

В.А. Дегтярев, главный инженер проекта Elpro GmbH

Экономия энергоресурсов и последовательная автоматизация как средства достижения экологических целей

15 января 2020 г. Президент Российской Федерации выступил с ежегодным посланием Федеральному собранию, в котором были определены приоритетные задачи, связанные с обеспечением экологической безопасности страны. Помимо экологического мониторинга была сформулирована задача снижения нагрузки на окружающую среду, в том числе за счет последовательного сокращения нежелательных выбросов углекислого газа. «Мы должны передать будущим поколениям экологически благополучную страну», – подчеркнул Владимир Путин.

Объем выбросов углекислого газа напрямую зависит от объема энергетических затрат, экономия которых соответствует экономическим интересам предприятия. Процесс сокращения энергетических затрат подробно описан в ГОСТ ИСО 50001–2012, который предписывает проводить последовательный анализ и оптимизацию наиболее энергоемких процессов (рис. 1).

Согласно статистическим данным, около 90 % всего потребления энергоресурсов на газовых хранилищах приходится на газовые компрессоры, а оптимизационный потенциал в зависимости от конфигурации оборудования оценивается в 10–30 %. Таким образом, оптимизация процесса эксплуатации компрессоров является наиболее значимой с точки зрения достижения экологической безопасности.

Необоснованно завышенный уровень расхода энергетических ресурсов относительно оптимального значения, как правило, обусловлен следующими факторами:

- 1) проблемы технического характера;
- 2) эксплуатация в неоптимальных режимах;
- 3) человеческий фактор.

Нагляднее всего демонстрируется действие указанных факторов применительно к газовым компрессорам (рис. 2). Как видно из графика производительности компрессора, диспетчерской службе доступен обширный диапазон

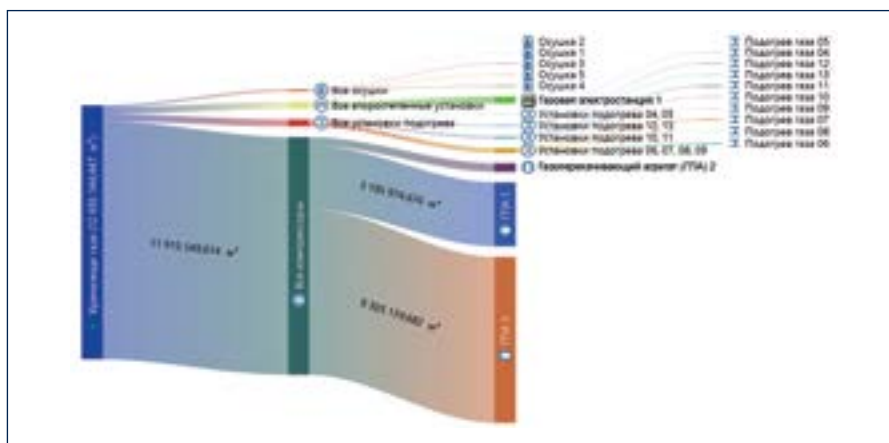


Рис. 1. Расход топливного газа по хранилищу

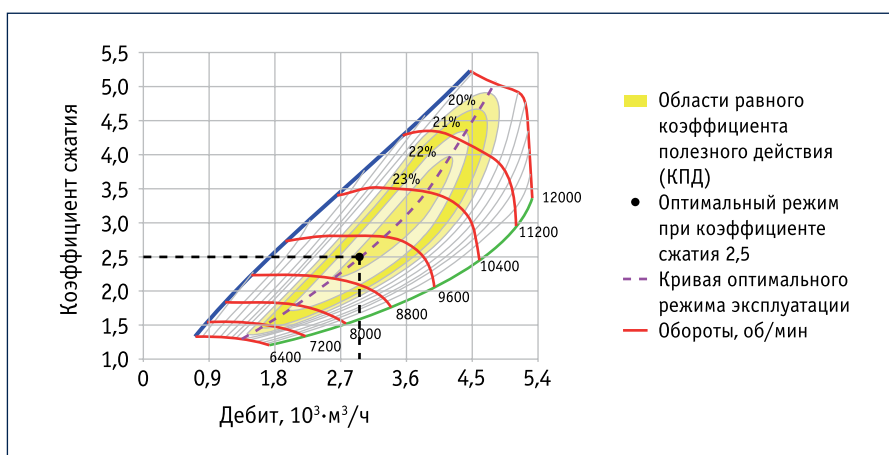


Рис. 2. График производительности компрессора

эксплуатационных режимов. При заданном коэффициенте сжатия газа оператор способен задать нужный ему дебит. Коэффициент сжатия, определяющийся

соотношением входного и выходного давления, напрямую зависит от пластового давления и давления в магистральном газопроводе, а кривая оптималь-



ного режима эксплуатации описывает зависимость дебита от коэффициента сжатия, при котором достигается максимальная энергетическая эффективность. Любое отклонение от оптимальной рабочей точки по дебиту в большую или меньшую сторону влечет понижение эффективности, увеличение удельного потребления энергоресурсов, завышенные эксплуатационные издержки, сокращение срока службы и, как следствие, увеличение экологической нагрузки на окружающую среду.

