

Анализ возможности применения современных технологий при геодезическом обслуживании объектов новосибирского филиала АО «СИБИАЦ»

В. А. Ащеулов¹, Ю. А. Балашова², Ю. И. Пожарницкий²

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский филиал АО «СИБИАЦ», Российская Федерация

* e-mail: aceulov@mail.ru

Аннотация. Приведен обзор работ по геодезическому обслуживанию объектов Новосибирского филиала АО «СИБИАЦ» г. Новосибирска. Отмечены специфические условия выполнения геодезических работ в закрытых помещениях топливно-энергетического комплекса. Даны рекомендации по применению современных технологий выполнения работ по геодезическому обслуживанию топливно-энергетического комплекса, в том числе, технологий лазерного сканирования, аэрофотосъемки с использованием беспилотных аппаратов, спутниковой аппаратуры.

Ключевые слова: геодезическое обслуживание, топливно-энергетический комплекс, лазерное сканирование

Analysis of the possibilities of applying modern technologies in the geodetic maintenance of objects of the novosibirsk branch of SIB IAC JSC

V. A. Ashcheulov¹, U. A. Balashova², U. I. Pozharnitskiy²

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk branch of Sibiaz JSC, Russian Federation

* e-mail: aceulov@mail.ru

Abstract. A review of works on the geodesic service of the objects of the Novosibirsk branch of "Sibiac" JSC of Novosibirsk is given. Specific conditions for the implementation of geodetic works in closed premises of the fuel and energy complex are noted. Recommendations on the application of modern technologies for the implementation of work on the geodesic maintenance of the fuel and energy complex, including laser scanning technologies, aerial photographs using unmanned vehicles, satellite equipment are given.

Keywords: geodesic service, fuel and energy complex, laser scanning

Актуальность

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) относится к особо важной отрасли экономики государства. От качества и бесперебойности его работы зависит жизнеобеспечение жителей населенных пунктов, работа учреждений и промышленных предприятий. Геодезическое обслуживание объектов ТЭК направлено на своевременное выявление деформаций, которые могут привести к ава-

рийной ситуации при эксплуатации этих объектов. Поэтому внедрение современных геодезических технологий, способствующих более оперативному и качественному уровню геодезического обслуживания объектов ТЭК является актуальной задачей.

Анализ ситуации

Выполнением геодезических работ по обслуживанию объектов Новосибирского филиала АО «СибИАЦ» занимается специализированное подразделение филиала – отдел геодезии. Перечень геодезических работ, выполняемых сотрудниками отдела геодезии, носит разнообразный характер. Приведем некоторые из них: геодезическая съемка подкрановых путей; геодезическая съемка несущих колонн и балок потолочного перекрытия помещений установки паровых котлов; геодезическая съемка бака хранения щелочи; геодезические наблюдения за осадками опор мостовых переходов; геодезические наблюдения за вертикальностью колонн и стоек галерей трактов топливоподдачи; геодезическая съемка по определению остаточной емкости золошлакоотвалов; геодезическая съемка крановых путей козловых кранов; геодезическая съемка по определению объема твердого топлива на угольных складах ТЭЦ; геодезическая съемка подводных железнодорожных путей; инженерно-геодезические изыскания территорий и так далее [1- 5].

Для выполнения вышеперечисленных работ используется современная геодезическая аппаратура: электронные тахеометры SOKKIA TOPCON SET 550 RX-L, Leica TS-02, Leica Flex line; оптический нивелир NAK2 с микрометренной насадкой и нивелирная рейка с инварной шкалой Nedo G PLEN; спутниковые приемники Leica GS15 и TRIMBLE R10LT. Обработка результатов измерений выполняется с использованием программных комплексов Credo, AutoCad, Trimble Biznes Centr.

