



УДК. 504.5

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ТЕХНОГЕННЫМ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕМ В ГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ И ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

### MODERN APPROACH TO ENSURING INDUSTRIAL SAFETY WITH TECHNOGENIC HYDRATE FORMATION IN GAS-FIELD AND GAS TRANSMISSION SYSTEMS OF OIL AND GAS BRANCH

**Нурмакова Ж.И.**

Астраханский государственный  
технический университет  
id.yug2016@gmail.com

**Третьяк Л.П.**

Астраханский государственный  
технический университет

**Аннотация.** Статья содержит применяемые в промышленной практике мероприятия по предупреждению и борьбе с образованием гидратов природного газа, играющие существенную роль в обеспечении безопасности опасного производственного объекта, что представляет собой новый подход при управлении качеством окружающей среды.

**Ключевые слова:** газовые гидраты, скважины, шлейфы, коллекторы, установки, магистральные газопроводы, газораспределительные станции, опасный производственный объект.

**Nurmakova Zh.I.**

Astrakhan state technical university  
id.yug2016@gmail.com

**Tretiak L.P.**

Astrakhan state technical university

**Annotation.** Article contains the actions for prevention and fight against formation of hydrates of natural gas applied in trade practice playing an essential role in ensuring safety of hazardous production facility that represents itself new approach at management of quality of the environment.

**Keywords:** gas hydrates, wells, loops, collectors, installations, main gas pipelines, gas distribution stations, hazardous production facility.

Основная цель реально действующей системы обеспечения безопасности на опасном производственном объекте (ОПО) – минимизация издержек от возможности проявления аварийности, травматизма, вредных техногенных выбросов, отрицательно сказывающихся на качестве и конкурентоспособности производства [3].

Техногенные газовые гидраты могут образовываться в системах добычи газа: в призабойной зоне, в стволах скважин, в шлейфах и внутрипромысловых коллекторах, в системах промышленной и заводской подготовки газа, а также в магистральных газотранспортных системах. В технологических процессах добычи, подготовки и транспорта газа твёрдые газовые гидраты вызывают серьёзные проблемы, связанные с нарушением протекания этих процессов. К газопромысловым системам, в которых возможно образование техногенных газовых гидратов, относятся:

- призабойная зона скважин, ствол скважины;
- шлейфы и коллекторы;
- установки подготовки газа;
- головные участки магистральных газопроводов;
- газораспределительные станции;
- внутрипромысловые и магистральные продуктопроводы;
- установки заводской обработки и переработки газа.

В процедуре обеспечения безопасной эксплуатации ОПО могут быть выделены по приоритету две основные задачи, которые непосредственно связаны с оптимизационным выбором и ранжированием мер предупреждения и ликвидации последствий техногенных происшествий (аварии, несчастные случаи, пожары, аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, чрезвычайные ситуации техногенного характера) [4].

В технологических процессах добычи, подготовки и транспорта газа твёрдые газовые гидраты вызывают серьёзные проблемы, связанные с нарушением указанных технологических процессов [1].

Для образования гидрата необходимы следующие три условия:

1. Благоприятные термобарические условия (сочетание низкой температуры и высокого давления);



2. Наличие гидратообразующего вещества (метан, этан, двуокись углерода и др.);
3. Достаточное количество воды.

Для предотвращения гидратообразования достаточно исключить одно из трех вышеперечисленных условий.

Скопление гидрата необязательно происходит в том же месте, где и его образование. Гидраты могут перемещаться по трубопроводам вместе с потоком среды, особенно жидкой. Скопление гидратов приводит к возникновению различных технических проблем. В многофазных трубопроводах скопление гидратов создают пробки, которые могут забивать линии и вызывать повреждение оборудования.

Для борьбы с гидратами разработан ряд методов.

