

Скупой платит дважды

На правах рекламы

**Д. А. Соболев (к.т.н.), Д. С. Колесниченко, Р. К. Корчагин, С. С. Ладыгин –
ООО «Тотал Восток», филиал холдинга Total S.A.**

В статье представлен опыт решения технической проблемы, связанные с образованием отложений на клапанах систем управления турбинами, и внедрения турбинного масла с увеличенным сроком службы на Ноябрьской парогазовой электростанции. Повышенная термоокислительная стабильность масла TOTAL PRESLIA GT 32 и опыт эксплуатации показывают, что при контроле состояния масла и выполнении рекомендаций по доливке срок его службы составит не менее 10 лет без замены.

In brief

A cheapskate pays twice.

The article presents the solution of technical problem connected with deposits formation on the valves of turbines control systems and the experience of turbines lubricating oil with increased service life application on the equipment of Noyabrskaya CСPP. TOTAL PRESLIA GT 32 lubricating oil has excellent thermal oxidative stabilities. Its application experience shows that with regular oil condition monitoring and oil topping-up, its service life is more than 10 years without oil replacement.

Срок службы турбинного масла определяется большим количеством факторов, во многом связанных с условиями эксплуатации: попадание воды и загрязнений в масло, его температура в процессе работы, качество и своевременность технического обслуживания. Однозначно оценить состояние масла и его оставшийся ресурс возможно только по результатам анализов в специальной лаборатории.

Однако трудно не согласиться с утверждением, что высококачественное турбинное масло в условиях постоянного контроля и грамотного технического обслуживания прослужит гораздо дольше, чем продукт невысокого или стандартного качества. Как следствие, турбинное масло высокого качества позволит избежать существенных издержек, связанных с простоем турбины (который обходится в миллионы рублей в день).

Прежде всего, отметим физико-химические характеристики турбинного масла, которые

определяют срок его службы. Масло непрерывно циркулирует в системе смазки, смазывая подшипники скольжения вала турбины, вращающегося с частотой около 3500 об/мин. Толщина масляной пленки в подшипниках не превышает толщину человеческого волоса. Турбинное масло представляет собой базовую основу (базовое масло) и пакет присадок, в состав которого входят, главным образом, ингибиторы коррозии и окисления.

Турбинные масла, в отличие от моторных, не должны связывать воду и твердые частицы, попадающие в масло, – наоборот, эти нежелательные компоненты должны как можно быстрее оседать на дно масляного бака.

Объем доливки турбинного масла в процессе эксплуатации редко превышает 5 %, что еще раз подтверждает важность применения высококачественного масла, поскольку небольшой объем доливки не позволяет компенсировать расход пакета присадок и окисление базового масла.

Факторы, определяющие срок службы турбинного масла

В паровых турбинах основным фактором, определяющим необходимость замены масла, является степень его окисления. Вода, неизбежно попадающая в масло через уплотнения, ускоряет окисление масла. Важно понимать, что чем больше воды попадает в масло, тем быстрее оно окисляется.

Вторым фактором, значительно влияющим на скорость окисления масла, является температура. Считается, что скорость окисления масла увеличивается вдвое при повышении температуры на каждые 10 градусов после 60 °С. Температура подшипников при работе в нормальном режиме может составлять 50...70 °С, при этом минеральное масло начинает быстро окисляться уже при 82 °С.

С Общий вид Ноябрьской парогазовой электростанции



Ингибиторы окисления (антиокислительные присадки) препятствуют окислению масла, однако неспособны полностью исключить этот процесс. Кроме того, данный тип присадок расходуется в процессе работы, и расходуется тем быстрее, чем интенсивнее окисление масла, то есть воздействие на него температуры и попадание воды.

Срок службы турбинного масла

Существует много способов продлить срок службы турбинного масла, и в основном они связаны с качественным и своевременным техническим обслуживанием, включающим обязательный мониторинг (анализ) состояния масла, применение специальных уплотнений и, например, масляных охладителей. Но как выбрать масло, которое прослужит дольше и позволит сократить издержки на простой турбины во время его замены?

Как известно, скорость окисления масла определяет срок его службы. Она обусловлена рабочими условиями, но также в значительной степени зависит и от состава и качества базовой основы масла, а также эффективности антиокислительных присадок. Наиболее стойкими к окислению являются базовые масла III группы (гидрокрекинговые) – это отражают результаты тестов на окислительную стабильность TOST и RPVOT. Качество базового масла также отчасти характеризует такой показатель, как индекс вязкости.

Запас эксплуатационных характеристик масла влияет на работу предприятия в целом и, в первую очередь, на экономическую и энергетическую эффективность предприятия.

