

Повышение операционной эффективности НПЗ

на основе мониторинга состояния оборудования

Владимир Костюков
Андрей Костюков

В ходе многолетних теоретических и экспериментальных исследований разработана система мониторинга состояния машинного и колонно-емкостного оборудования НПЗ, реализующая концепцию эксплуатации оборудования по его техническому состоянию в онлайн-режиме. Высокоточная диагностика,строенная экспертная система распознавания основных классов дефектов оборудования обеспечили эффективный мониторинг и прогноз технического состояния оборудования с автоматической выдачей предписаний по обслуживанию оборудования и контролем их исполнения. Оснащение НПЗ такими системами мониторинга повышает безопасность и операционную эффективность производства, о чем убедительно свидетельствуют результаты ее эксплуатации: более чем на порядок снижено число внезапных отказов, в 4 раза уменьшилось количество ремонтных работ, а общая экономия от внедрения системы мониторинга превысила \$6 млн в год при сроке ее окупаемости 1,5 месяца.

В период экономического кризиса повышение производительности труда и операционной эффективности производства имеет определяющее значение, так как отсутствуют резервы, обусловленные ростом цен на продукцию и расширением рынков сбыта. Эффективность производства определяется уровнем рентабельности как обобщающим критерием экономической эффективности. В таких условиях структура организации должна упрощаться и формироваться под выполнение конкретной задачи с учетом мобильности человеческих ресурсов, повышения уровня самоконтроля и стандартизации процессов, что позволяет ускорить процедуру взаимного согласования целей в цепочке создания ценности, так как, только располагая информацией об изменениях, менеджмент сможет свести к минимуму ситуационные потери компании.

Ситуационные издержки

Операционная эффективность непрерывных производств, в том числе нефтеперерабатывающих,

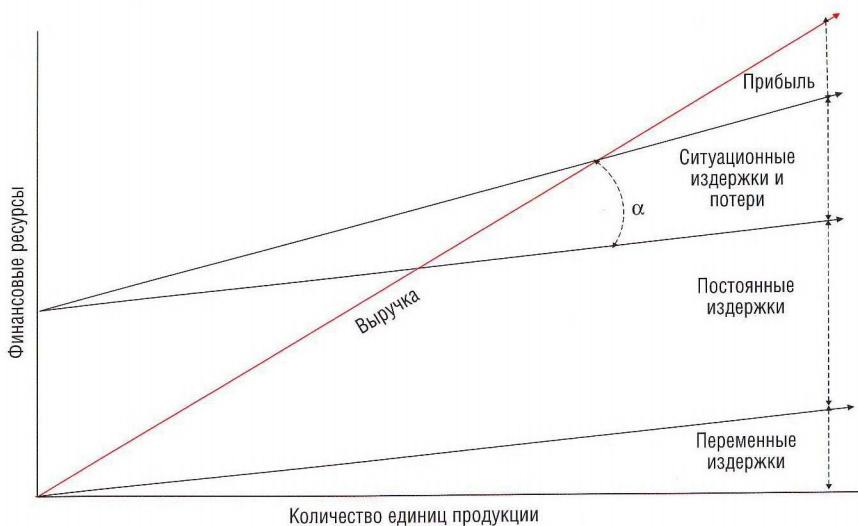
в наибольшей степени определяется объемом затрат материальных и трудовых ресурсов на ремонт оборудования и объемом потерь от аварий и простоев. Не все ресурсы предприятия обрачиваются с одинаковой скоростью — трудовые ресурсы при повременной системе оплаты труда потребляются равномерно в течение времени, а при сдельной — по мере выпуска готовой продукции и, так же как сырье и энергия, полностью потребляются в процессе производства за один оборот, другие, например оборудование, потребляются частично, причем в большинстве случаев неравномерно, а скорость их потребления в значительной степени связана с адекватностью воздействия на них производственного и обслуживающего персонала. Объем переменных издержек определяется прежде всего технологией производства, которая без коренной модернизации и значительных инвестиций акционеров существенно изменена быть не может, а постоянные издержки предприятия обусловлены его организаци-

Владимир Костюков — д.т.н., профессор, основатель российской школы мониторинга, лауреат премии правительства РФ. Генеральный директор НПЦ «Динамика», г. Омск.

Андрей Костюков — к.э.н., первый заместитель генерального директора НПЦ «Динамика». Область научных интересов — повышение организационной эффективности путем мониторинга состояния факторов производства в реальном времени.

онной структурой, предписанной материнской компанией. Именно поэтому ресурсы, потребляемые в зависимости от ситуации, необходимо выделять и учитывать отдельно. Это обусловлено рядом причин. Во-первых, ситуационные издержки носят существенный характер, и включение их в состав постоянных или переменных издержек внесет несоответствие в систему управленческого учета. Во-вторых, они наблюдаемы и измерямы, а значит, подлежат управлению наряду с постоянными и переменными издержками.

