

7. Митько В.Б., Минина М.В. Факторы, определяющие Устойчивое развитие прибрежных регионов Балтийского моря // Тезисы Межд. конф. «Международный день Балтийского моря». – СПб., 2007.

Минина Марина Виссарионовна

Арктическая общественная академия наук

E-mail: m-minina@yandex.ru

197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Маркина, 14-16, оф. 42

Тел/факс. 8 (812)498-4227

Minina Marina Vissarionovna

Arctic Public Academy of Sciences

E-mail: m-minina@yandex.ru

Of. 42, 14-16, Markin St., Saint-Petersburg, 197198, Russia

Tel/fax: +7(812)498-4227

УДК 681.586

С.С. Снесарев, Н.С. Пирогов, А.К. Ксенофонов

**СИСТЕМА ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ**

В работе проведен анализ действующих вибрационных систем для мониторинга агрегатов НПС по обеспечению экологически безопасной деятельности при транспортировке нефти по трубопроводам. Предложена структурная схема построения системы диагностики по спектру для автоматизированного контроля технологическим процессом, с техническими характеристиками входящих модулей, позволяющей значительно сократить вероятность выхода из строя оборудования и утечки нефти в окружающую среду.

Диагностика оборудования; система вибрационного контроля; спектральный анализ; структурная схема; функциональные блоки; диагностика оборудования.

A. K. Ksenofontov, N. S. Pirogov, S. S. Snesarev

**SYSTEM OF THE VIBRATING CONTROL FOR MONITORING
THE EQUIPMENT PETROLEUM TO TRANSPORT OF STATIONS**

In this article the analysis of working vibrating systems for monitoring units NPC on maintenance of ecologically safe activity is carried out (spent) at transportation of petroleum on pipelines. The block diagram of construction of system of diagnostics on a spectrum for the automated control by technological process, with the technical characteristics of entering modules allowing considerably is offered to reduce probability of failure of the equipment and outflow of petroleum in an environment.

Diagnostics of the equipment; system of the vibrating control; the spectral analysis; the block diagram; functional blocks; diagnostics of the equipment.

Реализация любого вида деятельности промышленного производства неизбежно ведет к изменению состояния окружающей среды, поэтому задача обеспечения максимально экологически безопасного вида деятельности всегда будет оставаться приоритетной. Экологически безопасная деятельность – деятельность, не угрожающая отрицательными последствиями окружающим человека природным комплексам, – невозможна без надлежащего контроля состояния технологического оборудования производства.

Строительство новых и эксплуатация действующих транспортных магистралей перекачки нефти, как одного из приоритетных видов деятельности крупнейших государственных компаний в нашей стране, требует модернизации и совершенствования технологического оборудования и систем контроля за его состоянием. За последние годы в таких крупнейших компаниях, как ОАО АК «Транснефть», немало сделано для этого – реконструированы нефтеперекачивающие станции (НПС), установлено новое оборудование, введены практически на всех НПС системы автоматизированного контроля технологическим процессом, позволяющие значительно сократить вероятность выхода из строя оборудования и утечки нефти в окружающую среду.

Одним из наиболее достоверных показателей исправности механического оборудования является вибрация. Как правило, оценка уровня вибрации оборудования осуществляется по общему уровню вибрации в полосе оборотных частот. В настоящее время на большинстве НПС установлены системы вибрационного контроля типа СВК-001, 002, разработанные ЗАО НПП «Виброприбор–Сервис», позволяющие предупредить об износе основных агрегатов двигателей и насосов и автоматизировать остановку агрегатов в случае аварийной ситуации. Система состоит из первичного преобразователя (датчика виброускорения), сигналы которого после усиления, фильтрации, детектирования и преобразования напряжения (СКЗ) сигнала в постоянный ток 4÷20 мА передаются по токовой линии связи в операторную, в систему автоматического управления производством (АСУ ТП). Виброускорения агрегатов измеряются в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц, и при превышении заранее установленного на контроль уровня вибрации механизма на мониторе оператора формируется предупредительный сигнал о предаварийном или аварийном состоянии агрегата.

