

УДК 656.56

С.О. Решетников¹, С.Л. Иванов¹, А.Р. Абашев²

S.O. Reshetnikov¹, S.L. Ivanov¹, A.R. Abashev²

¹Санкт-Петербургский горный институт

²Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

¹St. Petersburg Mining University

²Perm National Research Polytechnic University

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**CONSCIENTIOUS MAINTENANCE AND REPAIR
SUBSTANTIATION OF PERFECTING SYSTEM CM&R
OF PROCESSING EQUIPMENT**

В настоящее время номенклатура систем технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования, в частности нефтеперерабатывающих заводов, достаточно разнообразна. Однако существующие системы ТОиР имеют свои недостатки: ресурсоемкость и затратность, отсутствие гарантий предотвращения аварийных отказов. С целью снижения стоимости проведения ТОиР предложена система сервиса CM&R (Conscientious Maintenance and Repair), ориентированная на стремление к достижению нулевого показателя аварийных отказов, снижению затрат на обслуживание при максимально возможной эффективности функционирования объекта в реальных условиях эксплуатации. Предложен единый интегральный показатель степени деградации объекта.

Ключевые слова: интегральный показатель, ТОиР, система сервиса CM&R, машинное оборудование, нефтепереработка.

In contrast to the lean and RCM systems, CM&R system (Conscientious Maintenance and Repair) – conscientious service, focuses on the pursuit of zero index crashes in increased reliability of the equipment, reduce maintenance and repair costs, increasing the responsibility of the interest and integrity of personnel to ensure an efficient functioning of the object in the technological chain equipment, including measures for the maintenance and repair.

Keywords: integral indicator, service system CM&R, Conscientious Maintenance and Repair, machinery, oil refining.

Естественное старение оборудования сопровождается процессами потери техническим объектом своих начальные характеристик, что приводит к снижению качественных показателей производственных процессов. Техническое обслуживание позволяет поддерживать и восстанавливать требуемый уровень на-

дежности объектов посредством организации периодических проверок состояния объектов, замены и ремонта некоторых элементов, регулировки, наладки и устранения выявленных неисправностей. При этом восстановление работоспособности, как правило, связано с большими затратами времени и средств.

Предприятия нефтегазовой отрасли представляют собой сложную техническую систему опасных производственных объектов. Одним из ее элементов являются машинные агрегаты, от технического состояния которых зависят непрерывность и безопасность технологических процессов. Доля машинных агрегатов на заводах нефтепереработки превышает 40 % от всего нефтегазового оборудования, используемого для ведения производственных процессов [1].

Определяющее влияние на срок службы и техническое состояние машинного оборудования оказывают внешние факторы: условия функционирования, качество управления, система и уровень технического сервиса [2]. Проведение технического обслуживания и ремонта основывается на применении трех базовых схем (стратегий): обслуживание по факту возникновения отказа, профилактическое обслуживание и обслуживание по фактическому техническому состоянию.

В современной практике, когда отказ объекта и его простои не вызывают существенных последствий, а процесс проведения работ по восстановлению несложен, преобладает такой подход, как ремонт после отказа или по факту отказа (Run-to-Failure (RTF) или Run-to-Breakdown (RtB)). Данная система также известна как реактивное техническое обслуживание. Она является наиболее простой, однако ее применение неприемлемо для машинного оборудования заводов нефтегазопереработки.

Необходимость предотвращения и недопущения внезапных отказов из-за поломок и аварий обусловила появление предупредительной системы обслуживания – системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). Суть этого подхода заключается в том, чтобы провести ТОиР до наступления отказа, тем самым улучшив техническое состояние оборудования и снизив вероятность возникновения отказа. Как следствие, объемы и количество работ при ППР возрастают. Система ППР является наиболее ярким примером стратегии профилактического обслуживания (Preventive Maintenance (PM)) при планировании обслуживания по наработке. На практике величина этой наработки стала определяться календарным интервалом, а момент проведения ТОиР – выбираться по достижении некоторого времени наработки оборудования (Time-Based Maintenance (TBM)). За рубежом появились современные автоматизированные системы управления ТОиР, так называемые CMMS- и EAM-системы (CMMS – Computerized Maintenance Management System, EAM – Enterprise Asset Management), в частности широко известная EAM-система TRIM. Однако и эти системы далеки от совершенства. Их основной недостаток – ресурсоемкость и затратность, при этом отсутствует гарантия предотвращения аварийных отказов [3].