Специфика геодезических работ, выполняемых сотрудниками отдела геодезии, заключается в том, что работы выполняются как в закрытых помещениях, так и на открытой местности. Вследствие этого технология выполнения работ и применяемые инструменты различаются в зависимости от степени закрытости помещения и назначения работ. Кроме того, некоторые работы приходится выполнять в условиях неблагоприятной внешней среды, таких как плохая освещенность; вибрация от работающего оборудования; загроможденность помещений, препятствующая выбору оптимальной установки геодезических приборов и оборудования, а также выполнению наблюдений [6]. При этом, несмотря на вышеперечисленные негативные факторы, необходимо соблюсти точностные требования, устанавливаемые нормативными документами [7- 10].

В процессе геодезического обслуживания энергетических объектов и связанных с ними коммуникаций в нашей стране накоплен большой опыт, который нашел отражение в соответствующих методических рекомендациях [11-16]. В то же время в геодезии идет постоянное развитие применяемых технологий выполнения геодезических работ, появляются новые приборы и оборудование. На примере некоторых видов геодезических работ по обслуживанию топливно- энерге-

тического комплекса г. Новосибирска рассмотрим возможности применения современных технологий.

Сначала рассмотрим работы, выполняемые в закрытых помещениях. Например, к ним относятся такие работы как: геодезическая съемка несущих колонн и балок потолочных перекрытий цехов, измерение вертикальных просадок каркасов паровых котлов и так далее. Паровые котлы ТЭЦ устанавливаются в рамную конструкцию, состоящую из вертикальных металлических колонн высотой до 30 метров. Жесткость конструкции обеспечивается установкой промежуточных балок. В результате нерасчетных воздействий типа взрывов в топке или в газоходе котла, высоких температур вследствие разрушения обмуровки происходит нарушение геометрии каркаса котла. В настоящее время контроль за деформацией каркасов паровых котлов выполняется с использованием электронных нивелиров и электронных тахеометров. В результате периодических наблюдений строятся эпюры несущих элементов каркасов котлов, показывающие прогиб балок каркаса и отклонение колонн от вертикали. Выявленные деформации сравниваются с допустимыми. В случае отклонения от допуска делается анализ причин деформации конструкции каркаса котла и даются рекомендации по дальнейшей эксплуатации котла либо о фактически исчерпанном эксплуатационном ресурсе.

На наш взгляд, уместным для контроля за деформацией каркасов паровых котлов было бы применение технологии лазерного сканирования [17, 18]. Характерными особенностями технологии лазерной съемки являются: высокая плотность измерений, следствием чего является большая информативность данных; высокий уровень автоматизации как процесса лазерной съемки, так и обработки ее результатов; высокая точность измерений, которая в зависимости от применяемого вида сканеров может достигать миллиметровой точности; высокая скорость измерений; возможность создания детальной 3D - модели объекта. Эта технология успешно применяется как на открытой местности, так и в полузакрытом пространстве, а также в закрытом пространстве, например, в тоннелях [19].

Применяемые в настоящее время методы контроля за деформацией объектов топливно-энергетического комплекса имеют точечный характер, так как наблюдаются только те места объектов, где установлены марки. Лазерное сканирование позволяет выполнить мониторинг деформации объектов в целом, что дает более полную картину исследования. Следует заметить, что объект должен сканироваться с разных сторон, что в ряде случаев, из-за загроможденности территорий цехов и размещения объекта сканирования у стены помещения, может создать определенные трудности.

Тем не менее, геодезический мониторинг инженерных сооружений с использованием лазерного сканирования позволяет своевременно выявить критические величины деформаций, установить причины их возникновения, составить прогноз развития деформаций с целью выработки мер по устранению неблагоприятных процессов [20, 21]. Применение технологии лазерного сканирования позволило бы вывести геодезическое обслуживание топливно-энергетического комплекса на более качественный уровень.

Технология лазерного сканирования, опробованная при определении выработки угольных разрезов и объемов сыпучих и жидких материалов, может быть успешно применена при таком виде работ, как определение остаточной емкости золошлакоотвалов [22, 23]. Вызывает интерес и применение технологий лазерного сканирования для мониторинга высоких объектов, например, труб теплоэлектроцентралей, предназначенных для вывода в атмосферу продуктов горения. Эти объекты подвержены воздействию как химически активными компонентами продуктов горения изнутри, так и атмосферными явлениями снаружи, что с течением времени приводит к их деформации.

