

Сравнение измерительных технологий, предназначенных для подземных резервуаров

Резюме

В статье приводится сравнение технологий в области измерения запасов нефтепродукта (уровень, объем) в резервуарах. В общем, любая измерительная система состоит из измерительных зондов (tank probe), установленных в подземных или надземных резервуарах. Эти зонды, при помощи кабелей, подсоединяются к измерительной станции, которая, на основе полученных импульсов - откликов зондов, рассчитывает состояние запасов в резервуарах. Типичное измерение состояния резервуара - это комплект следующих характеристик:

- уровень продукта
- уровень воды
- температура нефтепродукта
- объем нефтепродукта
- приведенный объем нефтепродукта (при 15°C)

Некоторые измерительные системы предлагают также дополнительную информацию о качестве нефтепродукта, т.н. плотности нефтепродукта. Информация

об измерениях, обычно, демонстрируется на мониторе, встроенном в измерительную станцию. Конфигурация производится через вмонтированные клавиатуры. Более совершенные системы предлагают как локальное, так и дистанционное управление запасами при помощи компьютера. Коммуникационный протокол обеспечивает обмен данными между измерительной системой и ПО в компьютере, а также дает пользователю возможность несложного контроля над запасами нефтепродуктов и конфигурации системы. Более прогрессивные системы предлагают также комплексные ПО для управления запасами целой нефтяной компании.

Основной темой этой статьи являются измерительные зонды. Сначала представлены конкурентные технологии в области измерительных зондов, а затем - сравнение измерительного зонда и измерительной системы производства Ultra с конкурентными изделиями ведущих производителей мирового масштаба.

Сравнение измерительных технологий

На сегодняшний день в мире преобладают два метода измерения запасов нефтепродуктов в подземных резервуарах (см.рис.1):

- A. Сегментно - эл.емкостный метод; пример: зонд PS-1.1, производство Ultra d.o.o., зонд OPTILEVEL HLS 3010 HF, производство Hectronic (Швейцария);
- B. Магнитно - стрикционный метод; пример: зонд Mag Plus Probe, производство Veeder-Root (ZDA), зонд Site Sentinel Magnetostrictive, производство OPW (ZDA);

Кроме двух вышеназванных методов, применяется также радарный метод, но, в силу низкой точности данных и высокой стоимости данного оборудования, этот зонд применяется, в основном, только в больших надземных резервуарах.

A. Сегментно - эл.емкостный метод основан на измерении эл. емкости, при помощи ряда конденсаторов, размещенных на металлической рейке.

Этот метод позволяет выявлять пласты жидкости с различной диэлектричностью (вода, осадки, нефтепродукт). При этом способе вода и осадки на дне резервуара измеряются как первый слой, а нефтепродукт - как второй. Много-сегментные свойства измерительного зонда предлагают еще: определение изменений диэлектрической константы нефтепродукта, что непосредственно отражает любые изменения качества нефтепродукта (плотность, октановое число), позволяет выявлять примеси, которые не перемешались с нефтепродуктом и составляют гомогенный слой в нефтепродукту.

Сегментно - эл.емкостный метод не зависит от изменений диэлектрических свойств и плотности нефтепродукта, являющихся нормальным явлением в резервуаре. Измерительный зонд снабжен также температурными датчиками, на основе данных которых рассчитывается температура нефтепродукта и приведенный объем запасов нефтепродукта при 15°C.

Такая система не имеет передвижных составных частей или частей, которые находились бы под воздействием механических сил; это существенно продлевает срок годности оборудования. Зонд устанавливается на дно резервуара (Ultra) или крепится к фланцу (Hectronic). Если зонд устанавливается на дно, как в примере зонда Ultra, измеряется абсолютная высота продукта.

B. Магнитострикционный метод основан на измерении отрезка времени, необходимого для прохождения звукового сигнала по проволоке. У зондов на металлической ведущей расположены два поплавка с смонтированным магнитом.

Импульс напряжения пересекает магнитное поле (магнит в поплавке) и вибрация, др.словами звук, при этом возникающий, принимает звуковой датчик (микрофон). На основе этого метода, разные поплавки определяют разные слои (расслоение) жидкости.

