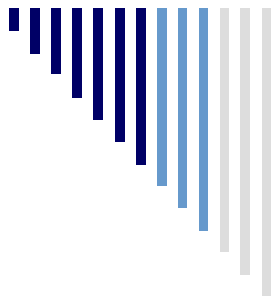
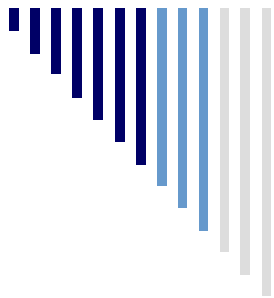


# **Измерение уровня сыпучих продуктов**

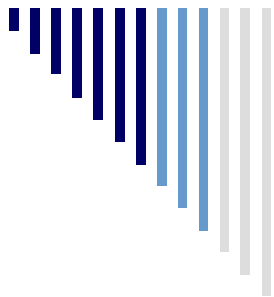




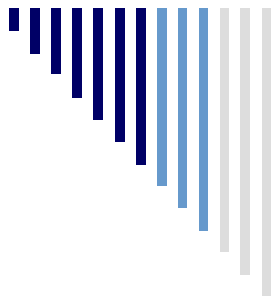
- Измерение уровня сыпучих тел имеет свои особенности. Характерным отличием сыпучих тел от жидких является непропорциональность передачи давления на дно и стенки в зависимости от высоты уровня.
- Если свободно насыпать из одного места сыпучие тела, то образуются откосы. Образование откосов является следствием наличия трения и некоторого сцепления между частицами.
- Крутизна откоса тем выше, чем больше трение и сцепление между частицами сыпучего тела. Это свойство сыпучих тел необходимо учитывать при установке приборов измерения уровня и подсчете количества материалов в емкости. Для подсчета веса сыпучего материала в емкости важно знать его объемный и удельный веса, а также влажность.



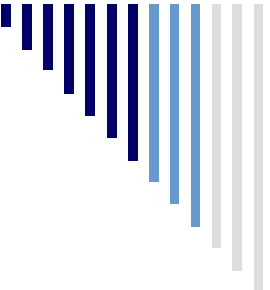
- Некоторые сыпучие тела при длительном хранении в бункерах и других емкостях теряют подвижность частиц.
- Свойство сыпучих тел терять подвижность называется слеживаемостью.
- Другим вредным свойством сыпучих тел является липкость, т. е. способность некоторых сыпучих тел прилипать к твердым телам. Липкостью обладают в основном пылевидные и порошкообразные фракции сыпучего тела главным образом во влажном состоянии.



- При контактных методах измерения уровня сыпучего тела, когда чувствительный элемент находится в толще этого тела, важно учитывать также и абразивность материала, т. е. его способность истирать соприкасающиеся с ним поверхности при относительном перемещении.
- Следует учитывать способность сыпучих тел вызывать коррозию соприкасающихся с ними материалов. Наиболее опасными в коррозионном отношении являются влажная зола, селитра, сера, поваренная соль, торф и т. д.
- Некоторые мелкоизмельченные сыпучие тела, находящиеся в емкости в виде взвешенной в воздухе пыли, обладают повышенной воспламеняемостью. Пыль нередко бывает токопроводящей.



- Вредным фактором, влияющим на показания указателей нижнего уровня, является образование сыпучим телом свода над выпускным отверстием.
- Для измерения уровня сыпучих материалов применяют емкостные, высокочастотные, радиационные, кондуктометрические, весовые и механические уровнемеры.
- Простейшим приспособлением для измерения уровня сыпучего вещества служит линейка в виде штанги, которую опускают в емкость, по линейке определяют положение уровня.

- 
- В таблице перечислены типы уровнемеров, используемые для измерения уровня сыпучих продуктов.

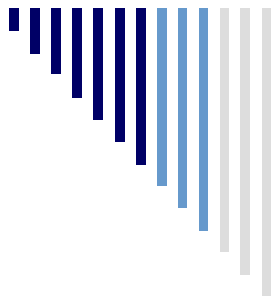
Тип уровнемера	Непрерывное измерение уровня	Измерение предельного уровня
емкостные		+
радиоизотопные	+	+
ультразвуковые	+	+
электромеханические	+	+
микроимпульсные	+	
вибрационные		+



---

# *Емкостные уровнемеры*

- предназначены для измерения уровня сыпучих материалов и жидкостей. Принцип их действия основан на использовании зависимости электрической емкости системы «измерительный электрод — измеряемая среда».
  - Чувствительный элемент емкостного уровнемера представляет собой цилиндрический (или плоский) конденсатор с внутренним и наружным электродами, а также изоляционным слоем.
  -
-



