

# Контроль состояния несущих конструкций антенно-мостового сооружения при техническом переоснащении

Андрей Викторович ВАЛОВ<sup>1</sup>, генеральный директор, e-mail: a\_valov@mail.ru

Александр Владимирович МАКАРОВ<sup>2</sup>, зам. генерального директора, e-mail: soyzstal@mail.ru

Дмитрий Владимирович СТЕПАНОВ<sup>2</sup>, генеральный директор, e-mail: soyzstal@mail.ru

<sup>1</sup> ООО «Системы мониторинга», 603152 г. Нижний Новгород, ул. Ларина, 22, оф. 15

<sup>2</sup> ООО «Союзстальконструкция», 603155 г. Нижний Новгород, ул. Максима Горького, 262, оф. П250

**Аннотация.** Статья посвящена проведению мониторинга технического состояния антенно-мачтовых сооружений в процессе технического переоснащения объекта. Выполнен анализ изменения динамических параметров при контроле технического состояния при разгрузке и нагружении антенного оборудования на примере реального объекта в реальном режиме времени. Показано, как изменялся период собственных колебаний при техническом переоснащении объекта. Получена зависимость всплесков расчетных значений периода собственных колебаний антенно-мачтовых сооружений от производимых работ в момент проведения измерений, импульсной ветровой нагрузки, движения транспорта и иных факторов.

**Ключевые слова:** антенно-мачтовые сооружения, динамические параметры, колебания, период колебаний, логарифмический декремент, напряженно-деформированное состояние.

## CONTROL OF THE CONDITION OF THE SUPPORTING STRUCTURES OF THE 180-METER-HIGH TOWER DURING THE TECHNICAL RE-EQUIPMENT

Andrey V. VALOV<sup>1</sup>, e-mail: a\_valov@mail.ru

Aleksandr V. MAKAROV<sup>2</sup>, e-mail: soyzstal@mail.ru

Dmitry V. STEPANOV<sup>2</sup>, e-mail: soyzstal@mail.ru

<sup>1</sup> Monitoring Systems, ul. Larina, 22, of. 15, Nizhny Novgorod 603152, Russian Federation

<sup>2</sup> Soyuzstalkonstruksiya, ul. Maksima Gorkogo, 262, of. P250, Nizhny Novgorod 603155, Russian Federation

**Abstract.** The article is devoted to the necessity of monitoring of technical condition of buildings and structures during operation of antenna-mast structures. The analysis of changes in dynamic parameters is performed in the course of technical state control during unloading and loading of antenna equipment on the example of a real object in real time mode. The results of changes in the period of natural vibrations during technical re-equipment of the object are given. The dependence of surges of calculated values of the period of natural vibrations of antenna-mast structures on the work performed at the time of measurements and other factors is obtained.

**Key words:** dynamic parameters, oscillations, oscillation period, logarithmic decrement of damping, stressed-strained state.

### Введение

При контроле технического состояния высотных сооружений типа мачт, башен, дымовых труб значительную роль играет изменение динамических параметров — периода собственных колебаний, частоты и логарифмического декремента.

Объектом контроля технического состояния была выбрана башня высотой 180 м, построенная по типовому проекту 3803КМ в 1956г в Нижнем Новгороде (рис. 1). Проектирование башни выполнялось в соответствии с

нормами, действовавшими в 1950-х гг. Конструкции башни были рассчитаны на установку антенн двухпрограммного телевидения и УКВ радиовещания.

Для постоянного контроля динамических параметров на конструкции башни на отметках 0.000 и +180.000 были установлены трехосевые акселерометры, трехосевые виброметры и двухосевые инклинометры (далее — датчики) (рис. 2).

Сигналы с датчиков передаются на удаленный сервер. Фирменное программное обеспече-

ние выполняет архивирование сигналов в базе данных для их последующей обработки. Параллельно с сохранением новых данных происходит математическая обработка ранее сохраненных сигналов в соответствии с аттестованной методикой.

Цель работы — анализ изменения динамических параметров антенно-мачтового сооружения (АМС) при разгрузке и нагружении антенного оборудования на примере реального объекта в реальном режиме времени.

