

$$d\rho \left[w - \frac{RT}{w} \right] = \frac{RT}{w} dT - \rho w \frac{dF}{F} + 2g(x) dx.$$

Из последнего уравнения можно вычислить дифференциал $d\rho$, из (12') – dP , из (10) – dw .

Результаты и их обсуждение. Если при выполнении расчетов конструирования установки принять количество нагретого воздуха $g(x)$, поступающего на горение известной величиной и определить температуру нагретого воздуха $T_{конв}(x)$, а также температуру излучающей среды T , то математическая модель установки рассчитывается по предложенным уравнениям с помощью метода эволюционного поиска предпочтительных решений [4]. Для проведения расчетов параметров существующей установки необходимо произвести дополнительные расчеты для определения величин $g(x)$ и температур. Целесообразно, по мнению авторов, определить величины $g(x)$, $T_{конв}(x)$ и T с помощью физического эксперимента.

Выводы. Разработана математическая модель газового лучистого нагревателя повышенного лучеиспускания. Характерной особенностью математической модели нагревателя с повышенным лучеиспусканием является наличие взаимной связи теплового и гидравлического режима основного участка нагревателя с режимом участка подогрева приточного воздуха. С учетом этого факта моделируемую гидравлическую цепь следует рассматривать как гидравлическую цепь с распределенными и регулируемые параметрами. Приведен алгоритм расчета параметров работы нагревателя. При известной зависимости $g(x)$ можно решать прямую задачу расчета параметров теплового и гидравлического режима путем численного интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений для основного и дополнительного участков нагревателя с применением метода эволюционного поиска наиболее предпочтительных решений.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. **Иродов В. Ф.** Математическое моделирование элементарного участка системы воздушно-лучистого отопления / В. Ф. Иродов, Л. В. Солод, А. В. Кобыща // Вісник Придніпр. держ. акад. будівн. та архітект. – Д. : ПДАБА, 2001. – № 4. – С. 41 – 46.
2. **Иродов В. Ф.** Эволюционные алгоритмы поиска оптимальных решений / Ф. И. Стратан, В. Ф. Иродов // Методы оптимизации при проектировании систем теплогоснабжения. – Кишинев, 1984. – С. 16 – 30.
3. **Припотень Ю. К.** Особенности расчета локального отопления с помощью источников инфракрасного излучения // Науковий вісник будівництва / Х., 2001 – Вип. 12. – С. 61 – 65.
4. Пат. 87028 України, МПК (2011.01), F24D 10/00, F24D 15/00, F24C 15/00. Пристрій для променевого опалювання / Редько А. О., Болотських М. М.; власник ХДТУБА. – № а200709448; заявл. 25.02.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 4.
5. Пат. 59891 України, МПК (2011.01), F24D 15/00, F24C 15/00. Променевий нагрівач / Іродов В. Ф., Осетянська Д. Є., Хацкевич Ю. В.; власник Державний ВНЗ «ПДАБА». – № u201010626; заявл. 02.09.10; опубл. 10.06.11, Бюл. № 11.

УДК 624. 04

ПОСЛЕАВАРИЙНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ДЫМОСОСА

Г. К. Демин, к. т. н., доц., Ю. Г. Креймер, к. т. н., доц., Е. Н. Белая, студ.

Ключевые слова: *дымосос, анализ ситуации, нестабильная вибрация, фундамент, работоспособность*

Постановка задачи. На тепловых электростанциях для отсоса дымовых газов из производственных помещений служат дымососы – установки, состоящие из мощного электродвигателя, вентилятора, установленного на массивном бетонном фундаменте, и высокой трубы. Фундамент имеет размеры в плане $2,5 \times 1,8 \text{ м}^2$ (см. рис.).

После аварии, произошедшей с дымососом, в теле фундамента появились трещины, величина которых превышала нормативы для такого типа фундаментов. Были проведены ремонтные работы, заключающиеся в том, что были замоноличены трещины, а по контуру фундамента был установлен железобетонный пояс толщиной 30 см. Также был заменен привод дымососа.

