

УДК 331.452:624.131.5:624.15:539.375.6

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЭС УКРАИНЫ

БЕЛИКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
КАПЛЕНКО Г. Г.^{2*}, *к.т.н., доц.*,
ЛЕВЧЕНКО Г. Н.³, *к.т.н., доц.*,
КИРНОС Е. А.⁴, *к.т.н., доц.*,
ШАРАНОВА Ю. Г.⁵, *ст. преп.*

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 7563-4-57, e-mail: kaplenko.galina@yandex.ru, ORCID ID: [0000-0002-9545-8414](https://orcid.org/0000-0002-9545-8414)

³ Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-33-43

⁴ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. Ворошилова, 25, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264);

⁵ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 7563-4-57

Аннотация. *Цель.* Анализ результатов длительных исследований осадок и деформаций фундамента турбоагрегата ТГ-1 Трипольской ТЭС с целью оценки их влияния на безопасность и надежность зданий и сооружений ТЭС. *Методика.* В основу исследований положен метод высокоточного геодезического нивелирования, а обработка и анализ результатов геодезических исследований проведены с использованием статистических методов и специального программного обеспечения для ЭВМ типа IBM PC/AT. *Результаты.* Проведенный анализ исследований осадок и деформаций фундамента турбоагрегата ТГ-1 Трипольской ТЭС позволил выявить развитие интенсивных неравномерных осадок фундамента после ввода первого блока в эксплуатацию и своевременно провести ремонтные работы, а также анализировать состояние системы ТФО после усиления фундамента турбоагрегата в течение длительного периода, а, следовательно, не допускать нарушения безопасности эксплуатации турбоагрегата ТГ-1 и теплоэлектростанции в целом. *Научная новизна.* Обобщены результаты длительных исследований осадок и деформаций оснований и фундаментов турбоагрегата теплоэлектростанции, выявлены причины, приводящие к увеличению прогиба фундамента турбоагрегата. *Практическая значимость.* Результаты исследований осадок и деформаций фундаментов позволяют оценить возможность установления новой турбины на существующий фундамент.

Ключевые слова: безопасность теплоэлектростанций, осадки и деформации фундамента турбоагрегата, прогиб фундамента, система турбоагрегат-фундамент-основание

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТЕС УКРАЇНИ

БЕЛІКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
КАПЛЕНКО Г. Г.^{2*}, *к.т.н., доц.*,
ЛЕВЧЕНКО Г. М.³, *к.т.н., доц.*,
КИРНОС К. А.⁴, *к.т.н., доц.*,
ШАРАНОВА Ю. Г.⁵, *ст. викл.*

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 7563-4-57, e-mail: kaplenko.galina@yandex.ru, ORCID ID: [0000-0002-9545-8414](https://orcid.org/0000-0002-9545-8414)

³ Кафедра основ та фундаментів, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-43

⁴ Кафедра безпеки життєдіяльності, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, вул. Ворошилова, 25, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

⁵ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 7563-4-57

Анотація. Мета. Аналіз результатів тривалих досліджень осадок і деформацій фундаменту турбоагрегату ТГ-1 Трипільської ТЕС з метою оцінки їх впливу на безпеку та надійність будівель і споруд ТЕС. **Методика.** В основу досліджень покладено метод високоточного геодезичного нівелювання, а обробка та аналіз результатів геодезичних досліджень проведені з використанням статистичних методів і спеціального програмного забезпечення для ЕОМ типу IBM PC / АТ. **Результати.** Проведений аналіз досліджень осадок і деформацій фундаменту турбоагрегату ТГ-1 Трипільської ТЕС дозволив виявити розвиток інтенсивних нерівномірних осадок фундаменту після введення першого блоку в експлуатацію і своєчасно провести ремонтні роботи, а також аналізувати стан системи ТФО після посилення фундаменту турбоагрегату протягом тривалого періоду, а, отже, не допускати порушення безпеки експлуатації турбоагрегату ТГ-1 і теплоелектростанції в цілому. **Наукова новизна.** Узагальнено результати тривалих досліджень осадок і деформацій основ і фундаментів турбоагрегату теплоелектростанції, виявлені причини, що призводять до збільшення прогину фундаменту турбоагрегату. **Практична значимість.** Результати досліджень осадок і деформацій фундаментів дозволяють оцінити можливість встановлення нової турбіни на існуючий фундамент.