Однако такие системы, производящие оценку вибрации по общему уровню вибрации, не обеспечивают своевременного распознавания зарождающегося дефекта в связи с потерей спектра, не оценивают «вклад» спектральной составляющей вибрации, характеризующей неисправность, не отражают заметных изменений общего уровня даже при значении составляющих в 1,5÷2 раза превышающих общий уровень.

Дальнейшим направлением на предупреждение отказов оборудования является модернизация, направленная на проведение спектрального анализа сигналов. Путем сравнения спектров механических колебаний можно своевременно обнаружить изменения состояния оборудования по увеличению уровня его спектральных составляющих. Это связано с тем, что различным конкретным дефектам соответствуют определенные уровни составляющих в общем спектре. Исходя из изложенного вопросы диагностирования состояния оборудования (выявление дефекта на начальной стадии его развития) в практике эксплуатации занимают всё более решающее значение [2,3].

Для реализации спектрального анализа сигналов от работающих агрегатов и общих технических требований 270-03-2103 ОАО «АК Транснефть» предлагается

структурная схема построения стационарной системы вибромониторинга на 4 агрегата, представленная на рис.1.

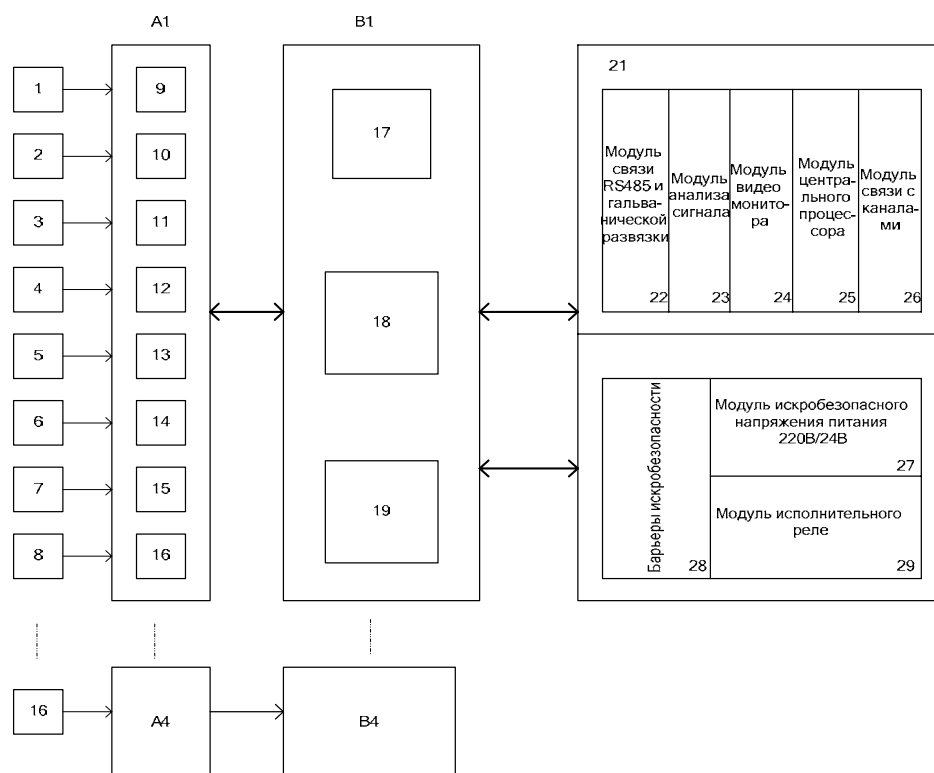


Рис.1. Структурная схема системы вибромониторинга:

1–8 – первичный измерительный преобразователь; 9–16 – устройство аналоговой обработки; 17, 18 – модуль сбора информации; 19 – преобразователь напряжения питания; 20 – линия связи; 21 – устройство цифровой обработки и отображения информации; 27 – модуль искробезопасного напряжения.

Основными функциональными блоками системы являются первичные измерительные преобразователи, модуль 1-го уровня системы (модуль сбора информации), который должен осуществлять преобразование в цифровой код информации, представленной в виде сигналов переменного (от восьми плат первичной обработки сигналов), и его передачу по двухпроводной линии связи на расстояние до 1000 метров в устройство отображения (УОИ) для последующей обработки этого сигнала, модули устройств 2-го уровня, объединенные в устройство цифровой обработки и отображения информации (УОИ).