Рисунок 1
Влияние ситуационных издержек и потерь на операционную эффективность НПЗ



В-третьих, ситуационные издержки близки по экономическому смыслу к потерям и часто неотделимы от них. На рис. 1 их объем соответствует $\text{tg } \alpha$ и объясняется тем, что непосредственно расходы материальных и трудовых ресурсов на ремонт и устранение последствий аварий повышают переменные издержки, а потери при простоех оборудования повышают постоянные издержки непрерывных производств.

Рост ситуационных издержек обусловлен повышением скорости расходования материальных и трудовых ресурсов вследствие отсутствия своевременной и целенаправленной реакции персонала на повышение скорости износа оборудования из-за низкой наблюдаемости факторов воздействия в условиях априорной неопределенности (см. рис. 2).

Сущность менеджмента непрерывных нефтеперерабатывающих

производств состоит в своевременном выявлении и целенаправленном воздействии на факторы снижения скорости расходования материальных и трудовых ресурсов при эксплуатации оборудования, что обеспечивается внедрением мониторинга состояния оборудования и эффективности действий персонала в реальном времени.

Анализ типового состояния оборудования НПЗ и его ремонта

Фундаментальными причинами высоких затрат и потерь на НПЗ являются плохая наблюдаемость, затрудненная управляемость и, вследствие этого, низкая устойчивость производственных процессов, что обусловлено [1]:

- скрытым характером зарождения и развития неисправностей в оборудовании, а также плохой наблюдаемостью реальных процессов деградации оборудования на протяжении его жизненного цикла;
- трудностью выявления скрытых ошибок проектирования, монтажа и эксплуатации технологических установок и субъективностью оценки качества агрегатов и их узлов при производстве, ремонте и эксплуатации;
- отрицательным влиянием человеческого фактора вкупе с неоперативностью контроля действий персонала по поддержанию работоспособности оборудования и ведению технологического процесса;
- крайне низкой эффективностью внеплановых и планово-предупредительных ремонтов, опирающихся на уровень науки 50-х годов XX века.

В этой связи менеджмент НПЗ не в состоянии однозначно и сразу определить адекватность действий персонала и мероприятий в процессе производства, так как тотальный процессуальный контроль физически невозможен, а контроль результатов прошлой деятельности для текущего управления, увы, мало-

Рисунок 2

Причинно-следственная связь роста ситуационных издержек в зависимости от степени наблюдаемости состояния оборудования и действий персонала



эффективен, ведь результаты, особенно если они отрицательные, уже получены. С другой стороны, и персонал, который пытается активно участвовать в повышении результативности производства, предлагая различные решения существующих, по его мнению, проблем, включая и известные менеджменту, зачастую наталкивается на противодействие со стороны руководства, связанное прежде всего с недоверием – как по причине отсутствия объективных доказательств возможности положительного результата от предлагаемых мероприятий, так и по субъективным причинам. Ряд показателей, отражающих существующее положение дел в этой области, приведен в таблице 1.

Достоверность информации в системе управления существенно определяется ее объективностью, то есть независимостью от воли, желаний и соображений конкретных людей, отвечающих за эксплуатацию, ремонт, модернизацию оборудования и производства. Только на основе информации надлежащего качества (достоверной, полученной своевременно и в необходимом количестве) можно принять и реализовать наиболее адекватные решения [2]. Сегодня на большинстве предприятий контроль эффективности работы ремонтной службы в целом и ее подразделений осуществляется, с одной стороны, посредством проверки соответствия расходов по номенклатуре и стоимости статьям утвержденного бюджета, а с другой – по количеству аварий и инцидентов, вызванных пропуском отказов оборудования и обусловивших ситуационные потери оборудования или простой производства. Однако на ведущих предприятиях отрасли уже перешли к наблюдению взаимодействия элементов производственной системы путем внедрения ее мониторинга в реальном времени, что

Таблица 1
Сравнительные показатели, характеризующие результативность эксплуатации технологических комплексов НПЗ

№	Наименование показателя	Лучшие мировые показатели*	В среднем по НПЗ России**	Комплекс*** «Ароматика», Омский НПЗ
1	Доля затрат на ремонт из всех затрат производства	< 15 %	28 %	14,9 %
2	Доля затрат на материалы из всех затрат производства	< 3 %	5 %	0,6 %
3	Планируемые ремонты	> 85 %	50 %	100 %
4	Ремонты после отказа оборудования	< 15 %	50 %	0 %
5	Продолжительность производства в году	> 97 %	85 %	99 %

* по данным сайта www.maintenancebenchmarking.com.

