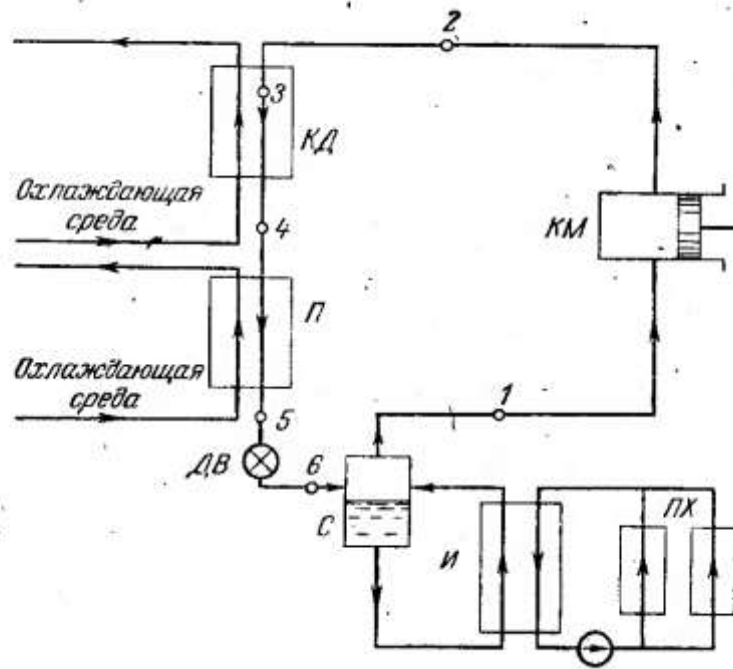
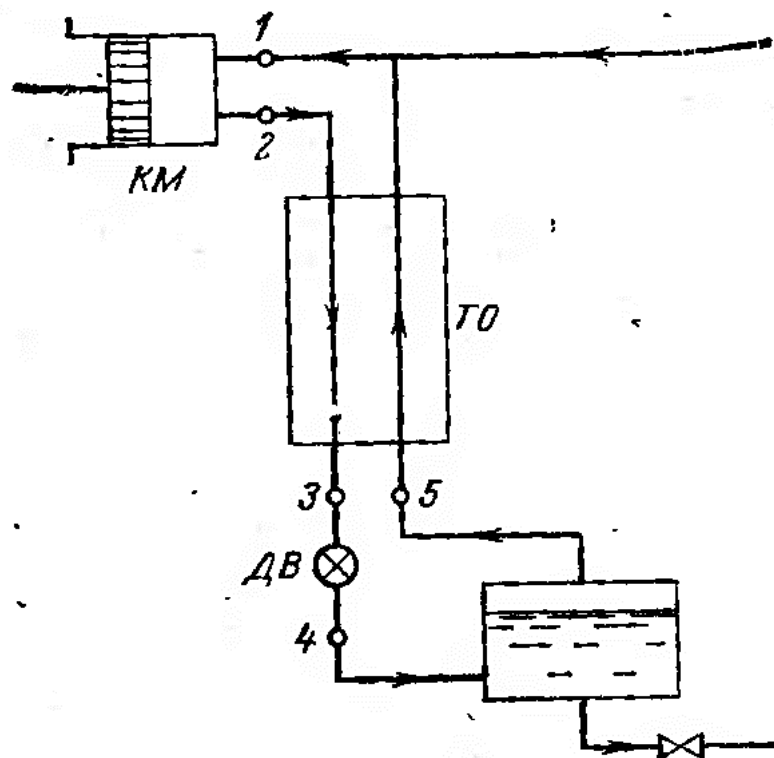


