

РАЗРАБОТКИ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Оптимизация работы компрессоров пирогаза с помощью технологии интеллектуальной автоматизации

Система мониторинга за состоянием машинного оборудования предоставляет данные, позволяющим предотвращать остановки как отдельных блоков, так и всего предприятия

Компрессор пирогаза (КПГ) - это самое важное оборудование предприятий по производству этилена (Рис.1). Стоимость этого актива может достигать до 50 млн. долларов, при этом оно эксплуатируется в сложных условиях 24 часа и 7 дней в неделю. Эти устройства незаменимы, и производители этилена понимают, в случае отключения КПГ из-за избыточной вибрации, помпажа, неисправности измерительных приборов или прочих проблем, все производственные процессы будут остановлены на срок до недели.

Чтобы достичь максимальных объемов производства и сократить количество ложных отключений, которые приводят к простоям и ненужному техобслуживанию, работа компрессора должна быть идеально отлажена. Повышение уровня эффективности, эксплуатационной готовности и производительности данного оборудования одновременно с сокращением затрат на его техобслуживание поможет производителям этилена увеличить объемы производства для удовлетворения рыночного спроса. Однако достижению этих целей препятствует ряд проблем.

Проблемы. В 2008 году на Конференции производителей этилена были озвучены результаты исследования, посвященного изучению надежности компрессоров при производстве олефинов¹. По мнению производителей, основная причина отключения оборудования – неисправность измерительных приборов. Технологический процесс производства этилена сам по себе является тяжелым испытанием для таких устройств. Зонды подвергаются загрязнению и воздействию экстремальных температур. Это может привести к потере точности (т.е. дрейфу) при измерении таких показателей, как температура, расход и давление, т.е. тех важных характеристик, на основании которых рассчитывается расстояние до границы помпажа компрессора и его безопасная для эксплуатации, оптимальная производственная мощность.

При дрейфе приборов даже на 1% операторы не могут точно оценить фактический расход газа через компрессор, а результаты, полученные в ходе измерений, значительно отличаются от реальных цифр. Если показания слишком низкие, это может привести к активации антипомпажной системы и производственным потерям. Если же показания слишком высокие, то производство может быть гораздо ближе к границе помпажа, чем думают операторы, и в компрессоре начинаются резкие колебания напора и расхода. Результатом может стать повреждение данного оборудования и

долгий период простоя. Не доверяя показаниям приборов и опасаясь возникновения помпажа, операторы будут увеличивать расстояние до границы помпажа. Подобные действия мешают эффективной работе предприятия и неоправданно повышают его энергопотребление.

Проблемы из-за засорения. Опрошенные в ходе исследования сотрудники 108 предприятий, на долю которых приходится 62% мирового производства этилена, считают загрязнение второй по распространенности причиной неполадок в работе компрессора. В результате неизбежного скопления загрязняющих веществ на лопатках компрессора происходит их разбалансировка, что приводит к чрезмерной вибрации и, впоследствии, остановке оборудования.

Кроме того, отложения на лопатках вызывают снижение энергоэффективности на 1%. Учитывая, что энергопотребление турбокомпрессоров может достигать 70 МВт, ежегодные потери составляют 300 тыс. долларов. Эти потери можно контролировать, но принять решение об очистке лопаток от загрязнений можно лишь на основании соответствующих данных. Иначе техобслуживание (ТО) окажется несвоевременным, а пропускная способность предприятия - неоправданно низкой.

Механические неисправности. Опрошенные производители считают, что самые длительные простои компрессора объясняются возникновением механических неисправностей. Операторам нужны надежные средства для прогностической диагностики машинного оборудования, которые смогут выявить перекосы валов и трещины,



Рис. 1 Компрессор крекинг-газа – это самое важное оборудование на предприятиях по производству этилена. (Фото предоставлено компанией Elliott Co)

отказы муфт и снижение стабильности смазочного масла подшипников. Благодаря этому операторы смогут предотвратить остановку компрессора или, что гораздо опасней, его поломку (Рис.2).

В случае остановки компрессора у оператора есть от 10 до 30 мин. на то, чтобы выявить причину и определить, насколько безопасен повторный запуск оборудования. Если через полчаса компрессор запущен не будет, начнутся значительные нарушения в работе процесса и всего предприятия. Остановка ККГ влияет на предприятие по принципу домино и может повлечь за собой вынужденный сброс сырья на факел или даже полный останов завода на срок до 7 дней.

Ложные остановки могут стать причиной многих проблем, главное ни в коем случае не допустить помпажа компрессора. Чтобы оптимизировать технологический процесс, а также быстро и точно отреагировать на случившееся и предотвратить помпаж ККГ, операторы должны быть уверены, что антипомпажный клапан компрессора сработает без промедления. В случае аварийной ситуации такой клапан, оснащенный специализированной системой управления, должен открыться на 50 см (20 дюймов) за 0,75 сек. Если не контролировать этот процесс, при такой большой величине хода за столь краткий период времени может произойти срыв клапана.

