

Аппарат определения температуры кристаллизации водно-солевых растворов АТКт-04.01

Тяжелые рассольные жидкости (водно-солевые растворы, рассолы) приготавливаются на основе воды и солей хлорид кальция (CaCl_2) или хлорид натрия (NaCl). Рассолы производятся для использования в жидкостях при бурении нефтяных и газовых скважин, их заканчивании и капитального ремонта, при добыче нефти и природного газа.

В стандарте ISO 13503-3 «Промышленность нефтяная и газовая. Растворы и материалы для вскрытия продуктивного пласта. Часть 3. Испытания тяжелых соляных растворов» приведены методы испытаний рассолов, в том числе определение температуры кристаллизации.

Для одного и того же рассола часто указывают три разные температуры кристаллизации из-за характера кривой охлаждения. Это температура начала кристаллизации, температура кристаллизации и температура растворения кристаллов, т.е. температура при которой кристаллы исчезают в процессе нагрева. Температура кристаллизации наилучшим образом отражает температуру, при которой кристаллы выпадают в осадок из рассола.

Осаждение кристаллов соли в рассоле при температуре кристаллизации или ниже может привести к ряду проблем, например, происходит быстрое засорение фильтрующих элементов. Если кристаллы соли оседают в резервуаре, плотность закачиваемого в скважину рассола может быть недостаточной для регулирования пластового давления. По мере образования дополнительных кристаллов вязкость рассола может увеличиваться. Вязкость рассола может стать настолько высокой, что рассол будет казаться застывшим твердым веществом. Это может привести к закупорке трубопровода, затвердеванию жидкости в резервуарах и заклиниванию насоса. Низкие концентрации соли приводят к расширению раствора во время кристаллизации и могут привести к выходу оборудования из строя.

[ГК «Грант»](#) предлагает [Аппарат для определения кристаллизации водно-солевых растворов АТКт-04.01](#), который обеспечивает надежное определение трех температур:

- температуры начала кристаллизации;
- температуры кристаллизации;
- температуры растворения кристаллов.

Также [АТКт-04.01](#) имеет режимы для определения температуры начала кристаллизации антифризов и тосолов, и температуры кристаллизации химических продуктов и противообледенительных жидкостей.

Аппарат производит охлаждение образца и с помощью оптической системы определяет прозрачность (освещенность) образца. По уровню освещенности аппарат автоматически определяет температуру, при которой появляются кристаллы.

Для испытания приготавливают образец в объеме не менее 20 мл и наливают в испытательную пробирку. Проводят испытание в режиме ISO 13503-3. На рисунке 1 представлен график испытания водно-солевого раствора с массовой долей соли CaCl_2 21% и с теоретической температурой кристаллизации по таблице 4 п.7.1.9 стандарта ISO 13503-3 равной $-20\text{ }^\circ\text{C}$. Фактическая температура кристаллизации по аппарату составила $-19,6\text{ }^\circ\text{C}$. Температура начала кристаллизации составила $-21,7\text{ }^\circ\text{C}$, а температура растворения кристаллов $-15,8\text{ }^\circ\text{C}$.