** из докладов конференции «Современный НПЗ: задачи модернизации», Москва, 25-26.11.2008 г.

*** После перехода к управлению безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования на основе систем КОМПАКС.

позволяет влиять на факторы достижения результата, в чем, собственно, и заключается суть управляющей подсистемы организации. Благодаря мониторингу состояния оборудования появляется возможность объективной идентификации не только качества работы основного и вспомогательного персонала, но и количества выполненных работ. В связи с этим в целях сбережения ресурсов и сокращения издержек производственного комплекса появляется возможность выделения из состава комплекса обслуживающего и ремонтного персонала с переводом его функционирования в отдельные структурные подразделения. В качестве связки для интеграции этих подразделений в общую производственную систему выступает объективная и своевременная информация о состоянии оборудования в процессе эксплуатации.

Мониторинг состояния оборудования

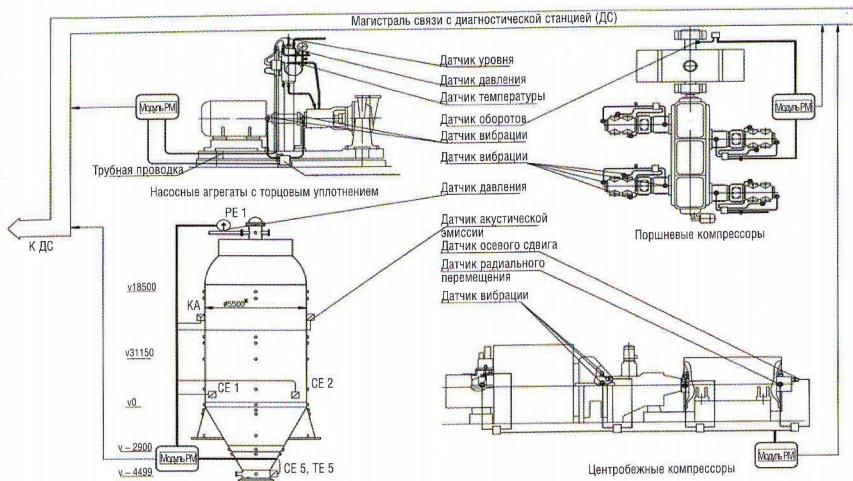
В настоящее время существует множество измерительных систем, регистрирующих параметры и представляющих результаты измерений технологическому персоналу. Все такие системы в большинстве случаев называют системами мониторинга, однако дан-

ное понятие требует уточнения, так как все системы мониторинга обладают ошибками. Статическая ошибка мониторинга – пропуск своевременного распознавания опасного состояния оборудования, вызванный тем, что опасное состояние диагностируется как удовлетворительное. Динамическая ошибка мониторинга – пропуск своевременного распознавания опасного состояния оборудования, вызванный тем, что период мониторинга превышает интервал развития опасного состояния от момента его обнаружения до предельного состояния. Совокупная ошибка системы мониторинга и определяет ее эффективность по предупреждению аварий и своевременному определению состояния оборудования для снижения эксплуатационных затрат и потерь.

Мониторинг состояния – это наблюдение за процессом изменения состояния оборудования с целью предупреждения персонала о достижении оборудования предельного состояния на неразрывно примыкающих друг к другу интервалах времени, в течение которых состояние оборудования существенно не меняется. Наличие интерпретации «причина (дефект) – следствие (параметр)» соответствует мониторин-

Рисунок 3

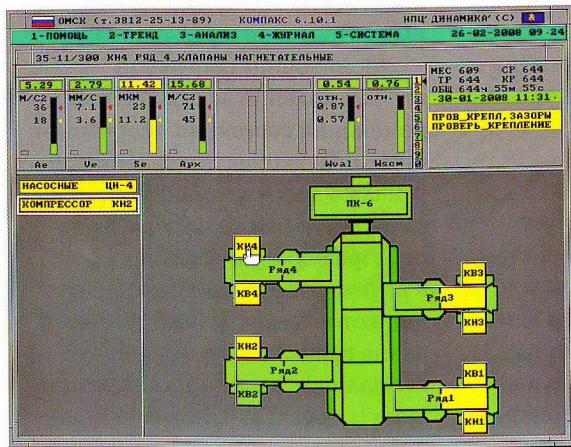
Автоматическая диагностика и мониторинг состояния оборудования технологической установки на единой программно-аппаратной платформе системы КОМПАКС



гу состояния, а отсутствие – мониторингу параметров. Таким образом, системы, ведущие лишь мониторинг параметров, потребность в интерпретации которых определяет высокую интегральную ошибку таковых, не обеспечивают возможности повысить безопасность и операционную эффективность оборудования и производства. Напротив, системы мониторинга состояния оборудования, обладающие встроенной автоматической экспертизой системой с почти нулевой ошибкой диагностики состояния, – единственное средство достижения данной цели.