Поплавки необходимо выбирать в зависимости от различных типов плотности жидкостей. Плотности нефтепродукта различаются в зависимости от типа нефтепродукта и температуры. Поскольку плотность варьируется в зависимости от температуры, это может представлять проблему. Рассчитанный объем нефтепродукта зависит от многих параметров, что оказывает существенное влияние на распространение звука в металле. Параметры также зависят от температуры, расширения зонда и т.п. Кроме того, необходимо внести параметры плотности, в качестве входных данных. При этом методе проблему может составить также застревание поплавка и то, что зонд крепится на фланец и не достигает дна резервуара.

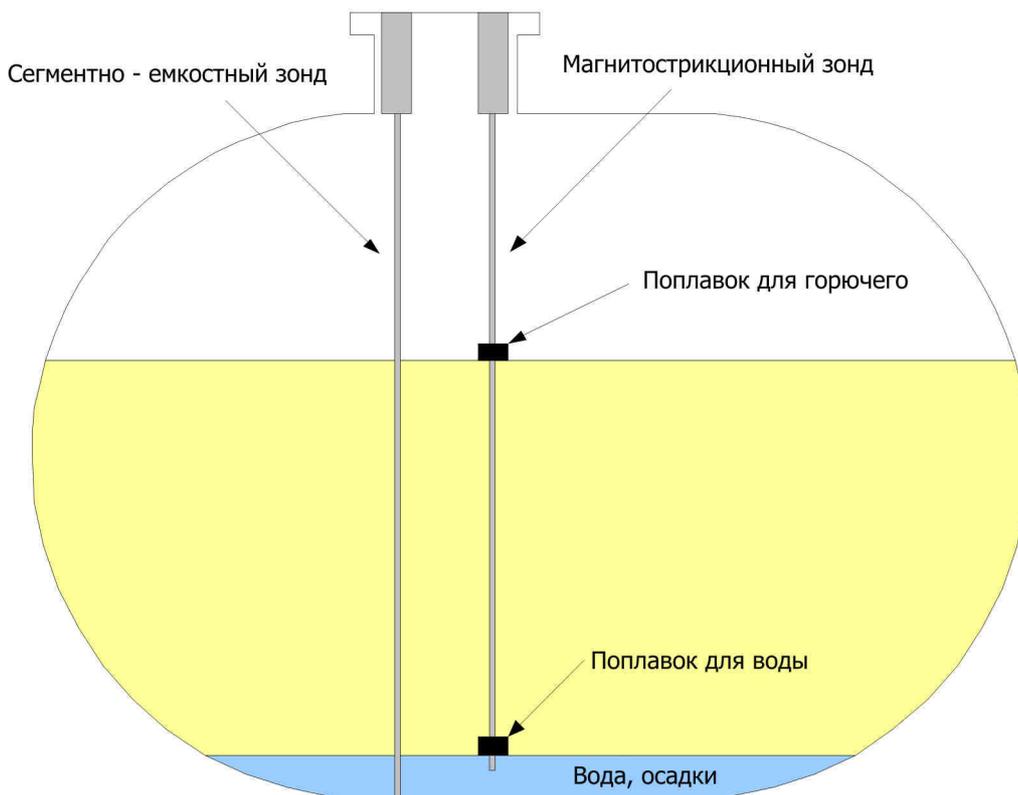


Рис.1 Разрез резервуара с сегментно - емкостным и магнитострикционным зондами

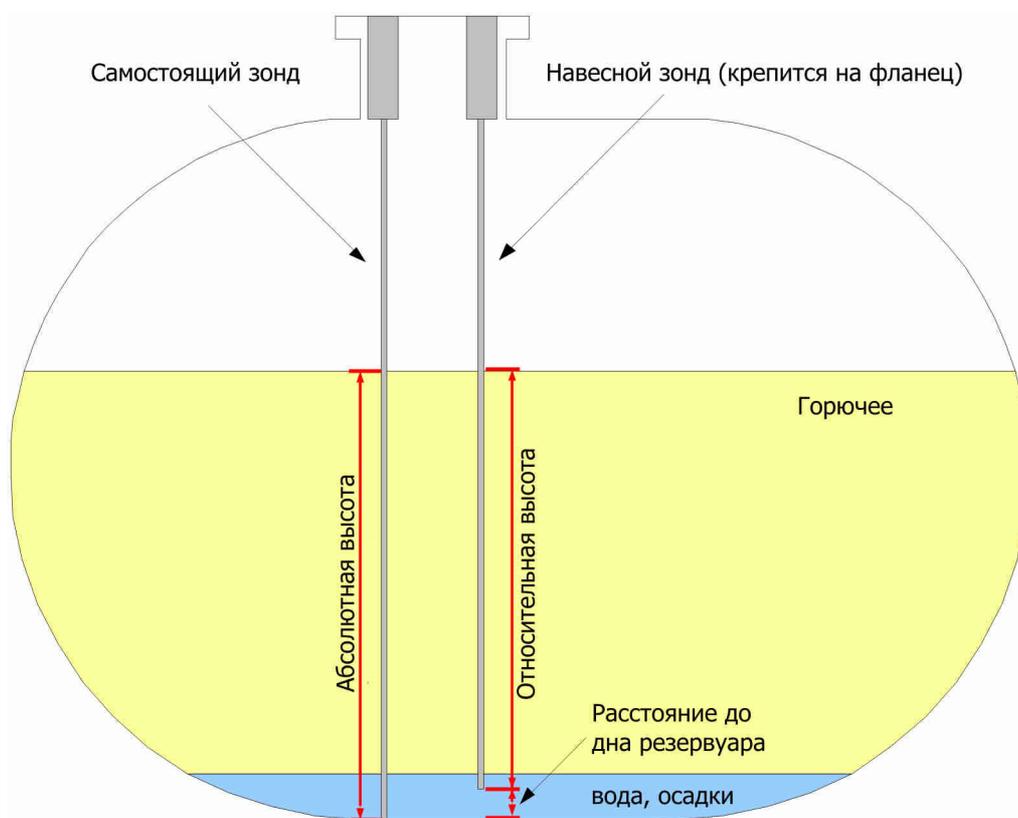


Рис.2 Разрез резервуара с самостоящим зондом и зондом, укрепленным на фланце

Сравнение сегментно-эл.емкостного и магнитострикционного метода

Сегментно - емкостный метод	Магнитострикционный метод
Нет передвижных частей, которые могли бы подвергаться воздействию механических сил.	Имеет передвижные части - поплавки
Измерение непосредственного уровня воды и нефтепродукта с определением различных типов диэлектричности по всей длине зонда.	Измерение посредственного уровня нефтепродукта путем измерения позиций поплавков. Нет гарантии, что поплавок действительно находится на действительном уровне (на продукту или воде)
