

ГОСПРОМНАДЗОР МЧС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ БЕЛАРУСЬ»  
ОАО «ПОЛОЦКТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»  
ЧУП «ЗАПАД-ТРАНСНЕФТЕПРОДУКТ»  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Сборник тезисов  
IX Международной научно-технической  
конференции

(Новополоцк, 18 – 20 декабря 2018 г.)



Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2018

*Редакционная коллегия:*

В.К. Липский (председатель),  
А.Г. Кульбей, А.Н. Козик, Л.М. Спиридёнок,  
А.П. Андриевский (отв. за выпуск)

**Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта** : сб. тез. IX Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 20 декабря 2018 г. / УО «Полоц. гос. ун-т» ; под общ. ред. В.К. Липского ; редкол.: В.К. Липский (пред.) [и др.]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2018. – 108 с.

ISBN 978-985-531-623-8.

В сборник включены тезисы докладов по проблемам обеспечения безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании трубопроводов и оборудования нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ, а также по экологическим, экономическим и правовым аспектам этой проблемы.

Материалы предназначены для научных и инженерно-технических работников, занятых проектированием, сооружением и эксплуатацией трубопроводного транспорта, а также для преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и студентов.

УДК 624.9

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ КОНЕЧНОЙ ТОЧНОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ  
МОДЕЛИ РЕЗЕРВУАРА, ПОЛУЧЕННОЙ  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

А.А. Джалябов<sup>1</sup>, Ю.А. Горяинов<sup>2</sup>, А.П. Сальников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Газпром добыча Надым»

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва,  
Российская Федерация

На сегодняшний день по мере увеличения точности работы оборудования технология наземного лазерного сканирования (НЛС) вышла за пределы исключительно геодезического и маркшейдерского применения и находит все новые области использования. Одной из таких новых областей применения является использование НЛС в качестве современного инструмента диагностирования технического состояния резервуаров.

Основными целями применения НЛС при диагностике технического состояния резервуаров являются замена традиционных геодезических инструментов (например, электронного тахеометра) и построение трехмерной модели стенки резервуара для оценки ее напряженно-деформированного состояния с использованием различных программных комплексов, реализующих метод конечных элементов (например, ANSYS).

При этом основной из задач при получении трехмерной модели резервуара является обеспечение ее конечной точности и достоверности. Основными этапами, определяющими точность и достоверность трехмерной модели резервуара, являются:

1. Полевой этап (погрешности, вызванные инструментальными ошибками сканера, внешней среды и метрологических свойств объекта);
2. Этапа камеральной обработки: ориентирование сканов в единое облако точек; преобразование облака точек в конечную трехмерную модель.

В практике геодезического применения НЛС погрешность конечных результатов лазерного сканирования в общем случае (без привязки к системе координат, т.е. отсутствуют погрешности создания основного и рабочего планово-высотного обоснования) принято определять как

$$m^2 = m_{\text{ИЗМ}}^2 + m_{\text{ОР}}^2, \quad (1)$$

где  $m_{\text{ИЗМ}}$  – СКО координат точек модели, вызванные влиянием инструментальных ошибок сканера, внешней среды и метрологических свойств объектов сканирования;

$m_{\text{ОР}}$  – СКО координат точек модели, вызванные погрешностями внешнего (внутреннего) ориентирования сканов.

СКО  $m_{\text{ИЗМ}}$  при использовании и соблюдении требований методик проведения лазерного сканирования резервуаров (например, [1–4]), по сути, сводится к инструментальным ошибкам сканера, которые регламентируются производителем оборудования. СКО  $m_{\text{ОР}}$  задается в результате работы специализированных программных комплексов для обработки данных лазерного сканирования. Таким образом, видится, что СКО трехмерной модели от реальной геометрии резервуара может быть определено.

Вместе с тем, выражение (1) не учитывает еще одной составляющей погрешности  $m_{\text{ОБР}}$  – СКО координат точек модели, вызванные преобразованием (в том числе, обработкой данных в процессе преобразования) облако точек в конечную трехмерную модель. Данная составляющая СКО имеет важное значение при обработке данных лазерного сканирования резервуаров, поскольку модель подвергается значительным изменениям с целью исключения численных концентраторов напряжений в местах скачкообразного изменения кривизны поверхности, и на сегодняшний день никак не учитывается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ опыта применения трехмерного лазерного сканирования на объектах ОАО «АК «Транснефть» / Г.Г. Васильев [и др.] // Наука и технология трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – № 2(18). – С. 48–55.
2. О проведении работ по трехмерному лазерному сканированию РВСП 2000 / Г.Г. Васильев [и др.] // Наука и технология трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – №1(17). – С. 48–55.
3. Напряженно-деформированное состояние резервуаров, находящихся в эксплуатации / Г.Г. Васильев [и др.] // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2015. – № 6(52). – С. 41–44.
4. Сальников, А.П. Оценка напряженно-деформированного состояния резервуаров по результатам наземного лазерного сканирования : дисс. ... канд. техн. наук : 25.00.19 / А.П. Сальников. – М., 2016. – 167 с.