- Эти типы уровнемеров используют для измерения фиксированного уровня как жидких, так и сыпучих сред.
- Их широко применяют в качестве сигнализаторов предельного уровня при заполнении емкостей цементом, известью, мукой и т.п.
- Датчик и проводящая стенка резервуара образуют два электрода электрического конденсатора. Изменение емкости конденсатора происходит при заполнении резервуара диэлектриком (сыпучим продуктом). Изменение уровня продукта в резервуаре преобразуется встроенной электроникой в электрический выходной сигнал.
- Емкостные уровнемеры очень прочные и не требуют постоянного обслуживания.



# Вибрационные уровнемеры

- Если зонд не погружен в сыпучую массу, то он свободно вибрирует. При погружении характер колебаний меняется. Изменение уровня сыпучей среды, в которой происходят колебания вибрирующей вилки или штока датчика, вызывает изменение резонансной частоты колебаний, которая зависит от массы колебательной системы.



Шток датчика  
вибрационного уровнемера  
погружен в сыпучую массу



Вибрационные уровнемеры: на концах  
имеются вибрационные вилки или  
стержни

# Электромеханические уровнемеры

- Чувствительный элемент (лот) периодически с помощью генератора поднимается, а затем под действием силы тяжести опускается, соприкасаясь с поверхностью вещества. При изменении уровня поверхности лот опускается на разное расстояние. Сигнал об изменении уровня дистанционно передается на вторичный прибор

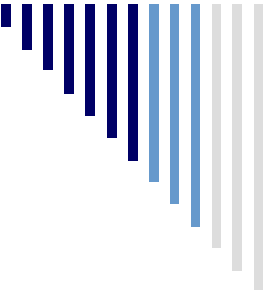


Электромеханический  
лотовый уровнемер

# Ультразвуковые уровнемеры

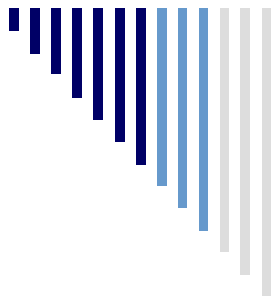
- Предназначены для бесконтактного автоматического дистанционного измерения уровня.
- Они состоят из одного или двух датчиков и преобразователя, взаимно удаленных на расстояние в несколько сотен метров.
- Принцип действия основан на измерении времени прохождения импульса ультразвука до среды и обратно, затем это время пересчитывается в уровень с использованием значения скорости звука, введенную в электронную память уровнемера.





# Электромагнитные методы измерения уровня

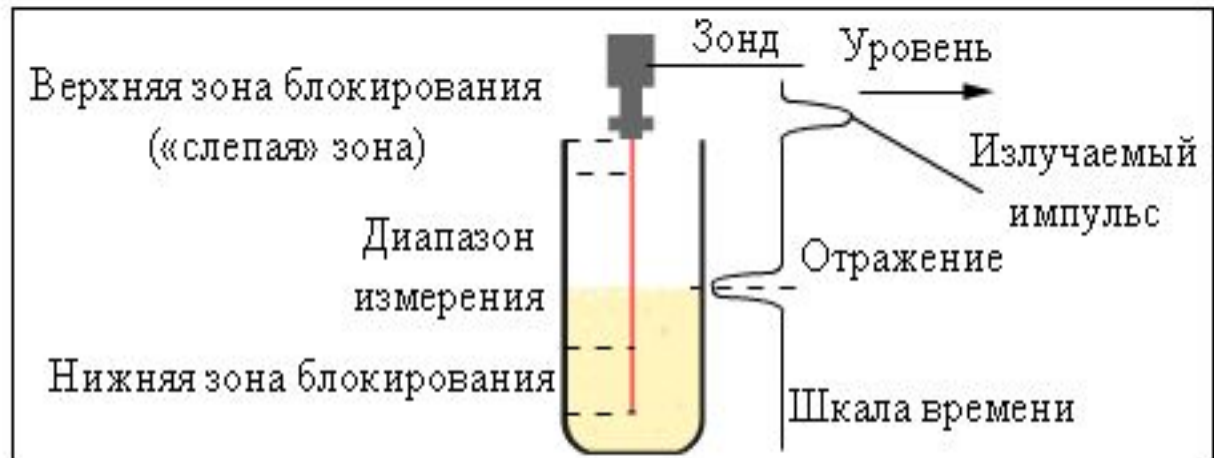
- Можно разделить на радарные и метод направленного электромагнитного излучения. Данные методы используют общий принцип измерения.
  - Расположенный над поверхностью сыпучего продукта датчик излучает электромагнитный сигнал.. Измеряется время прохождения этого сигнала до поверхности и обратно. При этом датчик становится приемником сигнала.
  - Преимущества радарных уровнемеров являются независимость показаний от агрессивности измеряемой среды, простота эксплуатации и высокая точность измерений.
-



