

УДК 681.518.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ РЕШЕНИЙ

Бернер Л.И., Ковалёв А.А.

Поддержание сбалансированного режима работы газотранспортных сетей (ГТС) является одной из важнейших задач диспетчерского управления. Газотранспортная система должна иметь достаточные возможности удовлетворить спрос на газ потребителей, в том числе и в случаях резкого колебания спроса по календарным, погодным, экономическим и иным причинам. Традиционным решением данной проблемы является использованием в качестве регуляторов подземных хранилищ газа (ПХГ), а также запаса газа в трубе. Некоторые регулирующие воздействие могут осуществлять и поставщики газа, но часто их возможности по быстрому варьированию объемами добычи ограничены технологией.

Существенную остроту задача балансирования режима приобретает при эксплуатации протяженных магистральных газопроводов с ограниченным запасом газа в трубе. Такие трубопроводы до недавнего времени считались характерными для зарубежных газовых сетей. Однако в последние годы в связи с развитием газификации Российской Федерации и строительством новых современных газопроводов (Северо-Европейский, Сахалин-Хабаровск-Владивосток и др.) задача становится еще более важной и для отечественной газовой отрасли. Проблема обостряется и при развитии рыночных механизмов поставок газа, покупки газа на «спотовых» рынках, а также при колебаниях климата и др.

В статье рассмотрены некоторые новые методы автоматизации диспетчерского управления, призванные помочь диспетчерам решить усложняющуюся проблему балансирования ГТС.

Данные методы были проработаны совместно компаниями ООО «ПСИ» (российское дочернее общество концерна PSI AG, ФРГ) и ЗАО «АтлантикТрансгазСистема» для применения на объектах ОАО «Газпром». Для одного из перспективных объектов было проведено макетирование и проработка компонентов системы, предназначенных для анализа режима ГТС и поддержки диспетчерских решений. Описанные в статье методы базируются на использовании программных продуктов компании PSI AG и вновь разрабатываемых программных компонентов.

Задача балансирования ГТС и принятия решений

На рисунке 1 показан газопровод, являющийся объектом балансирования. Газ поступает в систему от поставщиков (промыслов) и других компаний по транспорту газа, а также может отбираться из ПХГ при их наличии. Газ подается из системы потребителям, другим компаниям (транзит газа), закачивается в ПХГ, а также потребляется на собственные нужды (работа газоперекачивающих агрегатов и ряд

других технологических задач). Хранилищем газа является и сам трубопровод. Соответственно, запас газа в трубопроводе может как увеличиваться, так и уменьшаться.

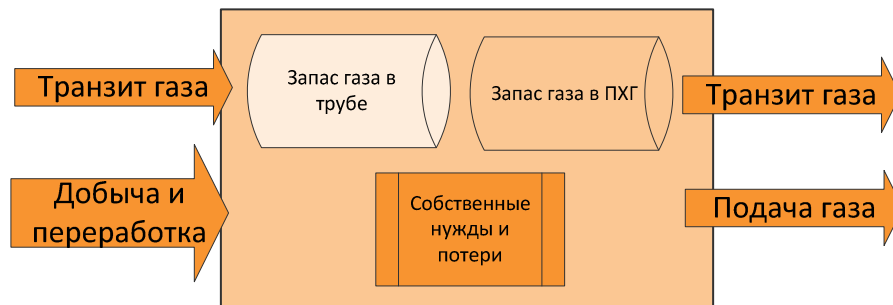


Рисунок 1 - Структура балансирования системы

Задача балансирования представленной системы в принципе очевидна – газ должен поступать в систему в количестве, достаточном для удовлетворения запросов потребителей, собственных нужд, а также для дальнейшего транзита. В силу различных причин, спрос на газ может колебаться. Прежде всего, спрос зависит от погодных условий и, часто, от календарной даты – дня недели, праздников/будней и т.п. Определенная доля спроса связана с предсказуемыми или спонтанными сезонными колебаниями экономической активности. Например, в сельскохозяйственных регионах часть заводов потребляет газ строго несколько месяцев в году для переработки урожая. К сожалению, большая часть колебания спроса гораздо менее предсказуема. Следует учесть, что при определенной протяженности, газопровод поставляет газ потребителям в зонах с различными погодными условиями, что усложняет прогноз колебания спроса.

