

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ МАЛОШУМЯЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Воронцов А.Г., Дегтяренко И.В.

Донецкий национальный технический университет

Повышенная виброакустическая активность изготавливаемых поршневых холодильных компрессоров, как правило, связана с несовершенством конструкции машины и наличием дефектов, вызванных отклонениями, допущенными в ходе процесса ее производства. Параметры вибрации наиболее полно отражают качество изделия и состояние технологического оборудования, задействованного в его производстве [1]. Это дает возможность по параметрам вибрации идентифицировать элементы компрессора, в технологии производства которых имеют место недопустимые отклонения, и на основании этого управлять технологическими процессами производства отдельных деталей машины путем подрегулировки оборудования, замены инструмента и т.д. с целью обеспечения желаемого качества изделий по виброакустическим показателям.

При управлении технологическим комплексом производства компрессоров по результатам выходного виброакустического контроля системе управления необходимо пройти, по меньшей мере, три стадии принятия решений (см. рис. 1):

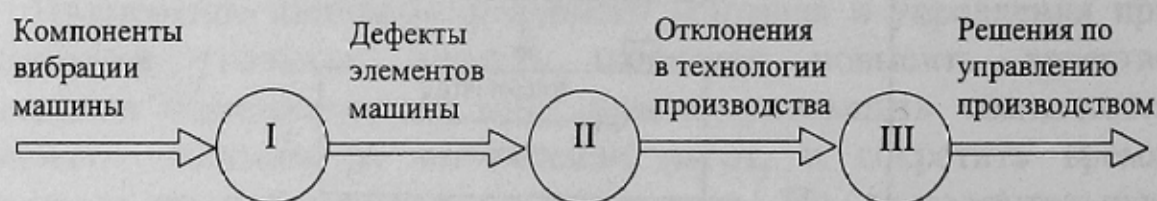


Рисунок 1 - Граф состояний системы при формировании управления производством по результатам выходного виброакустического контроля

I – контроль технического состояния объекта производства (выявление дефектов производимых компрессоров по возбуждаемой ими вибрации), т.е. идентификация дефектов производства;

II – выявление отклонений в настройках технологических процессов изготовления деталей и сборки компрессоров, явившихся причинами появления дефектов производства;

III – принятие решений по управлению производством с целью устранения выявленных отклонений.

На каждом из этих этапов существуют неопределенности, которые возможно разрешить только путем использования дополнительной, трудно формализуемой информации, получаемой методом экспертных оценок, путем моделирования динамики машины и т.д. Это не позволяет построить систему управления технологическим комплексом производства компрессоров на основе методов традиционной теории автоматического управления.

Для решения такого класса задач более целесообразно использовать метод ситуационного управления, который позволяет описать объект управления, процедуру его функционирования, а так же процедуру управления им на едином языке [2].

Вибропроцессы, происходящие в поршневых компрессорах, носят нестационарный характер, поэтому для получения информации о первопричинах повышенной виброакустической активности производимых компрессоров необходимо анализировать структуру вибрации изготавливаемых изделий с привязкой к фазе рабочего цикла машины [1,3]. Как показано в [3] наиболее эффективным средством для анализа нестационарных вибропроцессов является аппарат частотно-временного анализа (ЧВА).

На рис. 2 представлена структурная схема ситуационного управления технологическим комплексом производства компрессоров по результатам выходного виброакустического контроля. Технологический комплекс, включающий m технологических процессов, характеризуется функцией $V(t^*, f, t)$, описывающей изменение частотно-временного распределения (ЧВР) вибраций машины в зависимости от времени производства t_i^* в интервале между соседними подрегулировками технологического оборудования. В предположении, что отклонения параметров технологических процессов и вызванные ими погрешности малы, а взаимосвязи изменения погрешностей и энергии вибрации