- В методе направленного электромагнитного излучения используется излучение сверхвысокочастотных электромагнитных импульсов, проникающих до дна резервуара сквозь, заполняющее его вещество. Электромагнитный сигнал фокусируется волноводом в форме специально сконструированного металлического стержня. Волновод опускается в вещество, уровень которого необходимо определить, и создает вдоль своей оси направленное излучение, устраняя тем самым рассеивание излучаемого сигнала в резервуаре.



Радарный  
бесконтактный  
уровнемер



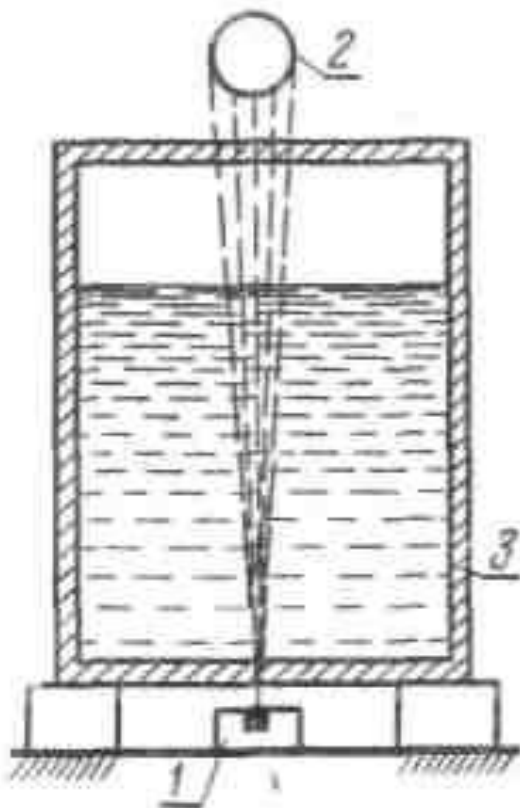
Датчик направленного электромагнитного излучения



---

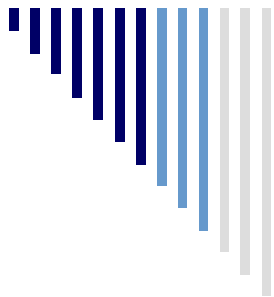
# *Радиоизотопные уровнемеры*

- применяются в тех случаях, когда нельзя применять другие уровнемеры из-за тяжелых условий работы.
  - Принцип действия радиоизотопных уровнемеров основан на использовании зависимости интенсивности потока радиоактивного излучения, падающего на приемник (детектор) излучения, от положения уровня измеряемой среды.
-



- На рисунке приведена принципиальная схема определения уровня жидкости в закрытом сосуде 3 посредством радиоизотопного счетчика 2, регистрирующего падение интенсивности поглощаемых жидкостью изотопных лучей от источника 1 известной мощности.