Рисунок 4

Мониторинг поршневого компрессора системой КОМПАКС



тепловизионный, частичных разрядов и др.);

■ выявлению дефектных узлов оборудования и причин возникновения дефектов и неисправностей;

■ ведению технологического режима объекта мониторинга (ОМ) с учетом его технического состояния;

■ необходимости регулирования параметров технологического процесса для минимизации деструктивных нагрузок, действующих на ОМ, с целью обеспечения максимального ресурса безопасной эксплуатации оборудования ОПО;

■ изменению периодичности проведения регламентных работ (для оборудования находящегося в эксплуатации);

■ эксплуатации оборудования ОПО по фактическому состоянию, подразумевающей, что объемы и содержание штатных периодических осмотров и обследований объектов, снабженных системами комплексного мониторинга, могут быть изменены;

■ условиям дальнейшей эксплуатации оборудования ОПО сверх нормативного срока эксплуатации.

Высокая эффективность таких систем достигнута в ходе многолетних теоретических и экспериментальных исследований, в результате которых удалось создать системы распознавания основных классов дефектов оборудования с близкой к нулю, не превышающей единиц процентов ошибкой диагностики.

Стационарная система мониторинга состояния оборудования КОМПАКС предназначена для обеспечения безопасной экологически чистой ресурсосберегающей эксплуатации оборудования взрывопожароопасных производств, предупреждения аварий, производственных неполадок и управления техническим состоянием оборудования путем непрерывного компьютерного мониторинга. Система обеспечивает автоматическую диагностику, мониторинг и прогноз технического состояния с выдачей

предписаний по ближайшим неотложным действиям с оборудованием персоналу в операторную установку и автоматический контроль исполнения выданных предписаний с предоставлением данной информации руководству предприятия посредством диагностической сети.

Система КОМПАКС имеет распределенную структуру (см. рис. 3) и в автоматическом режиме производит оценку технического состояния машинного (динамического) и колонно-емкостного (статического) оборудования по параметрам вибрации, акустической эмиссии, температуры, потребляемому току и так далее, обеспечивая визуальное отображение текущего технического состояния цветовыми пиктограммами: зеленый цвет – «Допустимо», желтый – «Требует принятия мер», красный – «Недопустимо» (рис. 4). Система выдает предупреждение персоналу посредством речевого сообщения и рекомендаций по ближайшим неотложным действиям, которые необходимо провести для обеспечения безаварийной эксплуатации оборудования. Все измеряемые системой параметры накапливаются в базах данных за различные временные интервалы – от 12 часов до 9 лет (12 часов, 4 и 40 суток, 1 год и 9 лет).

Оснащение оборудования многих предприятий стационарной системой КОМПАКС позволило устраниить аварии и исключить так называемые внезапные отказы. Система КОМПАКС обеспечивает надежное диагностирование дефектов разнообразного оборудования. В частности, в насосных агрегатах система безошибочно в автоматическом режиме определяет дефекты внутренней и внешней обоймы, сепаратора и тел качения подшипника, послабление посадки и увеличенный зазор подшипника, пережатые подшипники и перекос подшипниковых щитов, касание ротором статора электродвигателя,

Рисунок 5
Техническое обслуживание в процессе эксплуатации



дефект обмоток статора (перекос фаз), дисбаланс и расцентровку агрегатов, нарушение их крепления к фундаментам и присоединенным конструкциям и многое другое. Проведенный анализ статистики отказов показал, что на оснащенном системой оборудования более чем в 12 раз снизилось число внезапных для персонала отказов, более чем в 4 раза сократилось количество ремонтных работ. Произошло качественное перераспределение объемов ремонтов от капитальных и средних в сторону текущих ремонтов и текущего обслуживания, что подтверждено многочисленными публикациями в открытой печати.

Системы КОМПАКС на технологических комплексах контролируют наиболее ответственное и аварийно опасное оборудование 1-й и 2-й категорий. Мониторинг состояния оборудования, не оснащенного стационарными системами, производится персоналом технологического комплекса с помощью персональной системы автоматической диагностики Compacts-micro с периодичностью, установленной для оборудования 2-й и 3-й категории бизнес-рисков

