

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Елифановой Екатерины Александровны «Инженерно-геологическое изучение деформаций сооружений на основе комплексирования методов наземного лазерного сканирования и конечных элементов», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

Актуальность темы выполненной работы. Для обеспечения безопасной эксплуатации инженерных объектов проводят мониторинг системы «геологическая среда-сооружение». В настоящее время разработано достаточно большое количество методов мониторинга, однако, в основу многих (методов мониторинга) положены способы определения деформаций сооружений, хотя и в трехмерном (x,y,z) , но в «точечном» виде. Данный подход не позволяет достаточно надежно оценить состояние объекта исследований. Особенно актуален этот вопрос для ответственных сооружений, находящихся на техногенно-нагруженных территориях, например, нефтеперерабатывающих заводах. Вот почему разработка методов объемной оценки деформаций сооружений является достаточно актуальной задачей.

Следует отметить, что грунтовый массив в процессе эксплуатации сооружений изменяет свои физико-механические свойства. Поэтому вид и несущая способность фундаментов, рассчитанных по данным свойств грунтов, полученным в природных условиях, отличаются от несущей способности фундаментов, находящихся в грунтах, подверженных техногенной нагрузке, что оказывает негативное влияние на устойчивость сооружений. Поэтому предложенный автором диссертационной работы комплексный подход оценки состояния грунтового массива и объемной деформации сооружений является важным и актуальным.

В главе 1 проводится обзор литературы, на основании которого, автор приходит к выводу, что отсутствие полной, точной и структурно-связанной нормативной базы в области геотехнического мониторинга инженерных сооружений требует наиболее полного рассмотрения вопроса о разработки методики определения пространственных деформаций, а также выявить причины их появления и развития.

В главе 2 автор дает подробное описание имеющихся методов и средств проведения геотехнического мониторинга используемых в нормативной документации, а также описывает методику оценки поверхностей при помощи наземного лазерного сканирования. Кроме того, останавливается на применении метода конечных элементов в решении задач геотехнического мониторинга, также подробно разбирается в процессе построения цифровой модели рельефа с целью наблюдения за оседанием грунтового массива.

Елифанова Е.А. подчеркивает, что важным моментом при мониторинге объектов, имеющих опасные деформации, является комплексирование методов численного анализа изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива, а также фиксирование деформаций при помощи наземного лазерного сканирования.

В главе 3 автор работы описывает инженерно-геологические условия, как сложную многофакторную систему, изменяющуюся во времени и в пространстве. Поэтому в процессе наблюдения за деформациями различных инженерных сооружений необходимо изучение закономерностей формирования и пространственной изменчивости всех компонентов инженерно-геологических условий. На примерах сооружений, претерпевших деформации выше нормативных, таких как железнодорожный мост, историческое здание и прожекторная мачта, расположенных в разных ландшафтно-климатических зонах, подробно изучает их инженерно-геологические условия.

В главе 4 соискатель доказал, что методом наземного лазерного сканирования, возможно выполнение многочисленных задач инженерного плана, включая установление деформаций инженерного сооружения в пространстве. И на примере совершенно разных по назначению инженерных сооружений были разработаны и опробованы методики обработки данных наземного лазерного сканирования с целью достоверного определения деформаций, которые не доступны для традиционных методов наблюдения.

В главе 5 при помощи программного комплекса Plaxis было проведено моделирование оценки изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива исследуемых объектов, что позволило выявить причины деформаций изученных объектов и обосновать мероприятия по обеспечению их безопасности. Кроме того, дало возможность оценить вклад грунтовых условий в деформации сооружений.

В главе 6 приведены данные по апробации геотехнического мониторинга. Полученные результаты позволили разработать «Технологический регламент комплексирования работ по оценке деформаций сооружений».

Основные результаты работы отражены в трех защищаемых научных положениях. Они базируются на обширном фактическом материале и подтверждаются достаточной точностью определения деформаций сооружений и инженерно-геологических свойств массива пород.

Первое защищаемое положение. Наземное лазерное сканирование (НЛС) фиксирует перемещения инженерных сооружений в 3Д пространстве, что недоступно для традиционных методов наблюдения. Совместный анализ пространственного изменения конструкций и инженерно-геологических условий позволяет обосновать причины возникающих деформаций.

Автором предложена методика наземного лазерного сканирования сооружений и обработки облака точек, полученного экспериментальным путем, которая апробирована на трех объектах. Результаты объемного моделирования Козинского виадука показали, что положение одной из опор значительно отличается от проектного положения. Совместное рассмотрение пространственного изменения конструкций и инженерно-геологических условий выявили причины возникающих деформаций, а именно, что они связаны с ухудшением физико-механических свойств грунтового массива, являющегося основанием бетонных опор. Исследование здания Томского областного театра юного зрителя показало, что полученная предложенным методом трехмерная модель позволила определить направление максимальных деформаций здания. Деформации вызваны суффозионными процессами, ползучестью, изменением физико-механических свойств грунтов, положением уровня подземных вод.

Достоверность данного защищаемого положения подтверждена инструментальными средствами контроля.

Второе защищаемое положение. Оценка вклада грунтовых условий (изменение физико-механических свойств грунтового массива, уровня грунтовых вод) в деформации инженерных сооружений с помощью численного моделирования напряженно-деформированного состояния природно-технической системы является главным фактором для обоснования решений по обеспечению надежности объекта в пространственном положении.