В качестве привода использовался асинхронный двигатель мощностью 150 кВт.

При пуске после ремонта была обнаружена нестабильность вибраций фундамента и установленного на нем оборудования, причем замеры производились в разные моменты времени с различными интервалами времени между замерами.

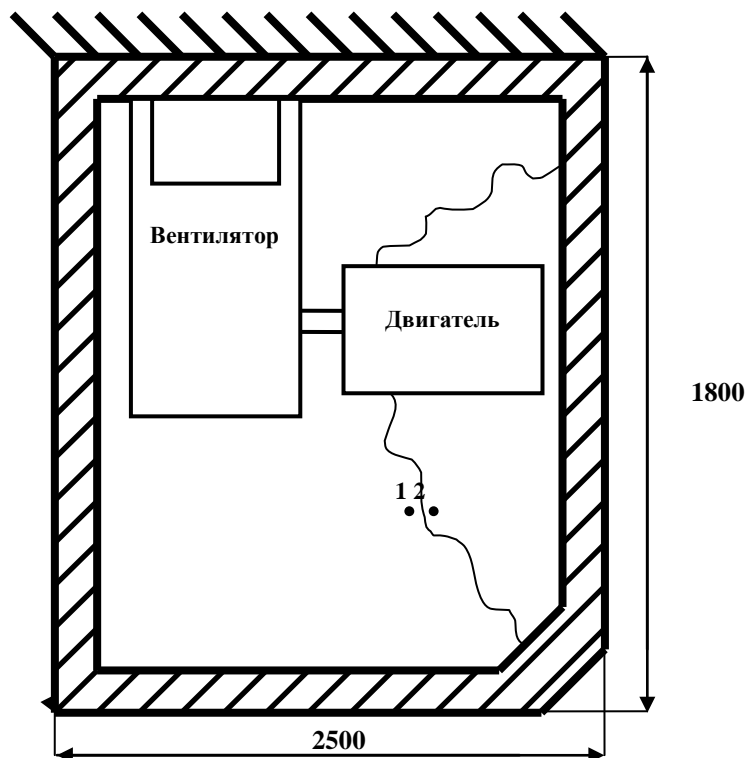


Рис. Схема фундамента с установленным на нем дымососом

Контроль вибраций был проведен персоналом предприятия с помощью переносных цифровых виброизмерительных приборов типа БИП-6, БИП-5, а также ВШВ, так как установка штатных виброизмерительных приборов на такого типа оборудовании не предусматривается.

Анализ таблицы показывает, что, согласно «Правилам технической эксплуатации электроустановок», максимальные значения вибраций не превышают нормативов. Но вызывает опасение очень большая нестабильность величины колебаний, что получило название «плавающая вибрация». Согласно нормативам, работа установки в таких условиях запрещается во избежание аварии. Необходимо было срочно останавливать дымососы. Но при остановленном дымососе в помещениях невозможно было не то что работать, но даже просто присутствовать. Все проведенные мероприятия, предусмотренные инструкциями в таких случаях, не изменили картину вибраций дымососа. А остановка турбоагрегата или работа с недогрузкой вызовет весьма значительные убытки для предприятия. Значит, необходимо стабилизировать вибросостояние дымососа.

Таблица

Вибрации (2А) дымососа в точках 1, 2 в разные моменты времени

2А, мм	т.1	30	35	80	15	60	8	69	20	72
	т.2	40	38	80	50	61	4	65	20	72
Дата		13.06	27.07	30.08	1.09	1.09	2.09	2.09	10.09	11.10
Время, час		11 ¹⁰	14 ²⁰	10 ²⁰	9 ²⁰	10 ¹⁰	10 ²⁰	16 ⁰⁰	11 ⁰⁰	11 ⁰⁰

Цель работы. Выдать рекомендации по обеспечению работоспособности дымососа.

