

Точная градуировка резервуаров геометрическим методом с применением технологии лазерного сканирования

**3D инженерные
изыскания**



НГКИ

Плюсы и минусы точной градуировки резервуаров традиционным наливным методом

Точным, общепризнанным методом градуировки резервуаров произвольной формы является объемный динамический метод, заключающийся в подаче в резервуар жидкости через эталонный расходомер и сопоставлении уровня жидкости в резервуаре объему поданной в него жидкости. Явные достоинства этого метода — его простота и методическая ясность, а также полная независимость метода от формы резервуара и имеющейся внутри него инфраструктуры. Очевидными недостатками этого метода являются необходимость очистки и / или утилизации заполняющей жидкости в случае градуировки эксплуатируемых резервуаров, необходимость осушения резервуаров после градуировки, длительность процедуры налива и слива градуирующей жидкости. Эти недостатки не критичны для резервуаров, емкость которых позволяет доставлять и вывозить градуирующую жидкость на автоцистерне, входящей в состав градуировочного комплекса, то есть емкостью до 30 м³. При емкости 50 м³ и более эти недостатки ведут к значительному увеличению длительности и стоимости работ, что делает «наливной» метод градуировки непрактичным и неконкурентным для крупных резервуаров.



Недостатки градуировки цилиндрических стальных резервуаров геометрическим методом

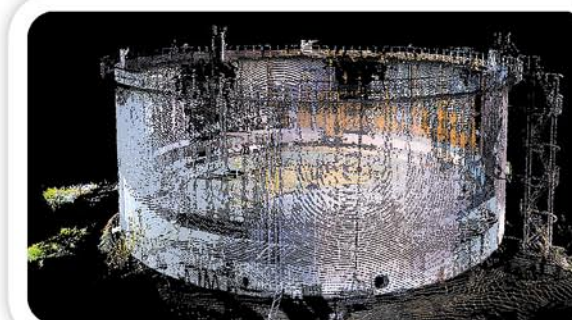
Для градуировки цилиндрических резервуаров большой емкости применяется геометрический метод ГОСТ 8.346-2000 и ГОСТ 8.570-2000. Данный метод заключается в измерении основных геометрических параметров резервуаров (диаметра, длины, радиусов торцевых завершений, толщины стенок) простейшими средствами измерений (линейками, рулетками, толщиномерами) и расчете градуировочных таблиц с использованием формул классической геометрии.

Очевидными недостатками этого метода являются: длительность и сложность процесса обмеров, ограниченный класс резервуаров (РВС, РГС), которые могут быть отградуированы таким методом, сложность учета объема внутренней инфраструктуры резервуаров, а также сложность учета деформаций стенок и днища резервуаров, возникающих в процессе их эксплуатации.

Градуировка резервуаров с применением технологии 3D лазерного сканирования

Процесс точных обмеров внутреннего пространства резервуаров по технологии 3D лазерного сканирования заключается в том, что внутрь наливного резервуара помещается трехмерный сканер, который определяет координаты точек всей его внутренней поверхности. Скорость измерений сканера регулируется от десятков тысяч до сотен тысяч измерений в секунду. Шаг измерений прибора также регулируется от 1–2 мм для резервуаров малой емкости, до 1–2 см для крупных резервуаров. Точность определения координат точек поверхности резервуара составляет от 0,2 мм до 2 мм в зависимости от точности применяемого лазерного сканера.

Для того чтобы точно учесть объемы всех элементов конструкции (ребра жесткости, опоры, лестницы, прочее) и внутреннего обустройства (трубопроводы обогрева, патрубки и клапаны налива и слива жидкостей, элементы систем пожаротушения и вентиляции), съемка внутреннего пространства резервуара должна производиться с нескольких оптимально выбранных оператором точек. После сшивания облаков точек измерений, полученных при различных положениях сканера, в единое облако, осуществляется построение модели внутреннего пространства резервуара с учетом элементов его конструкции и внутренней инфраструктуры. Далее полученная модель «нарезается» на горизонтальные слои с заданным шагом и вычисляется объем каждого слоя, а также объем резервуара до заданного уровня в целом. Результаты произведенных расчетов вносятся в итоговую градуировочную таблицу.



Достоинства применения трехмерного лазерного сканирования для целей градуировки резервуаров

Длительность обмеров даже весьма крупных резервуаров не превышает 30 минут, что очень часто бывает крайне важно и критично для наших Заказчиков в условиях действующего производства. Для технологии 3D лазерного сканирования совершенно безразлично, какой формы наливной резервуар. Сканер снимает внутреннюю поверхность резервуара со всеми её неровностями, элементами конструкции и инфраструктуры в резервуаре. Моделирование учитывает и включает все неровности и элементы конструкции / инфраструктуры резервуара.