Работы по повышению энергоэффективности ведутся производителями оборудования с целью рационального использования потребляемых ресурсов. Именно это определяет политику в данном сегменте. Однако снизить расход потребляемых ресурсов и повысить экономическую эффективность предприятия можно не только за счет применения высокотехнологичных разработок, но и за счет грамотного, а главное, комплексного подхода к расходным материалам.

Применение высококачественных турбинных масел способствует оптимизации затрат на смазочные материалы и получению экономического эффекта.

Известно, что основные действия инженерного персонала ТЭС направлены на поддержание турбины в работоспособном состоянии и снижение времени ее простоя по техническим причинам. К таким причинам относится простой турбины, связанный с заменой фильтрующих элементов, заменой масла, а также с не-

предвиденными обстоятельствами: например, замена клапанов системы управления.

Все эти факторы влияют на общую энергетическую и экономическую эффективность станции, так как простой турбины «выливается» в недополученную электроэнергию. Поэтому инженерный персонал заинтересован в выборе качественных комплектующих и расходных материалов.

Техническое решение для Ноябрьской электростанции

Одним из ярких примеров является технико-экономический подход, примененный специалистами Ноябрьской парогазовой электрической станции совместно с технической службой компании Total.

Ноябрьская парогазовая электростанция (ПГЭ) – крупнейший энергетический объект на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Суммарная мощность газотурбинных установок производства компании General Electric и паровых турбин Калужского турбинного завода составляет 122 МВт. Чтобы представить всю мощь и значимость этого объекта, надо учесть, что Ноябрьская ПГЭ вырабатывает порядка 10 % электроэнергии, потребляемой на Ямале.

В ближайшем будущем станция будет вырабатывать для г. Ноябрьска и тепловую энергию. Кроме того, ведутся переговоры по расширению электростанции – вероятно, что в перспективе здесь построят третий энергоблок мощностью 110 МВт. Масштаб проекта стал основанием к поиску решений по оптимизации работы оборудования.

Вместе с турбинами на станцию было поставлено масло производства компании Total Lubrifiants S.A. – TOTAL PRESLIA 32, полностью соответствующее требованиям производителя и получившее одобрение GE. Запас эксплуатационных характеристик масла, с учетом температурного режима турбин, позволил обеспечить бесперебойную эксплуатацию установок на протяжении трех лет. По прошествии данного периода были зафиксированы случаи образования отложений на клапанах систем управления турбинами, что в свою очередь стало приводить к незапланированным простоям ГТУ.

Для решения данной проблемы были привлечены специалисты технической службы компании Total. Они должны были проанализировать условия эксплуатации ГТУ, оценить их влияние на применяемое турбинное масло, провести лабораторный анализ масла и подготовить пакет решений по устранению проблемы и сокращению простоя.

ISO 9001:2008

ANAC references : **FLVH --62 --02**

Vehicle: NOYABRSKAYA CHP
Component: TURBINE / GTU-1

green
INDUS
ANAC

Make and type: Capacity : 8000 L
Vehicle:
Component: GE MS6001B

TOTAL VOSTOK LTD / RU-MOSCOW

Diagnosis date: 14 january 2013
Oil : Total Preslia 32

		Turbine
Sampling date		24-DEC-12
Sample Number		201300342
Sticker number		T05948
Drain		No
Working time		19200 H
Mileage oil		19200 H
Appearance		Clear
Water KF	%	<0.001
Insolubles	%	<0.002
Acid Index	mgKOH/g	0.122
Visc. @40°C	cSt	32.00
D.B.P.C. rel.	%	<25
Phosphorus	mg/kg	6
Boron	mg/kg	<10
Zinc	mg/kg	<2
Magnesium	mg/kg	<2
Calcium	mg/kg	<2
Molybdenum	mg/kg	<10
Sodium	mg/kg	<5
Tin	mg/kg	<10
Lead	mg/kg	<5
Nickel	mg/kg	<2
Silicon	mg/kg	<2
Iron	mg/kg	<2
Chromium	mg/kg	<2
Aluminium	mg/kg	<2
Copper	mg/kg	<2
Silver	mg/kg	<2

Interpretation of the diagnosis

- Consumption of one antioxidant, reduce the next oil sampling to monitor the acid index.
- Good running parameters

Рис. Содержание антиокислительной присадки составило <25 % от первоначального уровня

Лабораторный анализ, проведенный специалистами лаборатории Total ANAC (г. Солез, Франция) показал, что техническое состояние турбин находится на высоком уровне. Продукты износа, а именно металлические частицы той же природы, что и конструкционные мате-

риалы, использованные для изготовления пар трения ГТУ, находятся в пределах нормы (рис.). Посторонних загрязнений не обнаружено. Но температурные режимы эксплуатации газовой турбины оказали существенное влияние на пакет присадок масла: содержание антиокислительной присадки составило <25 % от первоначального уровня.