Оценив ситуацию и определив либо избыток, либо недостаток газа в системе, диспетчер должен принять решение об уравнивании «спроса и предложения». Возможными действиями могут быть:

- отбор или закачка газа из/в ПХГ (при их наличии);
- увеличение или уменьшение запаса газа в трубе (то есть закачка газа в трубу или отбор газа из трубы – фактически аналог ПХГ меньших масштабов).
- запрос дополнительного объема газа у поставщиков или напротив - запрос на уменьшение поставок газа.
- в крайнем случае – отказ/ограничение дополнительных или «спотовых» заявок на поставки газа и совсем в чрезвычайных ситуациях - ограничение некоторых потребителей.

Таким образом, для балансирования системы необходимо решить два основных вопроса: (1) какова текущая ситуация и тенденции её изменения – хватит ли газа в ближайшем будущем; (2) какие действия из приведенного выше списка предпринять для выравнивания дисбаланса.

Учитывая инерционность газотранспортной системы и ПХГ, обязательным условием является прогнозирование дисбалансов на период времени, как минимум

позволяющий диспетчеру предпринять действенные меры по ликвидации возможных проблем.

Прогнозирование и моделирование «будущего»

Инструментами диспетчера для решения задачи балансирования являются прогнозирование спроса на газ, с одной стороны, и моделирование режимов работы газотранспортной системы в течение прогнозируемого периода. Для решения данных задач диспетчера применяют как эвристические (основанные на опыте) методы, так и программное обеспечение на базе математических моделей.

Прогнозирование и моделирование не являются новыми оригинальными методами поддержки диспетчерского управления. Однако в настоящей статье рассмотрено применение данных методов в рамках комплексного подхода, дополненного системой автоматизированной поддержки принятия решения, что уже является, по мнению авторов, интересным инновационным системотехническим и инженерным решением.

Примером современной системы прогнозирования потребления газа является разработанная PSI AG программа *PSIPrognosis*, работающая совместно со SCADA-системой *PSIControl* и/или системой планирования и балансирования поставок газа *PSITransport*.

PSIPrognosis осуществляет прогнозирование потребления газа в определенных регионах (нескольких при длине МГ более ~100км) на основе использования различных математических методов, на основе архивов и статистики газопотребления прошлых лет, в зависимости от прогноза погоды и информации календаря (включая сезонную информацию, праздничные – рабочие дни и т.п.). Очевидно, точность прогнозирования определяется объемом накопленной статистики и улучшается с каждым годом эксплуатации.

Сами по себе результаты прогнозирования объемов газопотребления не говорят о возможном дисбалансе и дефиците газа. Для анализа поведения газотранспортной сети предлагается использование «он-лайновой» модели ГТС, в рассматриваемом случае *PSIGanesi*, которая работает совместно со SCADA-системой *PSIControl*. Система *PSIGanesi* осуществляет постоянное (раз в 15 минут) моделирование газотранспортной системы, используя в качестве исходных данных текущие параметры работы ГТС и результаты прогнозирования. В итоге *PSIGanesi* выдает в качестве результата значительное число параметров – запас газа в трубе, скорость движения газа на участках, расчетные значения давления и расходов в ключевых точках.

Важно, что *PSIGanesi* считает не только текущие значения данных параметров, но и при должных настройках осуществляет прогнозный расчет параметров ГТС на основе прогнозных исходных данных. Прогнозные значения, в число которых входят запас газа в трубе, давления и расходы, считается на 3 дня вперед и заносится в так называемый «архив будущего». «Архив» пересчитывается и обновляется каждые 15 минут, при этом происходит постоянное «движение вперед» архива – в «нынешнюю» точку времени вместо прогнозируемых заносятся реально измеренные значения, а к «архиву будущего» добавляется новая точка с своим прогнозом. Важно отметить, что

происходит пересчет не только «крайних», но всех прогнозируемых точек и, как следствие, постоянное динамическое обновление архива.

Возможны вариантные расчеты, в том числе на основе вручную введенных данных. Кроме того, при моделировании «будущего» используется информация о планируемых ремонтах и остановах оборудования, что очень важно для определения реальной пропускной способности газотранспортной сети.

Наблюдая результаты прогнозных расчетов в виде цифр или графиков, диспетчер диагностирует как текущее состояние ГТС, так и определяет тенденции развития процессов и возможные дисбалансы системы.