Выбор метода решения. Имеем типичную тупиковую, не решаемую традиционными методами задачу. Необходимо привлечь методы систематики, одним из направлений ее является теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [1]. Идейной основой ТРИЗ является категория «противоречие».

До настоящего времени исследователи в силу разных причин либо сразу отвергают

«противоречивость», считая её тупиком развития систем, либо по-разному дают толкование этого термина, что приводит к разному пониманию процессов создания «нового» и неприятию доводов друг друга. Отсюда и отрицание методов ТРИЗ «с порога».

Но противоречивость нашего мира хорошо известна. Всё в мире относительно: нет ничего, что было бы абсолютно хорошим или абсолютно плохим. Противоречие проявляется через конфликты, антагонизмы. Их наличие совсем не означает обречённость объекта, а скорее всего свидетельствует о ненормальном его развитии. Невежеством будет утверждать об отсутствии противоречий.

Противоречие означает в первую очередь раздвоенность объективного мира, что осознаётся обществом плохо. Объяснить это можно следующим образом.

Первый закон логики (закон тождества) требует исключения противоречивости в рассуждениях, в мышлении, а законы развития систем, в том числе синергетика, – наоборот, требуют «противоречивости» объяснения состояния любого объекта. Логика возникла и развивалась как средство преодоления противоречий в суждениях, причём противоречия оценивались как негативные свойства рассудка, и от них стремились избавиться как от вредных бессмыслиц, препятствующих познанию истины. В законченном виде законы логики нашли отражение в методе по Р. Декарту, который является основой методологии практически всех современных наук и сводится к постулатам:

- начинать индукцией с простого и очевидного;
- все следствия получать дедукцией, следя за тем, чтобы сохранялась непрерывность цепи умозаключений;
- критерием истинности результата считать логическую непротиворечивость выводов [3].

Почему же прежняя отлаженная, надёжная система оказалась недостаточно эффективной в новых условиях?

Каждый исследователь должен помнить, что нежелательные эффекты являются неотъемлемым атрибутом любой существующей, материализованной системы, а в виде противоречий они появляются лишь при повышении требований к системе либо в целом, либо к её элементам.

Именно традиционным ориентированием на логические методы можно объяснить появление в условии эвристических задач в разделе «требуется»: непротиворечивость [2]. Нечувствительность к противоречию, привитая всей системой образования, является основной причиной непонимания процессов, происходящих в природе. Нужно спокойно относиться к противоречиям, не бояться их, смотреть на них как на движущую силу всякого развития, а умение «работать» с ними, расценивать как важнейшую составляющую творческого мышления. Совсем не просто рассматривать противоречие не как тупик, противоречие можно и нужно разрешить. Средством разрешения противоречий является осознание их в качестве проблем и поиск методов решения этих проблем.

Множественность повышенных требований к совершенствуемой системе порождает и соответствующую множественность противоречий. В ТРИЗ они разделены на три вида: административное (АП), техническое (ТП), физическое (ФП) противоречия [1].

АП включает в себя, как правило, клубок проблем, а не какую-то одну задачу, как это обычно представляется заказчику или задачедателю. Поэтому инженер будет работать правильно с задачей, если не будет сразу хвататься за нее в исходной формулировке. Отсюда следует первое правило работы инженера: **не решай задачу в лоб; выясни, почему возникла задача**. Это позволит сосредоточиться на выявлении конфликтов между элементами системы, устранение которых позволит решить проблемы заказчика. Так неясную, расплывчатую ситуацию превращают в конкретную задачу.