Принципиальная схема компрессионной установки

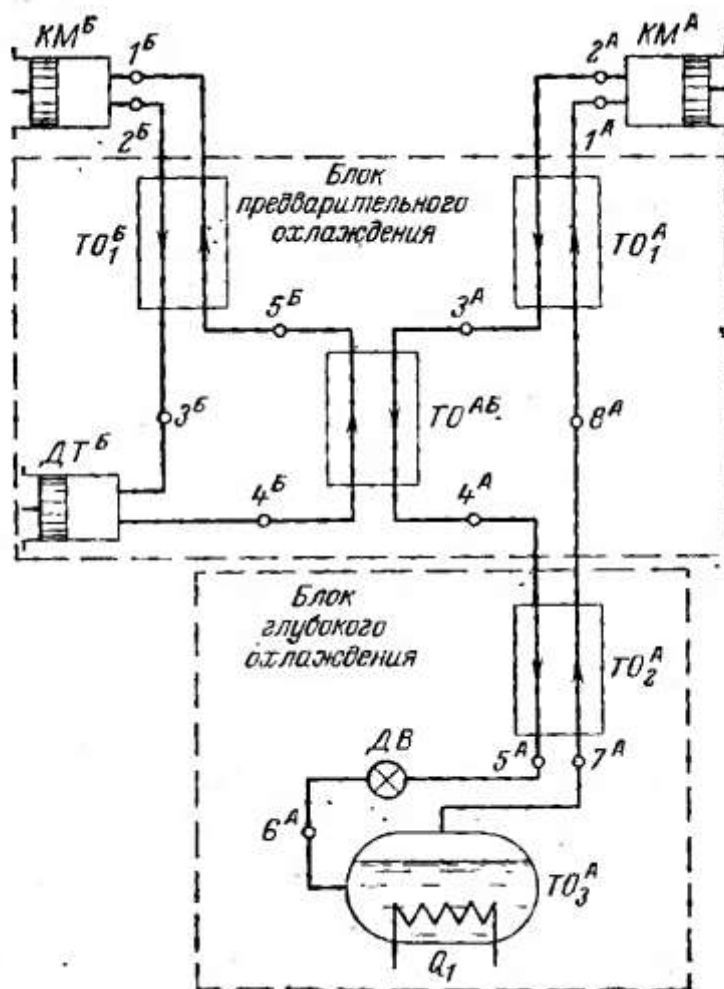


ПХ – потребитель холода

Принципиальная схема установки с простым дросселированием и выводом жидкости



**Схема рефрижераторной установки с объединенным
дроссельно-детандерного цикла**



Малые и средние установки

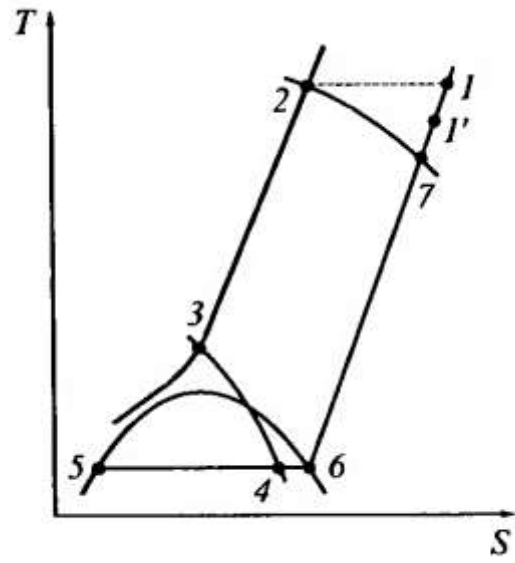
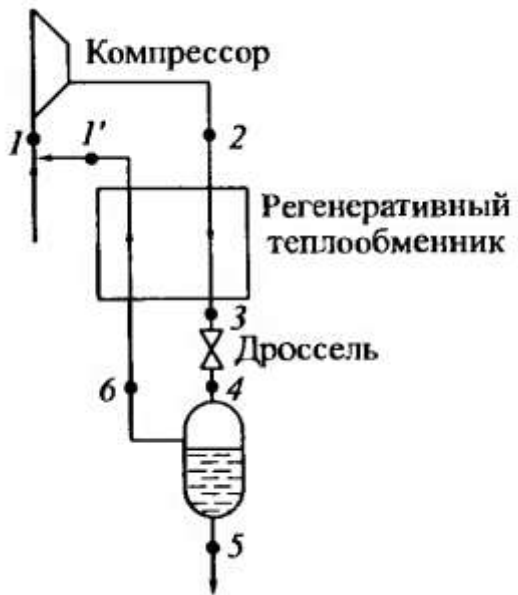