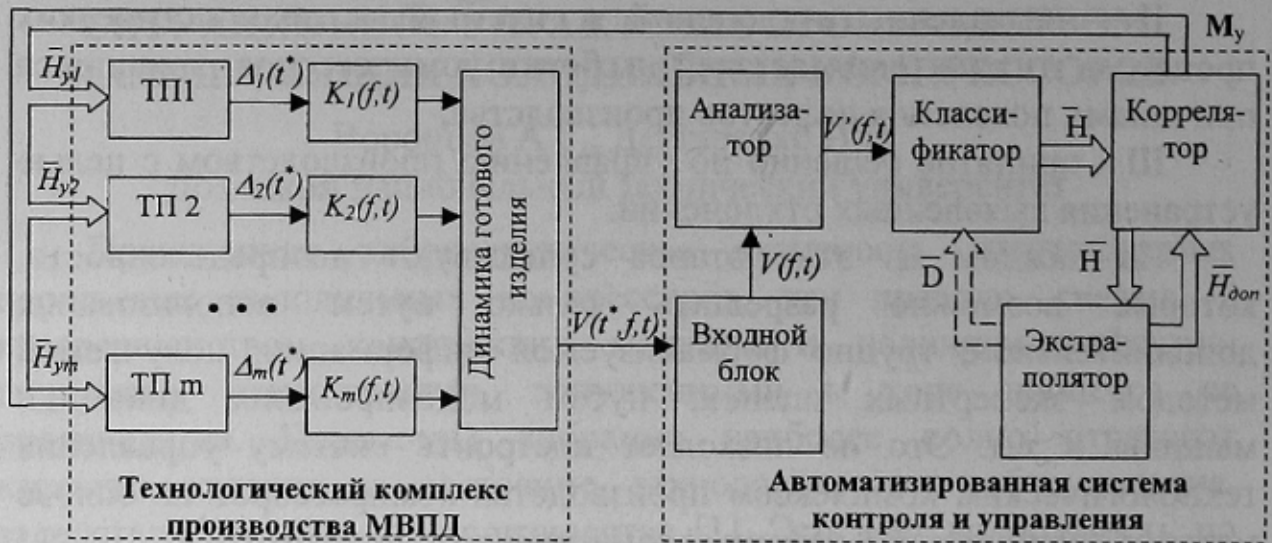


Рисунок 2 - Структурная схема управления производством компрессоров по результатам выходного виброакустического контроля

описываются кусочно-гладкими функциями, результирующая функция виброакустической активности представляется как

$$V(t^*, f, t) = \sum_{i=1}^m (K_i(f, t) \Delta_i(t^*))^2,$$

где $K_i(f, t)$ – частотно-временная характеристика i -го элемента машины; $\Delta_i(t^*)$ – относительная погрешность технологического процесса изготовления i -го элемента машины.

ЧВР вибраций машины $V(f, t)$ представляет собой частный случай $V(t^*, f, t)$ для момента t_i^* , регистрируется и анализируется с помощью автоматизированной системы контроля и управления. Данная система построена на принципах ситуационного управления. Структура системы включает в себя входной блок, анализатор, классификатор, коррелятор и экстраполятор (см. рис. 2). Входной блок осуществляет регистрацию виброакустических процессов $V(f, t)$, описывающих ситуацию, сложившуюся на объекте управления в момент t_i^* , а так же приводит их к виду пригодному для обработки в анализаторе.

В анализаторе происходит оценка интегральных характеристик шума и/или вибрации изделия согласно имеющимся нормативам, в результате чего определяется класс качества изделия (например, для

внешнего рынка, для внутреннего рынка, брак), т.е. решается задача управления потоками готовых изделий. Кроме того, анализатор принимает решение о необходимости вмешательства в процессы, протекающие в объекте управления. Если вмешательство необходимо, то реализация вибропроцесса $V'(f, t)$ передается в классификатор, относящий ситуацию сложившуюся на объекте управления к одному из классов. Классификатор представляет собой линейку частотно-временных квадратичных детекторов, настроенных на определенные дефекты производства. Выбор информационных областей D_i детекторов осуществляется на основе анализа описанной выше математической модели динамики машины [4]. На выходе классификатора формируется вектор состояния объекта управления \bar{H} , описывающий ситуацию, сложившуюся на технологическом комплексе производства компрессоров.

