



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ**  
**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ**  
**METAL CONSTRUCTIONS**

N4, TOM 13 (2007) 195-202

УДК 624.042

(07)-0147-1

## **ДО ПРИНЦИПІВ СТВОРЕННЯ МЕТОДИКИ ДИНАМІЧНИХ (СЕРТИФІКАЦІЙНИХ І ДІАГНОСТИЧНИХ) ВИПРОБУВАНЬ ОБ'ЄКТІВ БАШТОВОГО ТИПУ**

**В.В. Кулябко**

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури;*

*Лабораторія динаміки будівельних конструкцій*

*Донбаської національної академії будівництва та архітектури,*

*вул. Державіна 2, 86123, м. Макіївка, Україна.*

*E-mail: kulyabko@resonans.dp.ua*

*Отримана 15 жовтня 2007; прийнята 22 жовтня 2007*

**Анотація.** У статті розглядаються особливості методик і ефективність проведення динамічних випробувань висотних споруд баштового типу. Підкреслюється необхідність уточнення деяких параметрів розрахункових моделей для реєстрації параметрів власних і змущених коливань та інших теоретичних і експериментальних даних у складі динамічної первинної й поточної паспортизації. Пропонуються різні рівні сертифікаційних і діагностичних динамічних випробувань. Розкривається суть створення Проектів лабораторій динаміки конструкцій для різних наукових, навчальних, проектних, дослідницьких і промислових організацій будівельного й машинобудівного профілю. Дається зразковий алгоритм проведення динамічних випробувань висотної сталеві опори баштового типу. Особлива увага приділяється нижчим частотам і формам власних коливань, у тому числі - крутильним (обертальним у плані) формам.

**Ключові слова:** динаміка споруд, діагностика технічного стану, динамічні випробування, паспортизація, сертифікація, згинальна й крутильна форми власних коливань, змущені коливання.

## **К ПРИНЦИПАМ СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ ДИНАМИЧЕСКИХ (СЕРТИФИКАЦИОННЫХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ) ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕКТОВ БАШЕННОГО ТИПА**

**В.В. Кулябко**

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры;*

*Лаборатория динамики строительных конструкций*

*Донбасской национальной академии строительства и архитектуры,*

*ул. Державина 2, 86123, г. Макеевка, Украина.*

*E-mail: kulyabko@resonans.dp.ua*

*Получена 15 октября 2007; принята 22 октября 2007*

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности методик и эффективность проведения динамических испытаний высотных сооружений башенного типа. Подчеркивается необходимость уточнения некоторых параметров расчетных моделей для регистрации параметров собственных и вынужденных колебаний, а также иных теоретических и экспериментальных данных в составе динамической первичной и текущей паспортизации. Предлагаются различные уровни сертификационных и диагностических динамических испытаний. Раскрывается суть создания Проектов лабораторий динамики конструкций для различных научных, учебных, проектных, исследовательских и

промышленных организаций строительного и машиностроительного профиля. Дается примерный алгоритм проведения динамических испытаний высотной стальной опоры башенного типа. Особое внимание уделяется низшим частотам и формам собственных колебаний, в том числе – крутильным (вращательным в плане) формам.

**Ключевые слова:** динамика сооружений, диагностика технического состояния, динамические испытания, паспортизация, сертификация, изгибные и крутильные формы собственных колебаний, вынужденные колебания.

## TO PRINCIPLES OF CREATION OF THE TECHNIQUE DYNAMIC (CERTIFIED AND DIAGNOSTIC) TESTS OF OBJECTS OF TOWER TYPE

V.V. Kulyabko

*Prydneprovsk state academy of civil engineering and architecture;  
Laboratory of dynamics of building constructions of  
Donbass National academy of civil engineering and architecture,  
2, Derzavin str. , 86123, Makeyevka, Ukraine.  
E-mail: kulyabko@resonans.dp.ua*

*Received 15 October 2007; accepted 22 October 2007*

**Abstract.** Features of techniques and efficiency of carrying out dynamic tests of high-rise structures of the tower type are considered in the article. There is emphasized a necessity of specifying some parameters of design models to register parameters of self-induced and forced vibrations and other theoretical and experimental data within a dynamic primary and current passport system. Various levels of certified and diagnostic dynamic tests are offered. The matter of creating Projects of laboratories of dynamics of building structures for various scientific, educational, design, research and industrial organizations of civil engineering and engineering industry is disclosed. A model algorithm of carrying out dynamic tests of a high-rise steel support of the tower type is given. A special attention is paid to the lowest frequencies and forms of self-induced vibrations including torsion (in terms of rotary) forms.

