100 раз. В почве нарушаются азотный режим, процессы нитрификации и аммонификации, окислительно-восстановительные процессы и т.д.

Специфика загрязнения земель нефтепродуктами заключается в том, что последние долго разлагаются (десять лет), на таких землях не растут растения и не выживают многие виды микроорганизмов. Снижается водопроницаемость почв.

Влияние нефти на растения обусловлено как ее непосредственным токсическим воздействием, так и трансформацией почв. Поступая в клетки и сосуды растений, нефть вызывает токсические эффекты. Они проявляются в быстром повреждении, разрушении, а затем и отмирании всех живых тканей растений. Нефть оказывает разрушительное влияние на рост, метаболизм и развитие растений, подавляет рост их наземных и подземных частей, задерживает прорастание семян.

На участках с нарушенным растительным покровом, в частности по трассам дорог, магистральных газопроводов и в населенных пунктах, увеличивается глубина протаивания грунта, образуются сосредоточенные временные потоки и развиваются эрозионные процессы. Они протекают очень активно, особенно в районах песчаных и супесчаных грунтов. Скорость роста оврагов в тундре и лесотундре в этих грунтах достигает 15–20 м в год. В результате их формирования страдают инженерные сооружения (нарушение устойчивости зданий, разрывы трубопрово-

дов), необратимо меняется рельеф и весь ландшафтный облик территории.

Состояние грунтов не менее существенно изменяется и при усилении их промерзания. Развитие этого процесса сопровождается формированием пучинных форм рельефа. Скорость пучения при новообразовании многолетнемерзлых пород достигает 10–15 см в год. При этом возникают опасные деформации наземных сооружений, разрыв труб газопроводов, что нередко приводит к гибели растительного покрова на значительных площадях.

Природный газ отдельных месторождений может содержать весьма токсичные вещества, что требует соответствующего учета при разведочных работах, эксплуатации скважин и линейных сооружений.

Загрязнение приземного слоя атмосферы происходит во время аварий, в основном природным газом, продуктами испарения нефти, аммиаком, ацетоном, этиленом, а также продуктами сгорания. В отличие от средней полосы загрязнение воздуха в районах Крайнего Севера при прочих равных условиях оказывает более сильное воздействие на природу вследствие ее пониженных регенерационных способностей.

В процессе освоения нефтегазоносных северных районов наносится ущерб и животному миру (в частности, диким и домашним оленям). В результате развития эрозионных и криогенных процессов, механического повреждения растительного покрова, а также загрязнения атмосферы, почв и т.п. происходит сокращение пастбищных площадей.

В соответствии с утвержденной Правительством РФ «Энергетической стратегией России до 2030 г.» [1] развитие систем транспортировки нефти, нефтепродуктов и газа будет определяться следующими приоритетами:

– обеспечение надежности снабжения углеводородным сырьем и продуктами

их переработки экономики и населения страны;

– поддержание и усиление геополитических и экономических интересов России в мире.

При этом необходимо учитывать, что системы трубопроводного транспорта являются эффективным инструментом реализации государственной политики, позволяющим государству регулировать поставки нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки. Трубопроводный транспорт активно влияет на формирование и развитие ТЭК страны и отдельных регионов, являясь его неотъемлемой частью, и обеспечивает:

– перекачку добытых и переработанных энергоресурсов;

– выполняет роль распределительной системы комплекса;

– транспортировку энергоресурсов на экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Поэтому главная задача состоит в том, чтобы свести к минимуму нарушения окружающей среды, обусловленные инженерно-геологической обстановкой при добыче и транспортировании нефти, газа и продуктов их переработки. В этом отношении в зарубежной практике неотъемлемыми элементами при разработке проектов и эксплуатации месторождений углеводородов являются обязательными анализ и оценка приемлемого экологического риска, который связан с необходимостью учета неопределенности и непредсказуемости многих процессов и явлений. Необходимо подчеркнуть, что вложение зарубежными нефтяными компаниями больших средств в прогнозно-вероятностные оценки экологических последствий природно-хозяйственной деятельности в результате существенно экономит их финансовые и материальные затраты на ликвидацию последствий экологических проблем.

Список использованной литературы

1. Энергетическая стратегия России до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 13 нояб. 2009 г. № 1715. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Referenses

1. Energeticheskaya strategiya Rossii do 2030 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 13 noyab. 2009 g. № 1715. Dostup iz sprav.-pravovoi sistemy «Konsul'tantPlyus».