



Л.М. Игнарица¹,
начальник химической службы,
Р.А. Низамеева¹,
зам. начальника химической службы по аналитической работе,
Н.А. Лыкова¹,
ведущий инженер лаборатории химической службы
(Инженерный центр «Энергопрогресс»)

Новые требования к контролю качества турбинных масел

Данное исследование является актуальным и своевременным, направленным на совершенствование постановки контроля качества турбинных масел. Выполняемый ранее объем контроля турбинных масел не позволял комплексно оценить их состояние. Определение «времени деазрации» в свежем масле позволит выявить поставщика качественной продукции и, как следствие, продлить срок их эксплуатации. Определение данного показателя в эксплуатационном масле турбоагрегатов позволит выявить степень старения масла, возможность дальнейшего использования, целесообразность восстановления его рабочих характеристик вводом присадок и, как следствие, повысить надежность и безопасность эксплуатации маслосистем.

Ключевые слова:

турбинное масло, показатели качества, нормативные требования к качеству масел, время деазрации, надежность эксплуатации, маслосистема турбогенераторов.

В январе 2010 года был введен в действие новый стандарт [1] (далее СТО), которым установлены нормы и требования к энергетическим маслам и маслосхозяйствам электрических станций и сетей, а также к организации их эксплуатации и техническому обслуживанию.

До ввода СТО требования к качеству свежих турбинных масел определялись техническими условиями на масло конкретной марки [2,3], к качеству эксплуатационных масел – ПТЭ [4] и СО 34.43.102-96 «Инструкция по эксплуатации турбинных масел» [5] (далее Инструкция). Новые требования к качеству турбинных масел в сравнении с ранее действовавшими нормами приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Нормативные требования, предъявляемые к качеству свежих турбинных масел

Показатель качества	СТО			ПТЭ		
	Tn-22C I	Tn-22C II	Tn-22B	Tn-22C I	Tn-22C II	Tn-22B
1. Вязкость кинематическая мм ² /с при t:						
40 °С	28,8-35,2			28,8-35,2		28,8-35,2
50 °С	20,0-23,0			20,0-23,0		-
2. Индекс вязкости, не менее	95	90	95*	95	90	95
3. Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,04-0,07		0,07	0,04-0,07		

Показатель качества	СТО			ПТЭ		
	Tn-22С I	Tn-22С II	Tn-22Б	Tn-22С I	Tn-22С II	Tn-22Б
1. Вязкость кинематическая мм ² /с при t: 40 °С 50 °С	28,8-35,2 20,0-23,0			28,8-35,2 20,0-23,0		28,8-35,2 -
2. Индекс вязкости, не менее	95	90	95*	95	90	95
3. Кислотное число, мг KOH/г, не более	0,04-0,07		0,07	0,04-0,07		
4. Стабильность против окисления при 130 °С, 24 ч., расходе O ₂ 3 дм ³ /ч, не более:						
- кислотное число, мг KOH/г	-	0,10	-	-	0,10	-
- массовая доля осадка, %	-	0,005	-	-	0,005	-
- содержание летучих низкомолекулярных кислот, мг KOH/г	-	0,02	-	-	0,02	-
5. Стабильность против окисления при 150 °С, 16 ч., расходе O ₂ 3 дм ³ /ч, не более:						
- кислотное число, мг KOH/г	0,15	-	-	0,15	-	-
- массовая доля осадка, %	0,01	-	-	0,01	-	-
- содержание летучих низкомолекулярных кислот, мг KOH/г	0,15	-	-	0,15	-	-
6. Стабильность против окисления при 150 °С, 24 ч., расходе O ₂ 3 дм ³ /ч, не более:						
- кислотное число, мг KOH/г	-	-	0,15	-	-	0,15
- массовая доля осадка, %	-	-	0,01	-	-	0,01
- содержание летучих низкомолекулярных кислот, мг KOH/г	-	-	0,15	-	-	0,15
7. Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	186			186		185
8. Температура застывания °С, не выше	минус 15			минус 15		
9. Время дезактивации, с, не более	180			180		
10. Время дезакции, с, не более	180*			-		
11. Коррозия на стальных стержнях	отсутствие			отсутствие		
12. Коррозия на стальной пластинке, г/м ²	0-2**			-		
13. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	-	отсутствие		отсутствие		
14. pH водной вытяжки	6,0-8,5**	-	-	6,0-8,5**	-	-
15. Массовая доля механических примесей, %, не более	0,005 (отсутствие)			0,005 (отсутствие)		
16. Класс промышленной чистоты, не более: - для системы регулирования - для системы смазки и объединенных систем	9 10			-		
17. Содержание воды, % не более	0,03 (отсутствие)			0,03 (отсутствие)		
18. Плотность при t 15 °С, кг/м ³ , не более	903		-	903		-
19. Плотность при t 20 °С, кг/м ³ , не более	900		-	-		
20. Массовая доля серы, %, не более	0,5		0,45	0,5		0,45
21. Цвет на колориметре ЦНТ, ед. ЦНТ, не более	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	1,5
22. Содержание присадки Агидол-1 (моноп.), % масс., не менее	0,8*			-		

Примечания

* Приведенные нормы не являются браковочными, определение обязательное, кроме п.20.