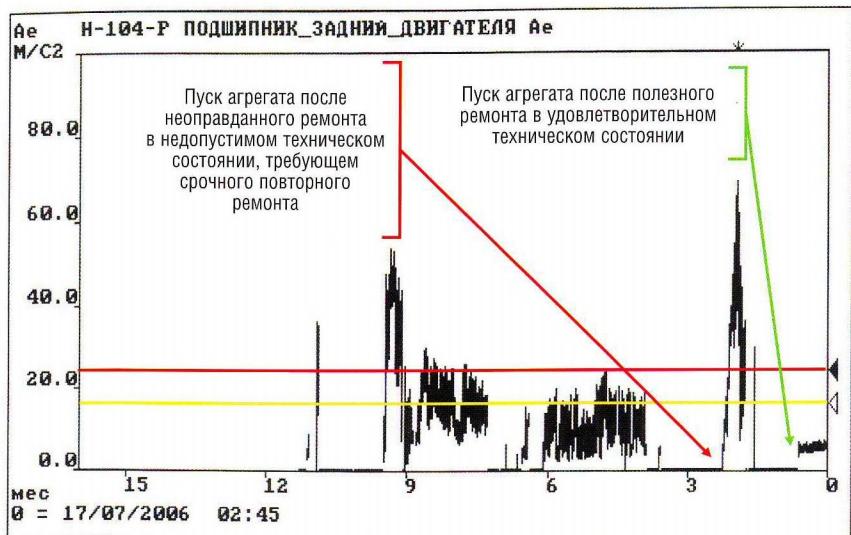
на основании рассчитанной вероятности пропуска отказа данного оборудования – величины динамической ошибки мониторинга. После проведения измерений результаты мониторинга сохраняются механиком в диагностической станции системы КОМПАКС для визуализации состояния всего оборудования комплекса. По результатам мониторинга на основе автоматически формируемых системой планов технологическим персоналом проводятся работы по техническому обслуживанию и корректировке технологического процесса. Если вышеуказанные действия персонала недостаточны для поддержания работоспособного состояния оборудования, то есть состояние оборудования ухудшается, персонал технологического комплекса осуществляет технологический переход на эксплуатацию с основного на резервное оборудование, выводя неисправное оборудование в ремонт, вызывая при необходимости специализированные ремонтные подразделения предприятия.

Системой КОМПАКС осуществляется автоматическое планирование объемов и сроков ремонтов оборудования путем формирования

Рисунок 6

Ремонт агрегата с выводом из эксплуатации

Участок 1 – неоправданный ремонт. Участок 2 – полезный ремонт



перечней оборудования, подлежащего плановому и срочному ремонту с учетом объективных возможностей существующей ремонтной базы и текущих потребностей поддержания безопасности и стабильности технологического процесса. Интеграция в систему КОМПАКС большинства методов неразрушающего контроля позволяет обеспечить комплексный мониторинг состояния всего оборудования предприятия на единой программно-аппаратной платформе, что существенным образом сокращает потери информации и повышает оперативность и объективность принимаемых решений и действий по техническому обслуживанию и управлению эксплуатацией оборудования, а также обеспечивает повышение безопасности и эффективности эксплуатации технологических комплексов в целом, тем более что контроль над всеми процессами, осуществляетсями в рамках системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования технологических комплексов, производится руководством предприятия с помощью диагностической сети Compacs-Net в реальном времени.

Применение SM™-технологии в управлении производством на НПЗ

В НПЦ «Динамика» разработана Safe-Save Maintenance SM – технология безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования, объединяющая посредством систем КОМПАКС усилия всех руководителей и специалистов предприятия в деле обеспечения надежной и безаварийной работы технологических комплексов.

Накопленные в памяти системы тренды параметров отражают (илюстрируют) состояние оборудования и действия персонала по выданным ею речевым и текстовым предписаниям.

В процессе анализа ТОРО, выполненного по автоматически сохраняемым и накапливаемым данным системы компьютерного мониторинга состояния оборудования КОМПАКС, виды работ подразделены на техническое обслуживание и ремонт, который, в свою очередь, классифицирован по трем основным категориям неисправностей машин и распределен на две категории качества – «полезные» и «неоправданные». Несмотря на распространенность терминов,

необходимо все же уточнить эти понятия. Под техническим обслуживанием понимается восстановление ресурса агрегата (добавление смазки, обтяжка крепления, изменение технологического процесса и так далее) на рабочем режиме без вывода из эксплуатации. На рис. 5 представлен тренд параметра насосного агрегата, отражающий его состояние в процессе эксплуатации. Агрегат был введен в эксплуатацию в неблагоприятном техническом состоянии, но его своевременное и целенаправленное техническое обслуживание позволило продолжить эксплуатацию агрегата в удовлетворительном техническом состоянии (уровень параметра ниже желтой линии), соответственно, снизить риск возникновения аварии или простоя по причине отказа.

Под ремонтом понимается восстановление ресурса агрегата, выполненное во время его остановки. Неоправданный ремонт – ремонт, в результате которого техническое состояние агрегата после проведенных работ ухудшилось (рис. 6, участок 1 – уровень параметра, отвечающего за состояние агрегата, выше желтой или красной линий). Полезный ремонт – ремонт, выполненный на агрегате при его неблагоприятном или опасном техническом состоянии, после которого состояние агрегата улучшилось и оценивается как удовлетворительное (рис. 6, участок 2 – уровень параметра, отвечающего за состояние агрегата, ниже желтой линии).

