

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ РЕЗЕРВУАРОВ СПГ

Собынина Е.Е. (Университет ИТМО, факультет энергетики и экотехнологий)

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Зайцев А. В.

(Университет ИТМО, факультет энергетики и экотехнологий)

В работе изучен изотермический способ хранения СПГ, рассмотрены наиболее часто встречающиеся теплоизолирующие материалы, а также альтернативные инновационные материалы. Для сравнительного анализа изоляционных материалов был проведен расчет минимальной толщины слоя изоляции в зависимости от материала. Также проведен расчет влияния воздушных прослоек в слое изоляции на скорость испарения СПГ при хранении.

Введение. СПГ имеет ряд значительных преимуществ в сравнении с другими видами топлива, поэтому он является высокоперспективным энергоресурсом, объемы потребления которого с каждым годом растут. Совершенствование технологий СПГ является ключевой задачей отрасли. Наиболее значимой проблемой в технологиях СПГ являются потери криопродукта в процессе его хранения от испарения.

Основная часть. Для хранения больших объемов СПГ применяется изотермический способ хранения, при котором сжиженный газ хранится в резервуарах (называемых изотермическими) при небольшом избыточном давлении и температуре, близкой к температуре насыщения при данном давлении.

Даже при применении изотермических резервуаров, избежать потерь продукта от испарения невозможно. Потери обусловлены низкой температурой хранения СПГ и его малой теплотой парообразования. Потери СПГ от испарения при хранении составляют 0,02÷0,08% от объема резервуара. Сброс паров СПГ во избежание повышения давления в резервуаре представляет значительную экологическую проблему, поскольку метан является мощным парниковым газом.

В силу специфичности процесса хранения криопродукта, основной целью технологии хранения является максимальное снижение потерь от испарения, за счет максимального сокращения теплопритоков из внешней среды. Первичное решение этой проблемы – совершенствование теплоизоляции резервуаров.

Для теплоизоляции изотермических резервуаров предложено много различных материалов, выбор которых обычно зависит от типа резервуара. Для сравнительного анализа изоляционных материалов были выбраны следующие продукты: вспученный перлит (коэффициент теплопроводности, $\lambda=0,0430$ Вт/м·К) – наиболее «популярный» материал, пеностекло «НЕОПРОМ» ($\lambda=0,0345$ Вт/м·К), пеностекло «Foamglass S3» ($\lambda=0,0338$ Вт/м·К), пеностекло K- FLEX ST ($\lambda=0,0230$ Вт/м·К) и инновационный материал – аэрогель Cryogel™Z ($\lambda=0,0130$ Вт/м·К).

По полученным расчетным данным следует вывод, что наиболее эффективным теплоизоляционным материалом является Cryogel Z, применение которого требует наименьшую толщину слоя изоляции (0,210 м), а наименее эффективным – вспученный перлит, который требует наибольшую толщину слоя изоляции (0,693 м), что влечет за собой большую металлоемкость резервуара. Однако именно последний материал чаще всего используется для изоляции резервуаров СПГ.

Помимо низких теплоизоляционных свойств, вспученный перлит имеет свойство уплотняться, вследствие чего в слое изоляции могут образовываться воздушные прослойки – дефекты теплоизоляции, которые влияют на изоляционные свойства слоя. По результатам расчета зависимости скорости испарения СПГ от высоты воздушной прослойки в слое изоляции определено, что при увеличении высоты воздушной прослойки, растет и скорость потери продукта от испарения, то есть уплотнение изоляционного материала ухудшает теплоизолирующие свойства системы. Из чего следует вывод, что применение насыпных

теплоизоляционных материалов, таких как вспученный перлит, оказывает неблагоприятное воздействие на систему изотермического хранения с течением времени. Это является еще одним фактором для рассмотрения других видов изоляции взамен обычно используемого вспученного перлита.

Выводы. В работе была рассмотрена методика хранения СПГ в изотермических резервуарах и выполнен анализ эффективности применения некоторых видов теплоизолирующих материалов. Из результатов выполненных расчетов следует вывод, что вспученный перлит – далеко не совершенная технология изоляции резервуаров, он имеет низкие изоляционные характеристики среди других материалов, а для достижения требуемых изоляционных показателей обязывает применять значительную толщину изоляционного слоя, что увеличивает металлоемкость резервуара. Также перлит имеет свойство уплотняться с течением времени, что еще сильнее ухудшает его изоляционные свойства. Для более компактных размеров резервуаров и более эффективной теплоизоляции необходимо рассматривать новые теплоизоляционные материалы.

Собынина Е.Е. (автор)

Подпись

Зайцев А. В. (научный руководитель)

Подпись