Учитывая, что важный турбокомпрессор вращается с высокой скоростью, при любых неполадках ситуация ухудшается очень быстро. Диспетчерская должна быть оснащена соответствующей стандарту API 670 системой защиты оборудования, чтобы при остановке компрессорной линии она могла гарантировать безопасность активов и

персонала, а также свести к минимуму факельное сжигание.

Решения. Современные технологии автоматизации позволяют производителям этилена справляться с этими многочисленными сложностями. Операторы завода могут добиться безопасного увеличения производительности и энергоэффективности, а также сокращения затрат на ТО за счет внедрения стратегии комплексной автоматизации. Она предусматривает применение интеллектуальной цифровой системы управления состоянием машинного оборудования и основными активами, установку прочного и высокопроизводительного антипомпажного клапана, а также надежных и точных измерительных приборов.

Мониторинг состояния машинного оборудования и управление активами. Производители выиграют от применения данной системы, т.к. она обеспечивает безопасность в сочетании с прогностической диагностикой и мониторингом производственных процессов для того, чтобы повысить уровень эксплуатационной готовности компрессора и защитить этот ценный актив, а также улучшить энергоэффективность и производительность, снизив при этом затраты на ТО и охрану окружающей среды.

Диагностика в полевых условиях позволяет операторам выявлять потенциальные проблемы за несколько месяцев до их появления и предотвратить избыточную вибрацию, механические поломки и останов компрессора. Таким образом, у операторов и технического персонала всегда есть информация, на основании которой они могут предпринять корректирующие действия независимо от типа неисправности, будь то перекосы или трещины валов, отказы

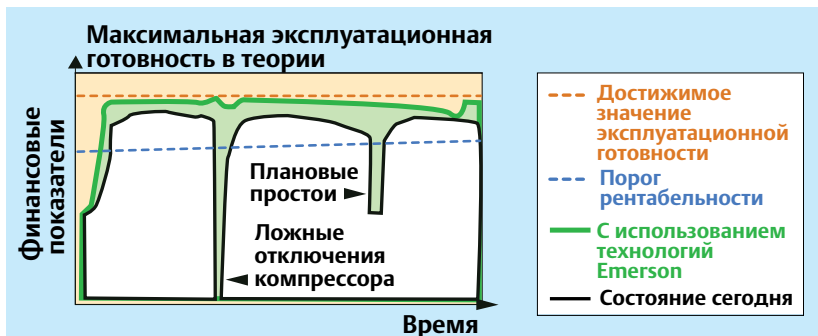


Рис. 2 Увеличение срока безотказной работы за счет предупреждения ложных отключений и увеличения временных интервалов между запланированными простоями.

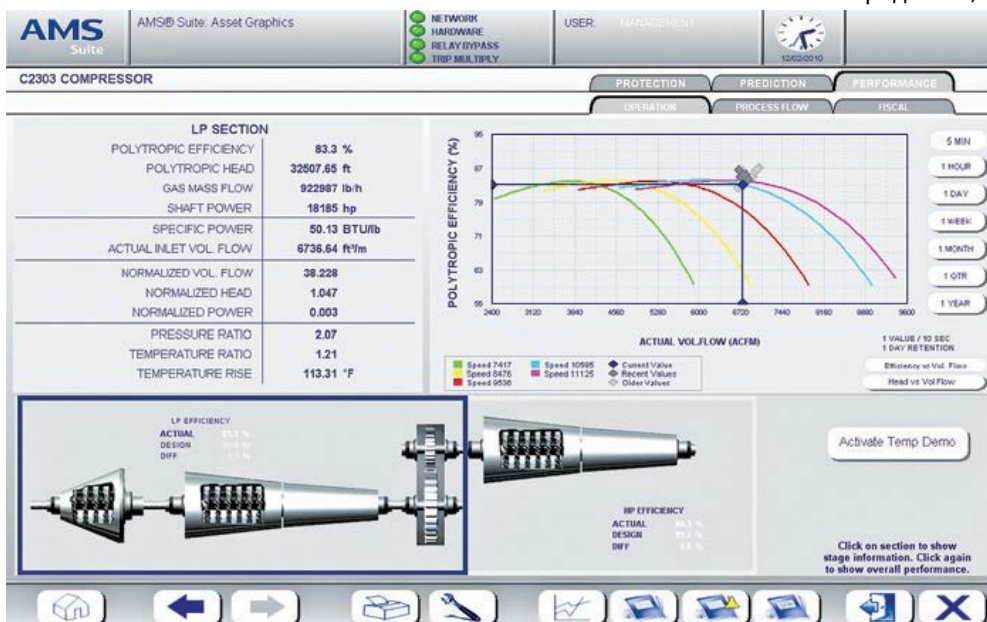


Рис. 3 Интуитивно понятный графический интерфейс позволяет оператору проверять КПД вращающегося оборудования, отслеживая текущее состояние технологического процесса, предупредительные сигналы, а также данные диагностики и прогнозируемые неисправности.

