

**МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ
ТУРБОАГРЕГАТОВ МОЩНОСТЬЮ 800 МВт**

Ницета Сергей Алексеевич

*Доцент кафедры строительных конструкций архитектурно-строительного факультета
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И.Носова», г.Магнитогорск, Челябинская область,
кандидат технических наук*

Марков Константин Вячеславович

*Начальник отдела обследования гражданских зданий
управления технической экспертизы ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск, Челябинская область*

С целью обеспечения надежной и безаварийной эксплуатации строительных конструкций фундаментов турбоагрегатов (далее ФТА) мощностью 800 МВт специалистами ООО «ВЕЛД» в 2010-2011 годах были проведены комплексные обследования четырех фундаментов турбоагрегатов (ТА):

- фундамент ТА станции №1 Березовской ГРЭС, г. Шарыпово Красноярского края;
- фундамент ТА станции №2 Березовской ГРЭС, г. Шарыпово Красноярского края;
- фундамент турбогенератора ТГ-1 Пермской ГРЭС;
- фундамент турбогенератора ТГ-2 Сургутской ГРЭС-2.

Турбоагрегаты К-800-240-5+ТВВ-800-2ЕУЗ и К-800-240-5+ТГВ-800-2 состоят из последовательно установленных на общем фундаменте цилиндров высокого и среднего давления (ЦВД и ЦСД), трех цилиндров низкого давления (ЦНД), турбогенератора (ТГ) и возбудителя (ВТ).

Фундаменты турбоагрегатов состоят из фундаментной плиты и верхнего строения (рис. 1 и 2). Ступенчатая по толщине плита размером в плане 60,0×11,6 м выполнена из монолитного железобетона. Толщина плиты на участке под ЦНД ТА ст. №1 и №2 составляет 3,2 м, на крайних участках – 2 м, у ТГ-1 и ТГ-2 – 4,0 и 2,8 м соответственно.

Верхнее строение выполнено из сборно-монолитного железобетона в виде пространственной стержневой конструкции, состоящей из поперечных и продольных рам. Высота фундамента от поверхности крайних участков фундаментной плиты до отметки площадки обслуживания составляет 15,4 м. Ширина поперечных рам под ЦВД и ДСД – 8,6 м, под ЦНД и ТГ – 11,6 м, под ВТ – 8 м. Длина соответствующих участков в осях «10-8» – 13,46 м, в осях «8-2» – 35,05 м, в осях «2-1» – 8,00 м. Общая протяженность в осях «10-1» составляет 56,51 м.

Поперечное сечение колонн верхнего строения составляет 1000×1000 мм, балок под ВТ – 1800×1000 мм, под ТГ – 3600×1000 мм, в остальных частях фундамента – 2100×1000 мм.

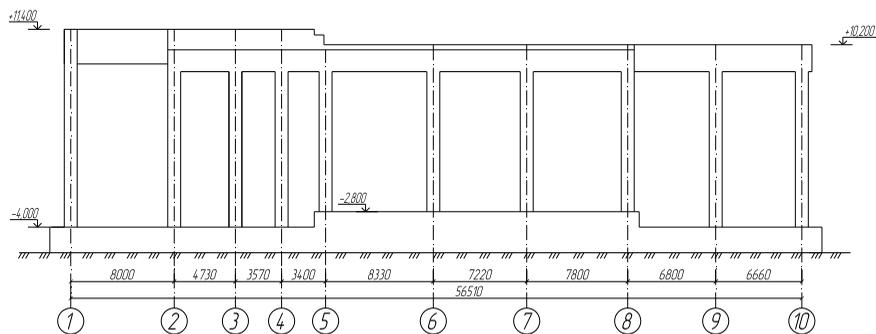


Рис. 1. Схема фундамента



Рис. 2. Общий вид фундамента

Стыки в узлах сопряжения конструктивных элементов замоноличены бетоном класса В30.

