



УДК 622.279

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА ИНГИБИТОРА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ

### OPTIMIZATION OF HYDRATE INHIBITOR CONSUMPTION

**Юсупов Айрат Маратович**

магистр,  
Казанский национальный  
исследовательский технологический университет  
airat7010@gmail.com

Научный руководитель

**Байбекова Л.Р.**

доцент каф. ХТПНГ,  
Казанский национальный  
исследовательский технологический университет

**Yusupov Ayrat Maratovich**

Magister,  
Kazan National  
research technology university  
airat7010@gmail.com

Scientific adviser

**Baibekova L.R.**

Associate Professor,  
Kazan National  
research technology university

**Аннотация.** Для предотвращения образования газовых гидратов при разработке газовых и газоконденсатных месторождений используют ингибитор- метанол. Метанол является распространенным способом борьбы с гидратообразованием. В этой статье рассматривается метод снижения расхода метанола, т.к. она является высокотоксичным веществом и может привести к геоэкологическим рискам.

**Ключевые слова:** газовые гидраты, гидратообразование, метанол, ингибитор.

**Annotation.** To prevent the formation of gas hydrates in the development of gas and gas condensate fields, an inhibitor-methanol is used. Methanol is a common way to combat hydrate formation.

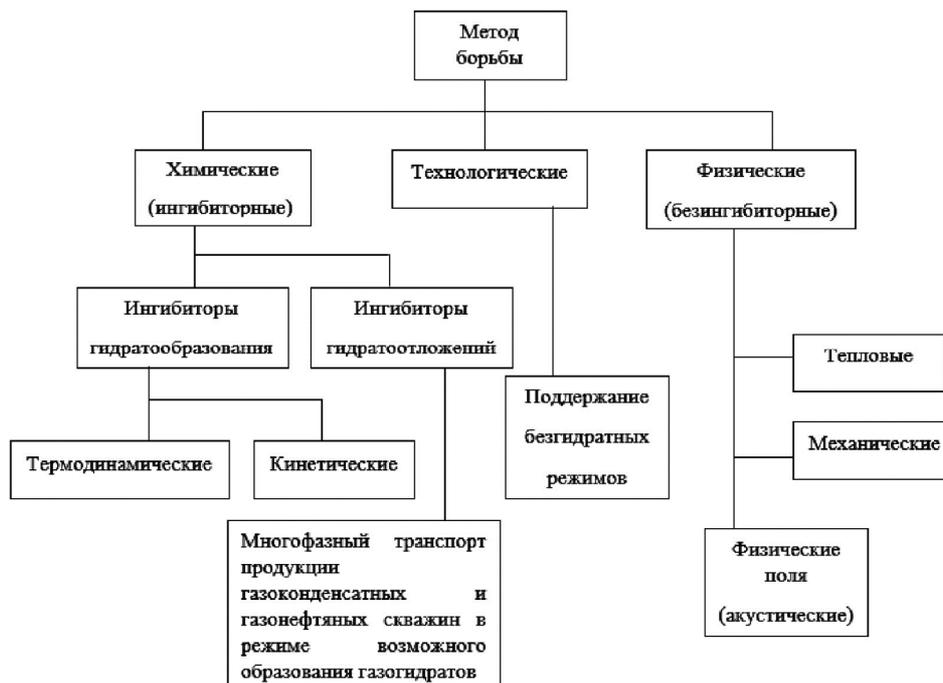
This article discusses a method for reducing methanol consumption, because It is highly toxic and may cause geo-environmental risks.

**Keywords:** gas hydrate, formation of hydrates, methanol, inhibitor.

**П** роцесс добычи газа затрудняется образованием газовых гидратов в технологических системах сбора и промышленной подготовки природного газа.

Особую остроту проблема льдо- и гидратообразования приобретает на месторождениях Крайнего Севера Западной Сибири, где разработка ведется в непростых условиях распространения многолетних и мерзлых пород, при низких пластовых температурах в суровых климатических условиях [1].

Для борьбы с гидратами разработан ряд способов, изображенных на рисунке 1, в том числе и методы, использующие химические реагенты – ингибиторы гидратообразования [2].