В качестве первичного измерительного преобразователя используется пьезоэлектрический преобразователь с техническими характеристиками:

- минимальное значение коэффициента преобразования $3,16 \text{ пК/м}\cdot\text{с}^{-2}$;
- рабочая половина частот от 2 до 10 кГц;
- частота установочного резонанса более 37 кГц.

Преобразователь конструктивно выполнен из нержавеющей стали. Крепление к объекту – фланцевое. На НПП «Виброприбор-Сервис» разработаны и испытаны

опытные образцы преобразователей, удовлетворяющие вышеперечисленным характеристикам.

В качестве устройства аналоговой обработки сигналов используется плата, разработанная НПП «Виброприбор-Сервис», которая осуществляет:

- согласование высокого выходного сопротивления пьезодатчика со входом схемы;
- формирование требуемых для контроля и диагностики рабочих полос частот воспринимаемого переменного сигнала;
- вычисления СКЗ (среднеквадратичного значения) сигнала контрольно-сигнального тракта и преобразование его в унифицированный сигнал постоянного тока 4–20 мА;
- коммутацию первичных входных цепей от датчика для реализации режимов самоконтроля и требуемых метрологических характеристик;
- преобразование искробезопасного напряжения питания плюс 24 В в требуемые плюс 15 В и минус 15 В.

Устройство аналоговой обработки (УАО) предназначено для согласования высокого выходного сопротивления пьезоэлектрического вибропреобразователя с электронной схемой, выделения соответствующих рабочих полос, преобразования в сигнал, пропорциональный виброскорости, вычисления СКЗ значений виброскорости и передачи сформированных вибросигналов в модуль сбора информации.

Указанные на структурной схеме 2 модуля сбора информации 17,18 представляют собой 2 контролера для канала контроля и канала диагностики.

Модуль сбора и обработки информации (МСИ) имеет в своем составе 2 8-входовых микропроцессора, работающих на обработку сигналов по контрольно-сигнальному и диагностическому трактам, сформированным в УАО, а также преобразователь напряжения, обеспечивающий напряжением питания как УАО, так и собственно МСИ (может быть размещен на плате аналоговой обработки). Необходимые напряжения (± 15 В, + 5 В) формируются от искробезопасного напряжения питания 24 В, проведенного по линии искробезопасного канала питания.

Контрольно-сигнальный тракт (полоса частот 10 – 1000 Гц, параметр – виброскорость) работает непрерывно и обеспечивает выдачу в цифровом виде данных в АСУ и ТМ (систему телемеханика).

Диагностический тракт осуществляет цифровое Фурье-преобразование сигнала виброускорения в полосе частот 2– 10 000 Гц. При возникновении предаварийной ситуации с автоматизированного рабочего места механика (АРМ) или АСУ инициируется запрос в МСИ на выдачу диагностической информации по интересующей точке агрегата.

Сигналы по контрольно-сигнальному и диагностическому трактам в цифровом виде передаются по линии связи в устройство отображения информации.

По диагностическому тракту по требованию УОИ осуществляется работа в режиме самопроверки (тестирование) тракта.

Программа тестирования предполагает формирование управляющих воздействий в конкретном канале устройства аналоговой обработки (описано ниже).

Вопрос вида цифровой обработки и передачи (АЦП или спектр БПФ) должен решаться с учетом скорости обработки сигнала частот до 10 кГц и возможности передачи этого сигнала по линии связи до 1000 м в УОИ для целей его последующей обработки диагностической программой.

Параметры шин связи: физический интерфейс – витая пара (коаксиальный кабель для Ethernet); электрический интерфейс – RS485 (или Ethernet для диагно-

стики тракта); канальный интерфейс – MODBUS RTU (возможно TCP/IP для Ethernet).

Конструктивно МСИ выполнен в покупном корпусе и в зависимости от варианта исполнения УАО (плата или корпус) также может иметь 2 исполнения – с платами УАО или без. Платы микропроцессоров и блока питания являются общими для обоих случаев.

