

УДК 621.671.22

**Исследование гидродинамических источников колебаний в двухзавитковом
спиральном отводе центробежного насоса НМ1250**

Д.А. Полуэктов

Аспирант, кафедра «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

*Научный руководитель: Б.В. Покровский, д.т.н., профессор кафедры «Гидромеханика,
гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана

poluektovdma@gmail.com

Из заключения научного совета РАН по гидродинамической акустике следует, что для минимизации вредного воздействия гидродинамических и кавитационных шумов, необходимо проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в том числе и по следующим направлениям [1]:

1. Управление структурой течения с целью снижения гидродинамического шума.
2. Оптимизация конструкций технических устройств, систем и сооружений, работающих в условиях гидродинамического шума.

При анализе литературы, проведённом в рамках диссертации, с целью поиска путей достижения требований к вибрационным характеристикам центробежных насосов сделан вывод, что неисследованным остаётся влияние обтекания жидкостью геометрии проточной части на спектр насоса.

Таким образом, задача по оптимизации проточной части насоса с целью управления структурой потока и снижения гидродинамического шума представляется актуальной.

Следствием обтекания потоком геометрии подвода и отвода и отрыва его от обтекаемых поверхностей с образованием вихрей, будут турбулентные и вихревые шумы.

Объектом исследования в этой работе является двухзавитковый спиральный отвод нефтяного магистрального насоса НМ1250. Проточная часть насоса была спроектирована в рамках работ, по заказу Нефтекамского машиностроительного завода.

Зависимость давления жидкости от времени в исследуемых точках была получена в результате численного эксперимента, путём моделирования течения жидкости в проточной части насоса в программе StarCCM+. В качестве режима работы насоса при гидродинамическом моделировании был выбран режим в 140% от номинальной подачи. Режим перегрузки был выбран исходя из того, что в этом режиме более развиты вихревые структуры в проточной части насоса.

Картина течения внутри насоса с выбранными экспериментальными точками, представлена на рис. 1.

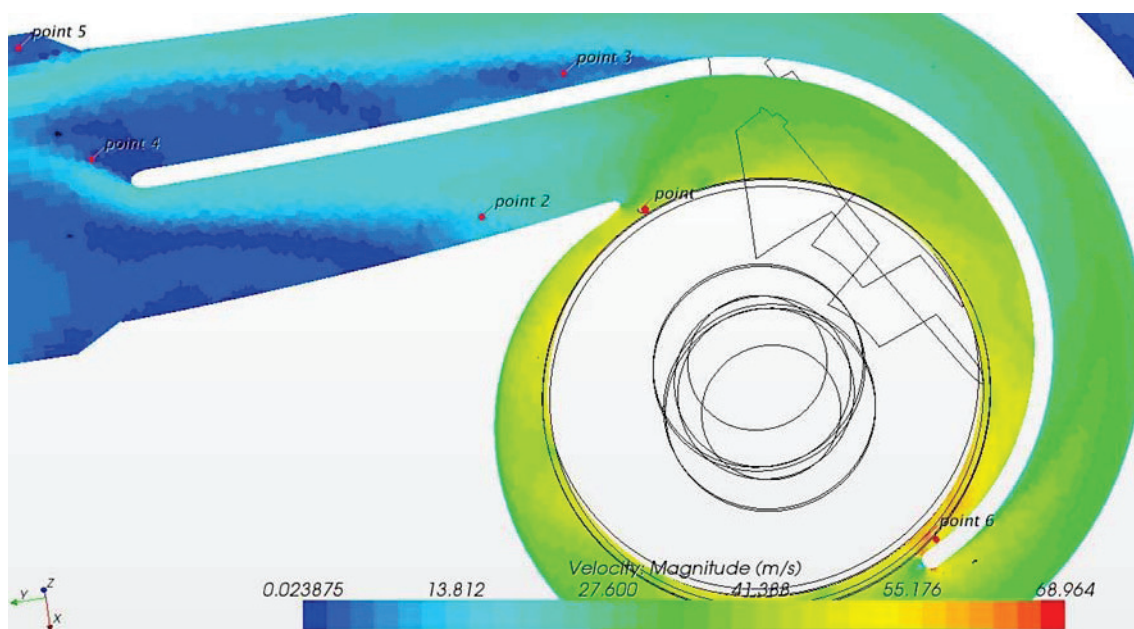


Рис. 1. Точки, в которых путём численного эксперимента получали зависимость давления от времени

Анализ характеристик, полученных в исследуемых точках, проводился путём разложения их в спектр, с помощью быстрого преобразования Фурье, в программе LabVIEW. Пример спектра пульсаций давления в точке 1, приведён на рис. 2.