**Рисунок 1** – Методы борьбы с гидратообразованием в газопромысловых и газотранспортных системах



С целью избежания образования гидратных пробок в потоках углеводородной жидкости или природного газа применяют разные меры. Такие меры включают поддержание внешней температуры, препятствующей образованию гидратных пробок, и/или давления и введение антифриза, такие как метанол, этанол или этиленгликоль. С инженерно-технической точки зрения для поддержания внешней температуры и/или давления необходима модификация оборудования, например применение изолированного или оснащенного рубашкой трубопровода. Такие улучшения оборудования очень дороги в осуществлении [4].

Основным способом предотвращения гидратообразования на установках подготовки природного газа к транспортировке, также как и в случае борьбы с гидратообразованием в системах промышленного сбора углеводородного сырья, является ввод ингибитора гидратообразования (метанол).

Возможна частичная закупорка гидратами трубопровода или возникновение сплошной пробки, в результате чего происходит полное перекрытие его сечения (образование гидратной или парафиногидратной пробки), поэтому необходим постоянный контроль за технологическим оборудованием. Образование гидратов в первую очередь характеризуется ростом перепада давления. В первом случае удаление гидратных отложений технологически не представляет каких-либо затруднений, так как обеспечивается возможность прокачать ингибитор или теплоноситель. Более того, ликвидация гидратов может быть обеспечена без остановки производства. Образование гидратов в первую очередь характеризуется ростом перепада давления в трубопроводе.

В то же время образование сплошной пробки является серьезной аварийной ситуацией, в большинстве случаев связанной с определенными нарушениями технологического регламента ведения процесса или просчетами при проектировании. Традиционным методом ликвидации гидратоотложений является закачка теплоносителя или ингибитора гидратообразования, для нарушения целостности сплошной пробки [3].

Метанол – проверенный и надежный антигидратный реагент – производится в больших количествах. Метанол высоко токсичное вещество и поэтому при его использовании необходимо соблюдать соответствующие меры предосторожности. Преимуществом использования метанола в качестве ингибитора гидратообразования является то, что такая технология обеспечивает не только предупреждение гидратообразования, но и при определенных условиях является эффективным средством для ликвидации уже сформировавшихся гидратных отложений в промышленных системах [5].

В настоящее время метанол безвозвратно теряется в виде водного раствора. Уменьшить потери ингибитора, возможно путем регенерации его из водных растворов. Тем не менее определено, что примерно 50 % метанола, вводимого в газ, выпадает в сепараторах и отделяется от конденсата в качестве 20 %-ного водного раствора, а при температуре сепарации минус 15 °С в сепараторах должно выпадать почти 80 % введенного метанола. Уменьшить потери ингибитора, возможно путем регенерации его из водных растворов.

Поэтому необходимо оптимизировать количество подаваемого ингибитора, чтобы исключить перерасход метанола.

Ниже представлено изобретение, которое позволяет реализовать поставленные задачи по оптимизации расхода ингибитора.

### **Форсунка для распыления метанола**

Технический результат достигается тем, что в форсунке для распыления жидкости, который включает в себя корпус со специальным кольцом, наконечник, прижимную втулку и сопло, собственно наконечник и сопло образуют двухступенчатую систему распыливания, где происходит измельчение и распыление потока ингибитора гидратообразования и возникновение паровой фазы, сопло выполнено с калиброванным отверстием, которое в конце, по ходу подачи ингибитора гидратообразования, расширяется до входного отверстия камеры распыливания наконечника. Наконечник в конце камеры распыления имеет угловой срез, который позволяет: существенно сузить область полидисперсности распыла за счет дополнительного дробления капельно-воздушной массы до монодисперсного состояния и увеличения угла конусности распыла жидкости; уменьшить длину распыла; уменьшить плотность орошения; создать область разрежения внутри конуса распыла; увеличить пропускную способность форсунки для одного типоразмера сопла [6].

Результатом введения этого изобретения на установку является оптимизация расхода ингибитора гидратообразования за счет лучшего обогащения потока газа перед теплообменными аппаратами парами метанола.

