

тике строительство фундаментов мелкого заложения не производится из-за трудностей с обеспечением необходимых прочностных и деформационных характеристик основания, сложности производства земляных работ. В ряде случаев бессвайные основания являются альтернативным решением при эксплуатации резервуаров в условиях распространения вечной мерзлоты.

Применяя свайные и бессвайные способы устройства оснований резервуаров, эксплуатируемых на вечномерзлых грунтах, необходимо рассматривать нестационарность термодинамических процессов в основании резервуара, что следует учитывать в тепловых расчетах [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 25.13330.2011. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.

УДК 656.56

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

А. Р. Людиницкая¹, А. И. Аюпов²

¹*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия;*

²*Арланское НУ, ОАО «Уралсибнефтепровод», п. Кутерем, Россия*

При эксплуатации насосного оборудования нефтеперекачивающих станций все больше внимания уделяется мероприятиям по поддержанию надежности и эффективности эксплуатируемого оборудования, а также минимизации негативного влияния факторов различного происхождения. Одним из наиболее существенных факторов влияющих на срок службы оборудования является повышенная вибрация насосного агрегата. Например, по результатам анализа отказов насосного оборудования по ОАО «Уралсибнефтепровод» за 2013 г. более 30% остановок произошли по причине повышенной вибрации. На рисунке представлены причины повышенной вибрации насосного оборудования.

Наиболее частой причиной остановки оборудования является износ подшипника качения, засорение фильтров, разрушение уплотнений и повышение температуры подшипника.

Наибольшая вибрация возникает при эксплуатации оборудования в неоптимальных режимах. В связи с сокращением и перераспределением потоков нефти, насосы эксплуатируются в недогруженном состоянии и ра-

ботают в неоптимальных условиях. Это приводит к повышенной вибрации, динамической перегрузке узлов, отказам агрегатов. Работа насосов в режиме недогрузки сопровождается также вибрацией трубопроводов НПС и установленной на них запорнорегулирующей арматуры. Повышенная вибрация трубопроводной обвязки насосов и коллектора НПС приводит к ухудшению герметичности запорных узлов, задвижек, клапанов, к потере четкости работы концевых выключателей и отказу работы электроприводов задвижек. На некоторых НПС уровень вибрации электроприводов превышал нормативные значения в 15 – 20, а на других уровень вибрации задвижек и электроприводов превышал допустимую величину в 20 – 30 раз [1, 2].

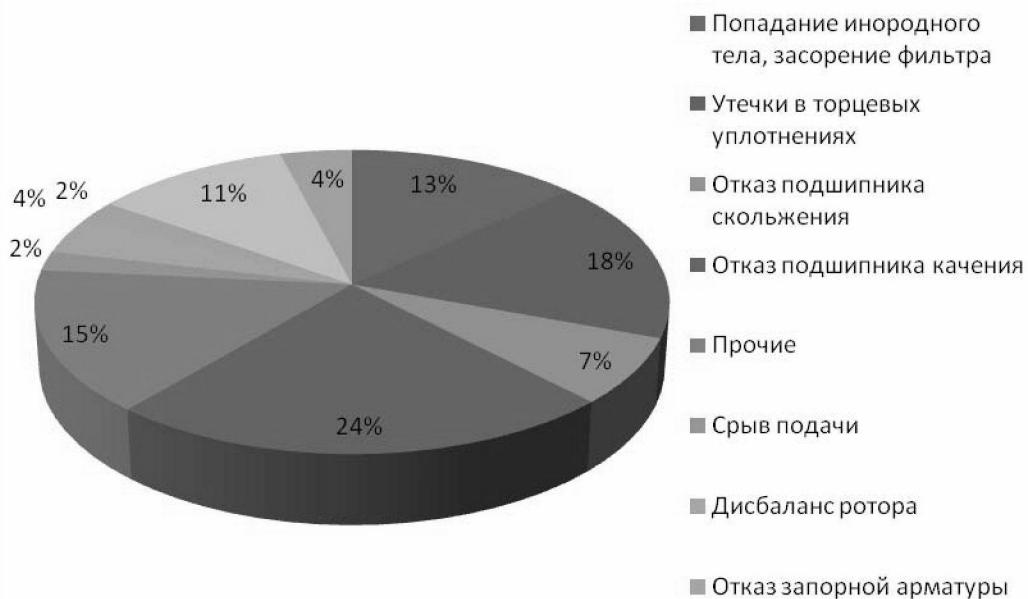


Рис. Процентное соотношение причин повышенной вибрации

Для центробежных насосов к силам механического происхождения повышенной вибрации следует отнести [3–6]:

- 1) центробежные силы, определяемые неуравновешенностью вращающихся деталей ротора;
- 2) кинематические силы, определяемые неровностью взаимодействующих контактных поверхностей и, прежде всего, поверхностей трения в подшипниках, а также в аварийных случаях, сопряженных поверхностей уравновешивающих устройств, щелевых и дроссельных уплотнений;
- 3) параметрические силы, определяемые прежде всего переменной составляющей жесткости вала из-за его дефектов;

4) ударные силы, возникающие при взаимодействии отдельных элементов трения, сопровождающейся их упругой деформацией (например, в полумуфтах или рабочих колесах с прослабленной посадкой).