Градуировка резервуаров с применением технологии 3D лазерного сканирования абсолютно не критична к размерам градуируемых резервуаров. Имеющиеся в нашем распоряжении 3D сканеры позволяют получить высокую точность построения внутренней поверхности резервуара 0,2–1,0 мм на расстояниях до 15–20 м. При таких точностях измерения координат точек внутренней поверхности резервуаров, метод лазерного сканирования обладает существенно большей точностью, нежели метод измерения объема заливаемой жидкости. Преимущество метода 3D сканирования особенно сказывается при градуировке больших резервуаров.

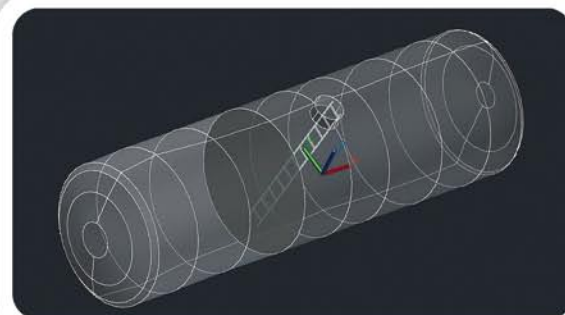
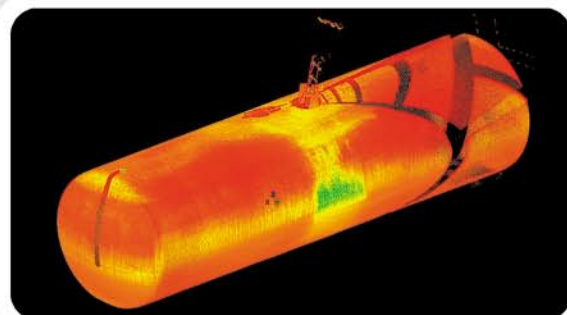


Ограничения применения трехмерного лазерного сканирования для градуировки резервуаров

Максимальная точность съемки и последующего 3D моделирования внутренней поверхности резервуара достигается при нескольких установках сканера в резервуаре (то есть, при съемке с нескольких точек). Условия выбора оптимального положения сканера для съемки требуют, чтобы в резервуаре в течение 15–30 минут находился наш специалист с лазерным 3D сканером (специальный измерительный оптико-электро-механический прибор). Поэтому желательна дегазация резервуара на момент съемки, обеспечивающая безопасное нахождение человека и прибора в резервуаре.

В случае невозможности дегазации резервуара на момент съемки, сканирование производится через люки /лазы в стенках и днищах резервуара. Лазерное сканирование через ограниченное количество люков /лазов несколько снижает точность моделирования и градуировки резервуаров, однако такое снижение точности не является критичным для большинства Заказчиков.

Для достижения наилучшего качества отражения лазерного луча от стенок резервуара, то есть для получения максимально точных результатов измерений желательна зачистка стенок резервуара. Из-за наличия у трехмерных лазерных сканеров зоны нечувствительности, то есть определенного минимального расстояния, ближе которого сканер не может производить измерения, метод неприменим для малых резервуаров. Также технология 3D лазерного сканирования неприменима для резервуаров со «скрытыми» объемами, то есть с объемами, не доступными для обмеров оптическими средствами.



Сроки исполнения работ и результаты, которые получает Заказчик

Время, затрачиваемое нашими специалистами на производство обмеров одного наливного резервуара, составляет всего лишь 15–30 минут. Время, затрачиваемое на обработку данных и построение градуировочных таблиц одного резервуара, составляет от одного до трех дней, в зависимости от объема и формы резервуара, а также от его внутренней инфраструктуры.

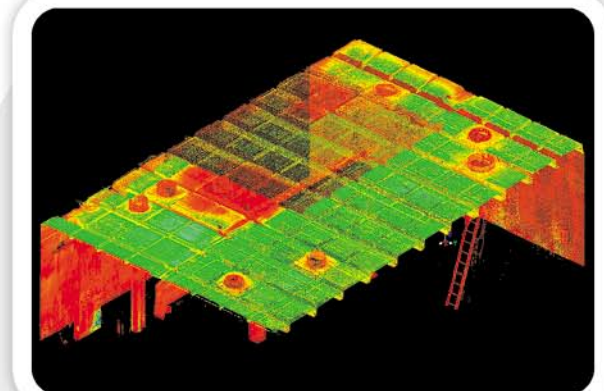
По результатам выполненных работ Заказчику выдается градуировочная таблица резервуара в 2-х экземплярах на картоне плотностью 200 г/м²), а также в цифровом виде на компакт-диске в одном экземпляре в форматах .doc или .xls, в зависимости от требований Заказчика.