Известно, что результатом инженерно-геологических исследований является получение информации о грунтовом массиве, которая (информация) позволяет выбрать оптимальный тип фундамента. Поэтому очевидно влияние структуры, состава и свойств грунтов на деформацию сооружений. Однако, во втором защищаемом положении автор предложил оценить инженерно-геологические условия через состояние (степень деформирования) объекта исследований. Данный подход является новым и достаточно полезным для практики.

Третье защищаемое положение. Геотехнический мониторинг ответственных сооружений рекомендуется проводить с использованием комплексного подхода, основанного на сочетании двух методов: а) постоянном обновлении результатов инструментальных измерений и б) моделировании напряженно-деформированного состояния грунтового массива во взаимодействии с инженерным сооружением на базе метода конечных элементов с учетом: этапа строительства, наличия специфических грунтов, геологических процессов; изменений состояния и физико-механических свойств грунтов, уровня подземных вод.

Инженерные сооружения непрерывно подвергаются природному и техногенному воздействию. Поэтому предложенный соискателем метод, основанный на численном моделировании напряженно-деформированного состояния природно-технической системы, является новым и заслуживает внимания. При этом, следует отметить заслугу автора в том, что информация, ис-

пользуемая при моделировании, отвечает состоянию объекта исследований на любой момент его жизненного цикла.

Обоснованность и достоверность всех выводов, заключений и рекомендаций диссертационной работы подтверждена хорошей сходимостью результатов экспериментальных исследований с данными, полученными аналитическим путем; высоким качеством и большим объемом исходной геологической и технической информации; использованием современных методов обработки информации, в том числе и вероятностно-статистических.

Новизна исследований и полученных результатов.

1. Разработан новый способ оценки и мониторинга деформаций зданий и сооружений, основанный на лазерном сканировании.

2. Предложена методика оценки инженерно-геологических условий, основанная на текущем техническом состоянии сооружения.

3. Разработана методика по геотехническому мониторингу объектов, включающая наземное лазерное сканирование сооружения и оценку напряженно-деформированного (НДС) состояния грунтового массива, позволяющая получить необходимую информацию для принятия управляющих решений по обеспечению надежности объекта.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации. Предложенные соискателем методы апробированы на объектах: железнодорожного моста на участке магистрали «Абакан - Тайшет» между станциями Джебь и Щетинкино в Восточном Саяне (Курегинский район Красноярского края), здания ТЮЗ в г. Томске, прожекторной мачте на Ванкорском нефтегазовом месторождении, расположенном в Туруханском районе Красноярского края, на водоразделе р. Большая Хета и р. Лодочная и показали свою жизнеспособность, поэтому их можно рекомендовать для широкого применения в практике.

Замечания и предложения по диссертационной работе:

1. В автореферате не выделен раздел «Достоверность результатов исследований», а в диссертации он отражен. Поэтому рекомендовал бы в докладе выделить этот раздел.

2. Точность оценки деформаций сооружений определяется маркой оборудования и программным обеспечением. Эти же критерии определяют трудоемкость работ. Поэтому считал бы полезным представить в диссертации классификацию инженерных объектов, основанную на точности определения деформаций, трудоемкости и стоимости работ.

3. Влияние инженерно-геологических условий на устойчивость сооружений настолько широко и многогранно, что оценить его моделью, основанной на методе конечных элементов, достаточно сложно. Поэтому, вероятно, следовало бы рассмотреть постоянно действующую модель всего жизненного цикла объекта с использованием данных мониторинга массива пород и сооружений.

4. При изучении деформаций исследуемых объектов, расчеты их напряженно-деформируемого состояния проводились в разном объеме, для ТюЗа имеются сведения об изменениях физико-механических свойств грунтов, а для Козинского виадука нет. Отсюда, какова точность прогноза деформаций исследуемых сооружений?

5. Формулировка защищаемого положения требует уточнения. Оценка вклада грунтовых условий для обоснования решений по обеспечению надежности объекта в пространственном положении является одним из факторов, но далеко не единственным. Доказательств, что он является самым значимым, не приводятся.

Автореферат, публикации, язык и стиль диссертации. Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию диссертации, а представленный в нем список из восьми опубликованных автором работ отражает основные научные положения диссертации и процедуру получения новых результатов. Три работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. Диссертация и автореферат написаны ясным, лаконичным языком, хорошо иллюстрированы. Стиль изложения соответствует нормам и правилам оформления научных работ.

Заключение Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Елифановой Екатерины Александровны представляет собой завершенное научное исследование, в котором методами наземного лазерного сканирования и конечных элементов решена актуальная задача по прогнозу деформаций инженерных сооружений.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное постановлением Правительства № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 01.10.2018), а ее автор Елифанова Екатерина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение».

Официальный оппонент:

Середин Валерий Викторович
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, заведующий кафедрой «Инженерная геология
и охрана недр» Пермского государственного
национально исследовательского университета
e-mail: seredin@nedra.perm.ru, тел.8-912-98-88-309


Середин В.В.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет», 614990, Россия, г. Пермь,
ул.Букирева,15

Электронная почта: info@psu.ru
Телефон: 239-64-35 Факс: 237-16-11

Подпись д.г.-м.н. Середина В.В. удостоверяю
Ученый секретарь ФГБОУ ВО ПНИУ
29 мая 2019


Антропова Е.П.