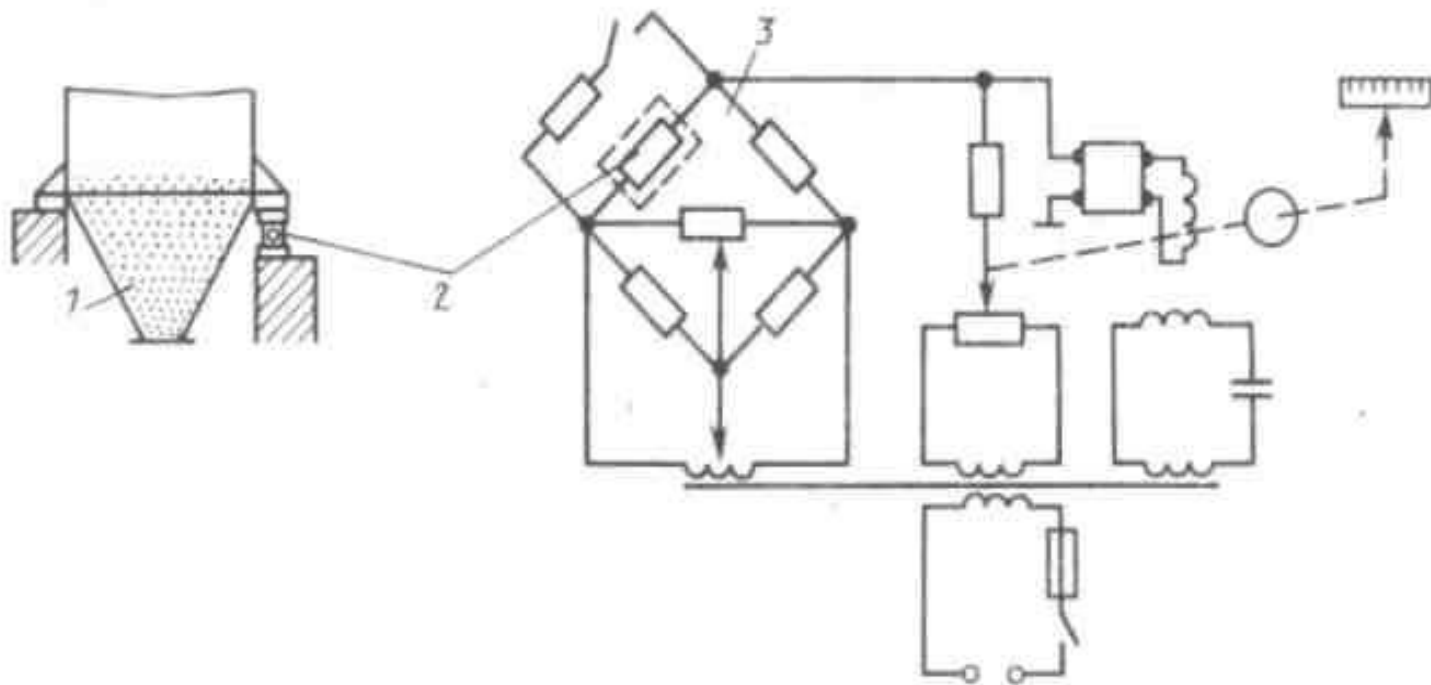
- Несмотря на относительно высокую сложность изготовления изотопных датчиков и необходимость применения специальных мер для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, область использования изотопных датчиков расширяется благодаря следующим их свойствам: отсутствию влияния внешней среды (давления, температуры, электромагнитных полей и т. п.) на свойства и характер излучений, возможности работы без источников электропитания, сильной проникающей способности радиоизотопных излучений, позволяющей бесконтактно контролировать перемещение, состояние и качество деталей и веществ в герметически закрытых объемах или на сравнительно больших расстояниях



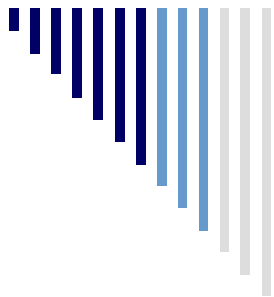
---

# *Весовые уровнемеры*

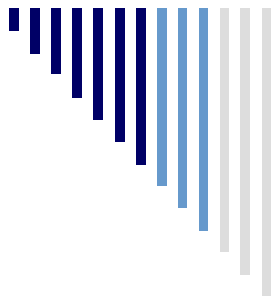
- используют для измерения уровня формовочных или шихтовых материалов в бункерах.
  - В схеме весового уровнемера используются тензометрические датчики, которые используют в своей работе зависимость электрического сопротивления материала от его деформации.
  - Тензодатчик приклеивают прочным клеем к испытываемой детали. При деформации детали изменяется электрическое сопротивление проволоки в результате изменения ее геометрических размеров и удельного сопротивления.
-



- При изменении уровня сыпучих материалов с помощью весового уровнемера в бункере 1 изменяется электрическое сопротивление тензорезистора 2. В качестве вторичного прибора используется уравновешивающий мост 3.



- Для измерения уровня формовочных материалов в бункерах и уровня материалов в вагранках и других плавильных печах применяют механические нестандартные уровнемеры, к числу которых относят флажковые, зондовые и боковые сигнализаторы уровня.
- В настоящее время большее распространение получили *электрические указатели уровня*, использующие электрические свойства измеряемой среды и бункера.



- При измерении уровня электропроводных сыпучих тел их можно использовать как токопровод. Указатель уровня в этом случае будет представлять собой простой контакт в виде двух проводников, установленных в бункере на необходимом уровне, замыкаемый при достижении материалом этого уровня. При этом через материал пропускают слабый электрический ток, безопасный для обслуживающего персонала. Для управления сигнальной цепью или цепью исполнительного механизма этот импульс тока необходимо предварительно усилить. Указатели уровня подобного типа называются контактными.