

МОНИТОРИНГ РЕЗЕРВУАРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**Куанышкызы Айгерим**

kuanysshaikerim@gmail.com

Магистрант 1-го курса ОП 7М07311-«Геодезия», кафедры «Геодезия и картография»

ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан

Научный руководитель – к.т.н., профессор Аукажиева Ж.М.

Аннотация: В данной статье собрана и отражена информация о мониторинге резервуаров с применением технологии наземного лазерного сканирования.

Ключевые слова: Цифровой двойник, BIM-модель, цифровизация, наземное лазерное сканирование, деформирование промышленных сооружений.

Процессы планирования, проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений и объектов во всем мире постепенно переходят на путь цифровой трансформации. Цифровизация промышленного производства привела к созданию цифровых двойников предприятий. Цифровой двойник (английское словосочетание digital twin) — это виртуальный аналог реального объекта, компьютерная модель, которая в своих ключевых характеристиках дублирует его и способна воспроизводить его состояния при разных условиях. При создании цифрового двойника ключевой технологией является технология информационного моделирования (BIM-технология), позволяющая наглядно визуализировать системы и все элементы эксплуатируемого сооружения в формате 3D (BIM-модель), проводить анализ эксплуатационных характеристик объекта на всем протяжении его жизненного цикла. В настоящее время 3D модели промышленных объектов создают с применением технологии наземного лазерного сканирования, при этом, возрастает роль мониторинга эксплуатируемых промышленных объектов с применением технологии наземного лазерного сканирования. Геодезические наблюдения за процессом деформирования промышленных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования в процессе эксплуатации в настоящее время является недостаточно проработанными и не нашли отражения в научно-технической и нормативно-технической документации. Геодезические наблюдения за процессом деформирования промышленных сооружений с применением технологии наземного лазерного сканирования, позволят получить объективную информацию о причинах перемещений и деформаций, получить оценку и прогноз состояние объекта, проконтролировать изменения положения объекта в период его эксплуатации, предоставит возможность оптимизировать и сократить расходы технического обслуживания и ремонта предприятия, а также снизит риски возникновения аварийных ситуаций на опасных промышленных объектах.

Мониторинг эксплуатируемых объектов позволит своевременно обнаруживать деформации промышленного оборудования и определять причины их возникновения, что позволит оптимально решать задачи технического обслуживания и ремонта.

В последнее время технология наземного лазерного сканирования все активнее применяется в различных областях проектирования и сооружения гражданских и промышленных объектов. Наземное лазерное сканирование является самым оперативным и высокопроизводительным средством получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте: памятнике архитектуры, промышленном сооружении и промышленной площадке, смонтированном технологическом оборудовании. Суть технологии сканирования заключается в определении пространственных координат точек объекта. Процесс реализуется посредством измерения расстояния до всех определяемых точек с помощью фазового или импульсного безотражательного дальномера. Измерения производятся с очень высокой скоростью – тысячи, сотни тысяч, а порой и миллионы

измерений в секунду. На территории СНГ на данный момент эксплуатируется более 40000 крупных резервуаров, содержащиеся различные вещества, повышенного класса опасности. Для безопасности эксплуатации необходимо регулярно проводить мониторинг и обслуживание. Методом классической геодезии невозможно получить требуемый результат в короткие сроки, но лазерное 3D сканирование дает возможность получить максимальное количество данных, а затем создать детальную 3D-модель объекта. Методы наземного лазерного сканирования позволяет определение отклонений вертикальных образующих и поясов резервуара.

Преимущества метода наземного лазерного сканирования:

- Получение точной и наиболее полной информации;
- Выгодная экономия материальных и временных затрат;
- Высокая степень автоматизации;
- Трехмерная визуализация в режиме реального времени;
- Высокая производительность.

В состав работ по наземному лазерному сканированию входит ознакомление с геодезическими работами, рекогносцировка территории, осмотр исходных пунктов вне территории, а также существующих пунктов, изготовление и закладка пунктов, спутниковые наблюдения, закрепление марок на местности, координирование марок электронным тахеометром от геодезических ближайших пунктов в местной заводской системе координат, сканирование объекта по маркам с максимальной детализацией, а также нивелирование IV класса. Спутниковые наблюдения должны быть уравнены, распределены невязки сети на все пункты сети. Полученное в результате лазерного сканирования облако точек с высокой детальностью описывает геометрию технологического оборудования, строительных конструкций и коммуникаций, находящихся в зоне работ содержит в себе подробнейшую информацию о геометрии объекта: толщины всех перекрытий, стен, размеры проемов, отметки высот, прогибы сводов.