**Keywords:** dynamics of structures, diagnostics of a technical state, dynamic tests, passport system, certification, bending and torsion forms of self-induced vibrations, forced vibrations.

До последнего времени динамической диагностике высотных объектов в нашей стране уделялось не так уж и много внимания. Положительными примерами являлись работы (и великолепный высотно-испытательный полигон) ДонНАСА [1, 2] с огромным научно-техническим пониманием и вниманием к высотным опорам ЛЭП, мобильной связи, ВЭУ, покрытий стадионов [3] и др., а также работы ПГАСА, ДИИТа [4]. За рубежом известны отдельные труды российских, итальянских и других фирм, занимающихся мониторингом технического состояния сооружений – например, см. работу [5]. Также предложения автора данной статьи по созданию лабораторий динамики конструкций (ЛДК) через польский журнал Академии наук Польши были опубликованы во всех столицах европейских

стран [6]. Аналогичные предложения по систематизации испытаний, созданию проектов ЛДК недавно были опубликованы и в украинско-российском журнале машиностроительного профиля [7].

Намного больше работ по уточнению статико-динамических расчетов и динамических моделей таких объектов по динамическому, аэродинамическому и иному гашению (демпфированию) колебаний в линейной и нелинейной постановках, в частотной или временной областях [8-13] и т.д. Здесь обращают на себя внимание работы ЦНИИПСК (см., например, работу [14]), в которых утверждается необходимость на всех высотных объектах ставить ДГК (динамические гасители колебаний).

Интересно, что в последние годы появился термин «интеллектуальные здания, ... системы»

(хотя до сих пор эти работы активно ведутся, в основном, для гражданских и жилых зданий), под комплексным оснащением которых пока подразумеваются развитые технологии и оборудование для автоматизации и диспетчеризации инженерно-технических систем здания. Подчеркнем здесь, что для крупных конструкций таких разработок пока мало.

Итак, какие же алгоритмы динамических испытаний можно рекомендовать для относительно легких, например, металлических, сооружений башенного типа?

Прежде всего, заметим, что **статическим и динамическим испытаниям** должны предшествовать чрезвычайно скрупулезные **расчеты** по наиболее точным расчетным схемам и динамическим моделям. Эти расчеты (совершенно необходимые также и с точки зрения техники **безопасности испытаний**) позволят выяснить **места приложения нагрузок и их величины**, сечения и способы **закрепления датчиков**.

Виброизмерительная и регистрирующая аппаратура подбираются в соответствии с задачами, целями исследований и вибрационных режимов (амплитуд, частот). Обычно динамические испытания проводятся либо как приемочные (при сдаче, например, моста в эксплуатацию), либо с какой-нибудь иной целью. Например, поиск скрытых дефектов в труднодоступных местах, уточнение параметров динамических моделей (логарифмических декрементов колебаний, массы, жесткости), статистический анализ возмущений, учет степени износа и необходимости ремонта. По ходу испытаний делаются экспресс-выводы об уровнях амплитуд перемещений, скоростей, ускорений, динамических усилий и напряжений.

Для особо ответственных и уникальных сооружений может быть применена “челночная” методика с пошаговым уточнением моделей посредством натурных испытаний самого объекта (или его аналога), с корректировкой модели и режима испытаний, с составлением первичного динамического паспорта, проведением мониторинга и обустройством объекта средствами автоматического контроля. Следует учитывать и такие особенности крупных высотных сооружений, как инфранизкие частоты исследуемых собственных форм (иногда - менее 0.2-0.5 Гц).

Заметим, что рассматриваемые методики, являясь способами неразрушающего контроля состояния высотных зданий и сооружений, позволяют корректно фиксировать, прогнозировать, анализировать изменения свойств конструкций. Они актуальны также при консервации, расконсервации, реконструкции, модернизации или переориентации промышленных предприятий. Особенность описываемых динамических испытаний – определение основных динамических характеристик объекта: частот и форм **собственных колебаний** конструкций, логарифмических декрементов, амплитуд свободных и вынужденных колебаний, вида трения и др.