Силы гидродинамического происхождения:

- силы давления, действующие на лопасть рабочего колеса, движущейся в потоке, либо на лопатку отводящего устройства, обтекаемую потоком;
- силы трения на границе потока и не подвижных стенок проточной части насоса, системы гидравлического затвора концевого уплотнения и др.;
- пульсации давления в потоке, определяемые его турбулентностью и, в определенных условиях, кавитацией.

Обобщение результатов исследований позволило выделить наиболее эффективные способы и средства снижения вибрации. В результате были признаны рациональными следующие направления:

- обеспечение режима работы насоса в оптимальной зоне напорной характеристики (например, за счет подрезки наружного диаметра рабочих колес);
- снижение уровня пульсаций давления, вызванных взаимодействием потока рабочего колеса с лопatkами направляющего аппарата (изменение геометрии входного профиля лопатки);
- обеспечение высокоточной статической и динамической балансировки рабочих колес;
- увеличение точности изготовления соосных деталей ротора до 40 мкм;
- применение различных виброизолятов.

Для выявления современных тенденций развития техники в направлении снижения вибрации насосных агрегатов нами была проведена патентная проработка. В результате чего было выявлено два направления исследования данного вопроса. Первое – совершенствование самого насосного агрегата, второе – разработка различных опор для снижения вибрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисин, Ю.В. Насосный агрегат с виброизолирующей компенсирующей системой / Ю.В. Лисин, А.Г. Гумеров, В.Г. Хангильдин, Р.Г. Исхаков, В.И. Гуртовой // Трубопроводный транспорт нефти. – 2000. – № 9. – С. 2–6.
2. Гумеров, А.Г. Виброизолирующая компенсирующая система насосно-энергетических агрегатов / А.Г. Гумеров, Р.С. Гумеров, Р.Г. Исхаков Л.Ф. Новиков, Т.В. Хангильдин. – Уфа, 2008. – 328 с.
3. Барков, А.В. Интеллектуальные системы мониторинга и диагностики машин по вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова // Тр. / С.-Петербург. энергет. ин-та повышения квалификации. – СПб., 1999. – Вып. 9. – 201 с.

4. Барков А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. – 160 с.
5. Справочник по технической акустике / под ред.: М. Хекла и Х.А. Мюллера-пер; пер. с нем. – Л.: Судостроение. 1980. – 440 с.
6. Швиндин, А.И. Пути повышения надежности насосного оборудования нефтеперерабатывающих производств / А.И. Швиндин, В.А. Берестовский // XIII Междунар. науч.-техн. конф. «ГЕРВИКОН-2011» / Сум. гос. ун-т. – Сумы, 2011. – С. 23–34.

УДК 622.276.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ОБВЯЗКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ НА ИХ ВИБРАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ

А. П. Токарев, Л. П. Новоселова

*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», Уфа, Россия*

Повышенные внутренние динамические (вибрационные) перегрузки, действующие на роторную систему, и внешние статические перенапряжения, передающиеся на агрегаты через трубопроводы и коммуникации, являются основными причинами преждевременного выхода из строя магистральных насосных агрегатов. При этом влияние вибрации гидравлической системы на техническое состояние и эффективность работы насосного агрегата изучено недостаточно.

В работе изучается влияние местных сопротивлений обвязки насосного агрегата на его вибрационное состояние. Вибрации гидравлической системы через жидкость и трубопроводы обвязки передаются насосу. В качестве причин возникновения подобного явления можно выделить следующие [1]:

- наличие нескольких источников местных сопротивлений на малых расстояниях стандартной обвязки насосного агрегата;
- кавитация;
- пуск в работу и остановка насосного агрегата.

Гидродинамические процессы, происходящие в обвязке насоса НМ 10000-380, и возникающие вибрации моделируются в программном комплексе ANSYS. Исследуется как стандартная обвязка насоса, так и ее варианты, предусматривающие уменьшение местных сопротивлений.

Снижение вибрационных перегрузок, возникающих в обвязке насосного агрегата, путем изменения ее конфигурации представляется перспективным методом решения данной проблемы и, соответственно, является