**Проведение измерений**

В рамках технического перевооружения антенно-мачтового сооружения радиовещания ОВЧ-ЧМ на объекте предполагалось выполнить демонтаж аналогового вещания и монтаж новых панельных антенн Elti (рис. 3). Масса демонтируемого оборудования составила 6480 кг, устанавливаемого оборудования – 6991 кг. Возможность перевооружения была подтверждена соответствующим расчетом. Работы по демонтажу-монтажу оборудования выполнялись в период с марта по июль 2021 г.

Мониторинг проводился в со-



Рис. 1. Объект мониторинга

Рис. 2. Датчики, размещенные на распорке башни на отм. +180.000

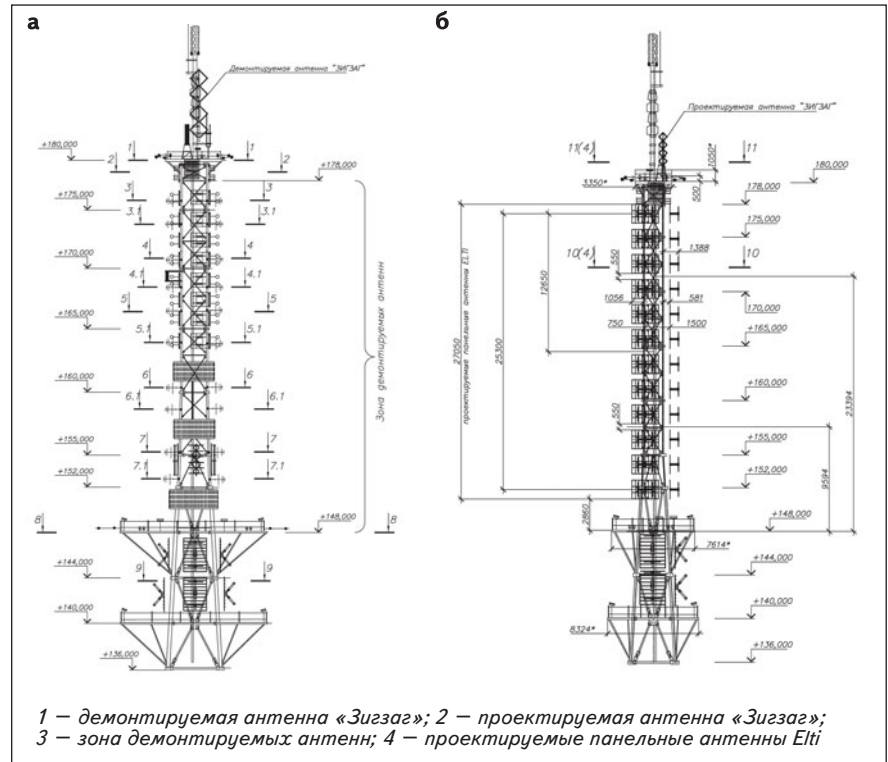


Рис. 3. Схемы демонтируемого (а) и устанавливаемого (б) оборудования

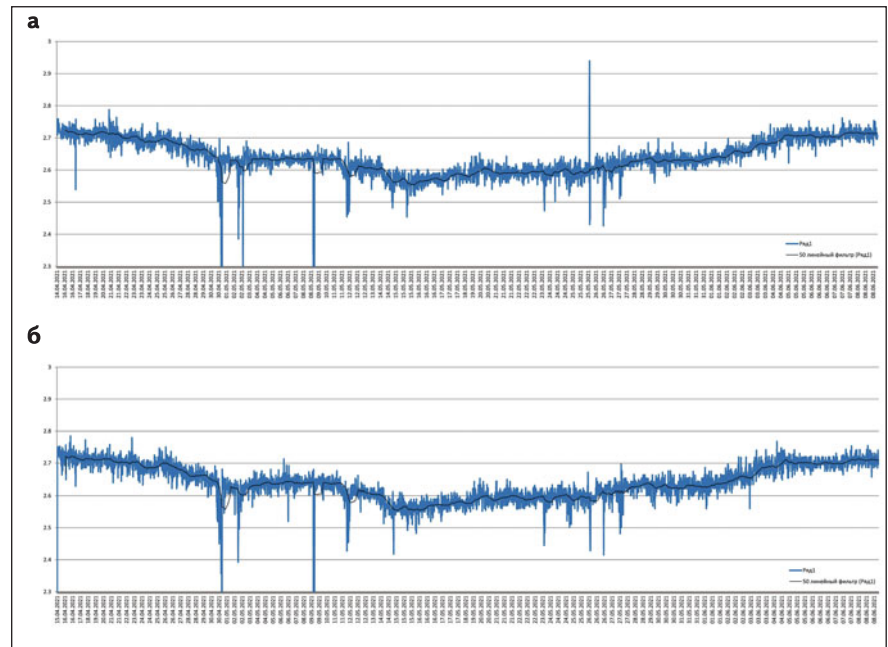


Рис. 4. График изменения периода собственных колебаний оборудования 7156 (а) на отм. +0,000 и оборудования 7152 (б) отм. +180.000

ответствии с требованиями, изложенными в следующих документах:

- ССК МИ 1–2020. Здания и сооружения. Методика измерения

периода с определением логарифмического декремента основной гармоники механических колебаний с применением трехосевых интеллектуальных вибро-

### 1. Результаты измерения периода собственных колебаний сооружения

Оборудование	Период собственных колебаний, с		
	до демонтажа оборудования	после демонтажа оборудования	после установки оборудования
7156 ось X +0,000	2,73	2,56	2,75
7156 ось Y +0,000	2,74	2,56	2,74
7156 ось Z +0,000	2,74	2,56	2,73
7152 ось Z +180,000	2,74	2,56	2,74
7152 ось Z +180,000	2,73	2,57	2,74
7152 ось Z +180,000	2,71	2,56	2,74

метров в выбранном месте конструкции / Разраб. А. В. Валов, Д. В. Степанов, А. В.;

- ГОСТ 8.009–84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений;
- ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния;
- ГОСТ 32019–2012. Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга.