Поддержка принятия решений

Система прогнозирования и модель с возможностью расчета «будущих режимов» являются мощными средствами диспетчерского управления. Однако в общем случае данные инструменты предполагают «ручной» анализ состояния ГТС и наличия разбалансированности, а также принятия решений по возможным действиям и выбора соответствующего сценария.

Вместе с тем, в настоящее время в ОАО «Газпром» разрабатываются и внедряются на различных объектах автоматизированные системы поддержки принятия диспетчерских решений. Разработчиком одной из таких систем, совместно с другими партнерами, выступило в 2000х годах ЗАО «АтлантикТрансгазСистема». Созданная система поддержки принятия решения для ликвидации нештатных ситуаций на межпромысловом коллекторе Уренгойского месторождения находится в эксплуатации в ООО «Газпром добыча Уренгой» и была удостоена Премии ОАО «Газпром» в области науки и техники за 2010 год.

Система ООО «Газпром добыча Уренгой» является хорошим примером использования не только математических моделей, но и эвристических правил «если-то-иначе» и механизма экспертной системы для автоматизированного анализа ситуации и поддержки принятия решений с минимизацией человеческого фактора. Аналогичные технологии вполне могли бы быть использованы и для выбора действий по устранению несбалансированности системы.

Вариант организации диспетчерского управления

Предлагается следующее решение по организации контроля и управления газотранспортной системой для обеспечения сбалансированности поставок газа, а также для решения задач безопасной эксплуатации газопровода и оптимизации режимов работы оборудования. В дополнении к базовой системе диспетчерского контроля и управления (SCADA *PSIControl*), дополнительно реализуются «он-лайн» модель газопровода (*PSIGanesi*), «офф-лайн» модель, система прогнозирования газопотребления *PSIPrognosis* и вновь разрабатываемый программный комплекс анализа информации и поддержки принятия решений (СППДР).

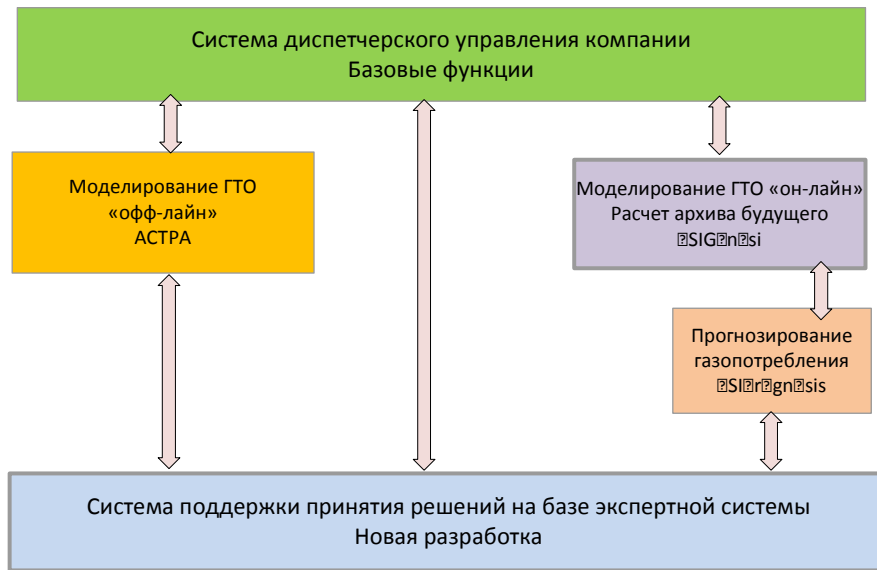


Рисунок 2 - Структура системы (предложения)

Обобщенный алгоритм работы СППДР показан на рисунке 3.