В случае производственной необходимости, Заказчику выдается также трехмерная модель фактической формы резервуара в формате .dwg.

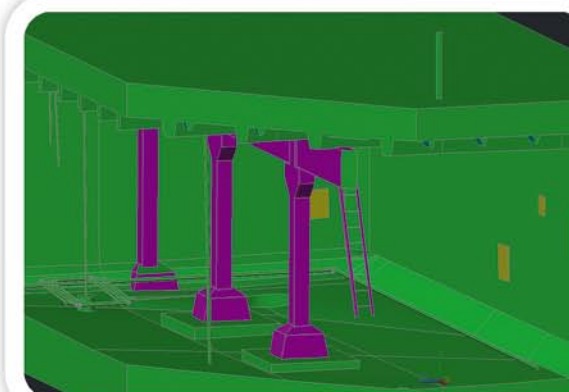
3D лазерное сканирование резервуара



Точечная трехмерная модель резервуара



Трехмерная модель резервуара в векторном формате .dwg



Градуировочная таблица резервуара

Замер электронной рулеткой	Замер футштоком	Объем	Замер электронной рулеткой	Замер футштоком	Объем	Замер электронной рулеткой	Замер футштоком	Объем
см	см	м ³	см	см	м ³	см	см	м ³
738	0	7.79	693	45	86.19	648	90	177.68
737	1	8.82	692	46	88.14	647	91	179.71
736	2	9.96	691	47	90.10	646	92	181.77
735	3	11.20	690	48	92.06	645	93	183.83
734	4	12.62	689	49	94.03	644	94	185.89
733	5	13.93	688	50	96.01	643	95	187.96
732	6	15.40	687	51	97.99	642	96	190.01
731	7	16.92	686	52	99.98	641	97	192.07
730	8	18.49	685	53	101.98	640	98	194.13
729	9	20.10	684	54	103.98	639	99	196.19
728	10	21.74	683	55	105.98	638	100	198.25
727	11	23.39	682	56	107.99	637	101	200.30
726	12	25.08	681	57	110.01	636	102	202.36
725	13	26.81	680	58	112.03	635	103	204.42
724	14	28.58	679	59	114.06	634	104	206.48
723	15	30.37	678	60	116.08	633	105	208.54
722	16	32.16	677	61	118.11	632	106	210.60
721	17	33.96	676	62	120.14	631	107	212.66
720	18	35.77	675	63	122.18	630	108	214.72

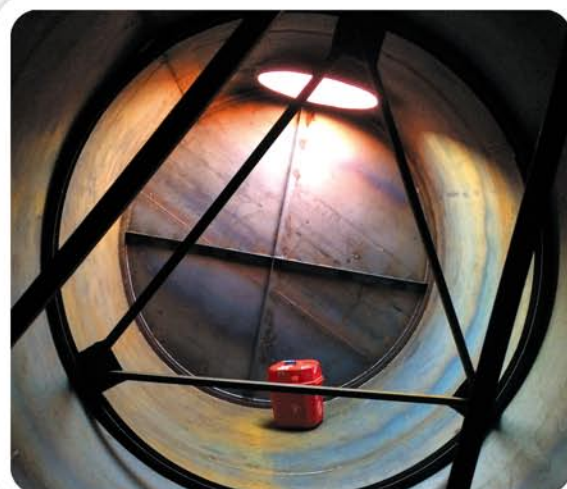
Богатый опыт точного измерения объемов и градуировки наливных резервуаров с использованием технологии трехмерного лазерного сканирования наработан инженерной компанией «НГКИ» с 2004 года и позволяет определять объемы резервуаров емкостью от сотен до десятков тысяч кубических метров с точностью до 0,1% от измеряемого объема.



Информация, необходимая для формирования технического задания и определения стоимости работ

Для формирования технического задания по градуировке наливных резервуаров от Заказчика требуется предоставление следующей информации:

- емкость каждого резервуара по проекту;
- фотографии или чертежи (только для нестандартных резервуаров);
- шаг градуировочной таблицы;
- тип и местоположение датчика уровня взлива;
- местоположение «0» датчика уровня взлива;
- формат электронной версии градуировочных таблиц;
- возможное наличие в резервуарах недоступных для измерения объемов;
- техническая возможность входа персонала в резервуары;
- безопасность проведения работ в резервуарах;
- возможность размещения 3D сканера в резервуарах без захода в них персонала;
- наличие в резервуарах паропроводов, ребер жесткости, систем вентиляции, лестниц и / или иной внутренней инфраструктуры.



