

Системы технического обслуживания

В последнее десятилетие ряд ведущих дизелестроительных фирм стали использовать методы и средства технической диагностики для совершенствования программ технического обслуживания, призванного **повысить работоспособность и ресурс двигателей, исключить непредвиденные поломки и повреждения.**

Интересна кривая рис. 1. Наибольшее число поломок отмечается в период стендовых испытаний в процессе доработки конструкции. Этот участок кривой на рисунке обозначен как «болезни роста». Серьезные фирмы стремятся устранить болезни роста до выпуска двигателей на рынок, но, к сожалению, известны случаи, когда причины поломок, носящие конструктивный или технологический характер, устраняются в гарантийный и даже послегарантийный период. В хорошо отработанном двигателе по прошествии гарантийного периода число поломок достигает минимума и дальше, по мере его работы и старения, медленно увеличивается. *Редкие поломки чаще всего происходят из-за нарушения правил эксплуатации и норм регламентного обслуживания.* При низком уровне обслуживания потеря двигателем работоспособности по мере выработки ресурса происходит все чаще и наступает момент, когда экономическая эффективность его дальнейшего использования сводится к нулю. Это связано с увеличением расходов топлива и масла, потерей времени на восстановление рабочего состояния двигателя, особенно чувствительной для главных двигателей, так как это приводит к простоям судна и выводу его из эксплуатации.

Под техническим обслуживанием (service and maintenance) подразумевается квалифицированное регламентное обслуживание двигателя и поддержание его в технически исправном состоянии путем периодически осуществляемых проверок состояния, регулировок, замены износившихся деталей, включая и текущий ремонт.

При этом немаловажное значение имеет грамотное использование двигателя, эксплуатация его в пределах рекомендованных режимов, осуществление надлежащего топливоиспользования, контроль за состоянием масла и его своевременная замена.

К сожалению, многие судовладельцы для поддержания пропульсивных установок в технически исправном состоянии не используют необходимые материальные и временные ресурсы. Эксплуатируют двигатели до момента потери ими работоспособности и только тогда тратят значительно более существенные средства на восстановление или замену двигателя.

Ничего не бывает вечным и любое оборудование, включая двигатели и их компоненты, имеют определенный срок службы и, если соблюдаются

рекомендации производителя, то двигатели вырабатывают свой полный ресурс без преждевременных поломок и отказов.



Рис.1. Статистика поломок дизелей

Как видно из рис. 1, большинство (55%) судоходных компаний по данным фирмы Вяртсиля в своей технической политике исходят из реализации системы технического обслуживания по минимуму (*Reactive maintenance*) — до появления отказа. В этом случае, чтобы поддерживать судовое оборудование в состоянии, которое бы обеспечило сохранение заданного моторесурса, никаких действий или усилий не предпринимается. Положительный эффект такой эксплуатации заметен в основном на отрезке гарантийной эксплуатации, когда повреждения двигателя оплачиваются изготовителем, и позже, пока двигатель новый и затраты времени и средств в этот период минимальны.

Однако поломка, которая, будучи сама по себе небольшой, может спровоцировать появление более серьезных отказов и тогда затраты времени и затрачиваемых средств возрастают в несколько раз. Надо также учитывать, что работа двигателя в предаварийный период отрицательно сказывается на состоянии остальных компонентов, что сокращает их моторесурс и ресурс двигателя в целом. В итоге частота отказов увеличивается, и соответственно растут капитальные затраты.

Метод организации технического обслуживания по принципу - «до отказа» только на первый взгляд кажется заманчивым. В действительности, он несет в себе ряд существенных недостатков. Последние в известной мере могут быть устранены, если не отказываясь от этого метода, совместить его с частью метода обслуживания «по состоянию» с использованием диагностических комплексов,

которые позволили бы предотвратить ожидаемые повреждения.