Схема детандерного цикла получения СПГ с использованием перепада давления на ГРС

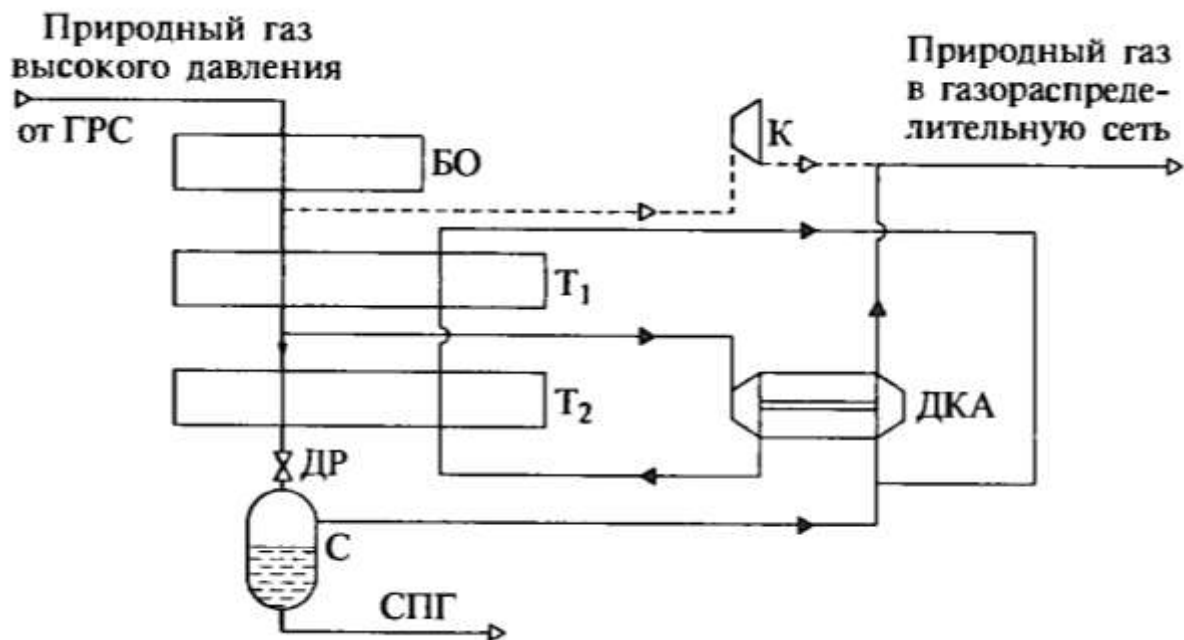
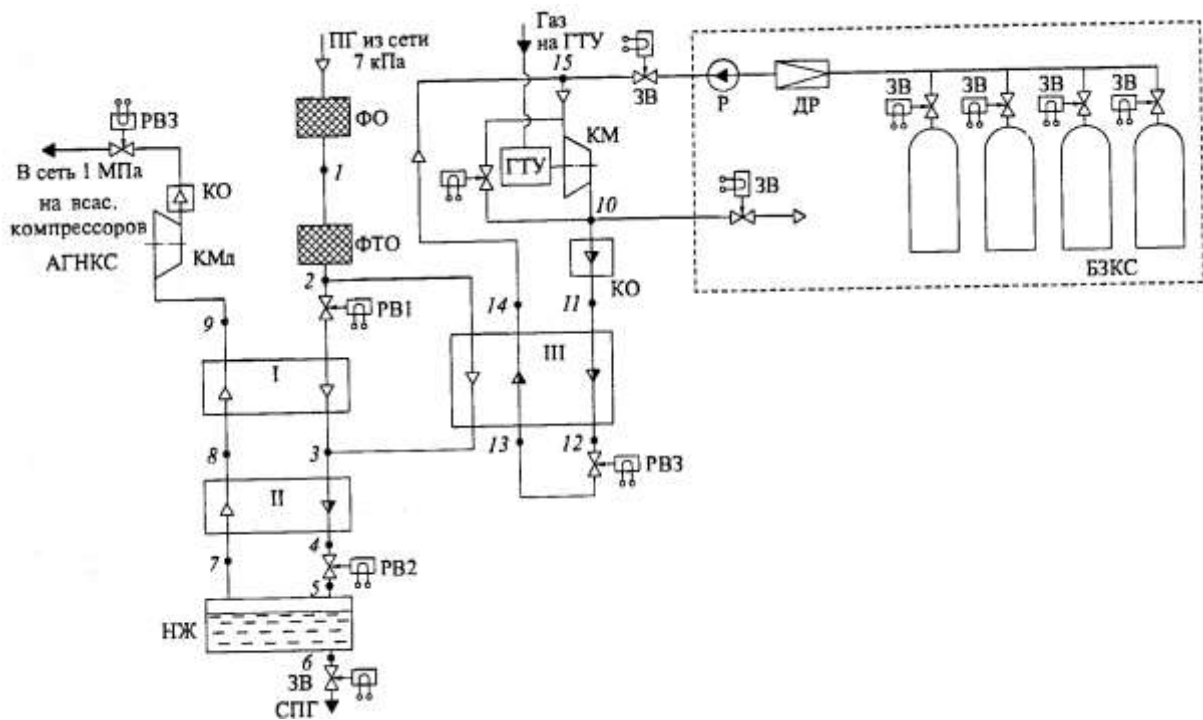


Схема детандерного цикла получения СПГ с использованием перепада давления на ГРС:
БО – блок очистки; T_1 , T_2 – теплообменники парогазовые; ДКА – детандерно-компрессорный агрегат; К – дожимающий компрессор; ДР – дроссель; С – сепаратор



Принципиальная схема установки сжижения природного газа на смесях хладагентов:
 ГТУ – газотурбинная установка; РВ1 – РВ3 – дроссели регулирующие; ЗВ – запорный вентиль;
 КМ – смесевой компрессор; КМд – дожимающий компрессор; КО – конечной охладитель; ФО – фильтр осушитель; ФТО – фильтр тонкой очистки; НЖ – накопитель жидкости; БЗКС – блок заправки и контроля состава; I, II – рекуперативные теплообменники; Ш – трехпоточный теплообменник; 1 – 15 – трубопроводы; ДР – дроссель; Р – редуктор.