Во время плановых остановок турбоагрегатов производились обмерочные работы, осуществлялся поиск дефектов и повреждений, выполнялась геодезическая съемка, определялась прочность бетона конструктивных элементов и замоноличенных стыков. Регистрация вибрационных характеристик конструктивных элементов фундаментов турбоагрегатов и замеры температуры в характерных точках на их поверхности производились в эксплуатационных режимах. Обмерочные работы велись при помощи лазерного дальномера «Leica Disto D5» и стальной рулетки.

Фактические размеры конструктивных элементов соответствуют проектным.

Выявление дефектов и повреждений выполнялось по визуальной методике. Ширина раскрытия трещин определялась при помощи наборов щупов. Фоторегистрация дефектов и повреждений осуществлялась цифровым фотоаппаратом «SONY».

При обобщении результатов натурных обследований фундаментов турбоагрегатов имели место следующие дефекты и повреждения:

- сколы бетона и оголение арматуры;
- отсутствие заделки каналов цементно-песчаным раствором;
- пропитка отдельных балок минеральным маслом;
- скопление производственной воды и отработанного масла на фундаментной плите;
- трещины в стыках замоноличивания;
- поверхностные трещины в пределах толщины защитного слоя на бетонках, продольных и поперечных балок шириной раскрытия до 0,3 мм;
- вертикальные трещины в балках, возникшие в результате разницы температур между верхней и нижней гранями, с шириной раскрытия до 1,1 мм.

Как показали исследования динамических характеристик и поверочные расчеты, поверхностные трещины температурно-усадочного происхождения не нарушают несущей способности балок и не изменяют их динамических характеристик.

Оценка пространственного положения конструктивных элементов фундаментов турбоагрегатов производилась на основании результатов геодезической съемки, которая регулярно осуществлялась на ТА ст. №1 и №2 с 1987 г., на ТГ-1 – с 1998 г. и на ТГ-2 – с 1985 г. В результате проведенного анализа было установлено следующее:

- осадки фундаментов турбоагрегатов являются равномерными;
- величина осадок фундаментов ТА ст. №1 и №2 составляет 0,6–0,7 мм/год, ТГ-1 – 0,75 мм/год, ТГ-2 – до 1,5 мм/год, что не превышает критерий стабилизации среднегодовых осадок, равный 1,5 мм/год.

Прочность бетона определялась неразрушающим ударно-импульсным методом с помощью прибора «ОНИКС-2,5». Прочность бетона колонн, продольных и поперечных балок ТА ст. №1 и №2 соответствует классу бетона В30, ТГ-1 и ТГ-2 – В25.

Прочность бетона фундаментных плит соответствует классу бетона В20.

Замеры виброперемещений элементов фундаментов турбоагрегатов производились с помощью портативного виброанализатора «ВИБРАН-3» для характерных точек (рис.3) в вертикальном, поперечном и осевом направлениях [2].

