

ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫЙ ВИСКОЗИМЕТР ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.Н. Седалищев, А.А. Доренский

Непрерывные методы измерения параметров жидких сред необходимы для автоматизации различных технологических процессов и экспресс-анализов в химической промышленности, нефтехимической, пищевой, строительстве, энергетике и т. д. При этом часто необходимо определять вязкость непосредственно в рабочем объеме реактора или трубопровода. Для этих целей наиболее широко применяют два метода измерения вязкости: ротационный и вибрационный. Наиболее перспективным считается вибрационный метод, как более простой и надежный, не содержащий вращающихся частей, что значительно упрощает конструкцию датчика, особенно при необходимости проведения измерений в тяжелых условиях, агрессивных средах.

Сущность вибрационного метода заключается в том, что в исследуемую жидкость помещается, например, плоская тонкая пластинка, струна, шарик, камертон, которые совершают колебательные движения за счет внешней гармонической силы. Параметры колебаний: амплитуда, частота и сдвиг фаз между возбуждающей силой и колебаниями

тела зависят от вязкости исследуемой среды. В качестве источника возбуждающей силы чаще всего используют электромагнитные устройства. Такие датчики имеют ограниченный диапазон рабочих частот, сравнительно большие геометрические размеры, сложные электрические схемы возбуждения и выделения полезного сигнала. Ультразвуковые вискозиметры основаны на тех же принципах работы, но имеют больший диапазон рабочих частот, меньшие размеры, сравнительно простую электрическую измерительную схему и хорошо сопрягаются с микропроцессорной техникой. Для таких устройств в качестве возбудителя механических колебаний чаще всего используют пьезоэлемент или магнитострикционную пластину и реализуют метод затухающих колебаний при импульсном возбуждении вибратора.

Существующее недоверие к вибрационному методу частично объясняется тем, что большинство вискозиметров данного типа еще крайне несовершенны, не обеспечивают достаточной точности измерений, и стабильности показаний во времени, имеют малый диапазон рабочих температур.



Фотография вискозиметра ВР-1

В результате проведенных исследований по оптимизации конструкции датчика и его электрической измерительной схемы был разработан вискозиметр ВР-1. Отличительной особенностью данного устройства, обеспечивающей его достаточно высокие метрологические и эксплуатационные характеристики, является использование режимов связанных колебаний составного пьезоэлектрического вибратора. Синхронизация колебаний отдельных степеней свободы преобразователя за счет согласования геометрических размеров вибратора позволили повысить чувствительность процесса измерительного

преобразования, обеспечить акустическую развязку резонатора с элементами конструкции датчика. Механизм чувствительности датчика основан на реализации функциональной зависимости добротности колебательной системы чувствительного элемента от способности вязкой жидкости демпфировать колебания вибратора.

Диапазон измерения вязкости составляет от единиц сантипуаз до десятков тысяч при температуре рабочей среды до 200 °С. Устройство может использоваться для измерения вязкости пожаро- и взрывоопасных сред.