Определение характеристик нефтепродукта (диэлектрическая константа, индиректное плотностям октановое число) по всей длине зонда.	Невозможно определение характеристик нефтепродукта
Определение слоев - гомогенных пластов, которые не перемешались между собой.	Зонд измеряет только уровень воды и продукта
Зонд универсален для всех типов нефтепродуктов. Не нужны дополнительные настройки оборудования для различных типов нефтепродуктов или при изменениях характеристик нефтепродуктов (плотность, диэлектрическая константа, температура,...).	Зонд не универсален для всех типов продуктов. Для каждого отдельного типа нефтепродукта необходим особый поплавок. Погружение поплавка зависит от плотности нефтепродукта, поэтому плотность также влияет на точность измерения. Плотность нефтепродукта изменяется в зависимости от изменений температуры и качества продукта.
Повторяемость измерений не зависит от изменений уровня нефтепродукта.	Повторяемость измерений зависит от трения между поплавком и ведущей. Если появляется загрязненность поплавка, способность повторяемости измерений существенно снижается
Измерительная система автоматически определяет появление загрязненности датчика (зонда), которая может повлиять на качество и точность измерений, и дает сигнал о загрязненности. Отклик отдельных конденсаторов (диагностика измерительной системы) может производиться как локально, так и дистанционно, при помощи компьютера	Измерительная система не определяет загрязненности или того, перемещается ли поплавок без помех или застрял на ведущей. Единственный способ определения ошибки, - проверить зонд на месте: в резервуаре.