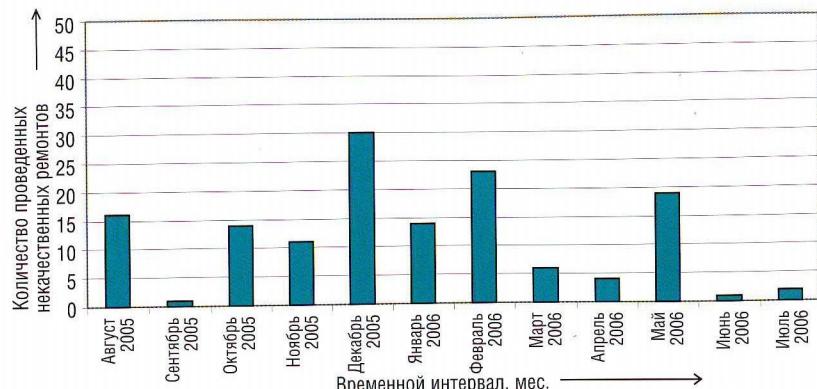
Актуальность такой терминологической классификации наглядно иллюстрируется следующим примером. В результате мониторинга данных показателей на установке каталитического крекинга (КК) одного из НПЗ выяснилось, что с августа 2005-го по июль 2006 года при эксплуатации машинного оборудования выполнено 815 работ по ТОРО, из них 260 (32%)

ремонтов (119 полезных и 141 неоправданный) и 555 (68 %) работ по техническому обслуживанию агрегатов. При этом выполнялись только текущие ремонты оборудования. Ранее на установке ежегодно производилось 616 ремонтов в год, в том числе внеплановых 525, из них повторных 111, что привело к аварийному простою установки в течение 32 часов. Таким образом, общее количество ремонтов оборудования установки за год эксплуатации снизилось, по сравнению с ремонтами до внедрения системы, почти в 2,4 раза, а количество полезных ремонтов стало более чем в 5 раз ниже объема ремонтов в предыдущем периоде.

Анализ неоправданных ремонтов установки КК (рис. 7) показал, что они носят стохастический характер и являются, с одной стороны, следствием некачественно проведенных ремонтов, в результате которых персонал установки вынужден проводить повторные ремонты, а с другой стороны, объективно нецелесообразны, что подтверждается удовлетворительным техническим состоянием оборудования перед выводом в ремонт. Налицо явное наличие противоречий между целями руководства НПЗ, всячески пытающегося сократить издержки, и персонала установки, заказывающего сервисным предприятиям ремонт нормально-го оборудования и принимающего из ремонта оборудование зачастую в неисправном техническом состоянии.

В совокупности с проблемами, выявленными при анализе безопасности производства, это указывает на наличие демотивирующих факторов, цена которых для НПЗ только по этой установке КК, по самой консервативной оценке, превышает \$ 155 тыс. в год ($141 \text{ ремонт} \times \1100). Это приводит к выводу о необходимости корректировки системы мотивации и контроля на предприятии, тем более что годо-

Рисунок 7
Неоправданные ремонты агрегатов установки каталитического крекинга



вой фонд оплаты труда на данном технологическом комплексе составляет менее \$ 200 тыс.

В течение первых 6 месяцев эксплуатации оборудования установки персонал, руководствуясь предписаниями системы, осуществлял ремонт оборудования по фактическому техническому состоянию, в среднем ремонтируя ежемесячно по 14 машин. С августа 2005-го по январь 2006 года наблюдалось увеличение количества полезных работ по ремонту с 12 до 17 (рис. 8). На остановочном ремонте установки в декабре 2005-го – январе 2006 года проведено максимум полезных ремонтных работ – 33. Анализ баз данных СМСО показывает,

что основное количество полезных ремонтов приходится на ремонты, связанные с дефектами подшипников, – 61%; 24% ремонтов проведены по причине дефектов центровки и балансировки и 15% ремонтов связаны с устранением дефектов крепления. Это позволяет сделать вывод о некачественном ремонте агрегатов (61%) и недостаточной требовательности персонала установки при приемке агрегатов из ремонта – дефекты монтажа на технологической позиции составляют 39%.