В приведенной задаче совсем не ясно, что же нужно делать? Можно предложить увеличить массу фундамента, заменить двигатель и вентилятор, предложить совершенно новую конструкцию дымососа или даже котла, который не давал бы дыма при сгорании топлива. Но это либо слишком дорого, либо вообще нереально в условиях действующего предприятия, т. е. традиционными мероприятиями обеспечить требуемый режим работы дымососа обеспечить не удастся. Это и объясняет закон Менкина в редакции Гроссмана: **сложные проблемы всегда имеют простые, лёгкие для понимания неправильные решения** [5].

До сих пор в среде инженеров-практиков бытует мнение: нечего долго думать, нужно быстро пробовать разные варианты, и какой-то из них окажется эффективным. Ведь опыт и практика решают всё.

Остудить пыл любителей накопления опыта можно, напомнив им постулат Хорнера: **опыт растёт прямо пропорционально выведенному из строя оборудованию** [5].

Но вернёмся к задаче. Попробуем зайти с другой, непривычной стороны. Рассмотрим генетику задачи контроля колебаний объектов, в т. ч. дымососа.

Согласно законам механики [4] величина колебаний определяет нагрузки на подшипники двигателя и вентилятора, а частота их должна соответствовать скорости вращения двигателя (так называемая «оборотная частота»). Штатные приборы предусматривали контроль колебаний в стационарных условиях работы дымососа, когда их величина медленно меняется, а частота соответствует «оборотной». Но в рассматриваемой ситуации показания приборов явно не стабильны. Нужно разобраться с сущностью колебаний, а не только с их величиной.

Вот и появилась задача, которую необходимо решать, причём решение должно быть реализуемым.

Задача должна быть поставлена в самом общем виде, где описана система, её назначение, недостатки, указывается, от какого вредного эффекта надо избавиться или какого полезного эффекта не хватает. Это и есть административное противоречие (АП).

Сущность АП заключена в фразе: «Так продолжаться больше не может, надо что-то делать!». Именно такая расплывчатая формулировка исходной ситуации без указания направления устранения недостатков является в данном случае единственно верной.

Задача. *На тепловой электростанции для отсоса дымовых газов из производственных помещений служат дымососы – установки, состоящие из мощного электродвигателя, вентилятора и высокой трубы, установленной на массивном фундаменте. Его техническое состояние оценивается величиной колебаний. Замеры колебаний, проведенные обслуживающим персоналом с помощью штатной аппаратуры, показали: их амплитуды от замера к замеру существенно меняются, причём в большом массиве информации, полученной при различных интервалах времени, не было совпадающих величин, «плавающая вибрация». Согласно нормативам работа установки запрещена. Во избежание аварии необходимо срочно останавливать дымососы. Но при этом в помещениях невозможно было не то, что работать, но даже просто присутствовать. Все проведенные, предусмотренные в таких случаях инструкциями мероприятия не изменили картину вибраций дымососа. Что же делать?*

Решение. Для разрешения АП необходимо провести анализ неблагоприятной ситуации и найти ее первопричину.

Работы выполнялись в два этапа:

- обследование реконструированного фундамента;
- выдача рекомендаций по улучшению существующей ситуации на дымососе.

На первом этапе обследования определялась целостность фундамента. Для этого использовался прибор БИП-7, аналогичный применяемому на предприятии. Датчики прибора устанавливались рядом, на фундаменте по обе стороны трещин, что позволяло практически одновременно производить замеры.

Результаты замеров показали, что величина колебаний фундамента от каждой пары датчиков была практически одинакова, что свидетельствовало о монолитности фундамента, т. е. реконструкция фундамента была проведена качественно.

Далее фиксировались вибрации фундамента на верхней его поверхности в разное время. Характерно, что за несколько часов наблюдений величины вибраций, зафиксированные как с одинаковыми, так и разными промежутками времени между замерами, практически всегда не совпадали. При этом не было выявлено каких-либо закономерностей колебательного процесса. Поэтому на следующем этапе был использован прибор ЭМУ-003, позволяющий проводить непрерывную запись вибраций объектов.

Записи повторялись несколько раз продолжительностью по 50 – 60 с.