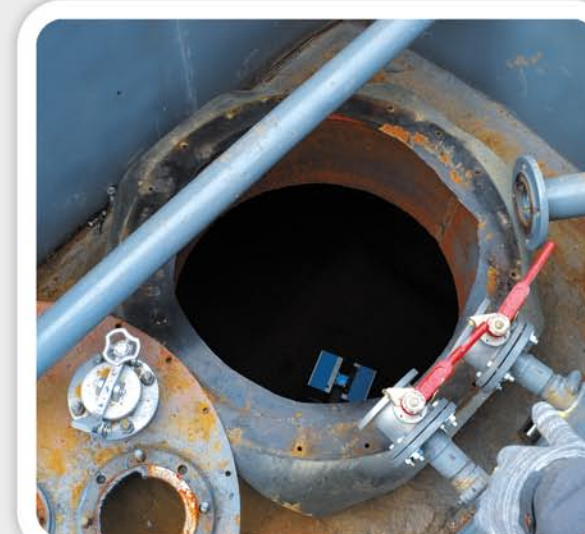
Стоимость работ по градуировке резервуаров с применением технологии лазерного сканирования

Минимальная стоимость работ по градуировке резервуара с использованием современной технологии трехмерного лазерного сканирования составляет 22 тысячи рублей. Стоимость обмерных работ и стоимость построения градуировочных таблиц зависит от объема градуируемых резервуаров, но эта зависимость не является пропорциональной.

На длительность и стоимость работ существенно влияют такие факторы как:

- нестандартная форма резервуара;
- наличие в резервуаре трубопроводов подогрева, ребер жесткости, элементов систем пожаротушения и вентиляции, лестниц и / или иной инфраструктуры, занимающей объем, который требуется учитывать при построении таблиц;
- наличие деформаций внутренних стенок и днища резервуаров, влияющих на их фактическую емкость;
- отсутствие возможности доступа специалистов со сканером внутрь резервуара.

Договорная цена включает в себя цену за градуировку резервуара, умноженную на количество обмеряемых резервуаров плюс транспортные / командировочные расходы двух специалистов со сканером.



Выезд специалистов на объект производится в день, следующий за датой подписания договора. При первом заключении договора на градуировку резервуара необходим аванс. При повторном заключении договора на выполнение работ, аванс желателен, но уже не обязателен.

Многие наши клиенты в условиях работающего производства могут освобождать резервуары на весьма ограниченное время, и информацию о возможности освобождения резервуаров они получают за 2–3 дня до момента освобождения емкости. С такими клиентами-владельцами парков резервуаров, заключаются договора регулярного предоставления услуг по градуировке. Договор подписывается 1 раз, далее бригада выезжает на обмеры по заявкам, получаемым за 2–3 дня до проведения обмерных работ. Проводятся измерения, готовятся и передаются таблицы, подписываются акты и выставляются счета за каждый выезд.

При осуществлении обмеров нескольких емкостей за один выезд бригады Заказчику предоставляется скидка в зависимости от количества емкостей в заявке.

Инженерная компания «НГКИ»

Компания «НГКИ» с 2003 года занимается градуировкой судовых, наземных и подземных резервуаров с использованием как традиционных методов, так и инновационной технологии лазерного сканирования. Компания обладает Аттестатом государственной аккредитации на поверку и градуировку резервуаров РОСС RU.0001.310507. Мы производим точную градуировку цилиндрических горизонтальных и вертикальных резервуаров, сферических резервуаров и резервуаров произвольной формы, резервуаров наземного и подземного размещения. По данным наших актуальных градуировочных таблиц владельцы резервуарных парков неоднократно обнаруживали неучтенные, «исчезнувшие» объемы хранения и принимали необходимые организационные решения.



НГКИ

Контактная информация:

129626, Российская Федерация, г. Москва,
улица Павла Корчагина, д. 2

телефон: +7 (495) 602-01-00
электронная почта: 3d@ngce.ru

Офис инженерной компании «НГКИ»
работает с понедельника по пятницу
с 9:30 до 18:30 (по моск. времени) без перерыва.

Точная градуировка
резервуаров методом
наземного лазерного
3D сканирования



- 3D лазерное сканирование резервуаров;
- получение точечных моделей резервуаров;
- создание актуальных 3D моделей резервуаров с заданным шагом;
- построение сечений резервуаров и объема каждого уровня;
- вычисление объемов слоев и объема каждого резервуара;
- построение градуировочных таблиц любых резервуаров.