



УДК 622.692.4

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ПРИ СООРУЖЕНИИ И РЕМОНТЕ СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

COMPARISON OF COOLANTS USED IN REFRIGERATION UNITS FOR THE CONSTRUCTION AND REPAIR OF PIPELINE TRANSPORTATION SYSTEMS

Гильмияров Евгений Адикович
специалист,
ООО «НефтьГазСервис Навигатор»
egilmiyarov@list.ru

Силина Ирина Георгиевна
аспирант,
Тюменский индустриальный университет
i_g_silina@mail.ru

Аннотация. В статье приведен сравнительный анализ теплоносителей, применяемых для получения холода при сооружении и ремонте трубопроводов. Отдельно были рассмотрены вопросы экологической безвредности и безопасности для рабочих отдельных видов рабочих тел.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, теплоносители, холодильные установки.

Gilmiyarov Evgeny Adikovich
Specialist,
LLC «OilGasService Navigator»
egilmiyarov@list.ru

Silina Irina Georgievna
Post-graduate Student,
Tyumen Industrial University
i_g_silina@mail.ru

Annotation. The article presents a comparative analysis of coolants used to produce cold for the construction and repair of pipelines. Separately, issues of environmental safety and safety for workers of certain types of fluids were considered.

Keywords: pipeline transport, coolants, refrigeration units.

В связи с активным освоением нефтяных и газовых месторождений Крайнего Севера, предприятия, сооружающие и эксплуатирующие трубопроводные системы, все чаще сталкиваются с необходимостью производить работы в условиях болотистой местности.

Сооружение и ремонт трубопроводов в болотистой местности является сложной инженерно-технической задачей из-за крайне низкой несущей способности торфа, слагающего болота. Самым популярным инженерным решением является проведение всех видов работ в зимнее время года, когда грунт подвергается естественной заморозке. В то же время, естественно замороженный грунт может быть неустойчивым и не подходить для проведения работ. К тому же, может возникать необходимость в дополнительной заморозке грунта. В таких случаях возможно применять различные холодильные установки. Одним из решений, определяющих эффективность применяемой холодильной установки, является выбор рабочего тела – теплоносителя. Теплоносители холодильных установок в общем виде можно разделить на хладагенты и хладоносители.

К хладагентам относят вещества, образующие холод за счет испарения в теплообменном аппарате. В качестве хладагентов применяют различные вещества, температура кипения которых при атмосферном давлении ниже, чем предполагаемая температура эксплуатации. К веществам, применяемым в качестве хладагентов, предъявляется ряд требований, значительно сокращающий число возможных веществ:

1. Давление насыщенных паров хладагента должны быть выше атмосферного для предотвращения подсоса воздуха в коммуникации холодильной станции. Подсос воздуха вызывает:

- ухудшение теплофизических показателей хладагента;
- замерзание трубок испарителя и повышение температуры замерзания масла, используемого для смазки компрессора;
- повышение рабочего давления компрессора и перерасход электроэнергии.

2. Давление пара при температуре конденсации не должно быть настолько большим, чтобы приводить к значительной утечке хладагента.

3. Хладагент должен обладать большой теплотой парообразования.

4. Хладагенты не должны вызывать коррозию и вступать в химическую реакцию со смазывающим веществом.

5. Хладагенты не должны оказывать вредное воздействие на обслуживающий персонал при небольших утечках.

Наибольшее применение на практике в качестве хладагентов нашли следующие вещества: фреоны, азот, аммиак.



Фреонами называют галогенпроизводные от насыщенных алифатических углеводородов, используемые в качестве хладагентов. Промышленностью выпускается широкий ряд фреонов с температурами кипения от -128 до 51 °С. Преимущество фреонов в сравнении с другими хладагентами: инертность при невысоких температурах; негорючесть, взрывобезопасность и относительная безопасность для персонала. Среди недостатков: склонность фреонов к постоянным утечкам вследствие малой вязкости и хорошая растворимость в неполярных органических веществах, например, в смазочных маслах, применяемых в насосных и компрессорных агрегатах холодильных установок.

До недавнего времени фреон R-22 (хлордифторметан) являлся наиболее распространенным вариантом хладагента в системах промышленного и бытового охлаждения, однако с 2010 года его производство и применение официально запрещено во многих странах, подписавших и ратифицировавших Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой.

Установлено, что к веществам, принимающим участие в галогеновом цикле распада атмосферного озона, относятся хлор- и бромсодержащие фреоны, в то время как фторсодержащие фреоны, например R410A, инертны по отношению к озоновому слою. Однако вопрос об активном применении фреонов должен быть пересмотрен в связи с их негативным влиянием на экологию путем способствованию развития парникового эффекта.

Жидкий азот в качестве хладагента обладает хорошими теплотехническими характеристиками, низкой температурой кипения, инертностью, безвредностью паров для человека и окружающей среды. Более того, низкая температура замерзания грунта при использовании жидкого азота позволяет сократить толщину необходимого ледогрунтового ограждения.