Общая **блок-схема** динамических испытаний (для натуральных или лабораторных условий) для различных задач экспериментальной динамики конструкций и сооружений (см. главу 4 работы [4]) приведена на рис. 1. Заметим, что схема дана ориентировочная, она позволяет также давать оценку вибрации сооружения либо конструкции, на которых, в частности, могут располагаться помещения с людьми, аппаратурой, оборудованием.

При проведении натуральных динамических испытаний обычно используется, прежде всего, различная измерительная аппаратура: с датчиками измерения ускорений (акселерометры), перемещений (виброметры, сейсмографы), сдвига и напряжений в различных сечениях конструкций (тензодатчики), а также регистрирующая (многоканальные самописцы, магнитографы, ручные вибрографы, ЭВМ) аппаратура. Результаты испытаний обрабатываются либо путем использования сканера перед вводом процесса в компьютер, либо при помощи аналого-цифровых преобразователей с последующим применением оригинальных компьютерных индивидуальных программ. Обработанные результаты связываются с первичной компьютерной моделью, которая уточняется по вычисленным характеристикам. Конечные исследования, а также прогнозирование поведения объекта после “компьютерного внедрения” рекомендаций, например, по усилению конструкций, проводятся уже по уточненной модели.

**Источником вибрации** при испытаниях высотных объектов могут являться либо оборудование (см. на рис.1 блок О; номер 1а), принадлежащее объекту и вызывающее вибрации помещений и площадок в ходе их нормальной эксплуатации

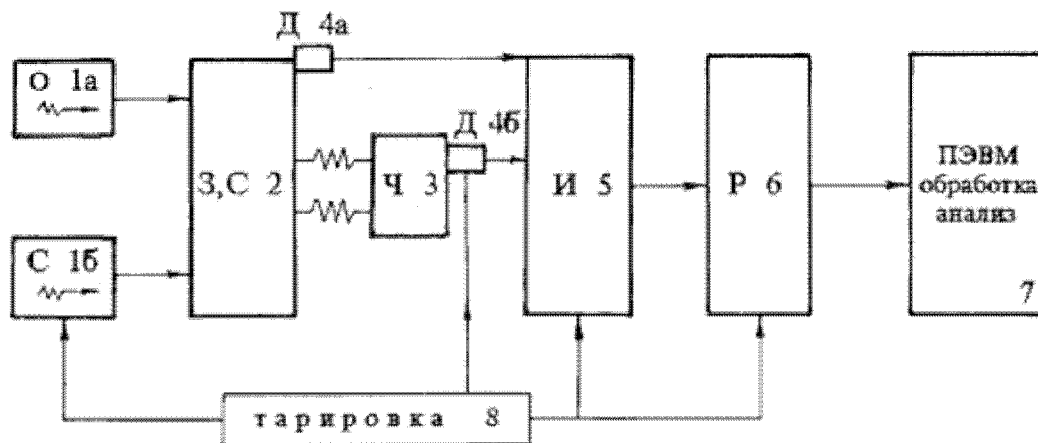


Рис. 1. Блок-схема динамических испытаний при вибродинамическом обследовании или диагностике технического состояния высотного объекта.

(станки, вентиляторы, компрессоры, лифто-шахтное оборудование, транспорт и т.п.), либо специально установленные на период испытаний силовозбудители (блок С; 1б), например, вибраторы переменной частоты, используемые для построения АЧХ параметра системы.

Известны, в частности, мощные **вибромашины** (применяемые при испытаниях мостовых конструкций, а также устанавливаемые иногда на сейсмических полигонах на верхние этажи опытных многоэтажных зданий; такая техника успешно используется на **Полигоне ДонНАСА**), механические, гидравлические и электродинамические вибраторы и вибростенды гармонических, импульсных и случайных вибраций.

Например, **импульсный метод** реализуется при испытаниях больших сооружений путем сбрасывания на сооружение (или с сооружения) какой-либо небольшой массы. Либо совершается горизонтальный удар по высотному сооружению специальным устройством таранного типа или массой, подвешенной, например, на крюковой подвеске крана.

