

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС APC-X™ (APCI AP-X™)

Есетов Жанболат Арманович

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент кафедр ВВНУПБ Кемалов Р.А.

Kazan Federal University, Kremlyovskaya str, 18, 420008, Kazan, Russian Federation
Department high-viscosity oil and natural bitumens

Abstract: Процесс сжижения природного газа APC-X™ базируется на технологии APC C3MR/Sp1it MR™, но, в отличие от базовой технологии, к двум первым циклам охлаждения и сжижения добавлен третий азотный цикл переохлаждения.

Keywords: СПГ, охлаждение, азотный цикл, технологический процесс.

Принципиальная схема процесса показана на рисунке 1. Различные варианты процесса APC-XT™ могут включать как одну, так и две ступени охлаждения в основном цикле.

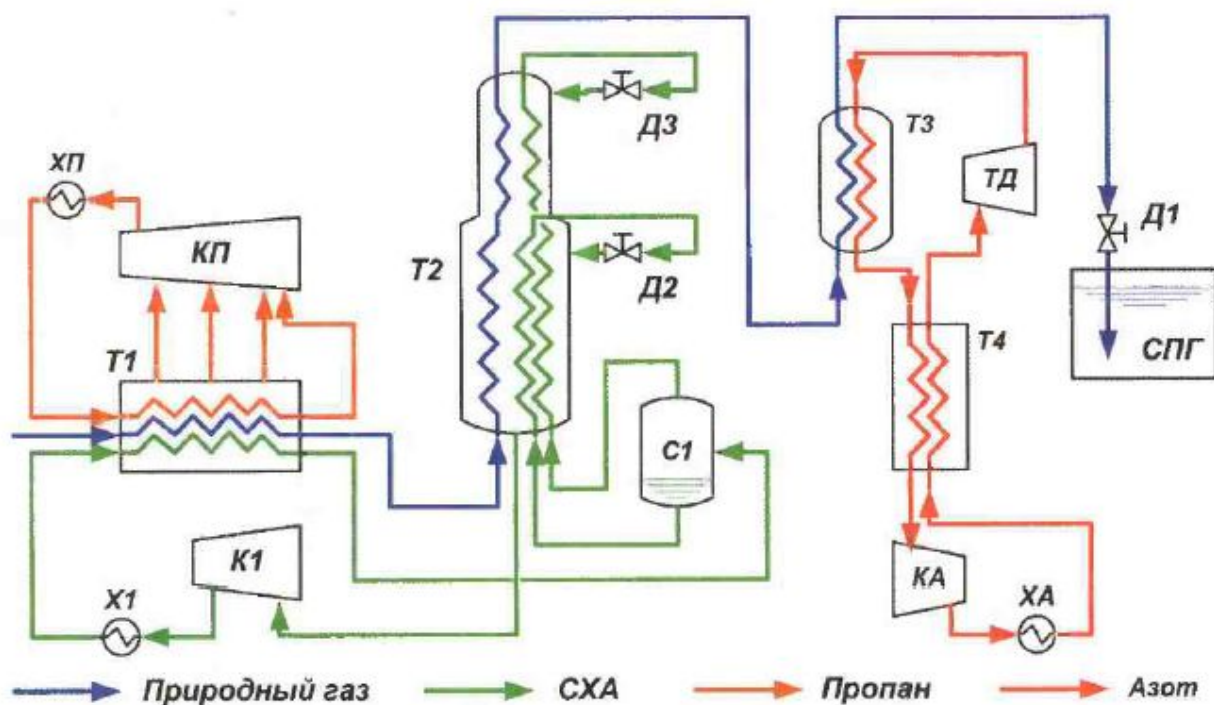


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема процесса APC-XT™

На стадии переохлаждения вместо смешанного хладагента используется азотный холодильный цикл с детандером.

На стадии предварительного охлаждения пропан обеспечивает охлаждение природного газа до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее охлаждение и сжижение природного газа происходит в основном криогенном теплообменнике Т2 под действием смешанного хладагента, состав которого остается таким же, как и в процессе APCI C3MR. На выходе из основного криогенного теплообменника температура СПГ составляет $(-120)\text{--}(-130)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Финальное переохлаждение СПГ до $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ осуществляется за счет холодного газообразного азота, вышедшего из азотного турбодетандера. Затем СПГ дросселируется и направляется в резервуар для хранения.

В цикле переохлаждения чистый азот сжимается в компрессоре КА, охлаждается водой в теплообменнике ХА и встречным потоком азота низкого давления в теплообменнике Т4, и далее расширяется в турбодетандере ТД, охлаждаясь при этом до температуры $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$. При прохождении по межтрубному пространству теплообменника Т3 азот переохлаждает природный газ до $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При температуре сжижения природного газа азот имеет давление насыщенных паров порядка 1,7-2,3 Мпа. Это составляет некоторое преимущество перед хладагентами, которые при тех же условиях имеют более низкие давления насыщенных паров (например, метан). Более высокое давление насыщенных паров приводит к уменьшению объемного расхода хладагента в цикле низкого давления. Это ведет также к уменьшению размеров, а следовательно, и стоимости компрессора азотного цикла. Кроме того, повышенное давление увеличивает эффективность процесса за счет большего перепада давления при расширении в детандере, а значит, и достижения более низких температур при расширении [1].

Введение в процесс азотного цикла при том же расходе сырьевого газа позволяет уменьшить объемные расходы пропана и смешанного хладагента в двух первых циклах. По сравнению с базовым процессом, массовый расход пропана составляет 80 % от расхода в процессе APC1 C3MR, а объемный расход смешанного хладагента на входе в компрессорную ступень низкого давления - 60 % от расхода в той же базовой версии [2]. При использовании такого же оборудования, как в базовом процессе, появляется возможность увеличить нагрузку на него, а следовательно, увеличить производительность всего процесса. Повышение температуры на выходе из основного криогенного теплообменника снижает нагрузку на теплообменник Т2, также позволяя увеличить его производительность. Заводы СПГ RasGas и Qatar Gas II, III и IV в Катаре, использующие технологию APC-X в сочетании с газовыми турбинами повышенной мощности, производят на отдельных технологических линиях до 7,8 млн. т СПГ в год [1].

ССЫЛКИ

[1]. Е. Б. Фёдорова / Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование / М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. – 159 с., ил.

[2]. Roberts M.J., Bronfenbrenner J.C., Liu Y.-N., Petrowski J.M. Large Capacity Single Train AP-XTM Hybrid LNG Process. Proceedings of International Conference «GASTECH 2002». Doha, Qatar. 2002.