



Сколько денег утекает в трубу

Как предиктивная аналитика помогает избежать лишних трат



Андрей Рыбаков
Руководитель IT продукта

Сколько денег утекает в трубу

По данным Министерства энергетики Российской Федерации, сегодня средний возраст российского нефтеперерабатывающего завода превышает 60 лет, и более 60% крупных нефтеперерабатывающих заводов (объем переработки от 1 млн тонн в год) находятся в эксплуатации свыше 50 лет.

Основным видом нефтеперерабатывающего оборудования на заводе вне зависимости от используемых технологических установок является насосно-компрессорное оборудование (НКО). Оно обеспечивает все технологические

процессы, протекающие на любой установке: как физические (ректификация и теплообмен), так и химические (гидроочистка, риформинг, изомеризация, каталитический крекинг и т.д.). На каждом крупном НПЗ работает от 1500 до 3000 единиц насосно-компрессорного оборудования. Несмотря на масштабную модернизацию, проводившуюся в отрасли в 2019-2020 гг, до 20–30% насосов на производстве могут быть старше 30 лет и большинство отказов оборудования происходит как раз по причине его неудовлетворительного технического состояния

Издержки, связанные с насосным оборудованием

Все издержки, связанные с насосно-компрессорным оборудованием, можно разделить на две части. Первая — затраты, связанные с обеспечением работы, техническим обслуживанием и ремонтом. Вторая часть — потери, связанные с отказом оборудования и упущенной выгодой.

Производственный процесс на нефтеперерабатывающем или нефтехимическом заводе идет непрерывно 24 часа в сутки. Поскольку насосы и компрессоры обеспечивают эту непрерывность, все позиции резервируются, и обычным является 100%-ное резервирование. Это означает, что если конкретная единица НКО отвечает за подачу сырья, то технологическая позиция будет представлена двумя насосами, один из которых работает, а второй находится в резерве и включается в случае поломки первого. В 95% случаев отказа или выхода из строя оборудование ремонтируют. Как правило, ремонт занимает от одних суток до 4-5 дней.

Нередко бывает, что один насос выходит из строя и отправляется в ремонт, а следом, еще до завершения ремонтных работ, ломается и второй. Т.к. все

технологические установки взаимосвязаны (например, установки, производящие полуфабрикаты, обеспечивают последующее компаундирование готовой продукции), при выходе из строя одного из элементов нарушается работа всего предприятия. Кроме того, аварийная остановка одной единицы может привести к повреждению другого оборудования.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что повреждение или выход из строя насосного оборудования завода может повлечь за собой существенный материальный ущерб и даже гибель работников. НПЗ — это крупнотоннажное производство, производительность среднестатистического российского завода составляет 12 млн тонн в год. Сутки простоя одной технологической установки, например, ректификационной колонны из-за сбоя в работе основных и вспомогательных насосов могут обернуться миллионными убытками. По оценке экспертов [Ctrl2GO Solutions](#), при отказе насоса в зависимости от критичности его расположения недополученная прибыль может достигать сотен миллионов рублей в день.

Кроме того, поскольку насосно-компрессорное оборудование является основным элементом любой установки, на его долю приходится львиная доля затрат электроэнергии, потребляемой всем заводом — от 70 до 90 % (данные [Ctrl2GO Solutions](#)).

Как обслуживаются насосы

Ежедневное обслуживание и контроль работы насосов осуществляется персоналом завода. Сотрудники следят за работой оборудования с помощью установленных на нем контрольно-измерительных приборов (КИП).

Современный насос оснащен термopарами, которые измеряют температуру подшипников, самого насосного агрегата и электродвигателя. Кроме того, насосы, перекачивающие взрывопожароопасные вещества, оснащаются системой двойных торцевых уплотнений, и на бачке торцевого уплотнения тоже есть КИП: датчики давления, температуры, уровня. Помимо контрольных приборов за состоянием НКО на заводе следит система блокировок: когда параметр заходит в критическое значение, насос останавливается, однако в этом случае дефект уже успевает развиться.

