

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ

Г.Г. Васильев, А.П. Сальников, М.А. Лежнев

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

За последние несколько лет наземное лазерное сканирование (НЛС) получило широкое распространение в Российской Федерации при проведении диагностики технического состояния резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти и нефтепродуктов (далее – РВС). Возможность применения НЛС для оценки технического состояния РВС нашла свое отражение в действующей нормативной документации, например [1; 2].

Такой интерес к применению НЛС объясняется тем, что в отличие от традиционных геодезических приборов (нивелиров, теодолитов, электронных тахеометров) НЛС позволяет получить не только точечную информацию о геометрии РВС (нивелировка окрайки днища, отклонения образующих от вертикали), но и построить трехмерную модель поверхности РВС, отражающую все особенности его геометрии по всей поверхности. При этом данная трехмерная модель позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние (НДС) РВС с учетом всех эксплуатационных нагрузок.

Вместе с тем на практике сложилась следующая ситуация. С одной стороны, НЛС активно применяется для диагностики технического состояния РВС. С другой стороны, на государственном уровне отсутствуют нормативные документы, устанавливающие требования и рекомендации к процедуре применения НЛС. Данная ситуация требует исправления, т.к. в рамках применения НЛС существует большое количество особенностей данной технологии, которые следует учитывать при разработке схемы размещения сканерных станций, схемы размещения специальных марок и выборе разрешения сканирования.

Основой для разработки нормативных рекомендаций для применения НЛС при диагностике технического состояния РВС могут стать результаты работы отечественных исследователей, среди которых можно отметить работы [3–8] и другие. Анализ представленных работ и практического опыта позволяет систематизировать требования к процедуре применения НЛС по трем основным этапам работ:

Этап 1. Предварительная подготовка к проведению НЛС;

Этап 2. Проведение работ по НЛС;

Этап 3. Камеральная обработка результатов НЛС.

Наиболее значимыми вопросами при реализации Этапа 1 являются разработка схемы размещения сканерных станций, разработка схемы размещения специальных марок, выбор разрешения лазерного сканирования и подготовка поверхности резервуара к проведению лазерного сканирования.

В рамках разработки схемы размещения сканерных станций следует установить требования к следующим параметрам:

- минимальному количеству сканерных станций;
- оптимальному расстоянию в свету между лазерным сканером и стенкой резервуара;
- оптимальной высоте установки лазерного сканера с учетом необходимости съемки объектов ниже уровня установки сканера;
- углу падения лазерного луча на поверхность снимаемого объекта;
- требованиям к погрешности единичного измерения.

В рамках разработки схемы размещения специальных марок следует установить требования к следующим параметрам:

- количеству общих специальных марок для смежных сканерных станций;
- взаимному расположению специальных марок, в том числе с учетом необходимости привязки к внешней системе координат;
- углу падения лазерного луча на поверхность специальных марок.

В рамках выбора разрешения лазерного сканирования следует установить требования, которые позволят выбрать оптимальное разрешение с учетом:

- рекомендаций изготовителей оборудования;
- размеров наименьшего элемента, который необходимо идентифицировать на результатах НЛС;
- расходимости лазерного луча.

При разработке требований к подготовке поверхности РВС к лазерному сканированию следует учитывать влияние цвета и шероховатости поверхности, а также влияние наличия слоя воды на поверхности на результаты НЛС.

При разработке требований к Этапу 2 следует учитывать:

- влияние времени начала работы и уровня заряда аккумулятора на погрешность измерений лазерного сканера;
- влияние вибрации на результаты НЛС;
- влияние метеорологических факторов на стабильность работы сканера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 г. №136 «Руководство по безопасности «Рекомендации по техническому диагностированию сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200133803>, свободный. – Загл. с экрана.
2. ГОСТ Р 58622-2019 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Методика оценки прочности, устойчивости и долговечности резервуара вертикального стального [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200169167>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

4. Комиссаров А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий: дисс. ... докт. техн. наук: 25.00.34 – Новосибирск, 2015. – 278 с.
5. Сальников А.П. Оценка напряженно-деформированного состояния резервуаров по результатам наземного лазерного сканирования: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.19 / Сальников Антон Павлович. – М., 2016. – 167 с.
6. Горбань Н.Н. Разработка методики мониторинга малоциклового усталости в локальных геометрических дефектах стенки резервуаров морских терминалов нефти: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.19 / Горбань Николай Николаевич. – М., 2021. – 148 с.
7. Иванов А.В. Разработка методики геодезического контроля инженерных объектов на основе данных наземного лазерного сканирования: дисс. ... канд. техн. наук– Новосибирск, 2012. – 150 с.
8. Ашраф Абдель Ванис Абдель Мавла Бешр. Разработка и совершенствование определения деф. инж. сооружений с помощью соврем. высокот. геод. способов и средств измер.: дисс. ... канд. техн. наук / Ашраф А.В. – Новосибирск, 2010. – 205 с.