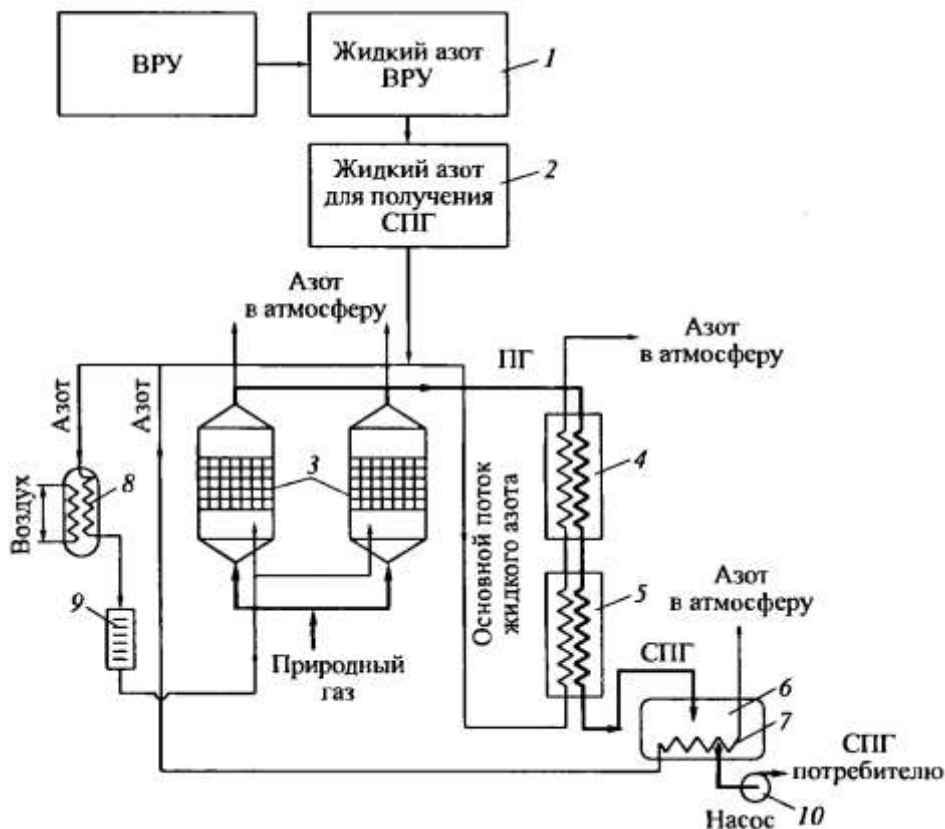
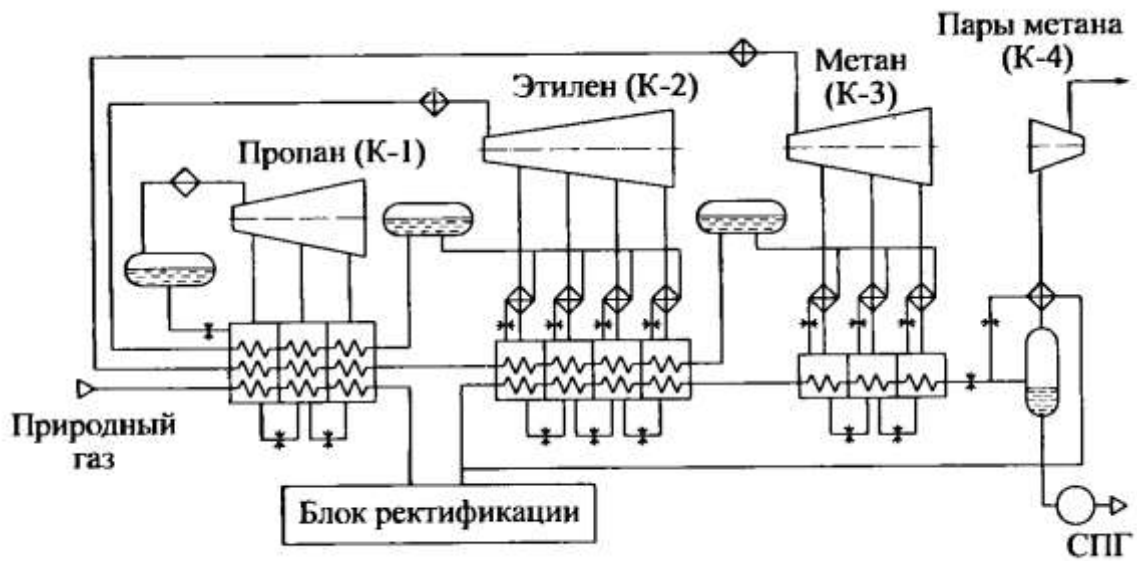