Ключові слова: безпека теплоелектростанцій, осадки і деформації фундаменту турбоагрегату, прогин фундаменту, система турбоагрегат-фундамент-основа

TO THE PROBLEM OF ASSESSMENT AND IMPROVE SAFETY TPP OF UKRAINE

BELIKOV A. S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
 KAPLENKO G. G.^{2*}, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,
 LEVCHENKO G. N.³, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,
 KIRNOS K. A.⁴, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,
 SHARANOVA U. G.⁵, *Sen. Teach.*

¹ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-57, e-mail: kaplenko.galina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9545-8414

³ Department of Footings and Foundations, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-3-43

⁴ Department of Life Safety, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Voroshilova st., Dnipro, 49000, Ukraine, phone. +38 (056) 713-51-42, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

⁵ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 7563-4-57

Abstract. Purpose. Analysis of long-term studies, and the residue of the foundation deformation of turbine unit TG-1 Tripoli TPP to assess their impact on the safety and reliability of buildings and constructions TPP. **Method.** The basis of the research on the method of precision geodetic leveling, and the processing and analysis of results of geodetic studies conducted using statistical methods and special software for computers such as IBM PC / AT. **Results.** The analysis studies sediment and basement deformations turbine unit TG-1 Tripoli TPP revealed the development of intensive uneven foundation precipitate after entering the first unit into operation, and in a timely manner to carry out repair work, as well as to analyze the state of the TFO system after strengthening the foundation of turbine unit for a long period, and therefore not to violate the operational safety of the turbine unit TG-1 and thermal power plants in general. **Scientific novelty.** The results of long-term studies and sediment deformations of the foundations of turbine unit thermal power plants, the causes that lead to an increase in the deflection of turbine unit foundation. **Practical meaningfulness.** The results of research and sediment deformations allow foundations to assess the possibility of establishing a new turbine at the existing foundation.

Keywords: safety of thermal power plants, precipitation and deformation of a turbine set foundation, the deflection of the foundation, the system turbine-foundation-base

Постановка проблеми

В Україні около 47% електроенергії виробляється на теплоелектростанціях (ТЭС) і теплоелектроцентралях (ТЭЦ). При цьому більше 92 % енергоблоків ТЭС України отработали свой расчетный ресурс (100 тыс. часов), 81 энергоблок или более 70% оборудования парка энергоблоков превысили признанную в мировой энергетической практике границу предельного ресурса и границу физического

износа и требуют либо модернизации, либо полного вывода из эксплуатации и замены [1]. Кроме того, модернизация необходима для увеличения маневренности и установленной мощности энергоблоков, увеличения технико-экономических показателей за счет снижения удельного расхода топлива, для обеспечения снижения удельного расхода газа в структуре используемого топлива, перевооружения станций в соответствии с современными техническими и экологическими стандартами, для ликвидации зависимости

ТЭС от угля марки А (антрацит), добываемого на неподконтрольных территориях Донбасса.

Тепловые электрические станции относятся к потенциально опасным объектам, **безопасность которых должна обеспечиваться в течение всего срока эксплуатации. Любые нарушения безопасности при эксплуатации ТЭС могут повлиять на энергетическую безопасность страны, что,** в свою очередь, может вызвать лавинообразное нарастание убытков и новых видов опасностей, связанных с нарушением жизнедеятельности людей.

Актуальным для повышения промышленной безопасности потенциально опасных объектов является мониторинг состояния ТЭС на протяжении всего срока эксплуатации и установления возможности их дальнейшей эксплуатации после проведения модернизации, что позволит исключить неплановые, аварийные останы блоков электростанций, возникновение чрезвычайных ситуаций.

