

НОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

О.Я. Гловацкий, Р.Р. Эргашев, Х.Х. Исаков, Н.Р. Насырова
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Диагностирование крупных вертикальных НА позволило обосновать предложения по модернизации их основных узлов.

Diagnosing large vertical ON has allowed to prove offers on modernization of their basic units.

Цель диагностики насосных агрегатов (НА) – повышать надежность, долговечность и экономичность эксплуатации. Диагностика предполагает:

- изучение поведения и состояния НА в прошлом, включающее анализ предшествующей эксплуатации (отказов, аварий);
- исследование технического состояния НА в настоящее время, включающее изучение характерных параметров и их оценку;
- предсказание технического состояния, в котором будет находиться НА некоторое время в будущем, включающее определение остаточного ресурса по техническому состоянию в настоящее время.

Техническая диагностика снижает затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования. Непроизводительные затраты на ремонт оборудования вызваны незнанием фактического состояния в данный момент. Отсутствие регулярного диагностирования НА в эксплуатации ведет к тому, что нормативные сроки капитальных ремонтов назначаются без учета технического состояния.

В Кашкадарьинском вилояте основные проблемы связаны с эксплуатацией Каршинского Магистрального канала (КМК). В течение почти 30 лет эксплуатации КМК непрерывно проводились оперативные наблюдения за работой НА, отработка оптимальных режимов и ресурса НА [1]. Основное внимание уделялось головной НС-1. Установленные на ней основные насосы ОП 11-260 ЭГ с четырех лопастными рабочими колесами (РК) работали в неблагоприятных режимах из-за низких уровней воды в аванкамере, недостаточного заглубления насосов, зависящей от низких горизонтов воды в реке Амударье. Насосы работали в кавитационном режиме, что неоднократно приводило к выходу из строя их. Особенно это отмечалось на крайних агрегатах. Одновременно установлена неидентичность работы крайних и средних НА. Неравномерность подхода воды к крайним агрегатам создавала обратные токи воды во всасывающих трубах, работу агрегатов с вибрациями и в режимах близким к кавитационным, что способствовало ускоренному износу деталей насосов и более частым их отключениям (таблица 1)

Таблица 1

Результаты сравнительного измерения вибрации (мкм) агрегатов 4 и 6 НС-1 КМК

НА	Без фильтров	На оборотной частоте	На полюсной частоте	V мм/с	примечания
Камера рабочего колеса: вертикальная вибрация					
Крайний 6	35...40	25...35	8	2,2...3,5	P=8,2мВт
Средний 4	17...20	13...20	4	1,5...2,2	8,5
Горизонтальная					

6	60...70	26...35	24	2,7...3,2	
4	62...68	17...24	21	2,8...3,2	Сифон не заряжен
Верхняя крестовина двигателя, вертикальная вибрация					
6	26...35	15...16	3	1...1,3	
4	10...13	2...3	1	0,5	
горизонтальная					
6	76...83	61...71	4	1...1,4	
4	22...23	17...18	3	0,1	

Натурные исследования (табл. 2) свидетельствуют о повышенном в целом уровне турбулентности потока на входе во всасывающие трубы НА станции. Интенсивность турбулентности во входных отверстиях крайних агрегатов составляет 0,166 и 0,223, что в 9 и 6 раз больше интенсивности турбулентности потоков призматических каналов в обычных условиях.

Таблица 2

Режимы работы НС-1 при натурных испытаниях

Мощность НА, мВт						УВНБ	УВВБ	УВ _{АД}
1	2	3	4	5	6			
-	10,7- 10,5	-	9,7- 10,0	8,6	-	4,45-4,8	22,4-22,5	244,06
9,6	-	-	-	10,6	9,2	4,7	22,35	243,08
9,5	10,3	-	9,5	8,4	8,7	6,3	23,1	245

Измерения вибрации агрегата ОП 11-260 ЭГ проводились также при неисправности НА, вызванной неравномерным воздушным зазором между статором и ротором, а также после устранения этой неисправности. В обоих случаях измерения вибрации проводились на холостом режиме работы НА. Воздушные зазоры на диагностируемом агрегате до и после перемещения статора приведены в табл. 3.

Таблица 2

Воздушные зазоры между статором и ротором
на неисправном и исправном агрегате

Место измерения	Средний воздушный зазор статор-ротор	
	до смещения	после смещения
Верхний бьеф (ВБ)	12,5	13,5
Правый берег (ПБ)	16,5	10,5
Нижний бьеф (НБ)	12	11
Левый берег (ЛБ)	4	11,5

Сравнительные результаты измерений виброускорений на ВКД НА до и после устранения неравномерности воздушного зазора статор-ротор приведены в таблице 4.

