

Введение В условиях возрастающей потребности нефти и нефтепродуктов важная роль отводится стационарным и транспортным мерам вместимости (далее - резервуары). Для расчета массы нефти и нефтепродуктов (далее продукт) в резервуарах применяют следующие методы: - прямой метод статических измерений, взвешиванием на весах; - косвенный метод статических измерений; - косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе. Основным методом является косвенный метод статических измерений, который основан на использовании результатов измерений объема, плотности и температуры продукта. Плотность и температуру продукта измеряют соответствующими средствами измерений. Объем продукта в резервуаре определяют по градуировочной таблице резервуара, используя результаты измерений уровня. Градуировочные таблицы на резервуары получают при поверке или калибровке резервуаров, которые позволяют определить вместимость резервуаров на каждом миллиметре. Например, вместимость 1 мм вертикального резервуара объемом 50000 м³ составляет 2,5 м³. Повышение точности измерений уровня продуктов позволяет повысить достоверность определения количества продукции в нефтегазохимическом комплексе Российской Федерации [1].

Определение уровня Под определением уровня понимают нахождение высоты столба жидкости в резервуаре. Средства измерений уровня бывают переносными и стационарными. Переносными средствами измерений являются: - рулетка измерительная с грузом 2-го или 3-го класса точности [2]; - метроштоки [3]; - устройства измерительные (электронные рулетки), которые предназначены для измерения уровня и температуры продукта, а также для определения границы раздела «продукт-вода».

Стационарными средствами измерений уровня являются уровнемеры, предназначенные для автоматического процесса измерений уровня продукта. В зависимости от принципа действия уровнемеры бывают: радарные, ультразвуковые, поплавковые, магнитострикционные, емкостные и др. (рис 1).

Рис. 1 - Уровнемеры Выбор уровнемера определяется поставленными целями. Для систем учета нефти и нефтепродуктов, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [4], важным условием является обеспечение выполнения норм погрешности при расчете массы нефти и нефтепродуктов в резервуарах [5]. Погрешность измерения уровня зависит от множества факторов, в том числе от принципа действия уровнемера. Уровнемер может измерять расстояние от днища резервуара до зеркала жидкости (уровень) или высоту газового пространства над жидкостью. В первом случае, погрешность измерения уровня соответствует инструментальной погрешности уровнемера, нулевая точка которого приведена к точке касания днища грузом рулетки, опущенной через измерительный люк. Во втором случае, к инструментальной погрешности уровнемера добавляется погрешность измерения базовой высоты резервуара и погрешность измерения

эталонного расстояния уровнемера. В обоих случаях присутствует методическая погрешность измерений уровня. Базовой высотой является расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка резервуара [6]. Эталонное расстояние уровнемера определяют как разность высот между верхним краем фланца горловины технологического люка, на который установлен уровнемер (эталонная точка уровнемера) и верхним краем или риской измерительного люка (эталонная точка резервуара) [7]. Базовую высоту находят при поверке или калибровке резервуаров и по ее значению судят об изменении метрологических характеристик (градуировочных таблиц) резервуаров. Поверка уровнемеров

Уровеньмеры, устанавливаемые на резервуары, должны быть поверены и проходить периодическую поверку в соответствии с их методикой поверки. При проведении поверки уровнемеров, необходимо применять следующие средства поверки [8]: а) эталонные поверочные уровнемерные установки, стационарные и транспортируемые с непосредственным изменением или имитацией изменения уровня жидкости: 1) эталонные установки 1-го разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения единицы измерения уровня $\pm 0,3$ мм, предназначенные для поверки эталонных уровнемеров с основной абсолютной погрешностью ± 1 мм и более методом непосредственного сличения; 2) эталонные установки 2-го разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения единицы измерения уровня ± 1 мм, предназначенные для поверки рабочих уровнемеров с основной абсолютной погрешностью ± 3 мм и более методом непосредственного сличения. б) эталонные уровнемеры переносные, предназначенные для поверки рабочих уровнемеров на месте их эксплуатации на стационарных и транспортных мерах вместимости: 1) эталонные уровнемеры переносные 2-го разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения единицы измерения уровня ± 1 мм, предназначенные для поверки уровнемеров с основной абсолютной погрешностью ± 3 мм и более методом непосредственного сличения; 2) эталонные уровнемеры переносные 3-го разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения единицы измерения уровня ± 3 мм, предназначенные для поверки уровнемеров с основной абсолютной погрешностью ± 9 мм и более методом непосредственного сличения. в) эталонные измерительные ленты с грузом 2-го разряда, предназначенные для поверки уровнемеров на месте их эксплуатации, с диапазоном измерений уровня от 0,001 до 24 м, доверительные абсолютные погрешности которых, при доверительной вероятности 0,99, составляют от $(0,2 + 0,5L)$ до $(2 + 2L)$ мкм, где L - число полных и неполных метров измеренных уровней. В настоящее время происходит расширение модельного ряда многих уровнемеров. При этом наблюдаются следующие тенденции: - увеличение диапазона измерений до 20 м; - повышение точности измерений до $\pm 0,5$ мм.

Повышение требований к точности измерений уровня приводит к необходимости поверки уровнемеров именно на рабочей среде. Эталоны уровня, принцип которых основан на имитации уровня, не учитывают различия между измерениями длины до твердого тела и до поверхности жидкости. Эти различия связаны со свойствами жидкости (поверхностным натяжением, вязкостью и т.д.) т.е. с реальными условиями. Поэтому, уровнемеры с основной абсолютной погрешностью до ± 1 мм нужно поверять на эталоне уровня работающего на жидкости. Примером может служить Государственный специальный эталон единицы длины (уровня) 1-го разряда в диапазоне 0,01-20 м [9] утвержденный по нормативной документации [10] приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 61 от 04.02.2013 и зарегистрированный под номером 2.1.ZZ3.0008. 2013. Поверка уровнемеров на месте эксплуатации с помощью эталонной измерительной ленты с грузом 2-го разряда может быть применена только для уровнемеров с основной абсолютной погрешностью ± 3 мм и более т.к. измерение уровня жидкости измерительной лентой с точностью менее ± 1 мм не возможно. Заключение На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что для поверки уровнемеров с основной абсолютной погрешностью до ± 3 мм, необходимо использовать эталонные уровнемерные установки с пределами допускаемой основной погрешности воспроизведения единицы измерения длины (уровня) не более чем $\pm 0,3$ мм.