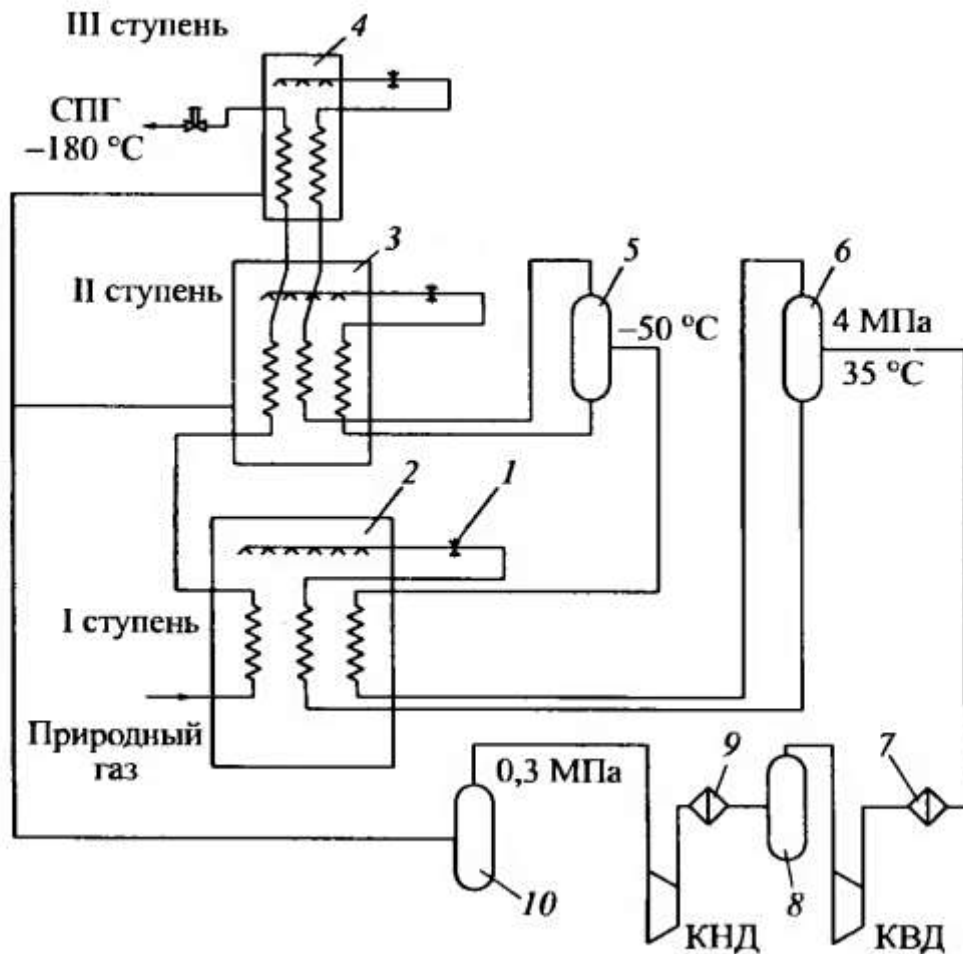