При применении технологии лазерного сканирования, конечно, следует учитывать экономическую целесообразность ее использования. В связи с этим следует отметить высокую стоимость лазерных сканеров – от нескольких миллионов рублей и выше. Решение вопроса, что целесообразнее – брать лазерный сканер в лизинг или иметь его в парке инструментов организации на постоянной основе, требует финансовой проработки. Необходимо также внимательно подходить к виду лазерного сканера в зависимости от точности решаемой задачи. Например, сканер RIEGL VZ1000 имеет точность 3-15 мм, что соответствует съёмке масштаба 1 : 200, а сканеры RIEGL LMS q780, q680i, q560 дают точность порядка 8-10 см [24].

Ещё одним применением лазерного сканирования в комбинации с аэрофотосъёмкой и использованием GPS – технологий могут стать геодезические съёмки, как конечный результат инженерно – геодезических изысканий территорий [25]. Учитывая небольшие по площади территории съёмок, выполняемые отделом геодезии, аэрофотосъёмку можно выполнять с использованием камер, устанавливаемых на беспилотных аппаратах. Координирование опознаков, в качестве которых можно использовать в отдельных случаях крышки люков подземных коммуникаций, можно выполнять спутниковыми приемниками.

Заключение

Сделанный в работе анализ геодезических работ и особенностей технологии лазерного сканирования позволяет рекомендовать данную технологию, в первую очередь, для следующих видов работ, выполняемых при геодезическом обслуживании объектов Новосибирского филиала АО «Сиб ИАЦ»:

1. Геодезическая съёмка несущих колонн и балок потолочных перекрытий помещений установки паровых котлов.
2. Геодезическая съёмка бака хранения щелочи.
3. Геодезическая съёмка по определению остаточной ёмкости золошлакоотвала.
4. Геодезическая съёмка по определению объёма твердого топлива на угольных складах ТЭЦ.
5. Геодезические наблюдения за вертикальностью колонн и стоек галерей трактов топливоподачи.
6. Инженерно-геодезические изыскания территорий в комбинации с аэрофотосъёмкой и использованием ГНСС – технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический отчет. Определение осадок и деформации дамбы золоотвала № 1 обособленного подразделения АО «СИБЭКО» Новосибирская ТЭЦ-5 : технический отчет / Сибирский Инженерно-Аналитический Центр. – Новосибирск: СибИАЦ, 2021. – 12 с. – Инв. №5 ОГ/21-217. – Текст: непосредственный.
2. Технический отчет. Геодезическая съемка опор разводящих золошлако-проводов №1, №2, №3, №4 Обособленного подразделения АО «СИБЭКО» Новосибирская ТЭЦ-2: технический отчет / Сибирский Инженерно-Аналитический Центр. – Новосибирск: СибИАЦ, 2021. – 18 с. – Инв. № 2 ОГ/21-245. – Текст: непосредственный.
3. Технический отчет. Результаты геодезической съемки рельсового пути мостового крана береговой насосной станции Обособленного подразделения АО «СИБЭКО» Новосибирская ТЭЦ -: технический отчет / Сибирский Инженерно-Аналитический Центр. – Новосибирск: СибИАЦ, 2021. – 18 с. – Инв. № 2 ОГ/21-144. – Текст: непосредственный.
4. Технический отчет. Геодезическая съёмка фундамента кранового пути угольных перегружателей № 1 и № 2 топливно-транспортного цеха Обособленного подразделения АО «СИБЭКО» Новосибирская ТЭЦ-2: технический отчет / Сибирский Инженерно-Аналитический Центр. – Новосибирск: СибИАЦ, 2021. – 18 с. – Инв. № 2 ОГ/21-228. – Текст: непосредственный.
5. Технический отчет. Результаты геодезической съёмки по определению объёма твёрдого топлива на угольном складе топливно-транспортного цеха Обособленного подразделения АО «СИБЭКО» Новосибирская ТЭЦ-5 по состоянию на 28.09.2021 г.: технический отчет / Сибирский Инженерно-Аналитический Центр. – Новосибирск: СибИАЦ, 2021. – 14 с. – Инв. № 5 ОГ/21-220. – Текст: непосредственный.
6. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.
7. ГОСТ 32019-2012. Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга* = Technical condition monitoring of the unique buildings and constructions Rules of design and installation of permanent systems (stations) of monitoring : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (МНТКС) (протокол от 18 декабря 2012 г. N 41): введён впервые: дата введения 2014-01-01 / разработан Государственным унитарным предприятием города Москвы Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования (ГУП МНИ-ИТЭП), Россия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 35 с.
8. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства: издание официальное : одобрен департаментом развития научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя Рос-сии от 14 октября 1997 г. № 9-4/116: введён впервые: дата введения 1998-01-01 / разработан производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС). – Москва, 1997. – 70 с. – Текст: непосредственный.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». Приказ № 461 от 26.11.2020 г.
10. ФНИП (Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения).
11. Брунь Д. Технологии геодезического контроля крановых путей в сложных условиях / Д. Брунь. – Текст: электронный // Технадзор. – 2015. – № 12 (109). – С. 34–42. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27649417> (дата обращения 17.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