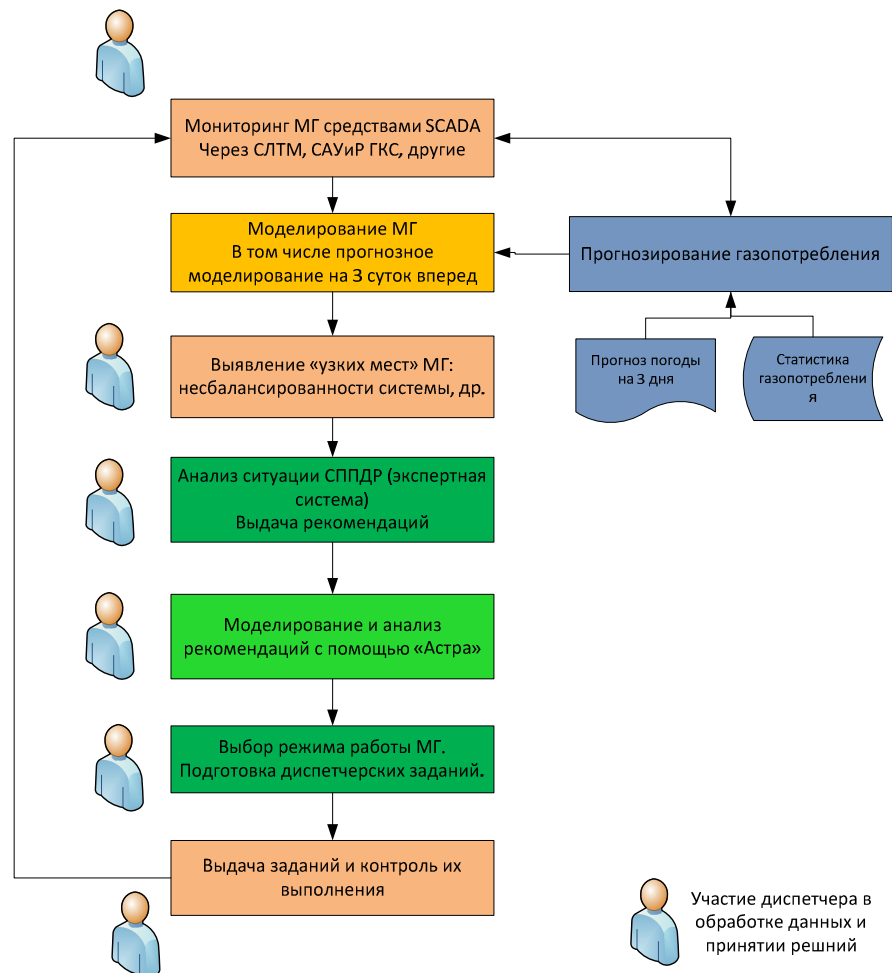


Рисунок 3 - Алгоритм управления (предложения)

Моделирование «будущего» на основе прогнозных показателей является инструментом, позволяющим выявить несбалансированность системы. Анализ результатов моделирования проводит диспетчер «вручную», а также с использованием автоматизированных механизмов экспертной системы – модуля СППДР. Эвристические правила СППДР позволяют выработать рекомендации диспетчеру – изменить режим работы компрессорной станции (КС), запросить изменение режима промысла, изменить запас газа в трубе, отобрать газ из ПХГ, ограничить потребителей. Рекомендации СППДР можно считать предварительными. Оптимальные решения по режиму работы газопровода должны быть получены интерактивно с помощью газогидродинамической модели «Астра». Модель «Астра» просчитывает различные варианты режимов МГ, которые по совету экспертной системы СППДР или, исходя из собственных соображений, предлагает диспетчер. Выбирается вариант, либо оптимальный по топливно-энергетическим затратам, либо предпочтительный по каким-либо субъективным причинам. Окончательный выбор варианта изменения режима работы КС и МГ в целом принимает диспетчер. Выбранный вариант режима оформляется в виде диспетчерского задания и уставок для передачи в нижестоящие системы автоматики.

Предлагаемый подход реализует не только удаленное, но и интеллектуальное управление режимом работы газопровода и позволяет более оперативно и с меньшими энергетическими затратами балансировать важную трубопроводную систему. Отечественным, а в перспективе и иностранным потребителям обеспечивается гарантированная подача газа.

Помимо задачи балансирования работы МГ и обеспечения гарантированных поставок в штатных режимах, система может быть использована и при нештатных ситуациях, помогая определить альтернативные пути организации газоснабжения и установить действительную необходимость в ограничении газопотреблении.

Выводы и заключение

В статье предложен современный и перспективный, по мнению авторов, метод организации диспетчерского управления и решения важной задачи – сбалансированности режимов работы газотранспортной системы. Авторы рассчитывают реализовать на практике проработанную (на уровне макета) идею и применить её для обеспечения эффективной и надежной эксплуатации газотранспортных сетей.

Список информационных источников

- [1] Бернер Л. И., Богданов Н. К., Ковалёв А. А. Интегрированные решения по автоматизации газотранспортных и газодобывающих обществ ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. №7, 2007. – с. 38-43.