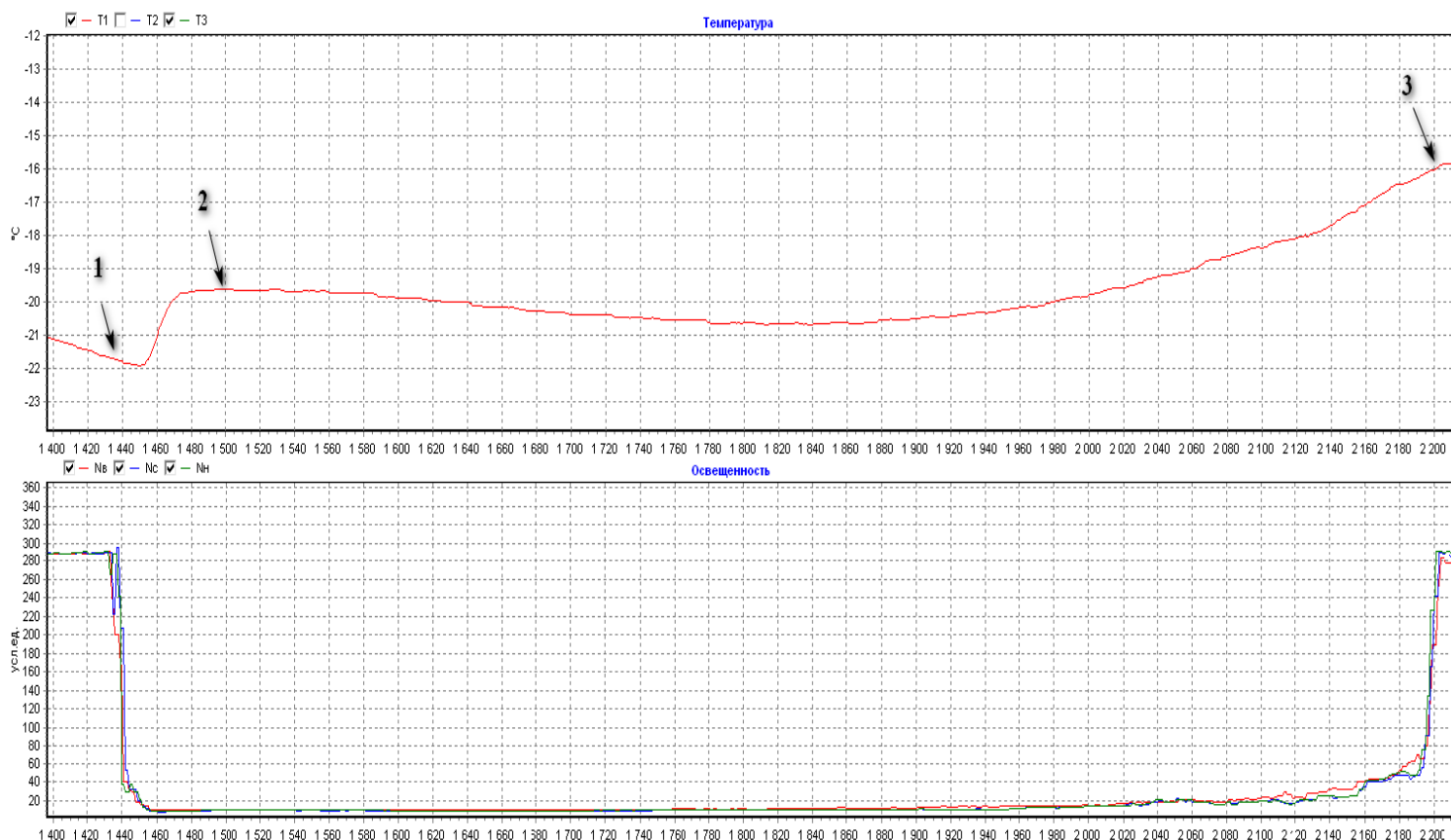


Рисунок 1 – Графики температуры и освещенности (прозрачности) образца

В точке 1 в растворе появляются первые кристаллы и освещенность уменьшается. В этот момент аппарат по снижению освещенности автоматически фиксирует точку начала кристаллизации (точка FCTA) и отображает на дисплее. Точка FCTA соответствует минимальной точке перегиба на графике температуры во время охлаждения, или температура, при которой начинают формироваться видимые кристаллы. Точка FCTA, как правило, включает некоторый эффект переохлаждения (охлаждение ниже фактической температуры кристаллизации).

Далее происходит повышение температуры раствора и в точке 2 аппарат фиксирует температуру кристаллизации (точка TCT) с помощью разработанного алгоритма анализа графика. Точка TCT соответствует максимальной температуре, достигнутой после минимального переохлаждения. На графике температуры во время цикла охлаждения точка TCT – это максимальная температура, достигнутая после минимума переохлаждения, или точка перегиба в случаях без переохлаждения. Если переохлаждения нет, точка TCT будет равна FCTA. Точка TCT - это измеренная температура кристаллизации, ближайшая к температуре, при которой рассол будет кристаллизоваться в насосах, трубопроводах, фильтрационных установках и резервуарах.

Далее аппарат начинает нагревать испытательную камеру и образец разогревается. В точке 3 кристаллы растворяются, освещенность (прозрачность) увеличивается и восстанавливается до исходного уровня и аппарат фиксирует температуру растворения кристаллов (точка LCTD). Данные испытаний сохраняются в память аппарата.