Процесс создания 3D модели выполняется на стадии камеральных работ и делится на следующие этапы:

1. Получения сырых данных (облако точек).
2. Сшивка скана (соединение станций лазерного сканирования между собой по маркам и одинаковым точкам).
3. Далее определяются классификация резервуара.
4. Вносятся базовые уровни стенки резервуара.
5. Далее измеряются отклонения.

Определяется смещение стенок, относительно номинального положения. Если значение не в допуске, то программа сообщает об этом и дальнейшая оценка количественных и качественных характеристик деформаций (вмятин или выпуклостей) производится по напряженно-деформированной модели. Все измерения проводятся в автоматическом режиме. При этом присутствует возможность проведения ручного контроля измерений. На последнем этапе формируется стандартизированный отчет.

Резервуары для хранения являются частью нашей повседневной жизни, хотя мы не сталкиваемся с ними напрямую. Их использование связано с каждой заправкой автотранспорта. Прямая связь с окружающей средой является причиной того, что акцент делается на проверке резервуара, так как любая небольшая утечка или проникновение опасного вещества в почву может вызвать огромную экологическую катастрофу с последствиями для многих организмов. По этой причине акцент делается на проведении проверок при изготовлении и эксплуатации резервуаров. Мониторинг резервуаров позволит своевременно обнаруживать деформации и определять причины их возникновения, что позволит оптимально решать задачи технического обслуживания и ремонта. Исследование лазерной сканирующей системы и получаемых ею результатов измерений позволит говорить о пригодности ее применении для решения инженерных

геодезических задач и дальнейшего формирования методик выполнения полевых и камеральных работ. Наиболее перспективным направлением применения лазерного сканирования представляется техническая диагностика, основывающаяся на результатах определения ряда параметров, характеризующих качество сооружений и оборудования, которые кратко можно назвать эксплуатационными отклонениями геометрических параметров. Контроль многих геометрических параметров осуществляется с привлечением геодезических методов и средств измерений. Это дает основание называть процесс измерения кратким выражением - геодезический контроль инженерных объектов. Таким образом, внедрение в производство и более широкое использование технологии лазерного сканирования при решении задачи геодезического контроля, а также разработка и исследование методик применения данной технологии являются актуальными. На сегодняшний день использование наземных лазерных сканеров (НДС) для решения инженерных геодезических задач сдерживается отсутствием нормативно-технической документации, регламентирующих и описывающих методики проведения полевых и камеральных работ. Отрицательное влияние также оказывает некачественная техническая документация, поставляемая производителем в комплекте с лазерным сканером, несущая, как правило, нечеткую информацию о погрешности измерений, производимых данным прибором. Одними из наиболее опасных объектов на промышленных объектах были и остаются различные виды резервуаров: резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов; резервуары для хранения сжиженных газов и др. Причины опасности заключаются в высокой взрывопожароопасности хранимых продуктов, больших размерах конструкций и связанной с этим большой длиной сварных швов, нарушениях правил строительства и эксплуатации и др. Например, в эксплуатации Павлодарского нефтехимического завода находятся товарно-сырьевые парки, включающие в себя 68 резервуаров объемом 50, 20, 10, 5 тыс. м³, парк сниженных газов включающих в себя 28 емкостей общим объемом 8000 м³ и более 30 шаровых резервуаров емкостью от 600 до 2000 м³ для хранения сжатых и сжиженных газов под давлением.

В связи с большим износом и выработкой ресурса с каждым годом возрастает риск возникновения аварий резервуаров. Практически каждый из них представляет собой объект повышенной опасности для персонала предприятий, населения, соседних сооружений и окружающей среды. Основными причинами аварий резервуаров являются:

- нарушения правил эксплуатации резервуаров;
- неоднородная осадка основания, приводящая к образованию трещин и разрушению;
- дефекты сварных соединений;
- коррозионный износ днища и нижней части первого пояса;
- дефекты формы резервуара;
- склонность некоторых марок сталей к охрупчиванию при низких температурах;
- стихийные бедствия (грозы, землетрясения и др.).