Современные тепловые электрические станции являются структурно-сложными техническими объектами, состоящими из большого числа элементов, отказы которых существенно влияют на безопасность работы станции в целом. Исходя из этого, наиболее комплексно задача повышения надёжности и безопасности функционирования ТЭС должна решаться с учётом влияния всех элементов, входящих в состав структуры ТЭС.

Проведенные исследования ТЭС показали, что на безопасность отдельных элементов существенное влияние может оказывать состояние других элементов. Так, надёжность турбоагрегатов зависит непосредственно от надёжности основания и фундамента. Поэтому надёжность и безопасность отдельных элементов, таких как основание, фундамент и турбина необходимо рассматривать как взаимосвязанную систему турбоагрегат-фундамент-основание (ТФО).

Особенно остро вопросы надёжности и безопасности системы ТФО возникают при модернизации ТЭС, связанные с заменой старых турбин, которые выработали свой ресурс, на новые (с большей мощностью) и установкой их на старые (существующие) фундаменты, а также влияние модернизации на надёжность зданий и сооружений ТЭС.

Вопросы надёжности оснований и фундаментов при статичных и динамичных нагрузках изложены в работах: Седина В.Л., Швеца В.Б., Бауска Е.А., Ставнищера Л.Р., Шаповала В.Г., Петренко В.Д., Козлова А.Б., Пермяковой В.В., Кирнос Е.А. и других ведущих ученых [5-9].

Цель работы

Анализ результатов длительных исследований осадков и деформаций фундамента турбоагрегата ТГ-1 Трипольской ТЭС и выявление причин, приводящих к их росту.

Изложение основного материала исследований

Для обеспечения безопасности ТЭС сотрудниками ГВУЗ ПГАСА (ДИСИ - Днепрпетровский инже-

нерно-строительный институт) с 1970 года совместно с Министерством энергетики УССР проводились комплексные исследования осадков и деформаций оснований и фундаментов турбоагрегатов Трипольской ТЭС блоков №№1...6.

Главный корпус Трипольской ТЭС расположен на правобережной пойменной террасе р. Стугна и р. Днепр. До начала строительства территория станции была намыта с помощью земснарядов до современного уровня.

В геологическом строении площадки принимают участие четвертичные аллювиальные отложения, представленные до глубины 7...12,8 м мелкими кварцевыми песками. Мелкие пески подстилаются водонасыщенными песками средней крупности преимущественно средней плотности с прослоями плотных. Общая мощность четвертичных аллювиальных отложений составляет 13,5-22,0 м. С глубины 13,5-22,0 м (абс. отм. 80,28-71,74 м) ниже четвертичных отложений залегают глауконитовые мелкозернистые пески бучакского яруса палеогена. Пески плотные, причем с глубиной плотность их увеличивается.

Грунтовые воды на площадке относятся к аллювиальному водоносному горизонту, гидравлически связанных с водами р. Днепр. Уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям. При заполнении Киевского водохранилища до отметки 92,0 м уровень подземных вод достигает абсолютных отметок 92,4...92,8 м.

В основу исследований осадков и деформаций оснований и фундаментов зданий и сооружений Трипольской ТЭС был положен метод высокоточного геодезического нивелирования. Выбор указанного метода обусловлен обеспечением достаточной точности получения результатов, высокой живучести в условиях эксплуатации и пуско-наладочных работ, а также возможностью получения величин абсолютных осадков фундаментов.

При выполнении геодезических работ использовались нивелиры первого класса НА-1 и Н-05 и штриховые инварные рейки типа РН-05 (ГОСТ 11158-76). Обработка и анализ результатов геодезических исследований проведена с использованием статистических методов и специального программного обеспечения для ЭВМ типа IBM PC/AT.

Наблюдения за осадками и деформациями фундаментов турбоагрегатов Трипольской ТЭС проводились по деформационным маркам, установленным на колоннах фундаментов на строительной отметке 0,6 м и верхнем строении на отметке +9,6 м.