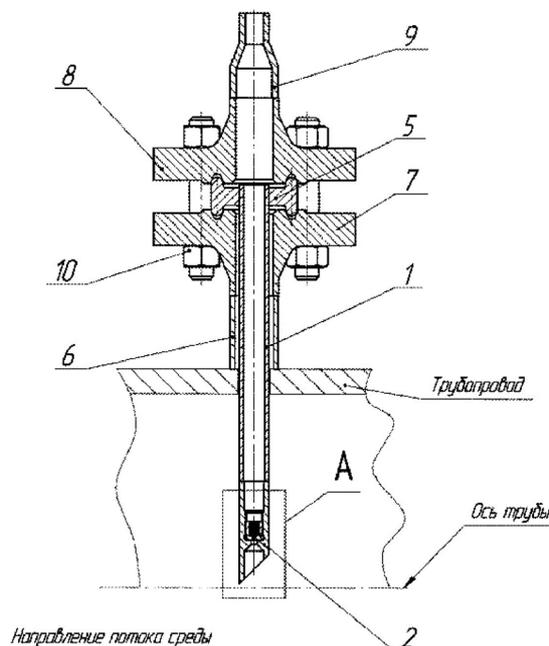
### **Выводы**

Массовое применение метанола в качестве антигидратного реагента на газодобывающих заводах России, связано со следующими показателями:

- относительно низкой стоимостью (например по сравнению с гликолями), а также широко развитой промышленной базой. Производство метанола может быть развернуто непосредственно в местах потребления – газовых промыслах;



- высокой технологичностью процесса ввода и распределения метанола в требуемых участках технологической цепи в следствии чего отпадает необходимость в блоке приготовления реагента;
- наивысшей антигидратной активностью, которая сохраняется даже при низких температурах;
- очень низкой температурой замерзания концентрированных растворов метанола и исключительно малой их вязкостью даже при температурах ниже  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Рисунок 2** – Конструкция форсунки:

- 1 – корпус; 2 – наконечник; 3 – прижимная втулка; 4 – сопло; 5 – кольцо;  
6 – патрубок; 7 – фланец; 8 – фланец; 9 – патрубок; 10 – резьбовое соединение

**Литература:**

1. Ефимов В.В. Предупреждение образования газовых гидратов на элементах внутренних устройств входных сепараторов при промышленной подготовке газа сеноманской залежи Ямбургского НГКМ / Ефимов В.В., Халиуллин Д.В.
2. Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. – М. : Недра, 1992. – 235 с.
3. Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в период до 2030 г. // Нефтегазовое дело. – М. : ВНИИГАЗ, 2007.
4. Патент РФ № 98100225/04, 06.06.1996. Способ ингибирования образования гидратов / Карла С. Колле, Рассел Х. Оелфке, Кристин А. Костелло, Лэрри Д. Тэлли, Энок Берлуче.
5. Шиповалов А.Н. Разработка энергоресурсосберегающих технологий при эксплуатации ПХГ газотранспортной системы / Шиповалов А.Н. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – Ч. 2.
6. Патент РФ №2014140617/05, 07.10.2014. Форсунка для распыливания жидкостей / Фролов А.А., Митин Ю.В.

**References:**

1. Yefimov V.V. Prevention of the gas hydrate formation on the inlet separator internal devices elements during the field gas treatment of the Cenomanian deposit of the Yamburg OGCF / Efimov V.V., Khaliullin D.V.
2. Istomin V.A., Yakushev V.S. Gas hydrates in natural conditions. – M. : Nedra, 1992. – 235 p.
3. Grunwald A.V. Use of methanol in the gas industry as an inhibitor of hydrate formation and forecast of its consumption in the period up to 2030 // Oil and gas business. – M. : INNIEGAS, 2007.
4. Patent of the Russian Federation № 98100225/04, 06.06.1996. Method of inhibition of hydrate formation / Karl S. Kolle, Russell H. Oelfke, Christine A. Costello, Larry D. Talley, Enoch Berluche.
5. Shipovalov A.N. Development of the energy-saving technologies at the UGS operation of the gas transportation system / Shipovalov A.N. [et al.] // Modern problems of science and education. – 2015. – № 2. – P. 2.
6. Patent of the Russian Federation №2014140617/05, 07.10.2014. Fluid spray nozzle / Frolov A.A., Mitin Yu.V.