При этом место удара или падения груза на конструкцию должно иметь мягкую прокладку (резина, дерево, песок), а масса ударяющего тела (обычно не более 5% от массы объекта) и сила удара не должны вызывать значительных дополнительных внутренних усилий в элементах конструкций, то есть быть на порядок меньше расчетных эксплуатационных усилий.

В натуральных динамических испытаниях **способ свободных колебаний**, как вариант реализации импульсного метода, является одним из наиболее эффективных инструментов. С его помощью можно не только вызвать, записать на виброграмме и определить частоты, величины и соотношения амплитуд одной - двух собственных форм основных видов колебаний, включая совместные их формы, не только оценить такую важную меру затухания, как логарифмический декремент колебаний, но и определить иногда достаточно точно сам тип диссипативных свойств и характеристик трения.

По виду огибающей процесса затухающих колебаний можно судить о преобладании в сооружении нелинейного **сухого трения**, если огибающая имеет вид прямой линии, а амплитуды убывают в арифметической прогрессии, вплоть до так называемой "мертвой зоны" (зоны анкилозиса или застоя), которая обычно не совпадает с положением статического равновесия системы. Или - **вязкого трения** - если огибающая близка к экспоненте (снижение амплитуд в геометрической прогрессии).

В некоторых случаях при наличии высокочувствительной аппаратуры отдельные формы низкочастотных собственных пространственных колебаний легкого сооружения могут быть вызваны испытателями "**вручную**" или получены из **микросейсм**. Точки крепления канатов или иных приспособлений, уровни усилий и

частоты возмущений во всех случаях предварительно определяются поверочным динамическим расчетом сооружения на испытательные нагрузки.

Как при исследовании динамики механической системы, так и при решении практических задач **виброэкологии** и **виброзащиты**, сигналы от источников вибрации поступают на объект - **приемник** вибрации, то есть здание или **сооружение** (блок З,С; 2), на которых, например, возможно присутствие еще более чувствительного “приемника вибрации” - **человека** (блок Ч; 3), прецизионного оборудования. Между этими блоками может быть реализована, например, какая-либо упругая или иная связь. Таким образом, блоки 1а, 2 и 3 соответствуют системе на каком-то конкретном этапе ее эксплуатации.

Остальные элементы блок-схемы (1б, 4-8) являются элементами испытательного комплекса, который часто для удобства располагают в **передвижной лаборатории**. Большая часть оборудования такого комплекса должна иметь характеристики и возможности, соответствующие предполагаемым параметрам вибрации изучаемого объекта.

Так, если предполагаются измерения вибрации высотного сооружения типа башни, высотного здания и т. п., то **предварительно проводят теоретический анализ**: частот и форм собственных колебаний объекта. Он укажет “пучности” колебаний, то есть места установки датчиков, диапазон частот и амплитуд вынужденных колебаний, подскажет параметры низкочастотной виброизмерительной аппаратуры. Обратим внимание на то, что многие источники вибрации природного или техногенного происхождения (ветер, сейсмика, транспорт и др.) вызывают вибрации строительных объектов на очень низких частотах и с очень большими амплитудами перемещений.

Основным звеном приведенной блок-схемы можно считать **вибропреобразователи** (вибродатчики 4а, 4б), которые укрепляются (в зависимости от целей испытаний и объекта) либо только на здании и сооружении, либо не только на конструкциях, но и на человеке, на источниках вибрации и т.д. Известны также различные простейшие способы измерения вибрации типа вибромарки, ручных вибрографов и других устройств. Вибродатчики могут работать вместе с

дополнительным блоком измерительной аппаратуры (блок И; 5) или без него. Заметим, что в настоящее время существует уже лазерная измерительная аппаратура, фиксирующая бесконтактным способом большие перемещения с передачей информации на компьютер. Рекомендуется и способ регистрации (цифровая запись) измеренного вибрационного процесса с применением персонального компьютера (блок ЭВМ; 7) – он позволяет заменить сложные комплексы полуавтоматической или автоматической обработки осциллограмм, полученных на осциллографе, сканирования виброграмм, полученных на самописце, не применять громоздкие анализаторы спектров. Однако, не следует забывать и об обязательном контроле любого канала и датчика в ходе испытаний; обычно для экспресс-анализа выводятся параллельно на экран монитора все основные процессы. Необходимо также и тщательное выполнение метрологических поверок, соблюдение всех стандартов.

