РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИМ АГРЕГАТОМ

Гиёсов Хамзабек Гиёсович
Магистрант 2-ой ступени кафедры
«Автоматизация технологических
процессов и производств» Бухарского
государственного технического университета
https://doi.org/10.5281/zenodo.24348359

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы совершенствования автоматизированной системы управления газоперекачивающим агрегатом на основе разработки алгоритма принятия оптимальных решений. Рассмотрены основные технологические параметры, влияющие на эффективность работы агрегата, и предложен алгоритм выбора рационального режима эксплуатации. Особое внимание уделено контролю давления, температуры, расхода газа, частоты вращения ротора и энергетических показателей. Предложенный алгоритм предусматривает сбор и обработку информации, оценку текущего состояния оборудования, выбор оптимальных управляющих воздействий и контроль результатов их реализации. Применение данного подхода направлено на повышение энергоэффективности, устойчивости и надёжности работы газоперекачивающего агрегата.

Ключевые слова: газоперекачивающий агрегат, автоматизированная система управления, алгоритм управления, оптимальный режим, компрессорная станция, технологические параметры, энергоэффективность.

Введение. Газоперекачивающие агрегаты (ГПА) являются основным технологическим оборудованием компрессорных станций и обеспечивают транспортировку природного газа по магистральным газопроводам. Эффективность их работы непосредственно влияет на производительность газотранспортной системы, расход энергетических ресурсов и надёжность технологического процесса.

В процессе эксплуатации газоперекачивающего агрегата постоянно изменяются давление, температура и расход газа, а также нагрузка на привод компрессора. При этом поддержание заданных параметров требует своевременного анализа технологической информации и правильного выбора управляющих воздействий. В существующих автоматизированных системах управления основные функции заключаются в контроле технологических параметров, регулировании режимов работы и обеспечении защиты оборудования. Однако для повышения эффективности эксплуатации необходимо дополнительно использовать алгоритмы, позволяющие выбирать наиболее рациональные режимы работы агрегата с учётом текущих условий.

В связи с этим разработка алгоритма принятия оптимальных решений является актуальной задачей совершенствования автоматизированных систем управления газоперекачивающими агрегатами.

Материалы и методы. Цель работы заключается в разработке алгоритма принятия оптимальных решений, обеспечивающего повышение эффективности управления газоперекачивающим агрегатом на основе анализа текущих технологических параметров.

Проанализируем вкратце параметры работы ГПА. Работа последнего характеризуется рядом технологических параметров, которые необходимо непрерывно контролировать в процессе эксплуатации. К основным параметрам относятся:

- давление газа на входе в компрессор;
- давление газа на выходе из компрессора;
- температура газа на входе и выходе;
- расход транспортируемого газа;
- частота вращения ротора;
- мощность газотурбинного или электрического привода;
- вибрация и температура основных узлов агрегата.

Каждый из перечисленных параметров оказывает влияние на производительность и экономичность оборудования. Например, изменение расхода газа приводит к изменению нагрузки на компрессор, а изменение давления на входе и выходе влияет на степень сжатия и потребляемую мощность. Повышение температуры газа после компрессора также может свидетельствовать об изменении режима работы оборудования. Поэтому для эффективного управления необходимо учитывать взаимосвязь между всеми основными параметрами, а не рассматривать их отдельно друг от друга.

Постановка задачи оптимального управления**.** Основная задача автоматизированной системы управления заключается в обеспечении требуемого расхода и давления газа при минимальных энергетических затратах и соблюдении установленных эксплуатационных ограничений. В качестве основных управляющих параметров рассматриваются частота вращения ротора, положение регулирующих органов и другие, предусмотренные конструкцией агрегата, средства управления.

Критериями оптимальности являются:

- минимизация энергетических затрат;
- поддержание заданного давления газа;
- обеспечение требуемой производительности;
- соблюдение допустимых температурных режимов;
- обеспечение устойчивой работы компрессора;
- снижение эксплуатационных рисков.

В общем виде задача оптимизации может быть представлена выражением:

$J=\min(\alpha N+\beta\Delta P+\gamma R)$

Здесь: N — потребляемая мощность агрегата, ΔP — отклонение давления от заданного значения; R — показатель эксплуатационного риска; α, β, γ — весовые коэффициенты критериев.