муфт, отсутствие смазки на подшипниках или ее нестабильность, разбалансировка или образование загрязнений на лопатках. Это снижает объем ТО и повышает производительность. А с учетом того, что останов ККГ может быть предотвращен с помощью раннего информирования о состоянии оборудования, это решение действительно защищает машинное оборудование, обеспечивая сохранность важнейшего актива предприятия.

Если останов все же произошел, система мониторинга быстро проводит переходный анализ всех форм вибрационных волн, полученных до, во время, и после случившегося. Возможность анализа и реконструкции произошедшего позволяют определить, какие механические проблемы стали

причиной останова. Операторы могут быстро решить, насколько серьезно пострадало оборудование, и можно ли вновь запустить компрессор, пока останов еще не повлиял на другие участки предприятия.

Системы мониторинга предупреждают ложные остановки, контролируя состояние сенсоров и обмениваясь данными с полевыми приборами. Данные приборы настроены автоматически определять неисправности кабелей и сенсоров, регулировать ситуацию при отключении и информировать оператора о необходимости предпринять соответствующие меры.

Важная информация в реальном времени.

Кроме того, с помощью данной технологии, предприятия могут предотвращать катастрофические

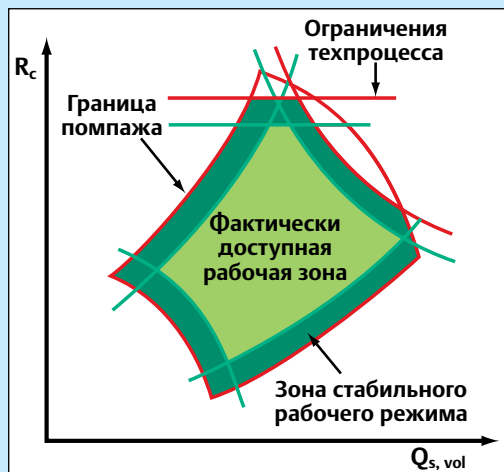


Рис. 4 Уверенная работа близко к границе помпажа компрессора при получении оперативных данных о состоянии технологического процесса и активов предприятия через интеллектуальные полевые приборы.

отказы оборудования за счет постоянного измерения важных параметров его работы, таких как относительная и абсолютная вибрация, осевое смещение, расширение корпуса и относительное расширение, отклонение валов от соосности, температура и скорость потока. За счет такой измерительной функции система соответствует стандарту защиты API 670 применительно к компрессорным линиям и обеспечивает безопасный останов оборудования в аварийных ситуациях. В результате, защита критически важного оборудования и персонала обеспечена, объемы факельного сжигания минимизированы, страховые требования соблюдены.

Возможности системы автоматизации отображать рабочие параметры помогает снижать эксплуатационные затраты за счет более качественного управления технологическим процессом и энергопотреблением. Операторы могут видеть основные производственные показатели, такие как КПД компрессора, загрязнение лопаток, формирование напора, энергопотребление и эксплуатационные затраты, что позволяет легко определить, насколько оптимально работает компрессор. Можно провести еще более детальный анализ, проверив функционирование отдельных отсеков компрессора и сравнив фактическую производительность с расчетной (ожидаемой). Более того, опытные партнеры по автоматизации могут настроить инструмент отображения рабочих параметров так, чтобы представленные значения выводились с учетом сезонной или производственной изменчивости, влияющей на технологический процесс.

Современные решения для мониторинга состояния машинного оборудования и управления активами могут быть легко интегрированы в существующие системы управления. Действующие системы дополняются интуитивно понятными графическими интерфейсами в удобном формате, благодаря которым операторы предприятия по производству этилена могут оперативно принимать верные решения. Например, при выполнении мокрой очистки компрессора от загрязнений на месте эксплуатации операторы получают оперативные данные о повышении КПД, а также сигналы системы мониторинга, предупреждающие о возможном появлении трещин на лопатках, что нередко случается в ходе выполнения операции. Данные о техническом состоянии машинного оборудования и об управлении активами, характеризующие 4 аспекта контроля (защита, прогнозирование, производительность и интеграция в технологический процесс), могут быть получены непосредственно из действующей на предприятии системы управления через удобные интерфейсы без дополнительных инженерных работ (Рис. 3).