Однако с февраля 2006 года количество полезных ремонтов значительно снизилось, что связано с существенным повышением про-

Рисунок 8
Полезные ремонты агрегатов установки КК

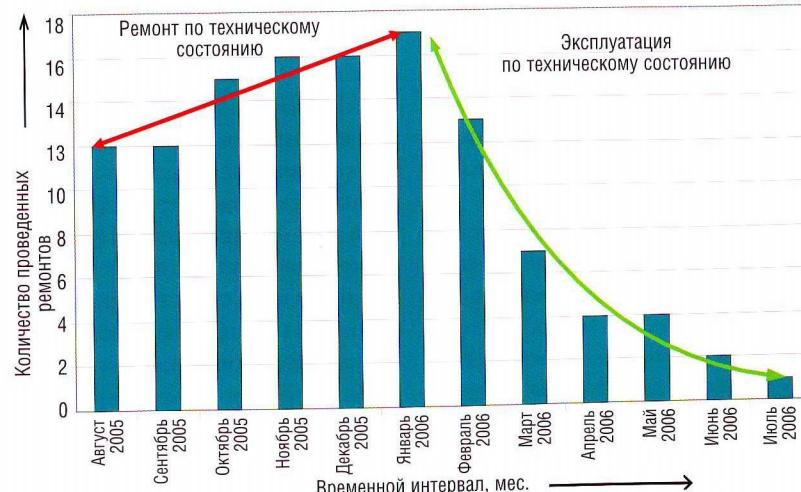
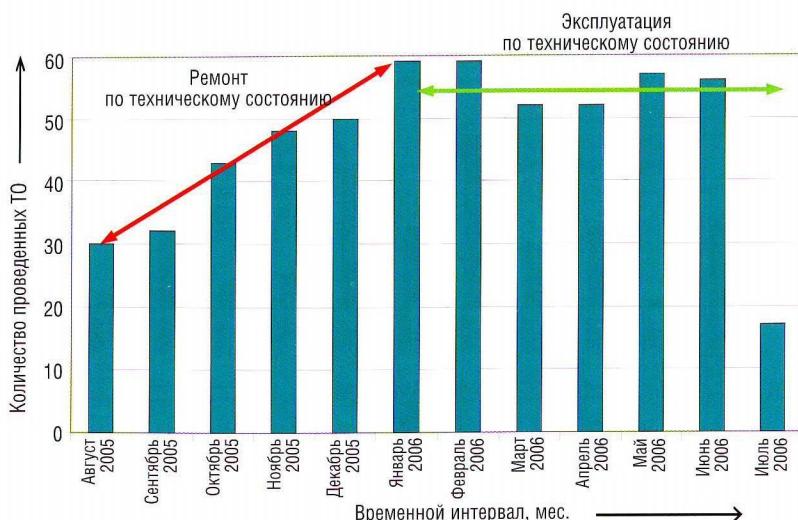


Рисунок 9
Техническое обслуживание агрегатов установки КК



изводительности труда по техническому обслуживанию оборудования (рис. 9). С августа 2005-го по январь 2006 года количество работ по техническому обслуживанию увеличилось с 30 до 59, что говорит о целенаправленной работе персонала установки КК по своевременному обслуживанию агрегатов по данной системе КОМПАКС. С февраля по июль среднемесячный уровень технического обслуживания стабилизировался и составил в среднем 57 работ. В результате повышения производительности технического обслуживания почти в два раза начиная с января произошло экспоненциальное уменьшение количества ремонтов до одного в июле 2006 года, то есть за 7 месяцев в 17 раз снизился объем ремонтов при недопущении инцидентов и аварий, что существенным образом отразилось и на экономике технологического комплекса.

Таким образом, следует констатировать, что через полгода работы в новых условиях персонал в полной мере освоил бизнес-процесс безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования установки каталитического крекинга и перешел к управлению эксплуатацией оборудования по его техниче-

скому состоянию в реальном времени. В соответствии с разработанной методикой расчета была произведена количественная оценка результативности перехода к управлению безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования на данной технологической установке с учетом фактически достигнутых результатов экономии ремонтного фонда, увеличения прибыли от повышения объемов выпуска продукции. В качестве базовых показателей были использованы данные из справки о базовых технико-экономических показателях эксплуатации машинного оборудования установки, полученные в ходе обследования предприятия.

Заключение

Объективность оценок состояния факторов производства и тенденций их взаимодействия обеспечивается именно стационарными системами мониторинга состояния оборудования с интегрированной автоматической экспертной системой поддержки принятия решений по ближайшим неотложным действиям с оборудованием.

Системы КОМПАКС являются принципиальной основой нового

подхода к управлению производством, базирующимся на внедрении бизнес-процесса безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования в систему производственного менеджмента нефтеперерабатывающих предприятий. Это позволяет перейти от системы плановых предупредительных ремонтов к управлению эксплуатацией оборудования по техническому состоянию в реальном времени, что существенно повышает операционную эффективность производства в связи с исключением аварий, увеличением периода непрерывной работы технологических комплексов при одновременном сокращении количества и сложности ремонтов.