Устройство цифровой обработки и отображения информации (УОИ) обеспечивает:

1. Визуализацию параметров вибрации, ведение трендов, создание конфигурации, ведение журналов событий, передачу сигналов вибрации в АСУ, ТМ и ПЭВМ для диагностики с применением диагностической программы. Конструктивно размещено в унифицированном корпусе 19.

2. УОИ имеет в своем составе монитор, барьеры, блок питания, плату исполнительных реле, модули связи, модуль анализа сигнала, модуль видеомонитора и центральный процессор.

3. УОИ в качестве центрального процессора имеет базовую (материнскую) плату промышленного компьютера, обеспечивающую установку многофункциональной программы и взаимосвязь работы всех модулей.

4. В качестве жесткого накопителя и монитора используются серийный винчестер и жидкокристаллический экран.

5. Устройство имеет на передней панели внешнюю систему управления (цифровое наборное устройство), а также разъем для подключения флеш-носителя, индикатор включения сети 220 В.

6. Барьеры искробезопасности, используемые в системе, покупные, обеспечивают передачу искробезопасного напряжения на каждый модуль первичной обработки.

Предлагаемая вибродиагностическая система с использованием новейших информационных технологий позволит прогнозировать техническое состояние агрегатов НПС, повысит надежность и безопасность их эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под ред. *В.В.Клюева*. – М.: Машиностроение, 1995.
2. *Давыдов В.М., Жуков Р.В.* Диагностика, как неотъемлемая часть ремонта оборудования по техническому состоянию // Безопасность труда в промышленности. 2007. №3. С.12–14.
3. *Гриб В.В., Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В.* Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимического производства. Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2002. №10. С.57–65.

Снесарев Сергей Стефанович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: snesarevs@mail.ru

347918, Россия, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. П.Тольятти, д.36, кв.10

Тел.:8(8634) 37-53-13

Пирогов Николай Сергеевич

ЗАО НПП «Виброприбор-Сервис», г. Таганрог

E-mail: pirogov@itt.net.ru

347900, Россия, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Греческая, д.62А, кв.18

Тел.: 8(8634) 39-41-36

Ксенофонтов Анатолий Константинович

E-mail: pirogov@itt.net.ru

Snesarev Sergei Stefanivich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment
of Higher Vocational Education "Southern Federal University

E-mail: snarevs@mail.ru

10, 36, P.Tol'jiti, Taganrog, Rostov areas, 347928, Russia, Ph.: +7(8634) 37-53-13

Pirogov Nikolai Sergeevich

The research-and-production enterprise «Bibrodevice - service», Taganrog

E-mail: pirogov@itt.net.ru

18, 62A, Grecheskay, Taganrog, Rostov areas, 347928, Russia

Ph.: +7(8634) 39-41-36

Ksenofontov Anatoly Konztantinivich

E-mail: pirogov@itt.net.ru

УДК 616.2

Н. А. Корневский, Р. А. Крупчатников

**НЕЧЕТКОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И
ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ
ФАКТОРАМИ РИСКА НА ПРИМЕРЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассматриваются вопросы получения нечетких решающих правил для решения задач прогнозирования и ранней диагностики заболеваний, которые вызываются вредными факторами различной природы, порождаемыми окружающей средой, включая техногенные факторы. Показывается, что использование нечеткой логики принятия решений в сочетании с информацией об энергетической реакции биологически активных точек позволяет получать уверенность в принимаемых решениях на уровне 0,92, что в полнее приемлемо для практического использования.

Прогнозирование; диагностика; экология; нечеткие решающие правила.

N.A. Korenevskiy, R.A. Krupchatnikov

**FUZZY DECISION MAKING IN PREDICTION AND DIAGNOSTICS
PROBLEM OF DISEASES BROUGHT ON ECOLOGICAL RISK
FACTORS ON EXAMPLE OF KURSK REGION**

In article questions of reception of indistinct solving rules for decision of problems of forecasting and early diagnostics of diseases which are caused by the harmful factors of the various nature generated by environment, including technogenic factors are con-