Схема ожижения природного газа с использованием жидкого азота из воздухоразделительной установки (ВРУ)

Крупнотоннажные установки



Принципиальная схема установки сжижения природного газа с классическим каскадным циклом:
(К-1) – (К-4) – контуры каскада



Принципиальная схема однопоточного цикла сжижения на смешанном холодильном агенте:
КНД, КВД – ступени компрессора низкого и высокого давления;
1 – дроссель; 2, 3, 4 – теплообменники (газовые-паровые); 5, 6, 8, 10 – сепараторы;
7, 9 – теплообменники водяные.

Схема получения СПГ с двумя степенями давления низкого (КНД) и высокого (КВД)

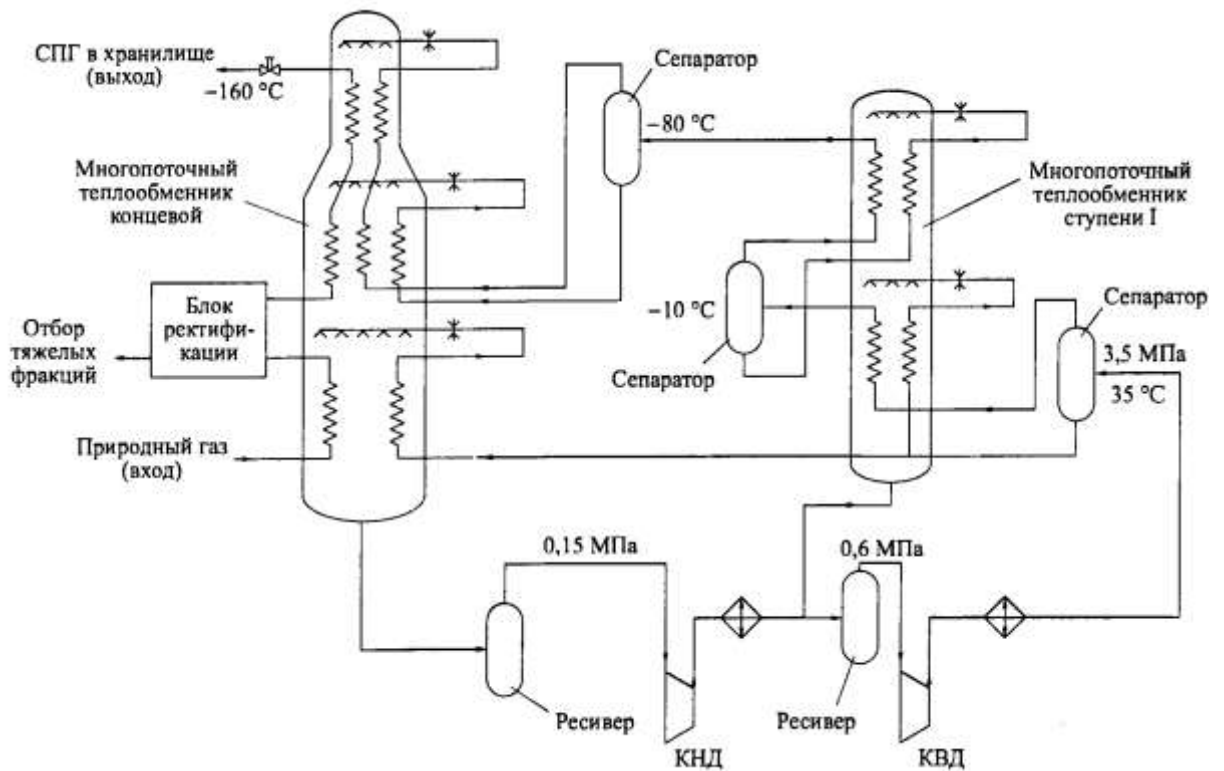


Схема сжижения природного газа на смесях хладагента с двумя контурами

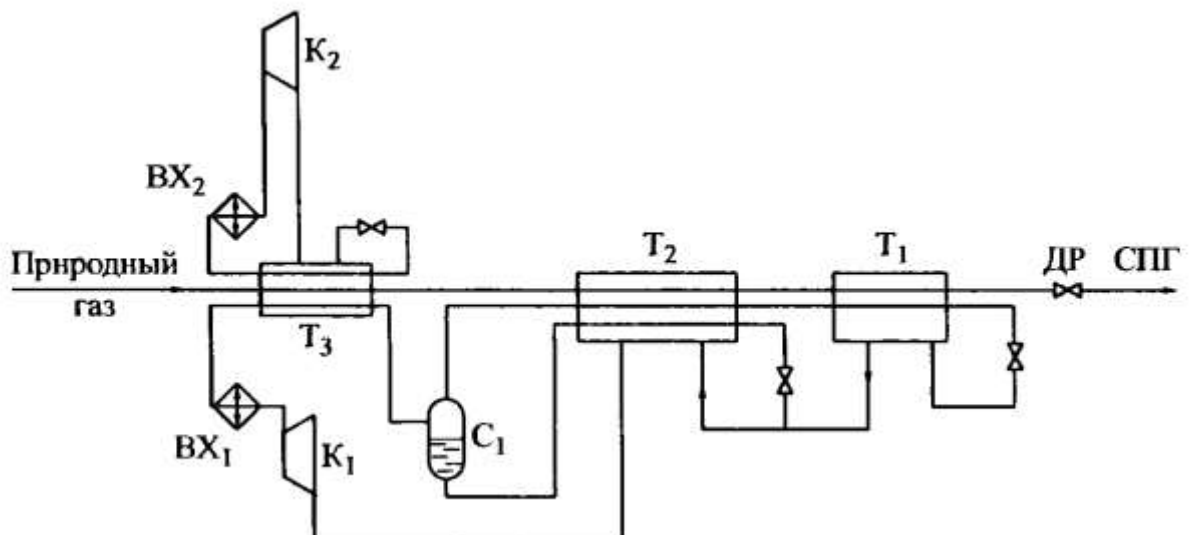
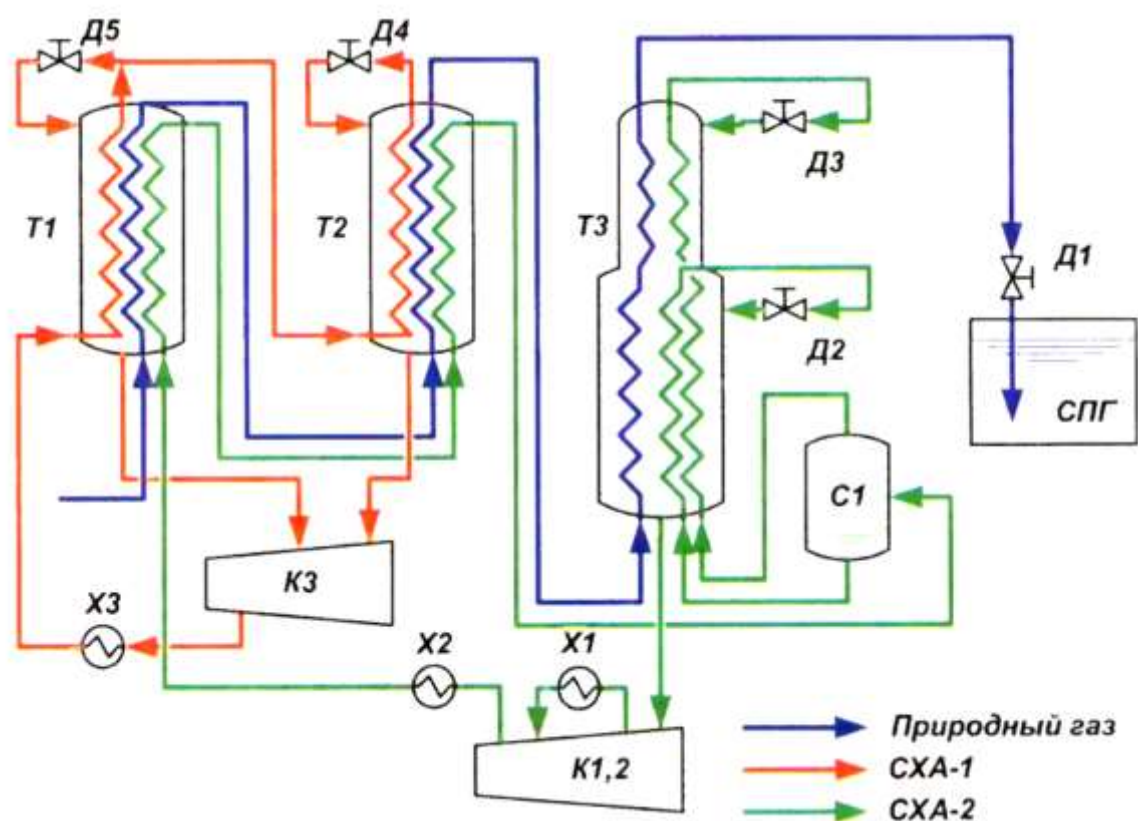


Схема сжижения природного газа на смесях хладагента с двумя контурами:
 Компрессоры: K_1 – основного цикла, K_2 – цикла предварительного охлаждения;
 C_1 – сепаратор; ДР – дроссель;
 Теплообменники парогазовые: $T_1 - T_3$; Теплообменники водяные: VX_1, VX_2 .

(Double Mixed Refrigerant - DMR)

Один из крупнейших в мире интегрированных нефтегазовых проектов «Сахалин-2» является масштабным техническим комплексом принципиально нового для России типа. Впервые в истории страны применяется метод сжижения природного газа, причем технологический процесс сжижения газа с применением двойного смешанного хладагента (**Double Mixed Refrigerant - DMR**) был разработан специально для этого проекта. Эта технология, являющаяся самой передовой на сегодняшний день, была адаптирована таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность производства в условиях холодных сахалинских зим при оптимальном режиме работы компрессоров.



Хладагент цикла предварительного охлаждения (СХА-1) представляет собой смесь этана и пропана с добавлением небольших количеств метана и бутана. Использование смешанного хладагента в цикле предварительного охлаждения делает процесс более гибким и эффективным в условиях низких температур окружающего воздуха. Процесс легко адаптируется к изменению внешней температуры путем изменения соотношения пропана и этана в смесевом хладагенте СХА-1. Преимущества данной технологии особенно сказываются в условиях зимних температур (около $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$), когда вследствие вариабельности составов хладагентов коэффициент ожигения природного газа достигает максимума.

Очищенный природный газ и смешанный хладагент основного цикла сжижения (СХА-2) охлаждаются в цикле предварительного охлаждения до $(-50)\text{--}(-80)\text{ }^{\circ}\text{C}$, проходя последовательно снизу - вверх по трубным пучкам теплообменников Т1 и Т2.