В ходе вибрационных испытаний должны регулярно проводиться калибровка аппаратуры, тарировка (блок 8) дополнительных силовозбудителей (1б), датчиков и всего измерительного тракта, включая используемые конкретные кабели, разъемы и другие элементы схемы. При тарировках до и после испытаний (а желательно и в ходе испытаний) строятся АЧХ, например, на тарировочных вибростендах, контролируется масштаб записей.

Если возмущение передается к сооружению через грунтовое основание, например, в случае промышленной или транспортной сейсмики, то вибродозиметрия территории или поиск и оценка опасности источника вибрации могут выполняться с применением забиваемых в землю по определенному плану штырей или труб, на верхней части которых закрепляются вибродатчики. Компас, рулетка, геодезические инструменты и т.п. дополнительное оборудование позволяют строить виброполя, карты, находить параметры “входов” и “теней”.

Наконец, наиболее важными задачами экспериментальных исследований динамики сооружений на ближайшие несколько лет, по-видимому, будут являться (кроме задач вибродиагностики и паспортизации) задачи сбора всех видов динамических воздействий с их “компьютеризацией”.

При решении задач виброзащиты (или в других случаях) определяются статические силовые характеристики амортизаторов или иных упруго-диссипативных элементов или подсистем сооружений; используются гидравлические или иные домкраты, грузоподъемные механизмы, мерные грузы, прогибомеры, индикаторы часового типа, тензорезисторы.

Для регистрации и анализа совместных (изгибно-крутильных, маятниковых и иных пространственных форм колебаний) сложных форм колебаний в среднем сечении высоты башни количество и рабочие направления датчиков должны соответствовать всем основным степеням свободы наибольших масс в горизонтальной плоскости поперечного сечения.

В некоторых сложных сооружениях вызвать колебания по отдельной собственной форме, не применяя резонансный метод, обычно не удается. Большинство упомянутых методов позволяет зарегистрировать только суммарный процесс колебаний по двум собственным формам, например, с близкими круговыми частотами  $k_i$  и  $k_r$ . В этом случае возникают биения. По виброграмме можно измерить периоды  $T_{вч}$  и  $T_{нч}$  соответственно высоко- и низкочастотных составляющих.

На высотных сооружениях (зданиях, башнях, мачтах и т.п.) желательно устанавливать датчики, как минимум, на двух уровнях по высоте: на максимально доступном верхнем и на среднем. Если ограничено количество доставляемых на высоту датчиков (заметьте, что некоторые сейсмометры имеют массу более 10 кг каждый), то вибрация регистрируется отдельными опытами с такой установкой датчиков, чтобы одна из точек поочередно дублировалась. Для удобства поиска резонанса используются фигуры Лиссажу.

Многие из описанных здесь методики были применены автором при проектировании силовых стальных и железобетонных плит испытательных полигонов Никопольского краностроительного завода; при расчетах, создании и испытаниях (ходовых и динамических; ударных и вибрационных на выносливость в экспериментальных цехах заводов) нескольких спецвагонов; при вибродинамических обследованиях и паспортизации сооружений и территорий (здания, мосты, башни, градирни, этажерки и т.п.). Кроме того, отдельные методики могут быть взяты за основу проведения **сертификационных**

испытаний сложно-составных конструкций - продукции заводов строительного профиля.

В заключение приведем кратко суть алгоритма работ по испытаниям высотных башен на полигоне и в полевых условиях. В дальнейшем он может стать основой **«Методики линейных (полевых) периодических диагностических динамических испытаний в натурных условиях»**.

Предположим, что транспортировка и монтаж не вызвали в сечениях элементов башни «пластики» (остаточных деформаций), не изменили ее упругие свойства. Тогда целесообразно на полигоне и определить для нее как можно больше важных статических (жесткостных) и динамических характеристик. В чем состоит первая **«Методика динамических испытаний на полигоне ДонНАСА»?** (Которая в дальнейшем может перерасти в ТУ или долгосрочную ~ **«Методику сертификационных статико-динамических испытаний башенных опор»!**).