Фундаменты под турбоагрегаты Трипольской ТЭС представляют собой пространственную систему, состоящую из поперечных и продольных ригелей верхнего строения, прямоугольного и таврового сечения жестко связанных с колоннами. Узлы сопряжения арматурных выпусков ригелей и колонн выполнены из монолитного бетона.

По проектному решению сборные поперечные и продольные рамы фундаментов турбоагрегатов опираются на сборную рамную конструкцию из

железобетона, выполненную понизу в виде лент шириной 2,0 м с отметкой подошвы 91,6 м. Для создания пригрузки ячейки между продольными и поперечными лентами фундамента заполнялись тощим бетоном на высоту 1,2 м. Под фундаментами главного корпуса устраивалась монолитная сплошная железобетонная плита толщиной 0,3 м.

В конструкциях фундаментов турбоагрегатов применен тяжелый бетон М300. Армирование - пространственными вязаными каркасами из отдельных стержней диаметрами 36, 32, 25, 20, 16 мм класса А3, хомуты - отдельные стержни диаметрами 8 и 12 мм класса А1. Защитный слой бетона принят 30-70 мм.

Наблюдения за осадками и деформациями фундамента турбоагрегата блока №1 (ТГ-1) начаты в 1968 году. В декабре 2008 года выполнены исследования осадок по маркам, установленным на строительной отметке +0,6 м.

В начальный период наблюдений за осадками работы по ТГ-1 проводились по маркам, установленным на строительной отметке +9,6 м, а затем с 10 сентября 1970 года дополнительно по маркам на строительной отметке +0,5 м (рис. 1, 2).

После ввода первого блока в эксплуатацию (декабрь 1969 года) по апрель 1970 года были зафиксированы интенсивные осадки в средней части фундамента, в результате которых фундамент получил деформацию продольного прогиба с максимумом в районе 6 подшипника. Это привело к значительной

расцентровке валопровода турбоагрегата и остановке блока. Скорость развития осадок в период с февраля по апрель 1970 года достигала величины 14 мм/мес. Развитию осадок основания способствовало уплотнение грунта основания под действием статистической и динамической нагрузки от фундамента с турбоагрегатом при общем подъеме уровня подземных вод.

После остановки блока на реконструкцию, при которой была создана по низу фундамента жесткая железобетонная плита толщиной 2,5 м, до пуска в октябре 1970 года скорость развития деформаций грунтового основания снизилась в 10...12 раз. Осадки и деформации возобновились в 1971 году после пуска турбоагрегата в эксплуатацию, однако интенсивность их развития была ниже в 3...3,5 раза, чем в начале 1970 года. К концу 1972 года деформации фундамента ТГ-1 практически стабилизировались (рис. 3). К этому времени величина продольного прогиба фундамента достигла абсолютного значения 62 мм, а продольный крен, в сторону ряда "А" – 18 мм на длину фундамента. Максимальная осадка фундамента в районе шестого подшипника составляла 85 мм, неравномерность осадок в продольном направлении 74 мм.

Причиной довольно интенсивного развития осадок после реконструкции было «запоздавшее» включение в работу бетона усиления нижней плиты фундамента и верхнего строения.

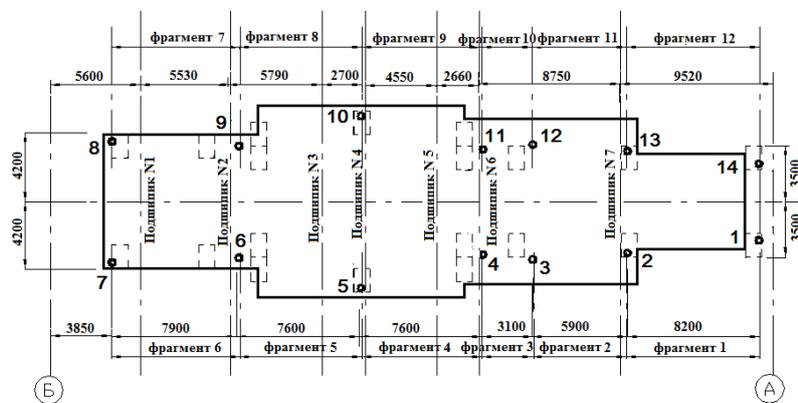


Рис. 1. Схема расположения осадочных марок фундамента ТГ-1 на отметке +9,6 м / Location scheme sedimentary marks the foundation of TG-1 at the level of +9.6 m

