

УДК 621.59:621.642.03

НАКОПЛЕНИЕ СПГ В КРУПНОТОННАЖНОМ ХРАНИЛИЩЕ: ЯВЛЕНИЕ РОЛЛОВЕРА

Балук А.А. (Университет ИТМО, факультет низкотемпературной энергетики)

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

(Университет ИТМО, факультет низкотемпературной энергетики)

Описывается такое негативное явление при накоплении сжиженного природного газа в крупнотоннажных хранилищах, как ролловер. Рассмотрены причины его возникновения, а также методы борьбы с ним.

Сжиженный природный газ (СПГ) является криогенной жидкостью, хранящейся при температуре порядка минус 163°C в изотермических резервуарах. Характерной особенностью хранения СПГ, как криогенной жидкости, является то, что приток тепла непрерывно нагревает его, тогда как некриогенные жидкости, хранимые при нормальной температуре, испытывают как нагревание, так и охлаждение.

Все существующие изотермические резервуары для хранения СПГ оборудованы изоляцией с целью минимизации воздействия теплопритоков от окружающей среды на криогенную жидкость, поскольку они являются первопричиной ее нагрева и перехода в газообразное состояние. Однако на данный момент не существует материалов и систем, способных обеспечить абсолютную теплонепроницаемость, из-за чего так или иначе происходит передача теплоты криогенному продукту через слой изоляции и конструкцию резервуара, в котором он содержится.

Одной из серьезных технологических проблем является стратификация СПГ внутри резервуара. Ее возникновение обусловлено, как правило, закачкой без перемешивания новой порции продукта в уже частично заполненный сосуд, где хранится СПГ, физические параметры которого отличаются от параметров жидкости, поступающей в емкость. В результате происходит разделение сжиженного природного газа на два слоя с перегревом нижнего за счет внешнего теплопритока, что является причиной резкого самопроизвольного смешения слоев, фазового перехода жидкости в газ с интенсивным повышением давления в газовой подушке. Такое негативное явление носит название ролловера («переворачивание»). Также стратификация с дальнейшим вскипанием может произойти и при выдерживании СПГ в течение длительного времени в резервуаре без рециркуляции.

Возможные последствия увеличения давления в результате ролловера могут быть следующие: увеличение напряжений в корпусе и уторном узле, увеличение изгибных напряжений в днище, разрыв анкеров, соединяющих стенку и днище, деформации стенки и днища, отрыв стенки от днища и утечка продукта из емкости.

Существуют различные способы борьбы с данным явлением такие, например, как раздельное хранение СПГ с различным составом, закачка его в полностью опорожненный резервуар; перемешивание слоев за счет естественной гравитации путем закачки продукта с меньшей плотностью снизу, то есть под слой находящегося в емкости СПГ, а с большей плотностью – сверху; перемешивание СПГ с использованием насосов или барботажа.

Исследование данного негативного явления при различных условиях (например, смешивание «жирного» СПГ с более «тощим», наполнение резервуара при различном объеме уже находящегося в нем продукта) позволит более глубоко изучить его, а составленная на основе исследования модель поможет предугадывать ход протекания рассматриваемого процесса, тем самым способствуя минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций.

Балук А.А. (автор)

Подпись

Зайцев А.В. (научный руководитель)

Подпись