

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ПО АЛБЕДО НЕЙТРОНОВ СРЕДЫ

Ю. В. Воронов, Н. Ю. Маркун

УДК 621.039.84

Рассмотрены возможности измерения уровня по альбедо нейтронов среды. Проведенные экспериментальные исследования показали преимущества использования альбедо нейтронов для бесконтактного измерения уровня водородосодержащих сред за стальным или свинцовым барьером по сравнению с известными методами.

Для измерения уровня различных сред применяются некоторые физические и ядерно-физические методы.

Использование физических методов, как правило, предполагает контакт со средой чувствительного элемента датчика или наличие отверстия в резервуаре, что ограничивает их область применения. Ядерно-физический метод, основанный на взаимодействии гамма-излучения со средой (прохождении потоков гамма-квантов через среду или обратном рассеянии) позволяет проводить бесконтактные измерения.

Наряду с отмеченным преимуществом, гамма-уровнемеры обладают некоторыми недостатками. Уровнемеры, принцип действия которых основан на регистрации обратно-рассеянного гамма-излучения (они используются при одностороннем доступе к объекту), можно применять для измерений при толщине стальной стенки резервуара, не превышающей 2 - 2,5 см /I/; кроме того, на результаты измерений существенное влияние оказывает изменение толщины стенки.

Общим недостатком гамма-уровнемеров является то, что с увеличением атомного веса элементов, входящих в состав материала стенки резервуара или измеряемой среды, значительно (особенно для уровнемеров, использующих обратное рассеяние гамма-излучения) снижается чувствительность измерений.

Измерения уровня (при одностороннем доступе к объекту) возможно проводить по альбедо нейтронов, которое достигает большого значения для водородосодержащих сред. Для реализации этого метода можно применять различные устройства для измерения альбедо, например такие, как приставные влагомеры.

В данной работе была поставлена задача провести сравнительную характеристику нейтронных (на основе приставных влагомеров) и гамма-уровнемеров по некоторым основным параметрам.

Схема взаимного расположения основных частей экспериментальной установки приведена на рис. 1. На этом рисунке показаны два типа нейтронных уровнемеров.

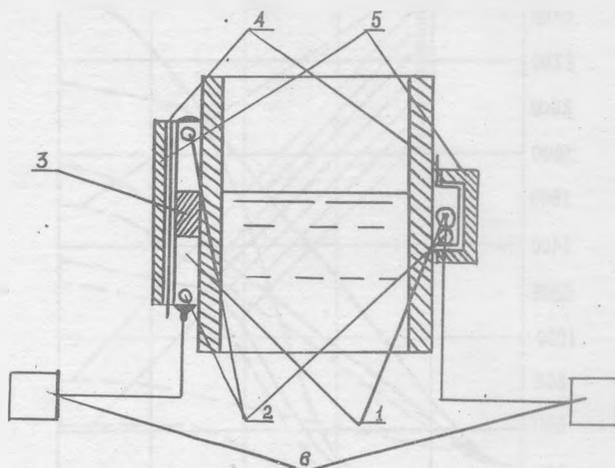
В левой части рисунка показано устройство, разработанное ранее /2/. Основным преимуществом, отличающим данное устройство от упомянутых выше влагомеров, является то, что при использовании двух источников нейтронов и одного протяженного детектора была достигнута линейность шкалы прибора вне зависимости от места расположения локального участка водородосодержащего вещества вдоль продольной оси детектора. Это преимущество было использовано в работе для линеаризации шкалы, что является важным для стационарных уровнемеров.

В правой части рис. 1 показано устройство с обычно применяющимся в приставных влагомерах расположением источника относительно детектора (вблизи середины детектора).

Набор стальных плит и свинцовых блоков позволил проводить эксперименты при толщине стенки резервуара до 10 см. На рис. 2 приведены зависимости скорости счета от уровня воды для различных толщин и материала стенок резервуара. Кроме представленных данных, исследовалось влияние толщины и материала стенки на чувствительность измерений.

На основании полученных данных было проведено сравнение характеристик нейтронных и гамма-уровнемеров. Оказалось, что предельная толщина стенки, при которой возможно проводить достоверные измерения уровня (за основу был взят критерий, предложенный в работе /1/), для нейтронных уровнемеров составляет около 5 см для стальной стенки и 9 см для свинцовой, что значительно выше, чем для отражательных гамма-уровнемеров. Изменение толщины стальной стенки на 1 мм влияет на изменение скорости счета нейтронного уровнемера в 4 раза меньше, чем для отражательных гамма-уровне-

меров /3/. При этом среднеквадратичные погрешности, обусловленные статистическими флуктуациями скорости счета, для обычного нейтронного уровнемера (правая часть рисунка I) и отражательного гамма-уровнемера оказались приблизительно равны.



Р и с. I. Схема взаимного расположения основных частей экспериментальной установки. 1 - счетчик СМ-18; 2 - источники нейтронов (каждый с выходом $2 \cdot 10^6$ нейтр/с); 3 - отражатель из стали; 4 - кадмий листовой; 5 - полиэтиленовый короб; 6 - блоки питания и измерительная аппаратура

Использование устройства для измерения альbedo нейтронов (левая часть рисунка I) позволило линеаризовать шкалу уровнемера в диапазоне 30 см (приблизительно равно длине счетчика СМ-18). По сравнению с гамма-уровнемером /4/, у которого сохраняется линейность шкалы в диапазоне 50 см (при использовании 28 источников Co^{60} с общей активностью 56 мг-экв Ra), при равной толщине стенки (4 см по стали) среднеквадратическая погрешность, обусловленная статистикой счета, у нейтронного уровнемера оказалась в 5 раз больше. Но если сравнить активности применявшихся источников, то число гамма-квантов, испускаемых в единицу времени

стенки на свинцовую (см. рис. 2) чувствительность измерения уровня не только не уменьшается, как для гамма-уровнемеров, но наоборот возрастает в 2 - 3 раза, так как сечение поглощения тепловых нейтронов у свинца во много раз меньше, чем у железа.

Таким образом, по некоторым параметрам нейтронные уровнемеры имеют преимущества по сравнению с гамма-уровнемерами.

Поступила в редакцию
19 сентября 1978 г.

Л и т е р а т у р а

1. Ю. А. Скобло, В кн. "Радиационная техника", вып. 4, М., Атомиздат, 1970 г., стр. 93.
2. Н. Ю. Маркун, А. С. Штань, В кн. Радиационная техника, вып. II, М., Атомиздат, 1975 г., стр. 221.
3. И. В. Кухаренко, В. А. Машинин, Л. А. Шицулина, В кн. Радиационная техника, вып. 3, М., Атомиздат, 1969 г., стр. 63.
4. И. И. Крейдлин, А. Н. Коляда, Ю. Н. Пахунков, В кн. Радиационная техника, вып. 9, М., Атомиздат, 1973 г., стр. II8.