** Для масел Tn-22С марки I с присадкой Бетол-1.

Сравнительный анализ требований СТО и технических условий показал, что стандартом СТО введены более жесткие требования к качеству масел, а именно: введены новые нормативные показатели – время дезакции, коррозия на стальных пластинках, класс промышленной чистоты и содержание антиокислительной присадки.

Таблица 2. Нормативные требования, предъявляемые к нефтяным маслам, работающим в маслосистемах турбогенераторов (Тп-22С марок I и II, Тп-22Б)

Показатель качества	СТО	Инструкция	ПТЭ
1. Кислотное число, мг KOH/г, не более	0,3	0,15	0,3
2. Стабильность против окисления, не более при 120 °С, 14 ч., расходе кислорода 200 см ³ /мин:			
- кислотное число, мг KOH/г	0,06	0,06	0,08
- массовая доля осадка, %	0,15	0,15	0,15
3. Время деэмульсации, с, не более	600	600	-
4. Время деаэрации, с, не более	480*	-	-
5. Коррозия на стальных пластинах, г/м ²	16	отсутствие**	-
6. Содержание шлама (объём), % масс., не более	0,005 (отсутствие)		
7. Класс промышленной чистоты, не более:			
- для системы регулирования	9	11	11***
- для системы смазки и объединённых систем	10		
8. Содержание воды, % не более	0,03 (отсутствие)	отсутствие (визуально)	
9. Содержание присадки Агидол-1 (ионол), % масс., не менее	0,2*		

Примечания

* Приведённые нормы не являются брановочными.

** Контроль за антикоррозионными свойствами ведётся осмотром образцов-индикаторов.

*** Допускается определение одного показателя: класса промышленной чистоты или содержания механических примесей.

Сравнительный анализ требований СТО, ПТЭ и Инструкции к качеству эксплуатационных масел показал, что введены новые нормативные показатели: время деаэрации, коррозия на стальных пластинах и содержание антиокислительной присадки. Кроме того, стандартом СТО ужесточены требования по показателю «класс промышленной чистоты».

Из вновь введённых показателей особый интерес представляет «время деаэрации», т.к. деаэрационные свойства масел ранее не оценивались. Остальные введённые показатели качества масел оценивались косвенно, а именно:

- антикоррозионные свойства масел – качественно на наличие/отсутствие коррозии;
- содержание антиокислительной присадки «Агидол-1» (ионол-1) – стабильностью масла к окислению.

Показатель качества масел – время деаэрации

Необходимость определения деаэрационных свойств масел назрела давно, т.к. от них в значительной мере зависит надёжность эксплуатации циркуляционных маслосистем. Аэрированное масло обладает худшими смазывающими свойствами, меньшей термоокислительной и химической стабильностью, повышенной коррозионной агрессивностью. Интенсивно протекающие необратимые процессы в аэрированном масле вызывают изменения его свойств, при которых резко снижается эффективность системы смазки, растёт момент трения на подшипниках из-за увеличения вязкости, снижается интенсивность теплоотвода, возникает коррозионное явление из-за роста кислотности и т.д. Кроме этого, аэрация – одна из основных причин вспенивания масла, при интенсивном пенообразовании возможно образование паровой пробки и, как следствие, возникновение масляного голодания.

Характеристикой деаэрационных свойств масел является показатель – время деаэрации. Время деаэрации – это время, которое требуется воздуху для того, чтобы покинуть жидкость при температуре 50 °С в заданных условиях.

Необходимо отметить, что ранее ВТИ был разработан и введён в действие РД 153-34.1-43.211-2000 [6] «Масла турбинные огнестойкие и минеральные. Метод определения деаэрирующих свойств», однако определение данного показателя оставалось «факультативным», т.к. отечественной промышленностью аппараты для определения времени деаэрации до недавнего времени не выпускались.



Входной контроль качества турбинных масел

С целью выбора оптимального производителя масел Химической службой ООО «ИЦ «Энергопрогресс» был выполнен сравнительный анализ качества свежих турбинных масел, поступивших на энергопредприятия ОАО «Генерирующая компания», ОАО «ТГК-Б», ОАО «ТГК-16» и ЗАО «ТГК Уруссинская ГРЭС» от различных производителей и поставщиков.

Предварительно было проведено испытание свежих и эксплуатационных турбинных масел в объеме, предусмотренном нормативно-техническими документами, по следующим показателям: кислотное число, стабильность

против окисления, время дезсульфации, коррозия на стальных стержнях, массовая доля механических примесей, класс промышленной чистоты, содержание воды, плотность. Кроме этого, для свежих масел дополнительно контролировались вязкость кинематическая, температура вспышки в открытом тигле, содержание водорастворимых кислот и щелочей, pH водной вытяжки, для эксплуатационных масел – содержание шлама. Испытания по определению времени дезаэрации выполнялись с применением аппарата «АДМ-1» производства ЗАО «Научприбор» (г. Орел). Принцип действия аппарата заключается в аэрации (барботаже) пробы масла воздухом температурой 50 °С под давлением 20 кПа в термостатированном сосуде и дальнейшем определении времени, за которое из масла выделится воздух.

