



ХИМТЕХНОЛОГИЯ

СЕВЕРОДОНЕЦК



50 лет отечественных разработок и проектирования производств метанола

РОДИН ЛЕОНИД МИХАЙЛОВИЧ



ХИМТЕХНОЛОГИЯ



ИНСТИТУТ ОСНОВАН В 1949 Г. КАК СЕВЕРОДОНЕЦКИЙ ФИЛИАЛ ГИАП
С 1983 Г. – ГОСНИИМЕТАНОЛПРОЕКТ
С 1991 Г. – НИПИ «ХИМТЕХНОЛОГИЯ»
С 2006 Г. – ВХОДИТ В ГРУППУ КОМПАНИЙ «АЛВИГО»

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТОК И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- МЕТАНОЛ И КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА
- АЦЕТИЛЕН
- УКСУСНАЯ И АДПИНОВАЯ КИСЛОТА
- СИНТЕЗ-ГАЗ, ВОДОРОД, АММИАК

НАПРАВЛЕНИЕ МЕТАНОЛ

1955-1976 ГГ. – РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ МЕТАНОЛА ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ (СЕВЕРОДОНЕЦК, ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД, НОВОЧЕРКАССК, ИОНАВА)

1970-2016 ГГ. - РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ МЕТАНОЛА ПРИ НИЗКОМ И СРЕДНЕМ ДАВЛЕНИИ (50-90 АТМ)

РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА



АГРЕГАТЫ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА М-100



ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 1972 – 1976 г.г. – 4 агрегата

ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ – 100 000 ТОНН/ГОД МЕТАНОЛА–РЕКТИФИКАТА

Давление синтеза – 5,3 МПа, температура 200–270 °С, реактор – адиабатический, 4-х полочный, с холодными байпасами, объем загрузки катализатора – 60 м³

ДОСТИГНУТАЯ МОЩНОСТЬ

М-100-1 — 205 000 т/г (Украина, г.Северодонецк)

М-100-2 — 162 500 т/г (Россия, г.Щекино)

М-100-3 — 124 800 т/г (Россия, г.Невинномысск)

М-100-4 — 140 000 т/г (Россия, г.Новомосковск)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА

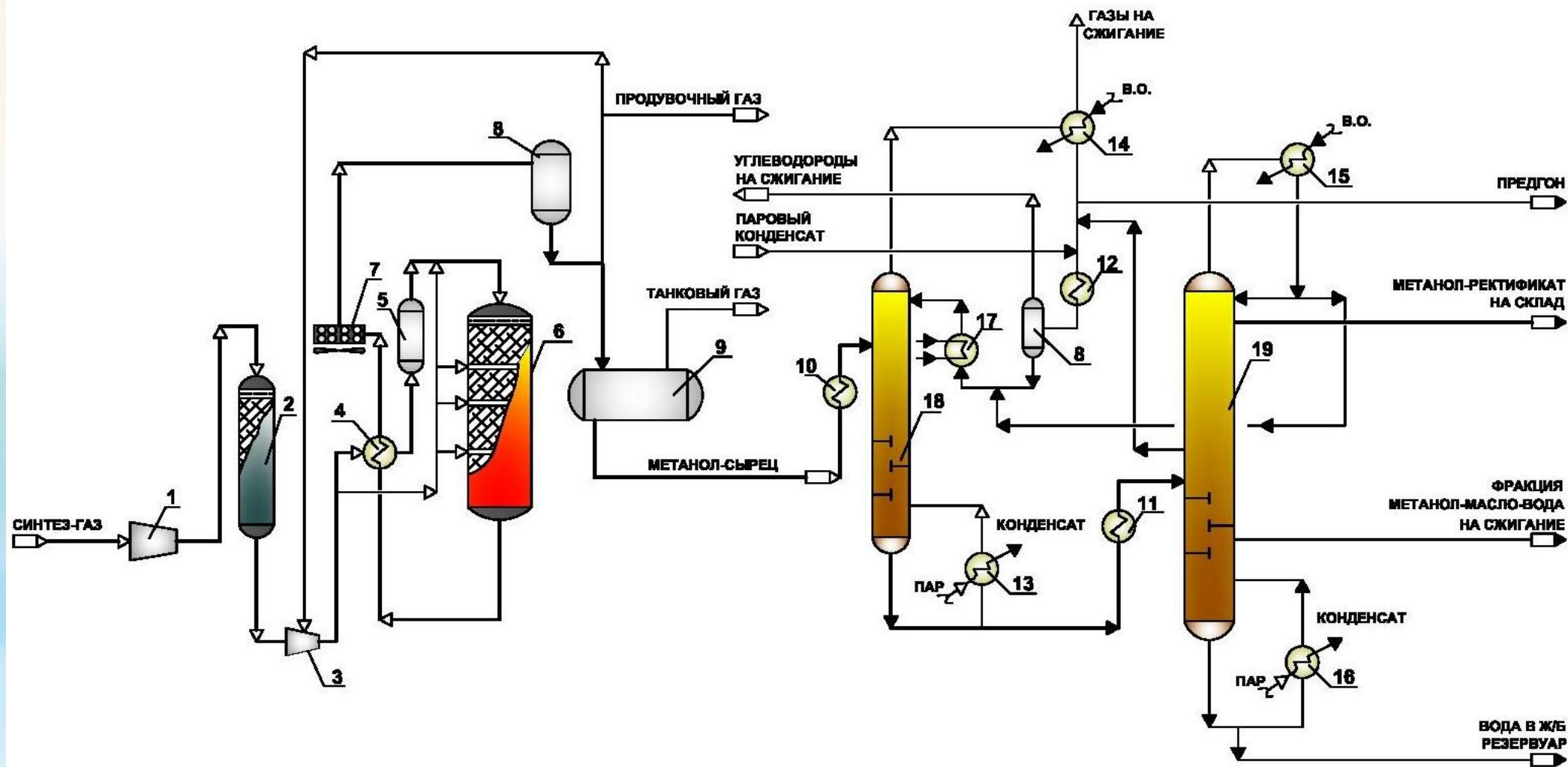
Агрегаты построены в комплексе с производствами ацетилена.

Сырьем для производства метанола является синтез-газ из производства ацетилена.

Дополнительно в качестве сырья используются «хвостовые» водородсодержащие газы из других производств.



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА АГРЕГАТА М-100



1-компрессор синтез-газа; 2-угольный адсорбер; 3-циркуляционный компрессор; 4,10,11,12,17-теплообменник; 5-электроподогреватель; 6-реактор синтеза метанола; 7-воздушный холодильник; 8-сепаратор; 9-сборник; 13,16-кубовый подогреватель; 14,15-холодильник; 18-колонна предварительной ректификации; 19-колонна основной ректификации