12. Методические указания по организации и проведению наблюдений за осадкой фундаментов и деформациями зданий и сооружений строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанциях. СО 153- 34.21.322-2003.
13. Методические указания по рихтовке подкрановых путей в главных корпусах тепловых электростанций. РД 34.21.621-95, СПО ОРГРЭС,1997.
14. Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации надземных крановых путей. РД 50:48:0075.03.05. Москва 2005 г.
15. Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации наземных крановых путей. РД 50:48:0075.01.05 Москва 2005 г.
16. Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов. СО 34.27.509-2005. М.: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», Санкт-Петербург 2006 г.
17. Горохова Е. И. Геомониторинг инженерных сооружений и прогнозирование их деформаций по данным лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ. – 2016. Вып. 2 (34). – С. 65-72.
18. Применение лазерных сканеров в строительстве и проектировании сооружений. – URL: <https://www.geoyservis.ru/publishing/primenenie-lazernykh-skanerov-v-stroitelstve-i-proektirovani-sooruzheniy>. – Режим доступа: свободный.
19. Середович А. В., Иванов А. В., Широкова Т. А., Антипов А. В., Комиссаров А. В. Особенности наземного лазерного сканирования для мониторинга железнодорожных тоннелей // Вестник СГГА. -2010. Вып. 1 (12). – С. 28-34.
20. Алтынцев М. А., Карпик П. А. Методика создания цифровых трехмерных моделей объектов инфраструктуры нефтегазодобывающих комплексов с применением лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ. – 2020. Том 25, №2, С. 121-139.
21. Шарафутдинова А. А., Бринь М. Я. Опыт применения наземного лазерного сканирования и информационного моделирования для управления инженерными данными в течение жизненного цикла промышленного объекта // Вестник СГУГиТ. – 2021. Том 26, №1, С. 57-67.
22. Высокоточные определения объёмов сыпучих и жидких материалов. - Текст: электронный. – URL: <https://www.ngce.ru/tochnye-opredeleniya-geometrii-i-obemov.html>. – Режим доступа: свободный.
23. Определение объёмов угольных складов. – URL: <https://trimetari.co/ru/novosti/opredelenie-obemov-ugolnyh-skladov-metodom-lazernogo-skanirovaniya>. – Режим доступа: свободный.
24. Лазерное сканирование. – Текст: электронный. - URL: <https://www.sovzond.ru/services/laser-scanning>. Режим доступа: свободный.
24. Широкова Т. А., Антипов А. В. Методика создания планов крупного масштаба по данным аэрофотосъёмки и воздушного лазерного сканирования // Вестник СГГА. – 2012. Вып. 3 (19). - С. 43-51.

© В. А. Ащеулов, Ю. А. Балашова, Ю. И. Пожарницкий, 2022