Значения весовых коэффициентов определяются в зависимости от приоритетов управления и особенностей конкретного оборудования. При выборе оптимального режима обязательно учитываются технические характеристики агрегата, ограничения изготовителя и требования промышленной безопасности.

Результаты. Алгоритм принятия оптимальных решений**.** Для повышения эффективности автоматизированной системы управления предлагается использовать алгоритм, основанный на последовательном анализе технологической информации и выборе рационального режима работы ГПА. Алгоритм включает следующие основные этапы.

1. Сбор исходной информации**.** На данном этапе система получает данные от датчиков давления, температуры, расхода газа, частоты вращения ротора и других измерительных устройств.

2.Обработка полученной информации. Осуществляется проверка достоверности измерений, фильтрация случайных помех и сравнение полученных значений с установленными допустимыми диапазонами.

3.Определение текущего режима работы. На основании измеренных параметров определяется фактическое состояние ГПА. Производится оценка соответствия текущего режима заданным технологическим требованиям.

4.Расчёт показателей эффективности**.** Определяются энергетические затраты, отклонения регулируемых параметров и показатели устойчивости работы оборудования.

5. Выбор оптимального решения**.** На основании математической модели и заданных критериев оптимальности вычисляется рациональный режим работы агрегата.

6. Проверка технологических ограничений**.** Перед передачей управляющих воздействий проверяется соответствие рассчитанного режима допустимым значениям давления, температуры, расхода газа и частоты вращения. При нарушении ограничений решение не принимается к исполнению.

7. Формирование управляющих воздействий**.** Допустимые управляющие воздействия передаются в автоматизированную систему управления для реализации в соответствии с проектной логикой и установленными ограничениями.

8. Контроль результатов. После изменения режима система повторно анализирует технологические параметры и оценивает эффективность принятого решения.

Таким образом, алгоритм обеспечивает непрерывный процесс анализа состояния агрегата и корректировки режима его работы.

Функциональная структура предлагаемой системы управления**.** Предлагаемая структура автоматизированной системы управления включает следующие функциональные блоки:

1. Измерительные устройства и датчики.
2. Блок сбора технологической информации.
3. Блок предварительной обработки данных.
4. Блок определения текущего состояния агрегата.
5. Вычислительный блок оптимизации.
6. Блок проверки технологических ограничений.
7. Блок формирования управляющих воздействий.
8. Блок контроля и регистрации результатов.

Информационный обмен между блоками осуществляется в следующей последовательности: Датчики → Сбор информации → Обработка данных → Анализ состояния ГПА → Оптимизационный алгоритм → Проверка ограничений → Формирование управляющих воздействий → Контроль результата.

Важной особенностью предлагаемой структуры является наличие обратной связи. Благодаря этому система может учитывать изменения технологических условий и повторно определять оптимальный режим работы агрегата.

Выводы. В данной работе рассмотрены вопросы разработки алгоритма принятия оптимальных решений в автоматизированной системе управления газоперекачивающим агрегатом. Проанализированы основные технологические параметры, влияющие на эффективность работы оборудования, и определены основные критерии оптимального управления. Предложен алгоритм, включающий сбор и обработку технологической информации, определение текущего состояния агрегата, расчёт показателей эффективности, выбор оптимального режима и контроль результатов управления. Отличительной особенностью предлагаемого подхода является комплексный учёт энергетических и технологических показателей при выборе управляющих воздействий. Применение разработанного алгоритма может способствовать повышению эффективности функционирования газоперекачивающих агрегатов, рациональному использованию энергетических ресурсов и совершенствованию существующих автоматизированных систем управления компрессорными станциями.

Дальнейшие исследования предполагают разработку имитационной модели газоперекачивающего агрегата и проведение сравнительных расчётов для определения количественной эффективности предложенного алгоритма.

Список литературы.

1. Seborg D. E., Edgar T. F., Mellichamp D. A., Doyle F. J. Process Dynamics and Control. 4th ed. Wiley, 2016.
2. Åström K. J., Murray R. M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton University Press, 2008.
3. Rawlings J. B., Mayne D. Q., Diehl M. Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design. 2nd ed. Nob Hill Publishing, 2017.
4. Boyd S., Vandenberghe L. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004.
5. IEC 61511. Functional Safety — Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector.