

# Снижение эксплуатационных затрат газопоршневого двигателя за счет моторного масла TOTAL NATERIA

Д. А. Соболев, к.т.н.; Д. С. Колесниченко; Р. К. Корчагин – ООО «Тотал Восток»

## In brief

### Gas engine operating costs reduction by using of motor oil.

The article presents economic effect from using of Total Nateria MH40 motor oil for gas engine power plants in Russia. For carrying out the tests power station consists of three Caterpillar G3516 and three Deutz CHD 1000 gas engine plants was chosen. Total electric output of the station is 6300 kW. Generated power is used for the needs of neighboring poultry farm and trade centers. Full-scale endurance tests of two Caterpillar G3516 plants were conducted to demonstrate high quality of Total Nateria MH40 motor oil by technical personnel of the station in cooperation with Total Vostok specialists. The tests show that it is possible to extend oil replacing interval from 1000 up to 2000 operating hours when using Total motor oil. It is necessary to carry out the permanent monitoring of motor oil condition during the operation. The extending of oil replacing intervals gives the opportunity to reduce by half the number of equipment outages.

## Перспективы малой энергетики

Малая энергетика развивается в последние годы настолько стремительно, что даже специалисты отрасли не всегда успевают отслеживать появление новых технических решений, формирующих ситуацию на рынке. В последние годы все чаще возникают ситуации, связанные с нестабильностью в обеспечении электроэнергией различных потребителей от централизованных сетей. Это обусловлено и общим состоянием энергосистем, и возможными последствиями природных катаклизмов, при которых централизованные сети наиболее уязвимы. Конечно, свою роль играет постоянный рост цен на электроэнергию.

Несмотря на относительно небольшую долю малой энергетики в энергобалансе страны, переоценить ее роль достаточно трудно, учитывая что около 60 % территории России не охвачено централизованными сетями. Прирост сектора малой энергетики в год составляет не менее 10 %.

Такой рост обусловлен в первую очередь экономической составляющей, так как общая стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, вырабатываемой собственным энергоисточником, на 30-40 % дешевле полученной из сетей общего пользования. По состоянию на 2011 год стоимость электроэнергии собственной выработки составляет 1,50-1,75 р./кВт·ч, а если учесть ежегодное повышение тарифов для промышленных предприятий, то становится очевидно: малая энергетика – это решение проблем предприятия, связанных с экономически эффективным, бесперебойным обеспечением электроэнергией.

В последнее время становятся все более востребованными газопоршневые установки (ГПУ), использующие в качестве топлива природный газ. Они обладают не только высокой экономичностью, но и хорошими экологическими характеристиками: состав выхлопных газов ГПУ отвечает самым строгим мировым стандартам. Поскольку данные установки демонстрируют хорошие экономические пока-

затели, на первое место выходит обслуживание и желание владельца сократить простой оборудования для снижения финансовых потерь.

## Особенности эксплуатации ГПУ

Сегодня различные сервисные компании предлагают разнообразные схемы обслуживания агрегатов и установок, производители оборудования представляют все более эффективные решения для снижения затрат при эксплуатации, а поставщики газа стараются обеспечить конечного потребителя газом с низким содержанием сероводорода. Какой же вклад в общую борьбу за увеличение срока эксплуатации агрегатов малой энергетики вносят производители смазочных материалов?

Специалисты компании Total давно обратили внимание на такой перспективный сектор, как энергетика. Это связано в первую очередь с тем, что работа газового двигателя, а именно, процесс сгорания газозоудной смеси в нем кардинально отличается от сгорания в бензиновом или дизельном двигателе. И именно качество смазочного материала, а также скорость изменения его состояния позволяют судить о техническом состоянии агрегата. Процесс горения газозоудной смеси связан с образованием большого количества оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), которые в свою очередь неблагоприятно влияют на смазочный материал.

Из-за наличия  $\text{NO}_x$  в отработавших газах, а также особенностей рабочих характеристик при работе на природном газе в газовых двигателях преобладают два процесса, влияющие на деградацию смазочных масел:

- нитрование;
- образование нитросоединений.

Нитрование – это процесс абсорбции оксидов  $\text{NO}_x$ , образующихся в камере сгорания, маслом, снимаемым кольцами со стенок цилиндра. Нитрование является естественным процессом для масел при работе газового двигателя. Постепенное повышение степени нитрования масла свидетельствует о нормальной

работе двигателя, однако при резком повышении этого показателя можно диагностировать:

- работу двигателя на обедненной топливной смеси в связи с экономией топлива;
- значительный прорыв газа при избыточном давлении в картере (ненадлежащая вентиляция картера), что устраняется отводом провавшихся газов сапуном картера;
- низкую рабочую температуру;
- работу при малой нагрузке;
- нарушение соотношения воздух/топливо.

Чрезмерная нитрация приводит к образованию липкого красного нагара на деталях двигателя. Последствия чрезмерной нитрации показаны на *фото*.

Нитросоединения, в свою очередь, образуются в моторном масле при попадании  $\text{NO}_x$  непосредственно в относительно холодное картерное масло. Это состояние является *ненормальным* – оно свидетельствует о неисправности двигателя. Причиной образования нитросоединений может быть прорыв отработавших газов через кольца поршня в картер, так называемый «прорыв газа». Другая причина – поступление отработавших газов непосредственно в картер в результате утечек через уплотнения турбокомпрессора на стороне выхлопа.

Таким образом, видно, что техническое состояние двигателя влияет на качество и скорость изменения характеристик моторного масла. С другой стороны, чем лучше и дольше масло выполняет свои функции, тем выше будет наработка двигателя до капитального ремонта. Система смазки – это «кровеносная система» газового двигателя, и качество смазочного материала, а также контроль его состояния являются инструментом, позволяющим точно и своевременно провести диагностику состояния двигателя, предотвратить его аварийный выход из строя и связанные с этим потери.

Именно поэтому специалисты компании Total уделяют повышенное внимание качеству всех компонентов, которые используются в производстве масел для газовых двигателей. Такие смазочные материалы разрабатываются в тесном сотрудничестве с производителями двигателей, адаптируются под них и, как следствие, обладают всем спектром необходимых качеств. Учитывая требования разработчиков современных моторов и их пользователей, компания Total разработала моторное масло для газовых двигателей – Total Nateria MH 40. Оно производится из высококачественных базовых масел с высокой термической стабильностью и низкой испаряемостью. Это позволяет минимизировать количество отложений в двигателе, существенно продлить интервал заме-

ны масла и повысить безотказность оборудования. Данный продукт применяется в двигателях таких производителей, как Perkins, Wartsila, Waukesha, Jenbacher и Caterpillar.

### Экономический эффект при использовании масел Total Nateria MH 40

Рассмотрим пример применения Total Nateria MH 40 в газопоршневых установках, расположенных на территории России. Генерирующая компания малой энергетики имеет три ГПУ G3516 (Caterpillar) и три ГПУ CHD 1000 (Deutz), вырабатывающие 6300 кВт общей мощности. Объем производимой электроэнергии позволяет полностью обеспечить потребности расположенной неподалеку птицефабрики, а также ряда торговых центров.

Для бесперебойной подачи электроэнергии потребителям компания постоянно совершенствует технологию обслуживания установок и стремится к сокращению простоев. С этой целью был проведен ряд ресурсных испытаний, которые позволили продемонстрировать высокое качество масла Total Nateria MH 40. Технический персонал генерирующей компании совместно со специалистами ООО «Тотал Восток» определили критерии, по которым проводились испытания, и одним из ключевых был интервал замены масла. Для проведения испытаний были выделены две установки Caterpillar 2009 и 2010 гг. выпуска со средней наработкой 16...17 тыс. моточасов, работающие в круглосуточном режиме.

Анализ состояния смазочных материалов проводился посредством программы ANAC.



С Последствия чрезмерной нитрации

Дата диагностики: 11 апрель 2012  
Масло: Total Nateria MH 40

		GAS	GAS
Дата отбора пробы		05-АПР-12	05-АПР-12
Номер пробы		80025878	80025879
Срок эксплуатации		16984 часы	17510 часы
Интервал замены		1000 часы	1500 часы
<b>Износ</b>			
железо	ppm	4	6
свинец	ppm	< 1	5
медь	ppm	< 1	< 1
олово	ppm	< 1	< 1
хром	ppm	< 1	< 1
алюминий	ppm	2	2
никель	ppm	< 1	< 1
<b>Загрязненность</b>			
кремний	ppm	2	2
вода	%	OK	OK
ОЖ		OK	OK
<b>Масло</b>			
ЩЧ	мгКОН/г	4.4	3.9
Кислотное чис	мгКОН/г	2.9	3.0
Показатель pH		5.4	5.7
КВ 40°C	мм²/с	159.9	167.9
КВ при 100°C	мм²/с	15.8	16.1
ИВ		101	99
ИР-анализ оки	А/см	24.4	26.3
ИР-анализ оки	А/см	7.4	9.3
ИР-анализ азо	А/см	1.0	1.7
<b>Присадки</b>			
бор	ppm	74	75
натрий	ppm	2	2
<b>Рекомендации лаборатории</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Результаты диагностики удовлетворительные. Отклонения от нормы отсутствуют.</li> <li>• Данное масло может использоваться и далее.</li> </ul>			

Дата диагностики: 27 июль 2012  
Масло: Total Nateria MH 40

		GAS	GAS
Дата отбора пробы		05-АПР-12	16-ИЮЛ-12
Номер пробы		80025877	80032120
Срок эксплуатации		17201 часы	19719 часы
Интервал замены		1000 часы	2000 часы
<b>Износ</b>			
железо	ppm	5	9
свинец	ppm	1	2
медь	ppm	< 1	2
олово	ppm	< 1	< 1
хром	ppm	< 1	< 1
алюминий	ppm	1	2
никель	ppm	< 1	< 1
<b>Загрязненность</b>			
кремний	ppm	1	2
вода	%	OK	OK
ОЖ		OK	OK
<b>Масло</b>			
ЩЧ	мгКОН/г	4.6	3.3
Кислотное чис	мгКОН/г	2.5	3.1
Показатель pH		5.8	3.5
КВ 40°C	мм²/с	155.1	180.4
КВ при 100°C	мм²/с	15.4	17.0
ИВ		100	100
ИР-анализ оки	А/см	19.7	31.6
ИР-анализ оки	А/см	2.7	14.6
ИР-анализ азо	А/см	1.0	4.0
<b>Присадки</b>			
бор	ppm	72	83
натрий	ppm	1	1
<b>Рекомендации лаборатории</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЩЧ чуть ниже нормы</li> <li>• Замена масла была оправдана.</li> </ul>			

Рис. 1; 2.  
Анализ состояния  
смазочных материалов  
с использованием  
программы ANAC

Отбор проб на установке № 1 производился при наработке 1000 и 1500 моточасов, на установке № 2 – при наработке 1500 и 2000 моточасов. Результаты анализов представлены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Как видно из приведенных отчетов, состояние установок характеризуется следующими результатами:

- концентрация продуктов износа – без изменений, в пределах нормы;
- загрязнения – отсутствуют;
- пакет присадок, смазочный материал – выдерживает установленный интервал.

Результаты испытаний демонстрируют высокие эксплуатационные характеристики масла Total Nateria MH 40 и позволяют обоснованно продлить интервал замены масла с 1000 до 2000 моточасов. Благодаря этому снижается количество остановов двигателя для обслуживания.

Табл. Годовые затраты на эксплуатацию одного двигателя

	Ранее применявшийся продукт	Total Nateria MH 40
Расход масла, кол-во бочек	17	9
Затраты на приобретение масла, р.	463 584,00	381 010,77
Затраты на масляные фильтры, р.	32 000,00	16 000,00
Затраты на воздушные фильтры, р	16 000,00	8 000,00
Трудозатраты, р.	3 200,00	1 600,00
Стоимость недополученной электроэнергии, р.	112 000,00	56 000,00
<b>Общая сумма, р.</b>	<b>626 800,88</b>	<b>462 619,50</b>

По мнению технических специалистов компании Total, регулярный мониторинг состояния моторного масла для ГПУ является необходимой процедурой, позволяющей точно определять момент замены масла, но самое главное – следить за состоянием двигателя, своевременно выявлять неисправности и устранять их, не дожидаясь поломки.

Увеличение интервалов замены и сокращение числа простоев двигателя, связанных с техническим обслуживанием, позволяет оптимизировать издержки компании и получить существенный экономический эффект.

Примерный расчет экономического эффекта для одного двигателя приведен в табл.

Годовые эксплуатационные затраты для парка двигателей Caterpillar при применении масла Total Nateria MH 40 составили 1 387 858,50 рублей (при ранее применявшемся продукте – 1 880 402,65 р.). Экономия, таким образом, составила 492 544,15 рублей.

Увеличение интервала замены масла с 1000 часов (на ранее применявшемся продукте) до 2000 моточасов позволило ровно вдвое сократить количество простоев оборудования без ухудшения его эксплуатационных характеристик, в результате чего существенно снизилась потеря генерирующей компании.



ООО «Тотал Восток»  
Тел. (495) 937-37-84  
sm.info-vostok@total.com