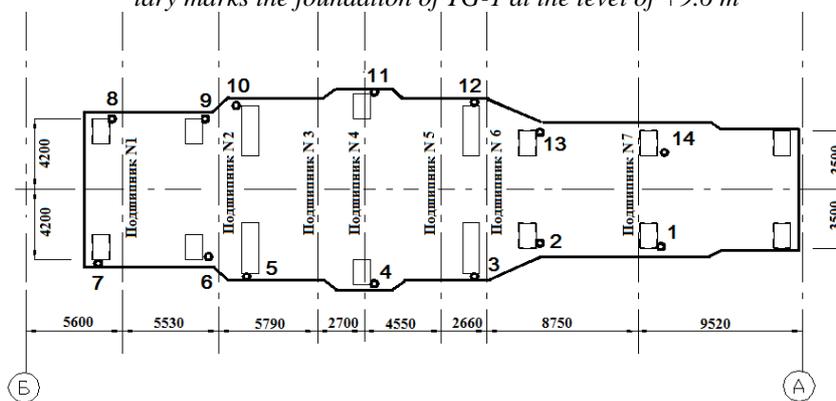


Рис. 2. Схема расположения осадочных марок фундамента ТГ-1 на отметке +0,6 м / Location scheme sedimentary marks the foundation of TG-1 at the level of +0.6 m

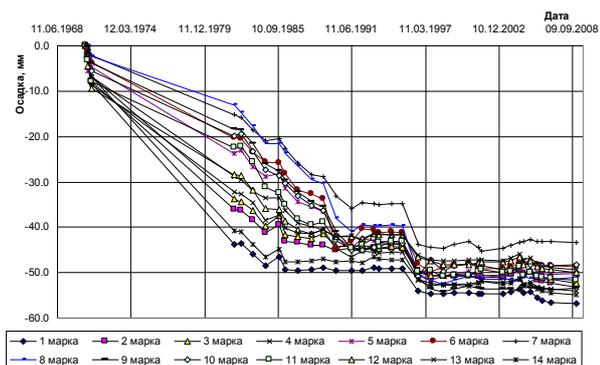


Рис. 3. Развитие осадок марок нижнего строения фундамента ТГ-1 / Development of pellet marks sub-structure foundation TG-1

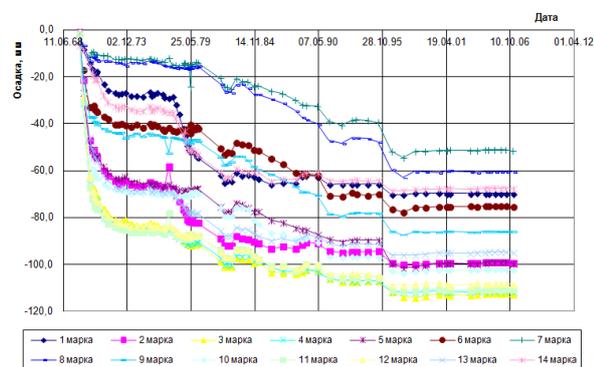


Рис. 4. Развитие осадок марок верхнего строения фундамента ТГ-1 / Development of the precipitate of the top structure of the foundation makes the TG-1

В период с февраля по апрель 1970 года по результатам исследований осадок было выявлено развитие деформаций общего прогиба фундамента ТГ-1. До выполнения усиления фундамента стрела его составила 45 мм, относительное значение $f/l=0,0011$, что на 10% превысило предельное значение $(f/l)_n=0,5 \times 0,002=0,001$, нормируемые для конструкций фундамента.

На момент пуска после реконструкции прогиб составлял 0,0014 и до конца 1976 года достиг 0,00155.