Применяемые в промышленной практике мероприятия по предупреждению и борьбе с образованием гидратов природного газа основаны на изменении энергетических соотношений молекул газа - гидратообразователя и воды. Для предупреждения и ликвидации гидратов природного газа в промышленной практике используются следующие методы:

- осушка газового потока от влаги методами сорбции или низкотемпературной сепарации с понижением точки росы по воде ниже минимальной температуры в технологическом процессе;
- ввод в газодляной поток ингибиторов гидратообразования – спиртов и электролитов;
- поддержание температуры газового потока выше температуры гидратообразования;
- поддержание давления в газовом потоке выше давления гидратообразования [2].

Применение того или иного метода, их сочетания определяется технологическими возможностями и технико-экономическими расчётами. Наименьшее распространение в промышленной практике нашёл четвертый метод, поскольку в большинстве случаев нецелесообразно поддержание давления ниже равновесного из-за резкого снижения расхода газа. В основном он применяется при удалении образовавшихся гидратов в стволе скважины – путем продувки скважины в атмосферу.

Третий метод устранения гидратов наиболее эффективен при образовании их на дроссельных устройствах, в шлейфах и т.п. Он используется также и при прокладке шлейфов в грунтах с высоким коэффициентом теплопроводности (наличие малых депрессий между равновесной и технологической температурами) – используется теплоизоляция шлейфов. Второй метод реализуется, когда в стволе скважины, в промышленных коммуникациях при больших перепадах температур образуются гидраты. В этом случае применяют ввод ингибиторов (спиртов и электролитов) по замкнутому циклу с последующей их регенерацией.

Первый метод наиболее приемлем для условий магистрального транспорта природного газа. В частности, для газов с малым конденсатным фактором рациональнее использовать сорбционные методы осушки. Для понижения точки росы до минус 15–25 °С применяются жидкие сорбенты, а для более глубокой – твердые сорбенты. Если в газе повышенное содержание тяжелых углеводородов целесообразнее использование методов низкотемпературной сепарации с подачей ингибиторов гидратообразования и последующей их регенерацией.

Принимая во внимание приведенные соображения, базовым показателем, наиболее полно характеризующим меру опасности и пригодным для эффективного менеджмента техногенного риска, в частности на ОПО, может служить математическое ожидание социально-экономического ущерба техногенного характера от возможных в течение определенного времени происшествий и непрерывных штатных вредных выбросов [4].

### Литература:

1. Петров С.В. Борьба с гидратообразованием при магистральном транспорте природного газа. Лабораторные и практические работы : метод. указания / С.В. Петров, В.Л. Онацкий, И.С. Леонов. – Ухта : УГТУ, 2014. – 24 с.
2. Паранук А.А. Разработка методов раннего обнаружения гидратообразования в магистральных газопроводах и технологических трубопроводах компрессорных станций : диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Краснодар, 2014.
3. Гражданкин А.И. Оценка техногенного риска: техническое регулирование, стандартизация, критерии приемлемости // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 1. – С. 48–49.
4. Третьяк Л.П. Риски на предприятиях по переработке углеводородных систем : Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечения безопасности экосистем Каспийского шельфа / матер. I-й научно-практической конференции; АГТУ. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2010. – С. 132–135.

### References:

1. Petrov S.V. Fight against hydrate formation at the main transport of natural gas. Laboratory and practical works: method. instructions / S.V. Petrov, V.L. Onatsky, I.S. Leonov. – Ukhta: UGTU, 2014. – 24 p.
2. Paranuk A.A. Development of methods of early detection of hydrate formation in the main gas pipelines and technological pipelines of compressor stations : the thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences. – Krasnodar, 2014.



3. Grahdankin A.I. Assessment of technogenic risk: technical regulation, standardization, criteria of the acceptability // Safety of work in the industry. – 2004. – No. 1. – P. 48–49.
4. Tretiak L.P. Risks at the enterprises for processing of hydrocarbonic systems: The newest technologies of development of fields of hydrocarbonic raw materials and safety of ecosystems of the Caspian sea offshore / mater. I scientific and practical conference; AGTU. – Astrakhan : AGTU publishing house, 2010. – С. 132–135.