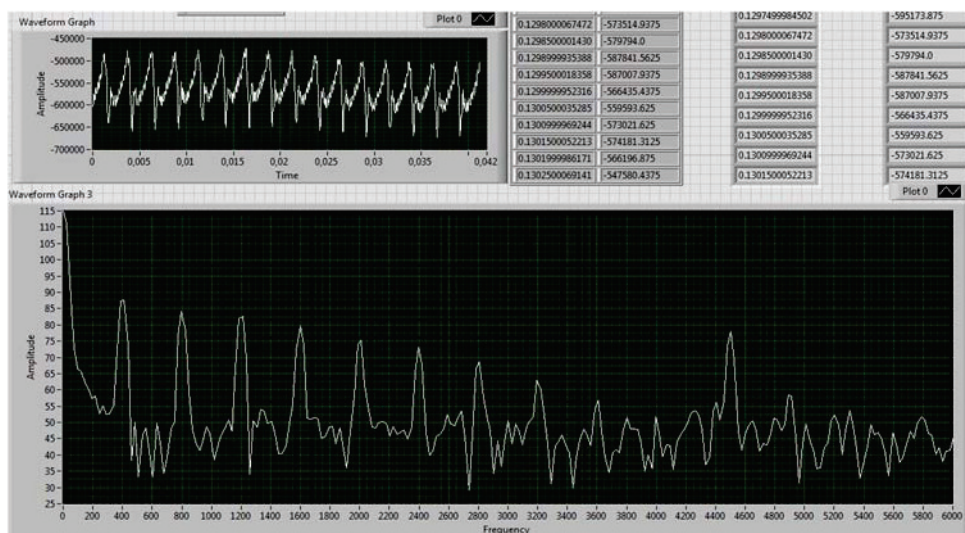
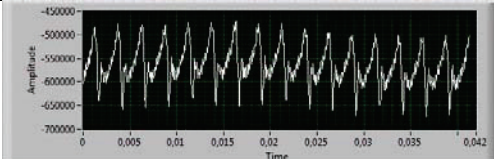
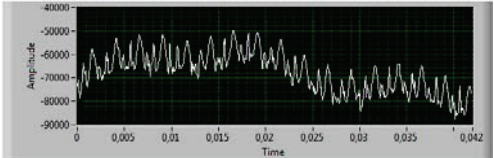
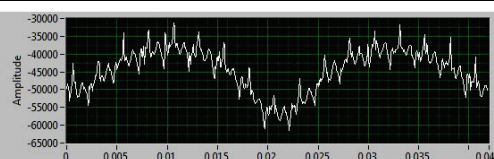


Рис. 2. Спектральный анализ пульсации давления в точке 1

Результаты спектрального анализа для всех точек, сведены в таблицу.

№ точки	Сигнал	Критическая частота, Гц	L _p , дБ
1		400	87,5
2		400	68
3		400	78
4		48	87,5
		400	60
5		47,5	84
		400	68
6		400	94

Лопастная частота колебаний насоса:

$$f_{\text{л}} = \frac{n \times z}{60} = \frac{3000 \times 8}{60} = 400 \text{ (Гц)},$$

где n - частота вращения вала насоса, z - число лопастей рабочего колеса.

Как видно из таблицы 1, существенное влияние на формирование картины пульсаций давления в отводе центробежного отвода оказывают лопастные колебания.

Тем не менее, для точек, находящихся в областях вихреобразования, критическими являются частоты, лежащие рядом с частотой вращения $f=50$ Гц. Эти точки находятся достаточно далеко от оси насоса, а уровень пульсации давления в них достигает 87,5 дБ. Колебания насоса на частоте его вращения вызваны, в основном, дисбалансом ротора насоса. Таким образом, вихреобразование даст дополнительную составляющую сигнала на частоте вращения. Это может вызвать определённые трудности при вибродиагностике насоса и его приёмно-сдаточных испытаниях.

Выводы

1. Результаты исследования динамических связей пульсаций давления с полем скорости внутри потока позволят целенаправленно разрабатывать мероприятия, которые могут привести к снижению гидродинамического шума.
2. Вихреобразование, в переходной части диффузора спирального отвода и в области, после языка отвода, приведёт к колебаниям насоса НМ1250 на частотах, близких к частоте вращения, что вызовет трудности при вибродиагностике насоса и его приёмно-сдаточных испытаниях заказчику.
3. Приведённый метод анализа гидродинамических источников колебаний, позволит выделить гидродинамическую составляющую для критических частот спектра насоса, на этапе численного эксперимента. Верификация результатов численного эксперимента будет проведена на испытательном стенде кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, в рамках диссертационной работы по оптимизации спирального отвода центробежного насоса типа НМ.

Список литературы

1. Гидродинамическая акустика вчера, сегодня, завтра. Научный совет РАН по акустике. URL: <http://sovet.akin.ru/analyt1.html#p3> (дата обращения: 29.02.2013).

2. В. Я. Рубинов, Б. В. Покровский. Влияние чисел лопаток рабочего колеса и направляющего аппарата на виброакустические характеристики центробежного насоса // Гидромашиностроение. 1975. №46. С. 71-89.
3. Б. В. Покровский, В. Я. Рубинов. Влияние отвода на виброакустические характеристики центробежного насоса // Гидромашиностроение. 1970. №40. С. 84-102.
4. В. О. Ломакин, П. В. Щербачев, О. И. Тарасов и др. Создание параметризованных 3D-моделей проточной части центробежных насосов [Электронный ресурс] // Научн. техн. журн. Наука и Образование. – 2012. – №4. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2013).
5. В. О. Ломакин, А. И. Петров. Численное моделирование проточных частей макетов насосов и верификация результатов моделирования путем сравнения экспериментально полученных величин с расчетными [Электронный ресурс] // Научн. техн. журн. Наука и Образование. – 2012. – №5. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/index.html> (дата обращения: 29.02.2013).
6. В.О. Ломакин, А.В. Артемов, А.И. Петров. Определение влияния основных геометрических параметров отвода насоса НМ 10000-210 на его характеристики [Электронный ресурс] // Научн. техн. журн. Наука и Образование. – 2012. – №8. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/index.html> (дата обращения: 29.02.2013).