Начиная с 1977 года наблюдалось снижение продольного прогиба фундамента ТГ-1 за счет увеличения скорости осадок в районе возбудителя (рис. 5, 6). Прогиб уменьшался до 1980 года. За период с 1977 года по 1980 год прогиб снизился с 62 мм до 51,1 мм, относительное значение уменьшилось до 0,0013. Продольный крен фундамента увеличился до 40 мм. Необходимо отметить, что в течение указанного периода уровень подземных вод поднялся до отметки подошвы фундамента турбоагрегата.

Дальнейшими наблюдениями установлено, что прогиб фундамента ТГ-1 стабилизировался, а продольный крен к 1991 году уменьшился до 21 мм. Как показали результаты наблюдений, за период с 1991 года по 1994 года деформации грунтового основания фундамента турбоагрегата первого блока Трипольской ТЭС практически стабилизировались, а скорость их развития составила менее 0,7 мм/год.

С 1995 года наблюдениями зафиксировано увеличение скорости развития осадок основания. При этом форма общих продольных деформаций фундамента ТГ-1 в виде прогиба стабильна с 1980 года. За счет развития деформаций грунтового основания с 1980 года по настоящее время величина общего продольного прогиба фундамента ТГ-1 монотонно снижается.

Начиная с 2000 года процесс деформаций грунтового основания фундамента ТГ-1 практически полностью стабилизировался. Текущими наблюдениями в 2000...2008 годах фиксируются деформации верхнего и нижнего строения величиной до 2...4 мм, которые обусловлены, в основном, изменением температурного режима фундамента и вялотекущими деформациями основания.

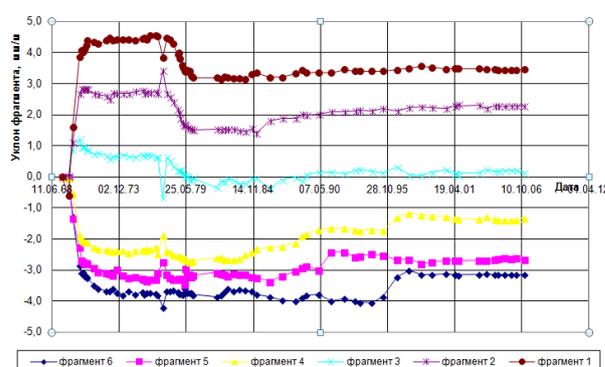


Рис. 5. Развитие величины продольного уклона по верхнему строению фундамента ТГ-1 / The development of the longitudinal slope of the upper structure of the TG-1 foundation

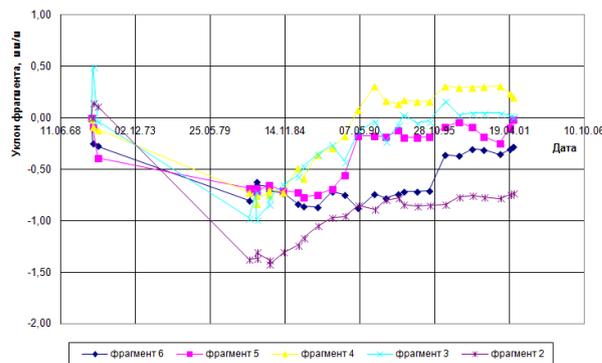


Рис. 6. Развитие величины продольного уклона по нижнему строению фундамента ТГ-1 / The development of the longitudinal slope of the bottom structure of the TG-1 foundation

Выводы.

Проведенный анализ исследований осадок и деформаций фундамента турбоагрегата ТГ-1 Трипольской ТЭС позволил выявить развитие интенсивных неравномерных осадок фундамента после ввода первого блока в эксплуатацию (декабрь 1969 года) по апрель 1970 года и своевременно провести ремонтные работы, а также анализировать состояние систе-