Система обслуживания по фактическому техническому состоянию (Condition-Based-Maintenance (CBM)) является более прогрессивной системой ТОиР и сводится к минимизации отказов путем проведения сервисного обслуживания по результатам мониторинга и технической диагностики состояния с использованием средств неразрушающего контроля. На принципах CBM построены системы бережливого производства (Lean Production), направленные на устранение всех видов материальных и нематериальных потерь нефтеперерабатывающего производства. Широко известны такие системы бережливого производства, как 5S, TQM, JIT и TPM. Однако предупредительное обслуживание трудно реализуемо из-за сложности эффективных систем диагностики, значительных затрат на приборную базу, системы обработки информации и обучение персонала [4].

Далее следуют системы технического обслуживания, ориентированные на надежность:

- RCM (Reliability-Centered Maintenance) – стратегия предупреждения отказов, способных вызвать лишь значимые последствия;

- RCMII (Risk-Based Maintenance) – стратегия оценки и сопоставления рисков, снижения последствий рисков путем проведения ТОиР либо принятия этого риска и отказ от проведения ТОиР.

Другими словами, задачей данных систем ТОиР является обеспечение надежности оборудования, аварийный отказ которого будет критичен для деятельности предприятия или его части, производственного и технологического процесса. При этом, несмотря на то что прямые затраты на проведение ТОиР снижены, данный подход не мыслим без проведения широкого круга диагностических процедур технологического оборудования. Для того чтобы найти резервы для сокращения затрат на ТОиР, в первую очередь необходимо обеспечить прозрачность и обоснованность ремонтной программы. Иными словами, затраты на ремонт тогда обоснованы, когда мы понимаем, что меньше потратить нельзя, поскольку последствия подобной экономии будут стоить гораздо дороже, чем сама экономия [5].

В отличие от бережливого производства и систем RCM, система CM&R (Conscientious Maintenance and Repair – добросовестное техническое обслуживание) фокусирует внимание на стремлении к достижению нулевого показателя аварийных отказов, повышении надежности работы оборудования, снижении затрат на обслуживание и ремонт, повышении ответственной заинтересованности и добросовестности персонала в максимально эффективном функционировании объекта в технологической цепи оборудования, включая мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту [3]. При этом учитывается квалификация и стимулируется эффективность сложной системы «человек – машина». Эти проблемы с учетом теории ограничений заставляют предприятие искать

системные решения, позволяющие повысить эффективность сервиса оборудования. Система сервиса CM&R опирается не только на строгую техническую процедуру, но и на ее добросовестное выполнение. Концепция такой системы основывается на постоянном стремлении к устранению рисков, препятствующих сохранению эффективности сложной системы (объекта или процесса с участием человека) в реальных условиях ее эксплуатации. Процесс естественного старения здесь является основным внешним фактором. При таком подходе перед службой ТОиР стоит задача не только устранения поломок, но и нахождения причин их возникновения и предупреждения проблем.

Большинство распознаваемых дефектов, которые могут возникать в агрегате, имеют определенные диагностические признаки и параметры, предупреждающие о том, что дефекты присутствуют, развиваются и могут привести к отказу. Проводя мониторинг различных параметров, характеризующих работу оборудования, можно вовремя обнаружить изменение его технического состояния и провести техническое обслуживание только тогда, когда возникает реальная возможность выхода его параметров за допустимые пределы.

В современных условиях задача обеспечения промышленной безопасности на предприятиях требует использования интегральных критериев, позволяющих идентифицировать текущее техническое состояние и остаточный ресурс машинных агрегатов, отказ которых может привести к созданию аварийных ситуаций, сопровождающихся значительным ущербом. В качестве некоторого обобщенного показателя, на наш взгляд, целесообразно использовать интегрированный показатель, получаемый при комплексной оценке текущего технического состояния объекта при проведении диагностических процедур, который вычисляют по выражению

$$\Delta = 1 - Q,$$

где Δ – степень деградации объекта; Q – интегральный показатель состояния объекта.

В свою очередь, интегральный показатель состояния объекта определяется усредненным значением приведенных к базовой величине единичных диагностических показателей с учетом их коэффициента весомости:

$$Q = N^{-1} \sum_{i=1}^N \frac{[q]_i}{q_i} \alpha_i,$$

где N – общее число диагностических показателей; $[q]_i$ – базовая величина i -го единичного диагностического показателя, соответствующая новому объекту; q_i – величина i -го единичного показателя, полученного по результатам диагностических процедур; α_i – коэффициент весомости i -го показателя, при этом следует иметь в виду, что сумма α_i равняется единице. В качестве единичных показателей следует брать показатели вибрации, шума, температуры,

величину акустико-эмиссионного сигнала машинного оборудования, вольт-амперные характеристики электродвигателей приводов, время выбега до полной остановки и др.