За диагностику оборудования отвечает подразделение предприятия, но ремонт осуществляет, как правило, подрядчик, выигравший тендер на конкретные виды работ. При этом механическую часть насосного агрегата обслуживает и ремонтирует один подрядчик, ТОиР электродвигателя выполняет уже другая подрядная организация, а поверкой, проверкой и обслуживанием КИП занимается третья компания. Проверить качество выполненных работ при этом затруднительно.

Для того, чтобы в режиме реального времени определять текущее техническое состояние насосов, выявлять зарождающиеся дефекты и не доводить до критического режима работы, аварийной остановки или поломки, многие российские НПЗ (Омский НПЗ, Московский НПЗ, Пермский НПЗ) уже начали внедрять системы предиктивной аналитики.

Такая система обрабатывает данные, поступающие с датчиков, установленных на оборудовании, и, используя математические модели, способна выявлять аномалии в его работе, прогнозировать его техническое состояние и заблаговременно сигнализировать о развивающихся дефектах. Система предиктивной аналитики может подсказать оперативному эксплуатационному персоналу, на что обратить внимание еще до перехода

агрегата в критический режим работы и наступления катастрофических последствий, связанных с выводом позиции в ремонт, поиском запчастей и длительными ремонтно-восстановительными работами. А после выполнения ТОиР предиктивная аналитика поможет оценить состояние оборудования и качество проведенных работ.

По данным [Ctrl2GO Solutions](#), внедрение позволяет оптимизировать ТОиР, минимизировать отказы, простои и упущенную выгоду, сократить расход материально-технических ресурсов до 40% и продлить срок службы оборудования на 50%.

Экономический эффект от внедрения предиктивной аналитики

Согласно результатам зарубежных проектов, внедрение решений прогнозной аналитики на нефтеперерабатывающих предприятиях позволяет повысить эффективность технического обслуживания динамического оборудования на 20–30 %, сократить внеплановые простои оборудования на 15–20 %, уменьшить объемы обслуживания и ремонта на 15–20 % и снизить энергопотребление на одну тонну нефти на 2–5 %.

Опыт внедрения обслуживания на основе прогноза состояния показал, что экономический эффект от таких систем может быть существенным. Так, раннее выявление проблем помогло избежать значительных затрат:

- более ₹300 млн издержек при раннем обнаружении повреждений вращающегося оборудования (турбин, насосов и т.п.),
- ₹28,4 млн. сэкономлено при раннем предупреждении проблем с перепускным клапаном теплообменника,
- более ₹37,5 млн. сэкономлено при раннем обнаружении

- приближающегося отказа муфты заводского двигателя,
- 18 млн. экономии в год при выявлении неэффективности насоса,
 - 19 млн. затрат избежали при раннем предупреждении о проблеме перепада давления в уплотнении подшипника,
 - более 18,1 млн. затрат избежали при раннем обнаружении неправильного позиционирования управляющего клапана.

В отечественной прессе встречаются оценки ожидаемого экономического эффекта от внедрения системы предиктивной аналитики за счет снижения затрат на техническое обслуживание насосного оборудования и предотвращения незапланированного простоя оборудования.

Как изменится годовая стоимость технического обслуживания насосного оборудования после внедрения системы предиктивной аналитики

До внедрения годовой бюджет на техническое обслуживание насосного оборудования на НПЗ производительностью 10 млн тонн нефти в год составлял около 900 млн рублей*.

Общие годовые затраты на техническое обслуживание технологических насосов НПЗ – 7 %. Снижение средней стоимости ремонта без непредвиденных отказов насосов – 30 %.

Таким образом, снижение годовых затрат на техническое обслуживание составит $900\ 000\ 000 \times 0,07 \times 0,3 = 18\ 900\ 000$ руб. (или 1,57 млн руб. в месяц).

*годовой бюджет на ТО насосного оборудования определен на основе данных открытых закупок ведущих российских нефтяных компаний («Роснефть», «Газпромнефть» и др.)