Знать всегда лучше, чем догадываться — это аксиома. Мониторинг состояния факторов производства в реальном времени, обеспечивая практически безошибочную диагностику, делает объективные знания своевременными и доступными на всех уровнях управления производством, а, значит, управление решениями — адекватными и конструктивными.

Общая экономия от перехода к управлению эксплуатацией оборудования на основе мониторинга состояния факторов производства в реальном времени составила более \$6 млн в год. Срок окупаемости инвестиций с учетом потерь от неоправданных ремонтов составил полтора месяца. Чистая приведенная стоимость инвестиций при процентной ставке 20 % за 10 лет — более \$27 млн.

Литература

1. Костюков В. Н. Мониторинг безопасности производства. – М.: Машиностроение, 2002. – 224 с.
2. Костюков В. Н., Шаталов А. А., Сердюк Ф. И. и др. Безаварийность производства — путь к повышению рентабельности // Химия и технология топлив и масел. – 2000, № 3. – С. 9–13.
3. Костюков В. Н., Бойченко С. Н., Костюков А. В. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР КОМПАКС) / Под ред. В. Н. Костюкова. – М.: Машиностроение, 1999. – 163 с.

ПЕРЕРАБОТКА

АКЦЕНТ НОМЕРА



38

СЕДЬМОЙ ГОД РЕКОРДОВ OGJ

Нефтеперерабатывающая
отрасль мира в 2008 году
продолжала бурное развитие

44
ВЫБОР КАТАЛИЗАТОРА OGJ
катализитического крекинга в
Saudi Aramco



57

ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ НПЗ
на основе мониторинга
состояния оборудования

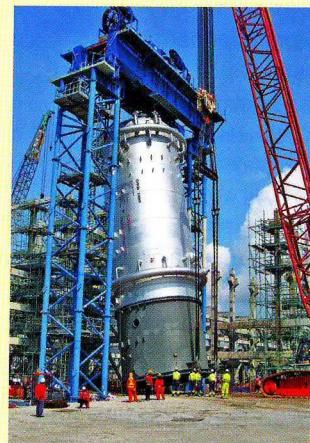


ОЦЕНКА ВЗРЫВООПАСНОСТИ
установок нефтепереработки на основе
метода анализа иерархий

65

Фотоиллюстрации:
агентство «Фото ИТАР-ТАСС»,
агентство «ФОТАС».

Фото на обложке:
Anadarko Petroleum
расширяет мощности своего
газоперерабатывающего завода
Chapita в штате Юта, США.
Фото предоставлено Anadarko



51

ВОДОРОД ДЛЯ НПЗ
Сравнительный
анализ способов его
производства

Oil & Gas Journal is exclusively owned and published by PennWell Corporation. PennWell Corporation is not responsible in any way for the editorial policy and expressly disclaims responsibility for, and makes no warranties, express or implied, with respect to the content of this publication or the performance or reliability of products described herein. Except where noted otherwise, articles in this magazine are written and edited independently of Oil & Gas Journal, which exercises no editorial discretion over the contents of this magazine.

*Oil & Gas Journal Russia издается
Издательством «Открытые
системы» в соответствии с
лицензионным соглашением
с PennWell Corporation.
Перепечатка любых материалов,
опубликованных в данном издании,
без письменного разрешения не
допускается.*

*Oil & Gas Journal Russia не несет
ответственности за содержание
рекламы.*

*Oil & Gas Journal Russia не несет
ответственности за содержание
статьй авторов, не являющихся
сотрудниками редакции, и не
обязательно согласна с их мнением.
Редакция оставляет за собой право
на комментарии к публикуемым
статьям.*

© 2009 PennWell Corporation
© 2009 Издательство «Открытые системы»

**ОТКРЫТЫЕ
СИСТЕМЫ**
Open Systems Publications

ПРЕЗИДЕНТ
Михаил Борисов

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
Галина Герасина

КОММЕРЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР
Татьяна Филина

ДИРЕКТОР ПО МАРКЕТИНГУ
Елена Сыбачина

PennWell Corporate Headquarters
1421 S. Sheridan Rd., Tulsa, OK 74112

PennWell
THE LEADING SOURCE FOR ENERGY INFORMATION

P.C. Lauinger, 1900-1988
Chairman Frank T. Lauinger
President/Chief Executive Officer Robert F. Bielochini



1-2 (26) январь-
февраль 2009

RUSSIA

OIL & GAS JOURNAL®

www.ogj.ru



Рекордные темпы роста мощностей нефтепереработки мира

Сокращенные программы ГРР усугубят ресурсный кризис

Зачем и почему Индонезия вышла из ОПЕК

Спар-платформа эйфелевой высоты

Взрывоопасность НПЗ