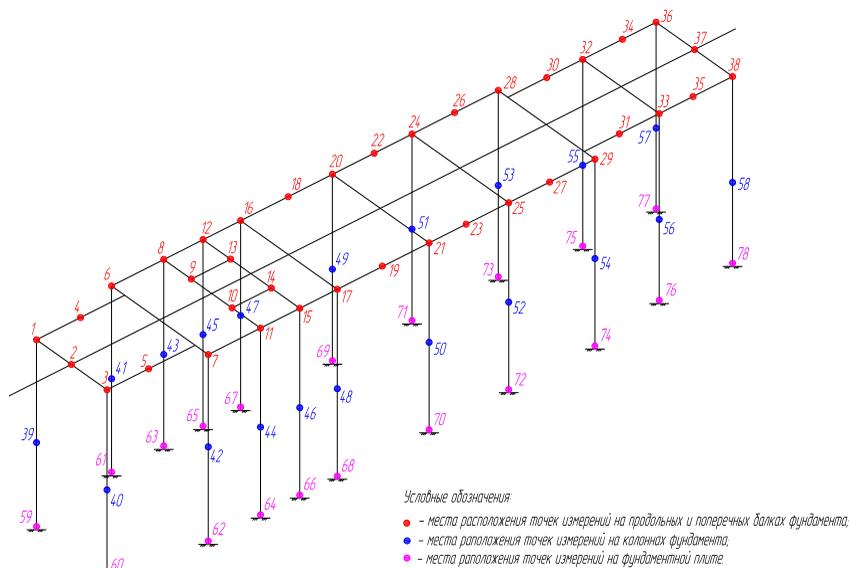


Рис. 3. Схема расположения точек замеров

Исследования выполнялись при нагрузке турбоагрегатов от 520 до 720 МВт. Виброперемещения колонн продольных и поперечных балок ТГ-1 и ТГ-2 не превысили 29 мкм, ТА ст. №1 и №2 – 40 мкм. Максимальные виброперемещения фундаментных плит составили 4 мкм, что не превышает предельное значение, равное 50 мкм [1-3].

Повышенные величины виброперемещений выявлены у колонн, расположенных непосредственно под турбогенераторами.

Замеры температуры на поверхности конструктивных элементов фундаментов турбоагрегатов производились с помощью прибора «Thermo-Cam» E45 в характерных точках (рис. 4).

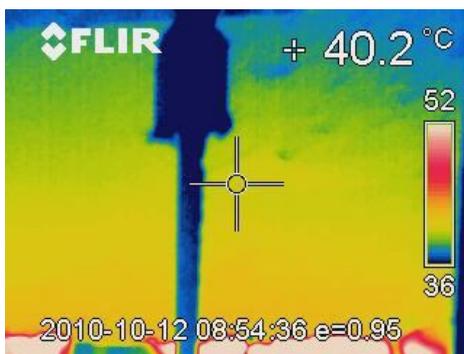


Рис. 4. Температурное поле

Температура на поверхности колонн, продольных и поперечных балок ТА ст. №1 изменялась от +20 до +52°С.

Повышенные температуры на поверхности продольных и поперечных балок под ЦВД и ЦСД, превышающие 45°С [1], обусловлены избыточными тепловыделениями от паропроводов высокого давления. Перепад температур на противоположных поверхностях балок достигает 10°С. Максимальная разность температур по высоте колонн составила 19,5°С.

Выводы

1. Строительные конструкции фундаментов ТА ст. №1 и №2, ТГ-1 и ТГ-2 соответствуют требованиям нормативной и технической документации в строительстве.

2. Состояние строительных конструкций объектов обследования признано работоспособным в соответствии с критериями оценки возможности использования фундаментов при дальнейшей эксплуатации [1]. При обследовании выявлено отсутствие неравномерных осадок, их предельные значения соблюдены.

Рекомендации

Для обеспечения дальнейшей безаварийной эксплуатации фундаментов турбоагрегатов рекомендуется:

1. Устранить дефекты и повреждения железобетонных конструкций, применяя эффективные ремонтные материалы.

2. Устранить последствия и исключить дальнейшее замачивание элементов фундаментов минеральным маслом и производственной водой.

3. Для уменьшения неравномерного нагрева продольных и поперечных балок под ЦВД и ЦСД предусмотреть устройство теплоизолирующего слоя и систем отвода тепла от конструкций.

Описанные в работе турбоагрегаты достаточно распространены на предприятиях России, и их фундаменты имеют аналогичные дефекты и повреждения. Поэтому рекомендации, данные нами, будут актуальны не только для названных в статье предприятий.

Библиографический список

1. РД 34.21.323-95. Методические указания по обследованию фундаментов турбоагрегатов. – М.: ЦПТИиТО ОРГРЭС, 2006.
2. РД 34.21.306-96. Методические указания по обследованию динамического состояния строительных конструкций сооружений и фундаментов оборудования энергопредприятий. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
3. СНиП 2.02.05-87. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Госстрой СССР. – М., 1998.