Конечно, параллельно (и до, и после испытаний) должны вестись **поверочные расчеты** по чертежам и обмерам, фотографиям! Их результаты – часть **сертификационного статико-динамического паспорта опоры!** А уж потом этот алгоритм, возможно, станет основой – и **«Предложений ДонНАСА в Технические Комитеты по разработке ISO»** – по разработке и испытаниям статико-динамических характеристик опор связи, ЛЭП и т.п.

ИТАК, ориентировочный алгоритм на примере 4-х поясной башни пока таков:

1. Оценка (**статическим** нагружением «за верх опоры») следующих **эквивалентных квазистатических жесткостных характеристик**:
  - **изгибная жесткость** в направлении, параллельном стороне «квадрата плана поясов» - определяется перемещение в направлении одной, а затем другой вертикальных плоскостей симметрии («вверху» прикладывается расчетная горизонтальная сила поочередно в этих плоскостях);
  - **изгибная жесткость** в направлении диагонали «квадрата плана поясов» - определяется перемещение в направлении одной, а затем другой диагональных плоскостей симметрии («вверху» прикладывается расчетная горизонтальная сила поочередно в этих плоскостях);
  - эти два типа испытаний можно (и нужно! – проблема отклонений луча антенны в варианте

опоры устройств связи!) дополнить измерением **угла поворота верхнего сечения башни**; (здесь можно использовать какой-либо, лучше подлиннее, *дополнительный горизонтальный брус с клинометром* любой конструкции, например, - уровневый);

- **обобщенная крутильная жесткость** башни в горизонтальной плоскости – прикладывается («вверх» с разных сторон) расчетная пара сил и измеряется упругий угол закручивания башни относительно ее вертикальной оси.

Заметим, что результаты линейных перемещений для первых двух пар нагружений должны попарно совпадать (хороший контроль качества), а результаты и линейных, и угловых (для последних двух нагружений) перемещений могут дополняться измерениями по среднему сечению высоты башни. Эти результаты позволят уточнить расчетные статические и динамические модели башни и в дальнейшем учитывать деформативность фундамента и основания.

## 2. Оценка динамическим нагружением **частот и форм собственных колебаний** башни:

- применяется достаточно мощный **вибратор переменной частоты** (с обязательным расчетным контролем, при его работе, амплитуд возмущающей силы), с помощью которого можно *резонансным методом* находить три-пять собственных частот и форм,
- или для сравнения применять **импульсные методы** для получения основных тонов **изгибных форм** колебаний башни в вертикальных плоскостях - в четырех направлениях (см. выше – эти же направления в статике).
- возможно на легком объекте и **раскачивание вручную** в этих же направлениях. Вообще - желательно применять все возможные методы. При задании **расчетных начальных условий** с внезапным **обрывом** связей (применяются пиропатроны, поджигание, расстреливание или разрубывание веревок, канатов) должны на верхней (а желательно и средней) отметке по высоте башни устанавливаться датчики горизонтальных перемещений, скоростей, ускорений.
- для регистрации **крутильных** колебаний и статико-динамического угла отклонения верхней плоскости башни от горизонтали (для «луча») можно применить «тот самый» *дополнительный горизонтальный брус*, на

концах которого устанавливается пара датчиков вертикальных и горизонтальных перемещений. Регистрация поведения ствола в вертикальных плоскостях и кручения производится синхронно на вибро-регистрирующую аппаратуру.