Таким образом, дальнейшая эксплуатация турбинного масла могла привести к расходу антиокислительной присадки ниже рекомендованного производителем уровня и, как следствие, к интенсификации процесса окисления масла. Это могло отрицательно отразиться на вязкости масла, росте кислотного числа, а затем вызвать появление лаковых отложений и шлама в системе смазки турбины.

Техническая служба Total рекомендовала провести замену масла. Но анализ условий эксплуатации турбины показал, что применение стандартного смазочного материала вновь приведет к похожим последствиям, так как турбинное масло, работающее при повышенных температурных нагрузках, должно обладать более высоким запасом термоокислительной стабильности.

В связи с этим было рекомендовано турбинное масло, предназначенное для применения в газовых и паровых турбинах с повышенной термической нагрузкой. В частности, использовать TOTAL PRESLIA GT 32, которое благодаря повышенной термоокислительной стабильности (ISO 4263/3 TOST > 10 000 часов) успешно применяется на ряде европейских ТЭС.

По просьбе руководства Ноябрьской ПГЭ был произведен расчет, наглядно продемонстрировавший экономический эффект применения масла с более высокими эксплуатационными характеристиками. Повышенная термоокислительная стабильность масла TOTAL PRESLIA GT 32 и опыт эксплуатации показывают, что при контроле состояния масла и выполнении рекомендаций по доливке срок его службы составит не менее 10 лет без замены.

Данные в табл. 1 наглядно показывают, что даже при более высокой стоимости TOTAL PRESLIA GT 32 позволит сократить затраты на

Табл. 1. Расчет издержек на закупку турбинного масла

Продукт	Прогнозируемый интервал замены, ч	Кол-во полных замен масла за 10 лет	Стоимость, р./л	Потребность в турбинном масле, л	Стоимость, р.
Формула	A	B	C	D=B*Vсистемы	E=C*D
Масло с нормальной термоокислительной стабильностью	25920	3	X ₁	24204	X ₁ *24204
TOTAL PRESLIA GT 32	86400	1	X ₂	8204	X ₂ *8204

закупку масла. Объем же суммарной экономии за счет снижения простоя турбин многократно превысил прогнозы.

Полученные цифры четко показали, что основные потери, влияющие на экономическую эффективность станции, связаны с простоем турбины во время замены масла.

Кроме того, даже в случае необходимости замены аварийного запаса и закупки дополнительного объема масла, затраты на приобретение смазочного материала не превысят 1 % от суммы полученной экономии при увеличении интервала его замены.

Произведенный расчет полной стоимости владения продемонстрировал, что сумма экономии при применении турбинного масла с высокой термоокислительной стабильностью за 10 лет составит 34 948 379 172 рубля только за счет сокращения простоев ГТУ, связанных с заменой масла. При этом расчет не учитывал отказ от услуг сервисных компаний, выполняющих замену масла, эффект от которого также может быть значительным (табл. 2).

Работа, проведенная специалистами Ноябрьской ПГЭ и компании TOTAL, стала не только хорошим примером технического взаимодействия, но и показала существенный экономический эффект и позволила улучшить общую энергоэффективность предприятия. А технический персонал еще раз убедился в простой, но закономерной истине: скупой платит дважды, а иногда – и трижды.

Табл. 2. Издержки, связанные с заменой турбинного масла за 10 лет

	Масло с нормальной термоокислительной стабильностью	TOTAL PRESLIA GT 32
Стоимость недополученной электроэнергии во время простоя турбины, связанного с заменой масла, р.	26 208 000 000	8 736 000 000
Итого на одну турбину, р.	26 211 328 309	8 737 138 723
Итого для Ноябрьской ПГЭ (две турбины), р.	52 422 656 618	17 474 277 446
Экономия, р.		34 948 379 172

Использованная литература

1. ASTM D4378-97. *Standard Practice of In-Service Monitoring of Mineral Turbine Oils for Steam and Gas Turbines. Annual Book of ASTM Standards Vol. 05.01.*
2. AISE Association of Iron and Steel Engineers (1996). *The Lubrication Engineers Manual - Second Edition. Pittsburg, PA.*
3. *Собственные исследования TOTAL LUBRIFIANTS S.A.*
4. *How to select and Service Turbine Oils. Mashinerylubrication.com. 2001.*



ООО «ТОТАЛ ВОСТОК»
www.total-lub.ru
sm.info-vostok@total.com
 Тел. (495) 937-37-84