Вектор состояния объекта управления \bar{H} передается в коррелятор, в котором содержатся логико-трансформационные правила (ЛТП), однозначно сопоставляющие выделенные классы ситуаций с одношаговыми решениями по управлению технологическим комплексом. Совокупность ЛТП может быть представлена в виде дискретной ситуационной сети (ДСС). На рис. 3 приведена разработанная в работе [5] ДСС управления технологическим комплексом производства малых поршневых холодильных компрессоров, связывающая набор информационных признаков состояния объекта управления (И1-И5), полученных классификатором, с набором решений по управлению определенными участками технологического комплекса (С1-С10). Коррелятор определяет, достаточно ли признаков для принятия единственного решения. Если признаков достаточно, то, соответствующее ему правило, выдается для исполнения. Если же признаков для выбора единственного правила недостаточно, то система обращается к экстраполятору, где производится выявление и анализ дополнительных признаков ситуации, сложившейся на объекте управления. Экстраполятор включает в себя дополнительные средства обработки (Р1-Р3) и анализа (АР1-АР7) характеристик машины (анализ спектрального состава тока, ЧВА вибраций и др.), так же в его состав может быть включены модель динамики машины,

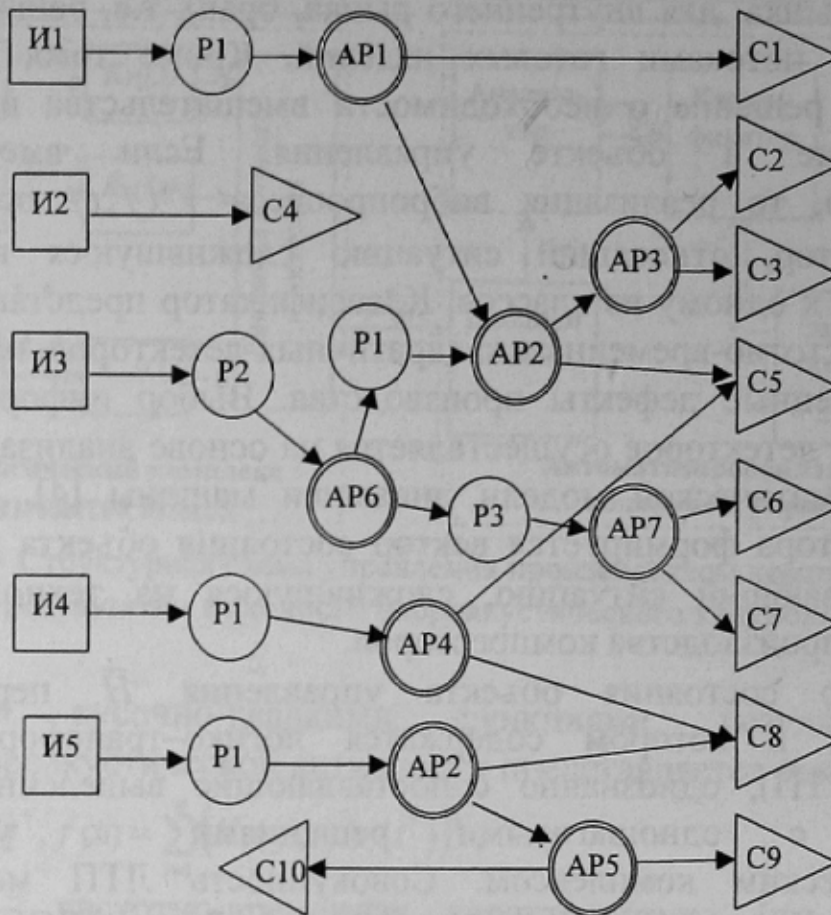


Рисунок 3 - Дискретная ситуационная сеть управления

в результате исследования которой выявляются новые признаки состояния элементов машины, и экспертная система, генерирующая дополнительные признаки ситуации на основе анализа текущих параметров технологии производства (параметры материалов, состояние оборудования и др.) и накопленных статистических данных о результатах управления технологическим комплексом в прошлом. Таким образом, в экстраполяторе вектор состояния объекта управления \bar{H} пополняется дополнительными признаками $\bar{H}_{дон}$. После получения достаточного количества признаков коррелятор выдает решение о воздействии на объект. Решения по управлению i -тым технологическим процессом составляют вектор ситуационного управления \bar{H}_{yi} . Совокупность векторов ситуационного управления для всех технологических процессов, входящих в технологический

комплекс производства компрессоров, формирует матрицу ситуационного управления M_y . Если коррелятор не может принять единственное решение, это говорит о том, что система не располагает необходимой информацией о своем поведении в данной ситуации и необходимо проведение более глубокого анализа технологии и объекта производства.

Из-за сложности объекта управления нет оснований считать, что исходные данные о нем и о способах управления будут достаточно полными. Поэтому данная система должна быть открытой, т.