«Превентивное техническое обслуживание» или обслуживание по плану («Preventive maintenance») основывается на предусмотренных планом-графиком действиях, позволяющих обнаружить, смягчить или уменьшить деградацию отдельных компонентов или системы (дизеля) в целом для поддержания или увеличения срока службы путем управления происходящей деградацией в желательном направлении. Этот метод

поддерживается и пропагандируется заводами-производителями оборудования и необходимые графики обслуживания обычно ими прилагаются к инструкциям по обслуживанию. По представленной на рис. 10.2 статистике превентивный метод используется на судах в 31% случаев. Дальнейшее изучение показало, что в среднем экономится 12-18% средств. Так, многие судовладельцы полностью заменив систему обслуживания «до отказа» на систему *планируемого обслуживания*, получили 15% экономии. Переход на эту систему обеспечивает *увеличение срока службы* до конструктивной, заданной двигателестроителем. Одновременно благодаря своевременно проводимым регулировкам на всем протяжении срока службы *достигается высокая экономичность* работы двигателя, что также существенно. Естественно, что поломки и повреждения катастрофического характера ни одной из рассматриваемых систем обслуживания не могут быть предотвращены, но число поломок эксплуатационного характера сводится к минимуму.

Техническое обслуживание «по состоянию» («Predictive maintenance»)

Метод основывается на систематическом измерении параметров, позволяющих проследить техническое состояние двигателя, его изменение во времени и деградацию его компонентов и систем. На базе полученных данных, в первом приближении, оценивается тенденция его изменения. Это, в свою очередь, заблаговременно предупреждает обслуживающий персонал о необходимости проведения соответствующего обслуживания и принятия мер по продлению ресурса и предотвращению возможного отказа. Судовой механик на базе данных диагностики может внести соответствующие



Рис.2. Методы технического обслуживания судового оборудования.

коррективы в график технического обслуживания, продлевая сроки проведения того или иного мероприятия, продлевая работу того или иного компонента.

Это позволяет минимизировать средства на приобретение запасных частей, заказывать запчасти по мере необходимости и отказаться от заказа «в запас».

Техническое обслуживание двигателей «по состоянию» пока еще осуществляется на 12% судов, что, видимо, объясняется стоимостью диагностического оборудования и не всегда достаточной информативностью. Нужно отметить, что идея перехода технического обслуживания с «обслуживания по графику» на «обслуживание по состоянию» в 70-е годы прошлого столетия активно развивалась в исследовательских и учебных организациях ММФ, включая и Морские Академии. Однако эти работы в связи с недостатком средств и относительно низким в те годы уровнем вычислительной и электронной техники, к сожалению, ограничились исследовательским уровнем, без выхода в практику эксплуатации.

В настоящее время многие дизелестроительные фирмы, включая «Вяртсиля - система RCOM», «МАН-БиВ. – система COCOS», «Катерпиллар МАК - система DICARE» и другие, оборудуют выпускаемые двигатели измерительными приборами и микро-процессорами, на которые возлагается задача контроля и мониторинга наиболее важных параметров, сигнализации об их выходе за установленные пределы и накоплении информации для отслеживания развития параметров во времени. При этом вся работа осуществляется в автоматическом режиме. В ряде конструкций на микро-процессор также возложена функция управления процессами подачи топлива в целях оптимизации работы двигателя применительно к режимам его работы.

Системы технического обслуживания «по состоянию» двигателей «Вяртсиля»

Фирма «Вяртсиля» разработала новую программу управления системой технического обслуживания для двухтактных двигателей Зульцер (RCOM-SBM - Condition Based Maintenance). При разработке ставилась задача оптимизировать баланс между увеличенными сроками моточисток, сокращением расходов на запасные части и высокой надежностью двигателя в эксплуатации. Накопленный опыт эксплуатации практически одинаковых двигателей показал, что стоимость их технического обслуживания и надежность работы различны. Это естественно и объясняется различием факторов, влияющих на состояние каждого двигателя. При эксплуатации двигателей используются разные по качеству топлива и смазочные масла, запасные части разных производителей, а также имеет место различие в нагрузках, уровне повседневного технического обслуживания и моточисток.

Анализ случаев серьезных аварийных повреждений компонентов двигателя показал, что **зادолго до поломки была возможность по меняющемуся**

состоянию двигателя (компонента) предупредить деградацию состояния двигателя и его компонентов и, тем самым, предупредить следующую поломку. Чтобы решить эту задачу, фирма прибегла к использованию знаний привлеченных экспертов (специалистов) для систематического анализа доступной информации. Это открыло возможность предугадывать возникающие проблемы и предупреждать резкое ухудшение технического состояния. К настоящему моменту изучение опыта эксплуатации большого числа судовых силовых установок позволило специалистам сервисного отдела фирмы приобрести необходимые знания и идеальную возможность предугадывать состояние двигателей.