Результаты входного контроля качества данных масел по вновь введенному показателю время дезаэрации приведены в табл. 3.

Таблица 3. Показатель время дезаэрации свежих нефтяных турбинных масел

Марка масла	Производитель	ТЭС, принявшая масло	Дата поступления на ТЭС	Время дезаэрации, с
Тн-22К марка I	ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез»	ЗаИГРЭС	18.11.2011	83
		КТЭЦ-3	30.12.2011	113
		КТЭЦ-3	19.01.2012	96
		КТЭЦ-2	2.02.2012	113
		КТЭЦ-3	30.03.2012	142
	ОАО «Славнефть-ЯНОС», г. Ярославль	КТЭЦ-3	12.01.2012	127
Тн-22К марка II	ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»	КТЭЦ-1	19.06.2012	195
		КТЭЦ-3	26.06.2012	158
	ОАО «Итгарская нефтехимическая компания»	КТЭЦ-2	28.05.2012	247
		КТЭЦ-2	6.06.2012	262
Тн-22Б	ООО «ТНК Смазочные материалы», г. Рязань	Новогорьковская ТЭЦ	17.04.2012	150
			14.06.2012	138
	ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» (ОАО «НовоУф»), г. Уфа	НчТЭЦ	4.02.2012	328
		УрГРЭС	9.02.2012	247
		НчТЭЦ	2-8.02.2012	292
		НчТЭЦ	26.01.2012	382
		ЕлТЭЦ	20.03.2012	180
		НчТЭЦ	9.04.2012	217
		НчТЭЦ	14.05.2012	195
		УрГРЭС	18.04.2012	240
		Норма, не более	180	

Сравнительный анализ качества свежих нефтяных масел различных марок и различных производителей показал, что отвечают требованиям СТО по времени деаэрации масло Тп-22С марки I производства ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ОАО «Славнефть-ЯНОС» - филиал ООО «Газпромнефть»; масло Тп-22С марки II производства ООО «ТНК Смазочные материалы» (г. Рязань). Время деаэрации масла Тп-22С марки I производства ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» на уровне предельно допустимых значений. Масло Тп-22С марки II производства ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», масло Тп-22Б производства ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» (ОАО «Новый») не отвечают требованиям СТО по данному показателю. При этом качество свежих нефтяных турбинных масел всех марок и производителей по остальным нормируемым показателям отвечало требованиям и СТО и техническим условиям.

Необходимо отметить, что на одном из энергопредприятий при доливке свежего масла Тп-22С марки II производства ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» в маслосистему турбоагрегата без предварительного контроля по данному показателю как свежего, так и эксплуатационного масла наблюдалось ухудшение качества масла после доливки по классу промышленной чистоты, масло «помутнело». При этом определение содержания воды, шлама и механических примесей весовым методом показало их отсутствие. Дальнейшая очистка масла штатными маслоочистительными установками не давала положительных результатов. Последующее определение времени деаэрации масла показало, что оно значительно превышает предельно допустимое значение и составляет 600 секунд при норме для эксплуатационного масла не более 480 секунд.

Анализ состояния эксплуатационных турбинных масел
В 2012 году был выполнен анализ состояния масел в маслосистем турбогенераторов Зайнской ГРЭС и Казанских ТЭЦ-2, 3, который показал, что состояние эксплуатационных турбинных масел энергопредприятий, использующих в эксплуатации масла с хорошей базовой основой, удовлетворительное: они стабильны против окисления; содержание воды, шлама, механических примесей и коррозии на стальных стержнях отсутствует; кислотное число, время деэмульсации, время деаэрации, класс промышленной чистоты масел не превышает предельно допустимых значений.

Выводы

Время деаэрации является одним из важнейших показателей, характеризующих для свежих масел качество их базовой основы, для эксплуатационных масел – степень деградации их свойств из-за старения. Контроль качества масел по данному показателю позволит повысить надежность и безопасность эксплуатации турбинных масел. Для этого необходимо:

- вести дополнительный контроль по показателю – время деаэрации: для свежих турбинных масел – при поступлении на энергопредприятие, для эксплуатационных турбинных масел с периодичностью 1 раз в год;
- при закупке отдавать предпочтение маслам тех производителей, у которых время деаэрации соответствует требованиям СТО;
- закупку свежих масел осуществлять непосредственно у заводов-производителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТО 70238424.27.100-053-2009. Энергетические масла и маслосхозяйства электрических станций и сетей. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. М., 2009.
2. ТУ 38.101821-2001. Масла турбинные Тп-22С. Технические условия. М., 2001.
3. ТУ 38.401-58-48-92. Масло турбинное Тп-22Б. Технические условия. М., 1992.
4. СО 153-34.20.501-2003. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. М., 2003.
5. СО 34.43.102-96. Инструкция по эксплуатации нефтяных турбинных масел. М., 1996.
6. РД 153-34.1-43.211-2000. Масла турбинные огнестойкие и минеральные. Метод определения деаэрирующих свойств. М., 2010.