мы ТФО после усиления фундамента турбоагрегата в течение длительного периода, а, следовательно, не допускать нарушения безопасности эксплуатации турбоагрегата ТГ-1 и теплоэлектростанции в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. http://www.centrenergo.com/ru/newsroom/news/item_113/
2. СОУ-Н МЕВ 40.1-00013741-79:2012 Настанова з проведення спостережень за осіданням фундаментів, деформаціями конструкцій. атв. нак. No1091 МЕВ України, 27.12.2012. Розр. Київенергопроект, Введ. 27.03.2013
3. Седин, В. Л. Исследования повышения динамической надежности ТЭС и АЭС [Текст] / Седин В.Л., Швец В.Б. / Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури № 9, вересень 2010. - С. 9-14 – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/Vpabia/2010_9/sedin.pdf
4. Седин, В. Л. Управление старением фундаментов мощных турбоагрегатов с учетом ползучести бетона [Текст] / В.Л. Седин, Е.А. Бауск, И.В. Харченко / Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, № 9, вересень 2010. - С. 45-51. – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/Vpabia/2010_9/sedin8.pdf
5. Козлов, А. Б. Оценка состояния фундаментов паротурбинных агрегатов по результатам натурных исследований [Текст] / А. Б. Козлов, В.В. Пермякова / Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2000. - Т.237. – С.12-17 – Режим доступа: <http://www.vniig.rushydro.ru/company/publications/collection/34596.html>
6. Швец, В. Б. Фундаменты промышленных, гражданских и транспортных сооружений [Текст] / Швец В.Б., Шаповал В.Г., Петренко В.Д./ Днепропетровск: Новая идеология, 2008. - 274 с.
7. Ставницер, Л. Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов: монография [Текст] / Л.Р. Ставницер / - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. - 448 с. – Режим доступа: fictionbook.ru/pages/download_prew

REFERENCES

1. http://www.centrenergo.com/ru/newsroom/news/item_113/
2. SOU-N MEV 40.1-00013741-79:2012 *Nastanova z provedennya sposterezhen' za osidanniam fundamentiv, deformatsiyamy konstruksiy.*[Guide observations by sinking foundations, deformation structures] атв. нак. No1091 MEV Ukrayiny, 27.12.2012. Rozr. Kyivenerhoproekt, Vved. 27.03.2013
3. Sedin V. L. *Issledovaniya povyisheniya dinamicheskoy nadezhnosti TES i AES* [Studies have increasing thermal and nuclear power dynamic reliability][Текст] / Sedin V.L., Shvets V.B.// *Visnyk Prydniprovsk'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* № 9, veresen' 2010. - S. 9-14 Rezhim dostupa http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/Vpabia/2010_9/sedin.pdf
4. Sedin V. L. *Upravlenie starenim fundamentov moschnyih turboagregatov s uchetom polzuchesti betona* [Aging management of turbine foundations powerful considering concrete creep][Текст] / Sedin V.L., Shvets V.B. / *Visnyk Prydniprovsk'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* № 9, veresen' 2010. - S. 45-51 – Rezhim dostupa: http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/Vpabia/2010_9/sedin8.pdf
5. Kozlov A. B. *Otsenka sostoyaniya fundamentov paroturbinniyh agregatov po rezultatom naturnyih issledovaniy* [Assessment of the foundations of steam turbine units on the results of field studies] [Текст] /Kozlov A. B., Permyakova V.V. / *Izvestiya VNIIG im. B.E. Vedeneeva*, 2000. - T.237. – S.12-17 – Rezhim dostupa: <http://www.vniig.rushydro.ru/company/publications/collection/34596.html>
6. Shvets V. B. *Fundamentyi promyshlennyih, grazhdanskih i transportnyih sooruzheniy* [Foundations of industrial, civil and transport structures] [Текст] / Shvets V.B., Shapoval V.G., Petrenko V.D./ *Dnepropetrovsk: Novaya ideologiya*, 2008. - 274 s.
7. Stavnitser L. R. *Seysmoustoykost osnovaniy i fundamentov: monografiya* [Seismic bases and foundations] [Текст] / Stavnitser L.R./ - М.: Izdatelstvo Assotsiatsii stroitelnyih vuzov, 2010. - 448 s. – Rezhim dostupa: fictionbook.ru/pages/download_prew

Статья поступила в редколлегию 20.09.2016