Сравнение самостоящего зонда и зонда, укрепленного на фланце

См.рис. 2

Самостоящий зонд	Зонд, укрепленный на фланце
Зонд вертикально устанавливается на дно резервуара и крепится к фланцу резервуара	Зонд крепится на фланце и не достигает дна
Зонд измеряет абсолютную высоту нефтепродукта от дна резервуара. С точки зрения метрологии, - это наиболее правильное измерение.	Зонд измеряет относительное расстояние. Абсолютное измерение достигается путем ручного вноса инсталационных параметров: расстояние от дна резервуара до изм.устройства.
Измерение, которое дает зонд, не зависит от деформации резервуара, как следствия температурных изменений или наполненности резервуара (что является обычным явлением), т.к. точка установки зонда на дне не меняется	Деформация резервуара в результате температурных колебаний или эффектов, возникающих при наполнении резервуара, вызывают отклонение референтной точки и, как следствие - снижение точности измерения на несколько мм.
Зонд измеряет по всей высоте резервуара	Зона измерений зависит от расстояния между изм.устройством и дном резервуара.

Сравнение измерительных систем ведущих производителей

Данные взяты из общедоступных письменных материалов конкретного производителя. В случае, если производитель предлагает несколько моделей оборудования, нами выбрана модель с наиболее совершенными техническими свойствами.

зонд	ULTRA PS-1.1	MAG Plus	Site Sentinel	OPTILEVEL HLS 3010 HF	Струна - М
Производитель	Ultra	Veeder-Root	OPW	Hectronic	НОВИНТЕХ
Метод измерения	сегментно - эл. емкостный	магнитно - импульсный	магнитно-импульсный	сегментно - эл. емкостный	магнитно-импульсный
Установка зонда	самостоящий	зонд крепится сверху	зонд крепится сверху	зонд крепится сверху	зонд крепится сверху
Минимальный промежуток между зондом и дном резервуара	0 мм	1" (25,4 мм)	нет данных	нет данных; зона измерения: 24 мм от нижней части зонда	нет данных
Минимальный измеряемый уровень воды	1 мм от дна	17 мм + промежуток между зондом и дном резервуара	19 мм + промежуток между зондом и дном резервуара	24 мм + промежуток между зондом и дном резервуара	25 мм + промежуток между зондом и дном резервуара
Резолюция измерения уровня воды	0,001 мм	0,005" (0,127 мм)	0,01" (0,254 мм)	0,1 мм	нет данных
Погрешность измерения уровня воды	±0,5 мм	нет данных	нет данных	±1 мм	нет данных
Диапазон измерения уровня воды	по всей длине зонда	нет данных	нет данных	первые 100 мм зонда	нет данных
Резолюция измерения уровня нефтепродукта	0,001 мм	нет данных	0,0005" (0,0127 мм)	0,01 мм	0,2 мм
Погрешность измерения уровня нефтепродукта	±0,5 мм	нет данных	±0,04" (±1,016 мм)	±1 мм	±1 мм
Резолюция измерения температуры нефтепродукта	0,01 °C	нет данных	0,001 °F (0,0005 °C)	нет данных	нет данных
Погрешность измерения температуры нефтепродукта	±0,5 °C	нет данных	±0,5 °F (±0,3 °C)	±1 °C (0 – 100°C)	±1°C
Измерение плотности	да Дополнителен датчик не нужен	нет	нет	нет Определяет только изменение плотности	да Нужен дополнительный датчик
Определение изменений характеристик продукта; например, диэлектричность	много - сегментное определение; высота сегмента 8,255 мм	нет	нет	много - сегментное определение; высота сегмента прикл. 250 мм	нет
Длины зондов	до 3105 мм; Вариант: зонд ВР-1, который состоит из нескольких зондов PS-1.1, имеет длину до 28,7м	до 144" (365,76 см)	до 149" (378 см)	до 300 см;	до 400 см