При этом необходима тщательная диагностика оборудования, причем желательно обнаруживать все дефекты, влияющие на ресурс, задолго до отказа, чтобы подготовиться к ремонту. Прогнозирование выполняется при систематическом контроле для определения периода, в течение которого сохраняется работоспособное состояние объекта. Результаты диагностирования и контроля являются основой для принятия решения о необходимости ТО, времени его проведения и объеме, а также о времени очередного контроля технического состояния (рисунок).

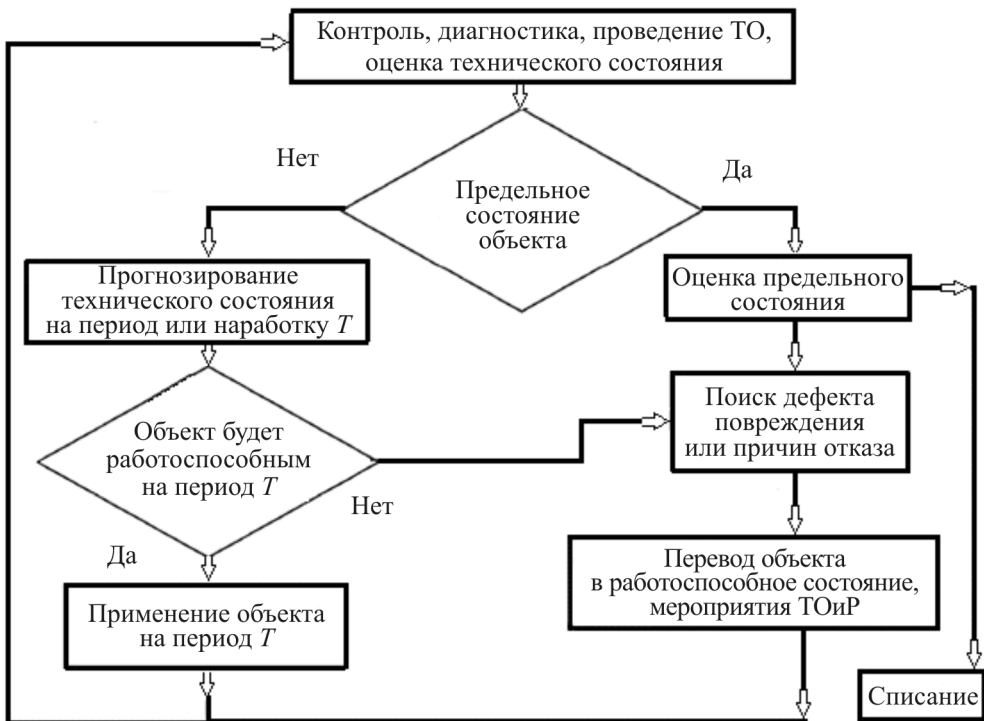


Рис. Алгоритм процедуры проведения ТОиР в соответствии со стратегией CM&R

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о целесообразности применения системы CM&R (Conscientious Maintenance and Repair) – добросовестного технического обслуживания – на отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях.

Список литературы

1. Результаты опытно-промышленных испытаний перспективных приводов штанговых скважинных насосных установок / И.И. Мазеин, А.Н. Устинов, М.В. Тяктев, А.А. Рыбин, Д.И. Шишлянников, М.М. Тяктев // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 9. – С. 8–14.

2. Васильева М.А., Проскуряков Р.М., Шишлянников Д.И. Применение системы перистальтического транспортирования тяжелых высоковязких нефтей с использованием магнитно-активных материалов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2016. – № 6. – С. 91–97.

3. Решетников С.О., Иванов С.Л. Интегральный критерий оценки состояния оборудования нефтеперерабатывающего завода для системы сервиса Conscientious Maintenance and Repair (CM&R) // Современная наука: проблемы и пути их решения: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 10–11 декабря 2015 г. – Кемерово: Изд-во Кузбас. гос. техн. ун-та, 2015. – Т. II. – С. 36–39.

4. Шишлянников Д.И., Софьина Н.Н. Обоснование рационального способа контроля параметров работы и технического состояния штанговых скважинных насосных установок // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2016. – № 4. – С. 82–88.

5. Исследование нагруженности и возможности прогнозирования энергоресурса приводов исполнительных органов комбайна «Урал-20Р» / Г.Д. Трифанов, А.А. Князев, Н.В. Чекмасов, Д.И. Шишлянников // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 2. – С. 41–44.

Получено 30.03.2017

Решетников Сергей Олегович – студент, электромеханический факультет, Санкт-Петербургский горный университет, e-mail: Epoch555@yandex.ru.

Иванов Сергей Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машиностроение», электромеханический факультет, Санкт-Петербургский горный университет, e-mail: lisa_lisa74@mail.ru.

Абашев Айдар Рафисович – студент, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: abashevar@yandex.ru.