Особый интерес представляет изменение динамических параметров при разгрузке и нагружении антенного оборудования на примере реального объекта в реальном режиме времени. На рис. 4 представлены графики изменения периодов собственных колебаний сооружения. На графиках отчетливо наблюдается уменьшение периода собственных колебаний с 2,73 с до 2,56 с при демонтаже оборудования и разгрузке башни, а также последующее увеличение периода собственных колебаний до 2,75 с при монтаже оборудования.

Результаты изменения перио-

да собственных колебаний приведены в таблице.

### Выводы

1. Как показали измерения, всплески расчетных значений периода собственных колебаний АМС на графиках (см. рис. 4) могут быть связаны с производством строительно-монтажных работ в момент измерений. Кроме того, на отдельные измерения влияет текущая импульсная ветровая нагрузка, работа расположенных рядом механизмов, движение транспорта, поскольку на расстоянии 50–100 м от АМС проходят трамвайные пути и оживленная автомагистраль. Такого рода фон прекрасно «слышен» высокочувствительными датчиками.

2. Постоянный мониторинг динамических параметров позволяет оценить изменение напряженно-деформированного состояния объектов при их реконструкции, капитальном ремонте и техническом перевооружении, а также объектов, находящихся в ограниченно работоспособном состоянии.

Для цитирования: Валов А. В., Макаров А. В., Степанов Д. В. Контроль состояния несущих конструкций антенно-мачтового сооружения при техническом перевооружении // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 2. С. ??–??. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.02.??-??.

For citation: Valov A. V., Makarov A. V., Stepanov D. V. Control of the condition of the supporting structures of the 180-meter-high tower during the technical re-equipment. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2022, no. 2, pp. ??–??. (In Russian).

DOI: 10.33622/0869-7019.2022.02.??-??.



ООО «Союзстальконструкция»  
603155 г. Нижний Новгород  
ул. Максима Горького, 262, оф. П250