Рассмотрим на примерах основные факторы, ведущие к завышению уровня расхода энергетических ресурсов:

1) неисправность отдельных узлов компрессора, а также не проведенные вовремя или же проведенные ненадлежащим образом профилактические работы. Трудность диагностики, как правило, связана с отсутствием инструментов для сопоставления фактической и заявленной производителем эффективности;

2) завышенный расход энергоносителей за счет отклонения от оптимального режима эксплуатации. Причина отклонения может быть как обоснованной (необходимость пиковой закачки), так и необоснованной (закачка с дебитом ниже оптимального без использования временной паузы или неоптимальное распределение по компрессорам). Также к повышенному расходу энергоресурсов может привести неравномерное распределение дебита закачки по газовым скважинам, напрямую влияющее на коэффициент сжатия. Так, ухудшенные коэффициенты фильтрации и трения газовых скважин приводят к повышенной репрессии на забое, повышенному трению в трубном пространстве и, как результат, к завышенному давлению на газосборном пункте (ГСП) и, соответственно, на выходе из компрессора;

3) к человеческому фактору относятся отсутствие заинтересованности персонала в экономии ресурсов или же субъективные предпочтения при выборе оборудования (старый компрессор знаком и понятен, а новый страшно сломать). Сегодня опираться только на свой опыт и пожелания в виде исполнения больших планов или предчувствия уже недостаточно для достижения поставленной цели. Необходимы детальные измерения, расчеты, автоматизированные системы, которые контролируют выполнение технологических алгоритмов и подсказывают персоналу в процессе работы выбор оптимального режима. На пути к созданию интеллектуального подземного хранилища газа (ИПХГ) нового поколения, удовлетворяющего поставленным требованиям, немецкая компания Elpro GmbH провела модернизацию автоматизации десятков ПХГ на территории Европейского союза и стран СНГ. При этом были пройдены три важных этапа, в ходе реализации которых был накоплен опыт, необходимый для решения указанных задач. На первом этапе, начиная с 1997 г., департаментом газовой и нефтяной отрасли фирмой Elpro GmbH была разработана, изготовлена и внедрена собственными силами первая в России комплексная интегрированная автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) на станции ПХГ «Увязовское» («Мострансгаз»). Были полностью автоматизированы три ГСП, обеспечен полный контроль над устройством осушки газа, создан центральный пункт управления на основе SCADA системы SIMPLICITY с удаленными автоматизированными рабочими местами (АРМ) на каждом ГСП и в компрессорном цехе.

На втором этапе, в 2006–2013 гг., на Калужском ПХГ была последовательно проведена модернизация технологи-

ческого оборудования и параллельно создана интегрированная система АСУ ТП, включающая автоматизацию всех входящих в нее устройств (скважины, абсорберы, сепараторы, насосные станции, компрессорный цех), создан диспетчерский пульт. Система обеспечила круглосуточный контроль всего технологического процесса закачки и отбора газа. Впервые в Российской Федерации была внедрена интегрированная система «АРМ геолога», связанная с технологическим оборудованием через сервер АСУ ТП по протоколу OPC, которая в автоматическом режиме обеспечивает сбор технологических данных, контролирует техническое состояние скважин, формирует геологическую модель хранилища, осуществляет прогнозирование, рассчитывает оптимальное распределение общего дебита по доступным скважинам и передает обратной связью в АСУ ТП на выдачу задачи для регулирования комплектных распределительных устройств (КРУ). На третьем этапе, в 2016–2019 гг., для одного из крупнейших мировых хранилищ газа в соляных кавернах, находящегося на территории Германии, был разработан и внедрен программный комплекс «АРМ энергетика», выполняющий задачи по обеспечению энергоменеджмента. Его основными задачами стали ведение баланса топливного газа и энергетических ресурсов, анализ технического состояния и энергетической эффективности отдельных энергоемких узлов и технологического процесса в целом.

За счет постоянного мониторинга входного и выходного давления, химического состава газа, температуры, расхода топливного газа и электроэнергии «АРМ энергетика» производит расчет фактического коэффициента полезного действия (КПД) компрессора (рис. 3а) и сравнивает его с эталонным значени-