Длительный период эксплуатации и наблюдения за состоянием вертикальных стальных резервуаров позволил выявить и обобщить причины возникновения их аварий. Наиболее распространенными причинами аварийности РВС являются: деформации стенок резервуара; оседания днища резервуаров; угловые деформации стыковочного сварного шва.

К настоящему времени резервуары, находящиеся в эксплуатации на территории стран СНГ, наработали от 5×10³ до 5×10⁴ циклов налива – слива, и большая их часть исчерпала свою работоспособность и требует обследования и ремонта. В странах СНГ на данный момент находятся в эксплуатации около 40 000 вертикальных цилиндрических резервуаров различной емкости. В то же время нормативная литература, которая регулирует эксплуатацию РВС существенно устарела и не отражает возросших требований отрасли к их безопасной эксплуатации резервуаров, поэтому тема диссертационной работы, связанная с разработкой методики геодезических наблюдений с

применением технологии лазерного сканирования, является чрезвычайно важной и актуальной.

По результатам исследования будут разработаны методические указания, которые будут включать в себя расчеты и экономическую эффективность при производстве геодезических наблюдений промышленных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования.

Список использованных источников

1. Электронный ресурс <https://reader.lanbook.com/book>
2. Электронный ресурс <https://tcstatic.ams3.digitaloceanspaces.com/web/Monitoring>
3. Проектно-изыскательские работы. Методы лазерного сканирования. Общие технические требования. Москва (документ информационного характера)
4. Олейник А.М., Привалов А.В. Обоснование применения лазерного сканера Leica Scanstation P40 для контроля сооружений башенного типа и резервуаров. Статья в сборнике трудов конференции. Тюмень 2018 г. Тюменский индустриальный университет (Тюмень).
5. Электронный ресурс <https://www.researchgate.net/publication>
6. Электронный ресурс <https://int-ms.ru/dolgosrochnij-monitoring-tselostnosti-truboprovodov/monitoring-sostoyaniya-i-obnaruzheniya-utechek-v-rezervuarah/>

ӘОЖ-52.08

ГРАВИМЕТРИЯЛЫҚ АСПАПТАР

Қаймолодаева Лана Ерланқызы

lkajmoldaeva@gmail.com

6B07311-«Геодезия және картография» ББ 4-курс студенті, «Геодезия және картография» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі – т.ғ.к., профессор м.а. Сағындық М.Ж.

Аннотация: Қазақстан Республикасының аумағында жойқын жер сілкінісі, геодинамикалық өзгеріс қаупіне Алматы, Шығыс Қазақстан, Жамбыл, Түркістан облыстары мен Алматы қаласы үнемі ұшырайды.

Кілт сөздер: Гравиметр, гравиметрия, сейсмология, сезімтал элемент, жер сілкінісі.

Сейсмология институтының мәліметі бойынша, елдің оңтүстік, шығыс және оңтүстік-шығыс өңірлері ұзақ сейсмикалық тыныштықтан кейін күшті жойқын жер сілкіністерінің пайда болуымен сейсмикалық процестердің жандану кезеңіне өтті. Ел аумағының үштен бірі сейсмикалық қауіпті болып табылады, онда 400-ден астам қалалар мен елді мекендер орналасқан, өнеркәсіптік әлеуеттің 40% шоғырланған және ел халқының жартысы тұрады. Жердің геодинамикалық өзгерістерін өлшеу, апат, жер сілкінісін алдын ала бақылау мақсатымен гравиметр аспаптары қолданылады.

Гравиметр-ауырлық күшін өлшеуге арналған құрал.

Гравиметрдің жұмысы ауырлық күші мен эталон ретінде қабылданған күш әсерінен дененің тепе-теңдік позициясын бақылайтын статикалық әдіске негізделген. Серіппелер мен жіптердің деформациясының серпімді күші анықтамалық күш ретінде қабылданады.

Ауырлық күшінің тұрақты масса денесіне әсері өтелетін және оның өзгеруі дененің қозғалысына айналатын құрылғы сезімтал элемент деп аталады.[2]

Маятниктік құрылғы 17 ғасырдан бастап бүгінгі күнге дейін ауырлық күшінің үдеуін өлшеуге мүмкіндік беретін ең қарапайым және ыңғайлы құрал болды.