Антипомпажные клапаны. Антипомпажные клапаны играют ключевую роль в предотвращении помпажа и поэтому являются основным элементом регулирующей арматуры для важного оборудования на предприятиях по производству этилена. Лучшие на сегодня регулирующие клапаны спроектированы для точной, надежной и оперативной работы. К тому же, такие интеллектуальные клапаны обладают встроенными функциями, которые позволяют обеспечить защиту и точное функционирование критически важного оборудования в максимально сложных условиях. Особенности оптимизированных антипомпажных клапанов:

- привод с воздушной подушкой, который надежно регулирует замедление потока, обеспечивая защиту клапана и компонентов привода;
- особая конструкция, позволяющая снизить уровень шума на 40 дБА и обеспечить защиту компрессора и системы трубопроводов от повреждений под воздействием вибрации;
- точность регулирования и хода клапана для предотвращения помпажа;
- предоставление диагностических данных, свидетельствующих о таких неполадках, как загрязнение воздуха КИП, негерметичность привода и трубопровода, недостаточная подача воздуха, недостоверность показаний электро-пневматических преобразователей, а также износ эластомеров для КИП. При этом не нужно перемещать работающий клапан;
- фиксирование дополнительных диагностических данных (при движении клапана) для определения риска засорения клапана, заедания плунжера, повреждения или ослабления соединений, а также неполадок, связанных с некачественно проведенной калибровкой или истиранием клапана.

Набор таких функций позволяет операторам быть уверенными в том, что при работе компрессора максимально близко к границе помпажа клапан сработает в нужный момент. Чем больше КПГ, тем больше возможности для экономии операционных затрат.

Поскольку останов оборудования равнозначен производственным потерям, важно отметить, что такие антипомпажные клапаны легко ввести в эксплуатацию и удаленно настроить за несколько минут. При этом активация клапана требует в два раза меньше вспомогательных устройств по сравнению с традиционными защитными системами. В случае возникновения неполадок функция диагностики рабочих характеристик (Рис. 4) помогает операторам быстро установить основную причину.

Интеллектуальные и точные измерительные приборы. С помощью интеллектуальных цифровых приборов производители этилена могут получать точные и достоверные данные по давлению, температуре и расходу - критически важной информации для эффективной и безопасной работы компрессора вблизи границы помпажа. Интеллектуальные приборы обеспечивают надежность, воспроизводимость и стабильность этого процесса.

Точность определения положения относительно границы помпажа компрессора зависит от достоверности данных, необходимых для расчетов. Точные вычисления расхода возможны при наличии данных, поступающих от надежных интеллектуальных измерительных приборов с расширенными функциями диагностики, высокой эксплуатационной скоростью и возможностью оперативного резервного копирования.

- Интеллектуальные расходомеры. Внедрение инновационных расходомеров последнего поколения на вашем компрессоре значительно облегчает работу. Сегодня доступны приборы с высокой частотой обновления данных – 22 раза в секунду. Они позволяют отслеживать

степень приближения к границе помпажа. Кроме того, за счет функций статистического мониторинга и расширенной диагностики операторы могут оперативно обнаружить явление обратного потока, получив предупредительный сигнал о неполадках системы антипомпажной защиты.

- Интегрированные расходомеры со стабилизирующей диафрагмой. Такие решения подходят для применений, где недостаточно места для прокладки трубопроводов. В отличие от расходомеров с традиционной измерительной диафрагмой, такие расходомеры не требуют длинных прямолинейных участков трубопровода для выполнения точных измерений (2 диаметра вверх и вниз по потоку). К тому же, решение позволяет усовершенствовать управление процессом за счет функции коррекции расхода. Прибор рассчитывает объемный расход, определяя дифференциальное давление, температуру и рабочее давление.

- Преобразователи температуры с функцией горячего резервирования. Резервные измерения температуры позволяют автоматически определять дрейф или отказ измерительного прибора. Благодаря встроенной функции горячего резервирования, операторы могут переключиться на контроль или мониторинг работы исправного преобразователя без необходимости останавливать технологический процесс для замены измерительного прибора. **HP**

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Р. Шах «Результаты исследования надежности компрессоров при производстве олефинов» (Shah, R., "Olefins compressors' reliability performance survey results"), Конференция производителей этилена 2008.

Питер Кокс (Peter Cox) - глобальный лидер по развитию бизнеса Emerson Process Management в химической отрасли. До этого Питер в течение 15 лет работал на предприятии BASF в г. Антверпен, где занимал различные должности в подразделениях по техническому обслуживанию, проектированию и производству. Территориально Питер работает в г. Дигем в окрестностях Брюсселя (Бельгия).