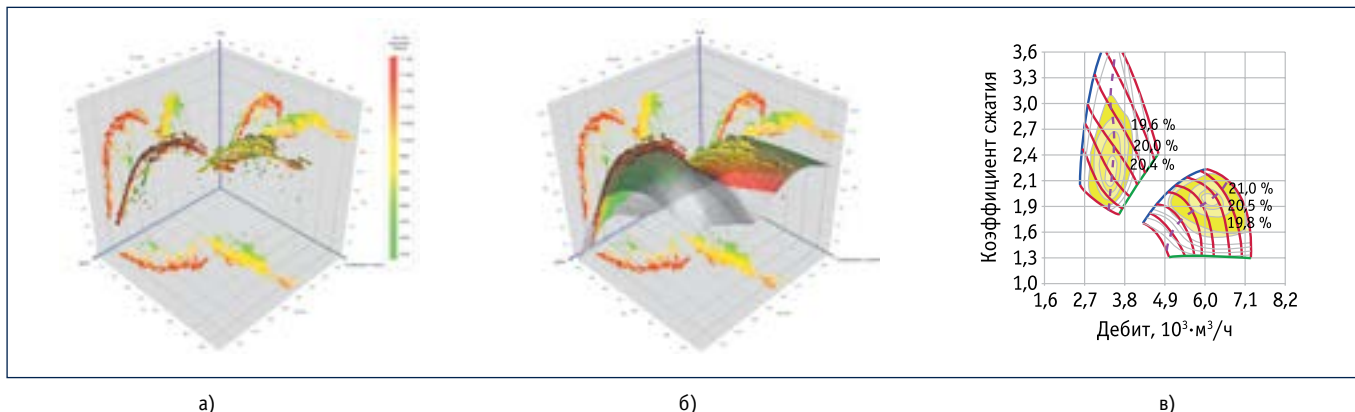


Рис. 3. Этапы выбора оптимального режима эксплуатации: а) график расчета КПД компрессора; б) график производительности; в) классический график производительности

ем, определенным заводскими характеристиками. Кроме того, с применением алгоритмов, основанных на технологии нейронных сетей, производится онлайн-анализ и строится четырехмерный график производительности (коэффициент сжатия, КПД, дебит, обороты) (рис. 3б), на основе которого формируется классический график производительности, отражающий фактическое положение дел (рис. 3в), и определяется кривая оптимального режима эксплуатации. С помощью «АРМ энергетика» удалось распознать и устранить последствия некачественно проведенного ремонта, экономически обосновать проведение профилактических работ (досрочная промывка газовых турбин), изменить порядок введения компрессоров в работу, а также внедрить прозрачные критерии оценки работы персонала, на основании которых выписываются дополнительные премиальные. В совокупности это позволило сократить расходы на энергоносители более чем на 25 %.

Особым достижением стало комбинирование «АРМ энергетика» с «АРМ геолога», что позволило на основании геологической модели соляных каверн предсказывать изменение давления в кавернах, и точно рассчитывать количество требуемых на ближайшее время энергоносителей, и заранее резервировать эти объемы у поставщика. Комбинирование АРМ позволило также путем анализа дублированных показаний измерений, таких как дебит на пункте измерения расхода газа и суммарный дебит по всем скважинам, производить

автоматизированный контроль и проверку измерительного оборудования. Перечисленные пути решения сформулированной в статье задачи, а также примеры применения разработанных для этой цели инструментов позволяют сделать вывод о наметившейся тенденции и о необходимости объединения АРМ в интегрированную систему, которая должна учитывать все аспекты производства и максимально освобождать персонал ПХГ от выполнения рутинных алгоритмических задач.

На основании данного вывода нами были разработаны и сформулированы критерии пяти уровней автоматизации:

- 1-й уровень: отсутствие автоматизированных систем;
- 2-й уровень: ПХГ управляется диспетчером посредством АСУ ТП в полуавтоматизированном режиме;
- 3-й уровень: автоматизированная система управления ИПХГ сама формирует и принимает решения по управлению технологическим процессом, которые постоянно контролируются и при необходимости корректируются персоналом;
- 4-й уровень: система работает в автоматическом режиме, при котором постоянное внимание персонала больше не требуется. Система принимает и исполняет решения, производит самодиагностику и в состоянии своевременно распознать нестандартные ситуации. При возникновении технических или технологических проблем происходит заблаговременное оповещение персонала;
- 5-й уровень: от диспетчера ИПХГ не требуется ничего, кроме старта ав-

томатизированной интеллектуальной системы и определения глобального задания по закачке или отбору газа. На сегодняшний день мы можем сказать, что внедрение «АРМ геолога» и «АРМ энергетика» нового поколения, комбинированное с повсеместным внедрением цифровых измерительных средств, позволяет доводить подземные хранилища до 3-го и частично 4-го уровня автоматизации и подготавливает предпосылки для перехода на финальный – 5-й уровень.

В 2021 г. Elpro GmbH будет отмечать 95-летие со дня основания фирмы. За годы работы мы накопили богатый опыт, позволяющий нам поставлять отдельные узлы сложных информационных систем, проводить поставку, шеф-монтаж необходимого для систем будущего измерительного и автоматизационного оборудования, а также интегрировать компоненты в единую централизованную систему.



Elpro GmbH
 Marzahner Straße 34
 D-13053 Berlin
 Tel.: +49-30-9861-2491
 e-mail: wladimir.degtjarew@elpro.de
 www.elpro.de

000 «Элпро-Рус»
 125040 РФ, г. Москва,
 3-я ул. Ямского Поля, д. 2, корп. 26
 Тел.: +7 (499) 426-09-13
 e-mail: info@elpro-rus.ru

на правах рекламы