Анализ записей показал, что на оборотные вибрации наложены низкочастотные вибрации с частотой $f = 0,02$ Гц, соответственно, период колебаний составлял $T = 50$ с, т. е. вибрации имели характер биений [4].

Длительная запись колебаний свидетельствует о том, что они стабильны. Нет «плавающей вибрации». А нестабильность результатов замеров в разное время объясняется большим периодом «биений». Следовательно, какие-либо работы по реконструкции фундамента и дымососа производить не нужно.

Рекомендации по улучшению вибросостояния дымососа сводятся к изменению методики измерения вибраций имеющимися на предприятии приборами. Изменения заключаются в следующем:

- замеры вибраций необходимо производить в сроки, предусмотренные нормативными документами на оборудование;
- провести серию замеров для определения максимального значения вибраций;

- произвести несколько замеров максимальных вибраций с интервалом времени 50 с.

Выводы. 1. Реконструкция фундамента дымососа после аварии проведена качественно, фундамент является цельным массивом.

2. Колебания фундамента имеют характер биений с периодом около 50 с, наложенных на обратные вибрации дымососа.

3. Зафиксированная «нестабильность» вибраций фундамента и дымососа («плавающая вибрация») объясняется недостатками используемых на предприятии измерительных устройств.

4. Вибрации дымососа являются стабильными, а их величина не превышает допускаемые нормативами. Следовательно, какие-либо работы по реконструкции фундамента и дымососа производить не нужно.

5. Сформулированы рекомендации по изменению методики замера вибраций дымососа имеющимися на предприятии приборами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). – Кишинёв : Карта молдаვენяскэ, 1989. – 381 с.

2. Куцевич В. Л. Психология и диалектика творчества. Методы решения творческих задач (теоретические основы эвристики): учеб.-метод. пособ. / Под общ. ред. к. т. н. Г. Н. Сердюк. – К. : ЗАО «Институт интеллектуальной собственности и права», 2000. – 204 с.

3. Основы научных исследований: учебн. для техн. Вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. // Под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.

4. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории упругих колебаний. – М. : Машиностроение, 1967. – 314 с.

5. Фейгельсон Н. Б. ТРИЗ и законы Мэрфи. – Журнал ТРИЗ / Педагогика, 1991. – № 2.2. – С. 81 – 83.

УДК 624.042:519.62

НЕЙРОСЕТЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДВУХ СХЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КОРРОДИРУЮЩИХ БАЛОК

А. А. Радуль, * асп.

* ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

Ключевые слова: оптимальное проектирование конструкций, коррозионный износ, коэффициент влияния периметра, схемы поиска оптимального проекта, нейронные сети

Введение. Общепринятая схема оптимального проектирования корродирующих конструкций является очень затратной [1]. Это значит, что без потери точности её применение возможно лишь для относительно простых конструкций. Поэтому представляет несомненный интерес переход к альтернативным схемам решения задачи оптимизации, позволяющим за приемлемый отрезок времени находить оптимальный проект и для достаточно сложных конструкций [2; 6].

Анализ публикаций. Обобщённая постановка задачи минимизации веса корродирующей балки в начальный момент времени для случая чистого изгиба может быть записана в следующем виде:

$$\begin{cases} A(\bar{x}) \rightarrow \min \\ [\sigma] - \frac{M_{\max}^y}{I(\bar{x}, t^*)} \geq 0. \\ x_i^- \leq x_i \leq x_i^+ \end{cases} \quad (1)$$

Для решения оптимизационной задачи (1) в большинстве известных работ [3] используется двухконтурная схема (далее – схема 1), показанная на рисунке 1, а. Эта схема неудобна по нескольким причинам [4; 6]. Второй контур, который учитывает влияние напряжений на скорость коррозионного процесса, приводит к значительному увеличению количества итераций, так как в нем численно решается задача Коши на каждом шаге при вычислении