е. она должна иметь возможность пополнять и корректировать знания об объекте и методах управления им. В работе такой системы выделяется два этапа: этап обучения и настройки и этап непосредственно работы. В начальный период, когда система только еще создается, изучается динамика объекта производства с помощью модели (выделяются информационные области для частотно-временных квадратичных детекторов), определяются настройки средств контроля, на основе сведений от технологов, хорошо знающих объект управления, формируется база знаний экспертной системы, а так же формулируются ЛТП. После этапа накопления знаний и формирования процедур в блоках (см. рис. 2) система может начинать работать, но в процессе эксплуатации, особенно на начальном этапе, она может принимать неверные решения из-за неполноты информации и неточности процедур. В этом случае необходим этап дообучения системы.

Эффект от использования данной системы заключается в обеспечении гарантированного уровня показателей виброакустической активности выпускаемых изделий при минимизации производственных затрат.

Выводы

Показано, что для построения системы управления технологическим комплексом производства поршневых холодильных компрессоров по результатам выходного виброакустического контроля целесообразно использовать метод ситуационного управления.

Обоснована структура автоматизированной системы ситуационного управления технологическим комплексом производства поршневых холодильных компрессоров.

Список источников:

1. Воронцов О.Г., Дегтяренко И.В. Автоматизация контролю і управління процесом виробництва машин зворотно-поступальної дії з низькою віброакустичною активністю// Прогрессивные технологии и системы машиностроения: международный сборник научных трудов, выпуск 15. – Донецк: ДонГТУ. – 2001. – С. 54-59.
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М: Наука, 1986.–288 с.
3. Воронцов А.Г., Дегтяренко И.В. Об использовании частотно-временного анализа вибраций для оценки виброакустических характеристик элементов машин возвратно-поступательного действия// Наукові праці ДонДТУ, випуск 20. – Донецьк.- 2000. – С. 31-38.
4. Воронцов А.Г., Дегтяренко И.В. Математическая модель малого поршневого компрессора// Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 3. - Донецьк: ДонДТУ, -1999. – С. 32-39.
5. Дегтяренко И.В. Автоматизированная система контроля и управления технологическим комплексом производства машин возвратно-поступательного действия с низкой виброакустической активностью. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.07. – Донецк: ДонГТУ. – 2001.

СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ

Цапенко Г.И., Гурский А.П.

Донецкий национальный технический университет

Методам идентификации объектов управления посвящен ряд работ и в частности [1,2]. Чаще всего для получения моделей объектов управления используются переходные функции (кривые разгона) объектов управления, поскольку экспериментальное определение переходных функций не требует сложной измерительной аппаратуры и практически всегда возможно.

Ниже предлагается метод нахождения амплитудно-фазовых частотных характеристик объектов управления по экспериментальным переходным функциям, обладающий достаточной точностью и малым объемом вычислительных операций.

Исходная экспериментальная переходная функция $h(t)$ объекта управления, полученная при входном воздействии в виде скачка