Однако, затраты на применение жидкого азота значительно ограничивают возможность его применения. Для производства комплектующих холодильного контура необходимо применение специальных морозостойких материалов, способных сохранять работоспособность при температуре кипения азота (-195 °С) и выдерживать большой перепад температур. В полевых условиях невозможно воспроизвести цикл по повторному сжижению азота, что повышает его расход. В связи с этим жидкий азот рекомендуется применять в качестве хладагента при проведении аварийно-восстановительных и иных срочных работ в небольших объемах грунта.

Аммиак, в сравнении с другими хладагентами, обладает хорошими теплофизическими свойствами, в частности – плотной испарения (для сравнения, теплота испарения фреона R410A – 271 кДж/кг, аммиака – 1369 кДж/кг). Аммиак растворим в воде, что позволяет применять его в установках абсорбционного типа, и нерастворим в неполярных органических веществах. Также аммиак имеет нулевые показатели коэффициента разрушения озонового слоя и коэффициента глобального потепления. Недостатки газообразного аммиака: токсичность, взрывоопасность и горючесть.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака в воздухе рабочей зоны согласно [10] составляет 20 мг/м³, что соответствует IV классу опасности по степени вредного влияния на живые организмы – классу малоопасных веществ [7]. Учитывая, что плотность аммиака практически в два раза больше плотности воздуха, достижение ПДК возможно только в закрытых помещениях, зонах застойного движения воздуха и при крупных утечках. Опасной для персонала без специальных средств защиты является концентрация более 300 мг/кг, в то время как характерный уловимый запах аммиака ощущается уже при концентрации 20 мг/кг, а предельный порог обнаружения аммиака в воздухе – 5 мг/кг. Такие свойства аммиака как горючесть и взрывоопасность проявляются при концентрации в воздухе в размере 15 – 25 %. Таким образом, при соблюдении персоналом техники аммиак можно использовать в качестве хладагента.

Хладоносители – вещества, не производящие холод непосредственно в ходе технологического процесса, но переносящие его на расстояние. Являются промежуточным веществом между хладагентом или другим источником холода и охлаждаемым объектом. В качестве хладоносителя используют водные растворы солей (т.н. рассолы) и различные рабочие тела на основе органических веществ, имеющих низкую температуру замерзания.

Среди рассолов наибольшее распространение получили растворы хлорида натрия, магния и кальция. Рассолы обладают высокой теплоемкостью, сравнительной дешевизной, пожаробезопасностью и безвредностью для персонала. Недостатки рассолов в качестве хладоносителей: высокая коррозионная активность вследствие высокой концентрации солей (рассол хлорида натрия изготавливают исходя из соотношения 30 кг соли на 100 л воды). Более того, даже малые утечки рассола в грунт могут привести к снижению температуры его замерзанию и даже частичному размораживанию ледогрунтового массива с образованием пльвунов, что делает вариант с применением рассолов для замораживания грунтов нежелательным.

Другой тип хладоносителей – жидкости на основе органических соединений. Нормативной документацией [9] предусмотрено применение двух видов охлаждающих жидкостей – ОЖ-65 и ОЖ-40 (номер в маркировке присваивается в соответствии с температурой замерзания). Несмотря на органическую природу, этиленгликоль нерастворим в маслах, применяемых для смазки перекачивающих агрегатов.



Во многих источниках более целесообразным считается применение хладоносителей на основе другого многоатомного спирта – пропиленгликоля; в источниках указывают на то, что в отличие от этиленгликоля, который относится к умеренно опасным веществам (III класс опасности, ПДК = 5 мг/м³), пропиленгликоль – малоопасное вещество. Также указывается, что пропиленгликоль – нетоксичное вещество (полулетальная доза ЛД50 = 20000 мг/кг), при том, что этиленгликоль – токсичен (ЛД50 = 4700 мг/кг). Однако в таких источниках не учитывается, что полулетальная доза для обоих веществ указана при пероральном приеме, а этиленгликоль при рабочих и стандартных условиях – вязкая жидкость с температурой кипения 197,6 °С, что делает достижение ПДК практически невозможным при обеспечении мер безопасности персонала. При этом хладоносители основе пропиленгликоля имеют более низкие теплофизические показатели и большую вязкость, чем аналогичные смеси с этиленгликолем, что увеличивает расход хладоносителя и энергетические затраты на перекачку по коммуникациям замораживающего контура.

Литература:

1. ГОСТ 6221-90 Аммиак безводный сжиженный. Технические условия.
2. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
3. ГОСТ 28084-89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия.

References:

1. GOST 6221-90. Condensed anhydrous ammonia. Specifications.
2. GOST 12.1.007-76. Occupational safety standards system. Noxious substances. Classification and general safety requirements.
3. GOST 28084-89. Low-freezing cooling liquids. General specifications.