Таблица 4

Общие и 1/3 –октавные уровни вибрации агрегата до и после ремонта

направление вибрации	наименование диапазона	параметр вибрации	
		ускорение, дБ	скорость, дБ

	частот, Гц	неиспр	исправ	до ремонта	после ремонта
радиальное	общий	62	56	111	96
	100	57	51		
	1000	57	37		
тангенциальное	общий	68	61	112	95
	100	63	58		
	1000	60	46		
вертикальное		55	52	108	96
		48	46		
		46	39		

Из таблицы следует, что общие уровни вибрации в горизонтальном направлении после передвижки статора агрегата снизились на равные величины: по ускорению на 6 дБ, по скорости на 25 дБ. В вертикальном направлении снижение общего уровня виброускорения составило 3 дБ, а по виброскорости 12 дБ. Снижение виброускорения в 1/3-октавной полосе 100 Гц по всем направлениям соответствует снижению общих уровней вибрации. Составляющая на среднегеометрической частоте 100 Гц значительно (20 дБ) снизилась в радиальном направлении, на 14 дБ в тангенциальном и на 7 дБ в вертикальном направлениях. Данные измерения показывают, что завышенное изменение вибрации зафиксировано в тангенциальном направлении, как по общему уровню, так и в частотной полосе 100 Гц (таблица 4). Диагностирование смещения оси статора относительно оси ротора надо производить путем измерения вибрации верхней крестовины двигателя в горизонтальном направлении по общему уровню вибрации и уровням в 1/3- октавных полосах 100 и 1000 Гц, где изменение вибрации составляет 6...20 дБ.

На основе результатов диагностирования уточнен перечень исследованных в САНИИРИ вопросов реконструкции каскада КМК:

1. повышение кавитационных свойств проточной части насосов ОПВ-260 ЭГ и разработка методов и средств гидродинамического диагностирования;
2. уменьшение потерь напора по длине подводящей части КМК (запани, принципиально новые водозаборные сооружения);
3. Совершенствование технологии ремонта вертикальных осевых насосов;
4. Разработка устройств для сигнализации трения лопастей о камеру РК, подшипниковых узлов, выправляющих аппаратов насосов и реконструкции систем технического водоснабжения.

В Бухарском вилояте при исследовании НС «Хамза-1» возникли дополнительные вопросы, имеющие научный и практический интерес. К ним, прежде всего, относятся: зависимость уровня гидравлических потерь в сложном напорном трубопроводе от числа работающих агрегатов, определение влияния степени заряженности сифона на режим работы насосов, определение перепада давления в нижнем подшипнике насоса, распределение давления в спиральной камере насоса при различных режимах работы.

Основные параметры насоса 56В-17 приведены в таблице 5.

Замеры подачи насосов при различных подпорах и комбинациях работающих агрегатов показали среднюю подачу НА -7м³/с

Таблица 5

УВНБ	УВВБ	Количество НА	Мощность (мВт)	Н _г		Подача (м ³ /с)
					НС	НА

186,95	231,16	7	31,7	44,15...44,21	48,94	6,99
187,65	231,38	8	36	43,7...43,73	56,09	7,01

Полученный диапазон подач НА 6,99-7,01 м³/с ниже значений заводских и проектных характеристик (7,5...8,5 м³/с) при Н_м=49 м и показывает завышенные значения гидравлических потерь, что приводит к росту Н_м до 50...52 м и соответствует значению подачи насоса в указанном диапазоне подач. Эти измерения не учитывали снижение подачи крайних НА.

В лаборатории НСиУ САНИИРИ разрабатываются новые комплексные методы диагностики, которые позволяют повысить надежность эксплуатации насосов за счет прогнозирования технического состояния и точности измерителя интегральной интенсивности шумов НА.

Выводы:

1. Диагностирование крупных вертикальных НА позволило обосновать предложения по модернизации их основных узлов

2. Анализ данных натурных исследований позволил создать новую систему диагностики учитывающие комплексные показатели, температуру корпусных частей НА и перекачиваемой воды

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гловацкий О.Я., Исаков Х.Х., Толипов Ш.Г. Опыт диагностирования насосных станций и скважинных насосов // Мелиорация и водное хозяйство.- 2003. -№ 3.