В основном криогенном теплообменнике Т3 природный газ при движении по трубным пучкам снизу - вверх сжижается и переохлаждается до температуры $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. После основного криогенного теплообменника сжатый и сжиженный газ расширяется в устройстве Д1 до $0,12\text{--}0,13\text{ МПа}$, охлаждается до температуры $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ и направляется в резервуар для хранения.

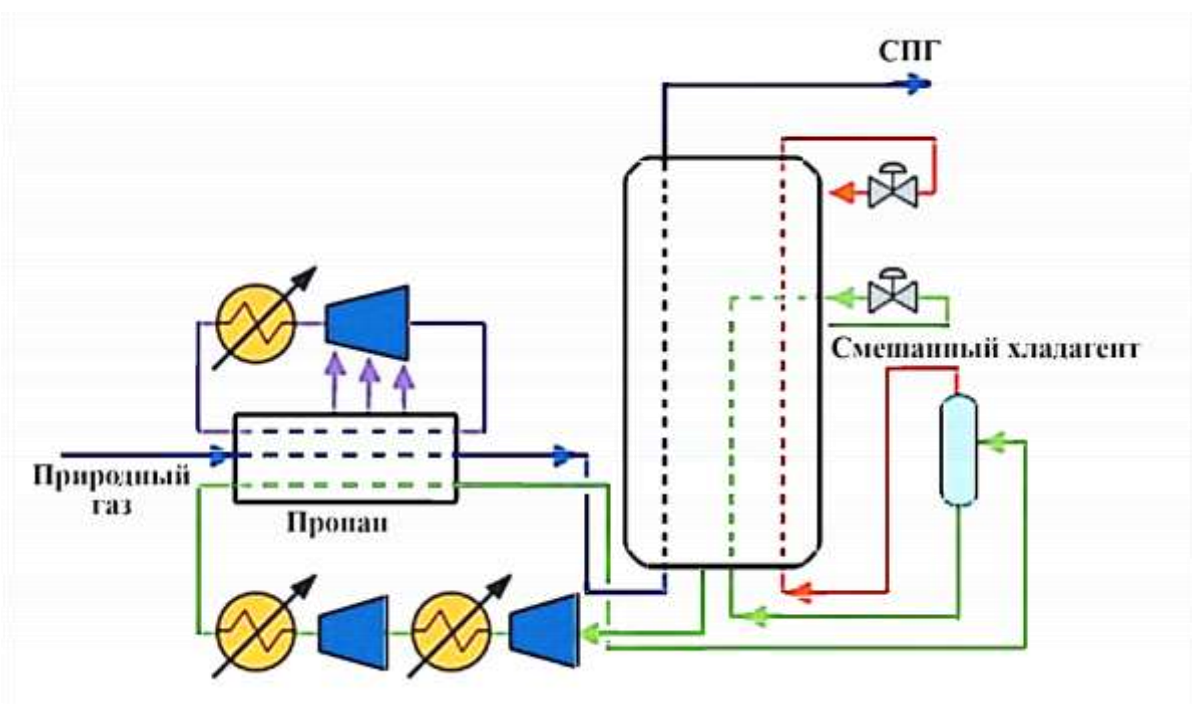
C₃MR (Air Products and Chemicals Inc.)

Компания Air Products осуществит поставку трех главных криогенных теплообменников MCR®, которые будут использоваться в процессах ожижения газа с применением смешанного хладагента предварительного охлаждения. Каждая из этих установок, используя собственную фирменную технологию сжижения СПГ Air Products AP-C³MRTM и оборудование компании, позволит производить 5,5 млн тонн СПГ в год. Мощность всего проекта «Ямал СПГ» с тремя технологическими линиями составит в общем 16,5 млн т/год.

C₃MR (Air Products and Chemicals Inc.) - процесс с предварительным трехуровневым предварительным охлаждением пропаном и основным дроссельным циклом на СХ с одним значением давления расширения и двумя температурными уровнями расширяемого хладагента.

В 2011 он применялся на 73 технологических линиях и обеспечивал 53% мирового производства СПГ

C₃MR (Air Products and Chemicals Inc.) - процесс с предварительным трехуровневым предварительным охлаждением пропаном и основным дроссельным циклом на СХ с одним значением давления расширения и двумя температурными уровнями расширяемого хладагента.



C₃MR (Air Products and Chemicals Inc.)

Каскадный процесс с использованием смешанного хладагента MFC (Statoil и Linde)

Известно, что в цикле предварительного охлаждения используется смесь этан - пропан. Для других циклов в качестве хладагентов также были выбраны бинарные смеси: метан - этан и азот - метан.