## Литература

1. Горохов Е.В., Казакевич М.И., Шаповалов С.Н., Назим Я.В. Аэродинамика электросетевых конструкций. // Под ред. Е.В.Горохова, М.И. Казакевича. – Донецк, 2000. – 336 с.
2. Югов А.М. Оценка надежности металлических конструкций на этапах жизненного цикла. – Макеевка: ДонНАСА, 2003. – 141 с.
3. Муцанов ВФ, Кулябко В.В, Левин В.М. и др., Избранные методы строительной механики в расчетах пространственных конструкций. Макеевка: ДонНАСА, 2006. – 292с.
4. Казакевич М.И., Кулябко В.В. Введение в виброэкологию зданий и сооружений. – Днепропетровск: ДИСИ, 1996. – 200 с.
5. Marco Mezzi, Alberto Parducci. A monitoring system applied to bridge structures. Vilnius. – 1997. 8p.
6. V. Kulyabko, I. Davydov. Laboratory of Dynamics and Diagnostics of Constructions // Archive of Civil Engineering / Polish Academy of Sciences. Vol.49, №3/2003, Warsaw – P. 295-320.
7. Кулябко В.В. Обоснование проекта и практические задачи учебно-научных лабораторий динамики конструкций / Вибрация машин: измерение, снижение, защита, – №4(7), декабрь 2006. – С. 54-58.
8. Кулябко В.В., Давыдов И.И. Оценка некоторых ошибок динамических расчетов башни, проводимых при помощи универсальных вычислительных комплексов / «Вісник ДонДАБА» 2001–5 (30). – С.23-26.
9. Кулябко В.В. Резервы конструкторских приемов и методик расчетов нелинейного гашения колебаний зданий, сооружений и их элементов / Сб.№10 “Новые конструктивные решения пространственных покрытий и перекрытий зданий и сооружений”. – М.: НИИЖБ, ЦНИИСК, ЦНИИПСК, НИИОСП –2006. – С. 157-167.
10. Кулябко В.В. Динамика конструкций, зданий и сооружений. Часть 1. Статико-динамические модели для анализа свободных колебаний и взаимодействия сооружений с основаниями и подвижными нагрузками. Запорожье: ЗГИА, 2005. – 232 с.
11. Кулябко В.В. Концептуальные направления расчета и конструирования демпфирующих устройств и схем высотных сооружений // Вісник ДонНАБА – Вип. 2005-8(56) / Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології – Макіївка: – ДонНАБА, 2005. – С. 112-117.

12. Кулябко В.В. Методы динамического формообразования (МДФ) мостов, конструирования (МДК) их нелинейных демпфирующих элементов и диагностики (МДД) технического состояния / Сб. "Автом. дороги і дорожнє будівництво", №73-2006 – "Сучасні проблеми проектування буд-ва та експлуатації споруд на шляхах сполучення" – Київ: НТУ. – С. 195-199.
13. Кулябко В.В, Диденко И.В. Поиск рациональных схем и параметров силовых конструкций высотного здания методом динамического формообразования // Proc. 13th Ukrainian-Polish transactions (conference). "Teoretical Foundations in Civil Engin." Warsaw, №13, 2005. – С.192-200.
14. Остроумов Б.В. Оснащение высотных сооружений из металла гасителями колебаний / Промышленное и гражданское строительство. – №6/2002 – М.: Труды ЦНИИПСК им. Мельникова, 2002. – С.13-15.

**Кулябко Володимир Васильович** працює професором кафедри «Металеві, дерев'яні та пластмасові конструкції» Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Є почесним професором та науковим керівником Лабораторії динаміки будівельних конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член міжрегіональної організації «Просторові конструкції»; Польської групи міжнародної асоціації «Просторові конструкції»; робочої групи по створенню ДСТУ щодо динамічних паспортів будівель та споруд. Дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: динаміка конструкцій (будівель, машин, споруд) та процесів, моделювання, нелінійні розрахунки, формоутворення, конструювання, випробування та динамічна діагностика.

**Кулябко Владимир Васильевич** работает профессором кафедры «Металлические, деревянные и пластмассовые конструкции» Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Является почетным профессором и научным руководителем Лаборатории динамики строительных конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член межрегиональной организации «Пространственные конструкции»; Польской группы международной ассоциации «Пространственные конструкции»; рабочей группы по созданию ДСТУ по динамическим паспортам зданий и сооружений. Действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: динамика конструкций (зданий, сооружений, машин) и процессов, моделирование, нелинейные расчеты, формообразование, конструирование, испытания и динамическая диагностика.

**Kulyabko Volodymyr Vasylovych** is a professor of the department "Metal, Wooden, and Plastic Structures" of the Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture. He is an Honorary professor and Scientific Head of the Laboratory of Building Structure Dynamics of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture; a member of the Interregional Organization "Space Frames"; a member of the Polish group of the International Association "Space Frames"; a member of the Working group on the creation of the DSTU on the dynamic passports of buildings and structures. He is a Full member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine. His scientific interests include dynamics of structures (buildings, structures, machines) and processes, simulation, nonlinear calculations, forming, design engineering, testing and dynamic diagnostics.