В целях дальнейшего совершенствования системы обслуживания фирма организовала сбор знаний экспертов, работающих во всех представительствах мира, и на этой основе создала единую базу данных. Часть этих данных относится непосредственно к конкретному судну, к числу которых относятся результаты стендовых и ходовых испытаний, данные, записанные в электронной форме и взятые из отчетов сервисных инженеров фирмы и данные рабочих характеристик двигателя, фиксируемые на протяжении всей его эксплуатации (data log). Совместная обработка материалов экспертной системы и системы сбора информации позволяет в автоматическом режиме выработать заключения по состоянию конкретного двигателя.

Система сбора информации автоматически пополняется данными, фиксируемыми системой автоматического контроля за работой двигателя, и вручную судовыми механиками путем занесения данных в персональный компьютер. В целях систематизации и повышения эффективности сбора данных разработаны соответствующие шаблоны.

Предлагается производить измерения и оценку состояния следующих элементов:

- поршни;
- сальники поршневых штоков;
- воздухооборудование, продувка;
- сгорание;
- топливные насосы высокого давления и форсунки;
- распределительный вал и клапаны;
- приводы;
- коленчатый вал;
- система управления и
- демпферы.

Система сбора включает также данные о состоянии таких важных компонентов, как поршневые кольца, втулки цилиндров подшипники ит.п. Небезынтересно отметить, что использование шаблонов и компьютера существенно сокращает бумажные отчеты, зачастую перегружающие судовых механиков.

Процесс компьютеризированной обработки включает три этапа:

- Подсчет собранных данных и построение тренда;
- Состояние двигателя оценивается путем сопоставления взвешенных известных случаев, имеющихся в экспертной базе данных фирмы;
- Результат оценки состояния двигателя и его элементов, а также рекомендации по организации технического обслуживания сообщаются старшему механику судна и в техническую службу судоходной компании.

Рекомендации выдаются в виде графиков, картинок и сопровождающего их текста.

В четырехтактных двигателях фирма Вяртсила давно использует автоматизированные комплексы контроля состояния WECS (Wartsila Engine Control System). Сегодня по желанию заказчика они дополняются новой системой FAKS (Fault Avoidance Knowledge System), программное обеспечение которой служит целям предупреждения поломок, отслеживания тренда изменения состояния и рекомендациями по внесению изменений в организацию технического обслуживания. Главным образом система осуществляет диагностирование ситуации, когда поломка (отказ) еще не произошла, но измерения показывают, что двигатель работает не оптимальным образом и надвигается критическая ситуация. По своей идеологии внедренные системы технического обслуживания по состоянию на 4-х и 2-х тактных двигателях идентичны. Блок-схема системы представлена ниже.

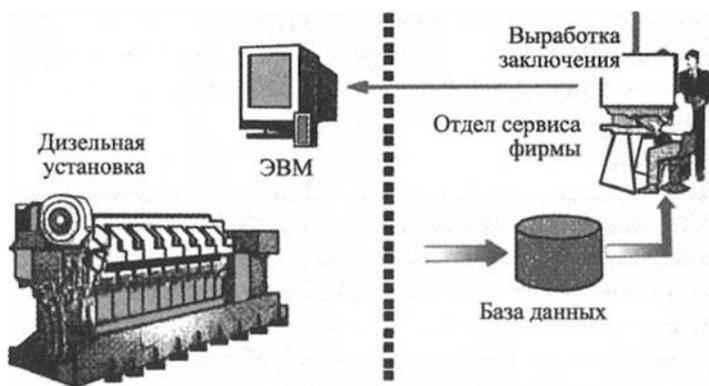


Рис.3 Блок-схема системы технического обслуживания двигателей «Вяртсила»

Система обслуживания «по состоянию» собирает и обрабатывает все ежедневно поступающие данные, осуществляя их «нормализацию» - приведение к стандартным внешним условиям и заданной нагрузке. Затем, как это уже объяснялось ранее, нормализованные данные сопоставляются с

эталонными - определяются значения отклонений и по ним оценивается состояние двигателя и обслуживающих его систем.

Если отклонения укладываются в заданные пределы – окно на мониторе окрашивается в *черный цвет*. Если отклонения слегка выходят за эти пределы - *окно желтое*. Если отклонения существенно выше - *окно красное* и поступает тревожный сигнал.

Центром технического обслуживания в судоводную компанию и на судно ежемесячно направляется отчет с комментариями и рекомендациями, отражающими состояние установки на текущий момент, прогноз на будущее и исторический обзор изменений состояния с момента начала работы системы.

Литература

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с. Стр. 231-238