АГРЕГАТ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА М-300



Разработка проекта – конец 80-х годов

Мощность – 300 000 тонн/год метанола-ректификата

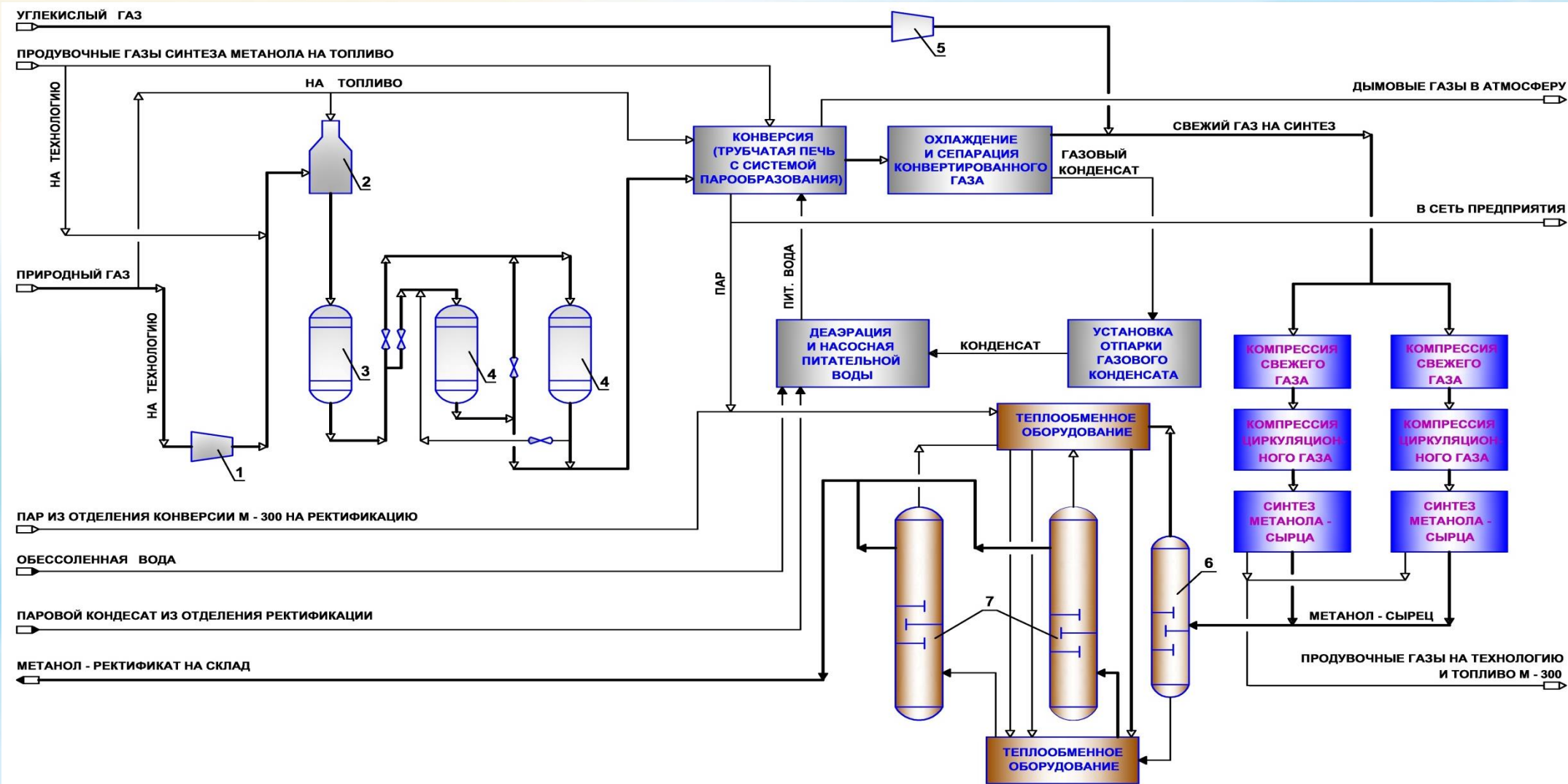
Метод производства синтез-газа – паровая каталитическая конверсия природного газа в трубчатой печи

Давление синтеза метанола – 5,0 МПа, Температура 220 – 280 °С

Особенность агрегата М-300 - синтез метанола в две линии с реакторами типа М-100



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА АГРЕГАТА МЕТАНОЛА М-300



1-компрессор природного газа; 2-огневой подогреватель; 3-аппарат гидрирования; 4-аппарат серопоглощения; 5-компрессор углекислого газа; 6-колонна предварительной ректификации; 7-колонна основной ректификации.



РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА – конец 80-х годов

МОЩНОСТЬ УСТАНОВКИ – 40 000 тонн/год метанола-ректификата

ОСОБЕННОСТИ АГРЕГАТА

ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ – синтез-газ, получаемый газификацией угля

Блочно-модульное строительство

СОСТАВ УСТАНОВКИ МЕТАНОЛА М-40

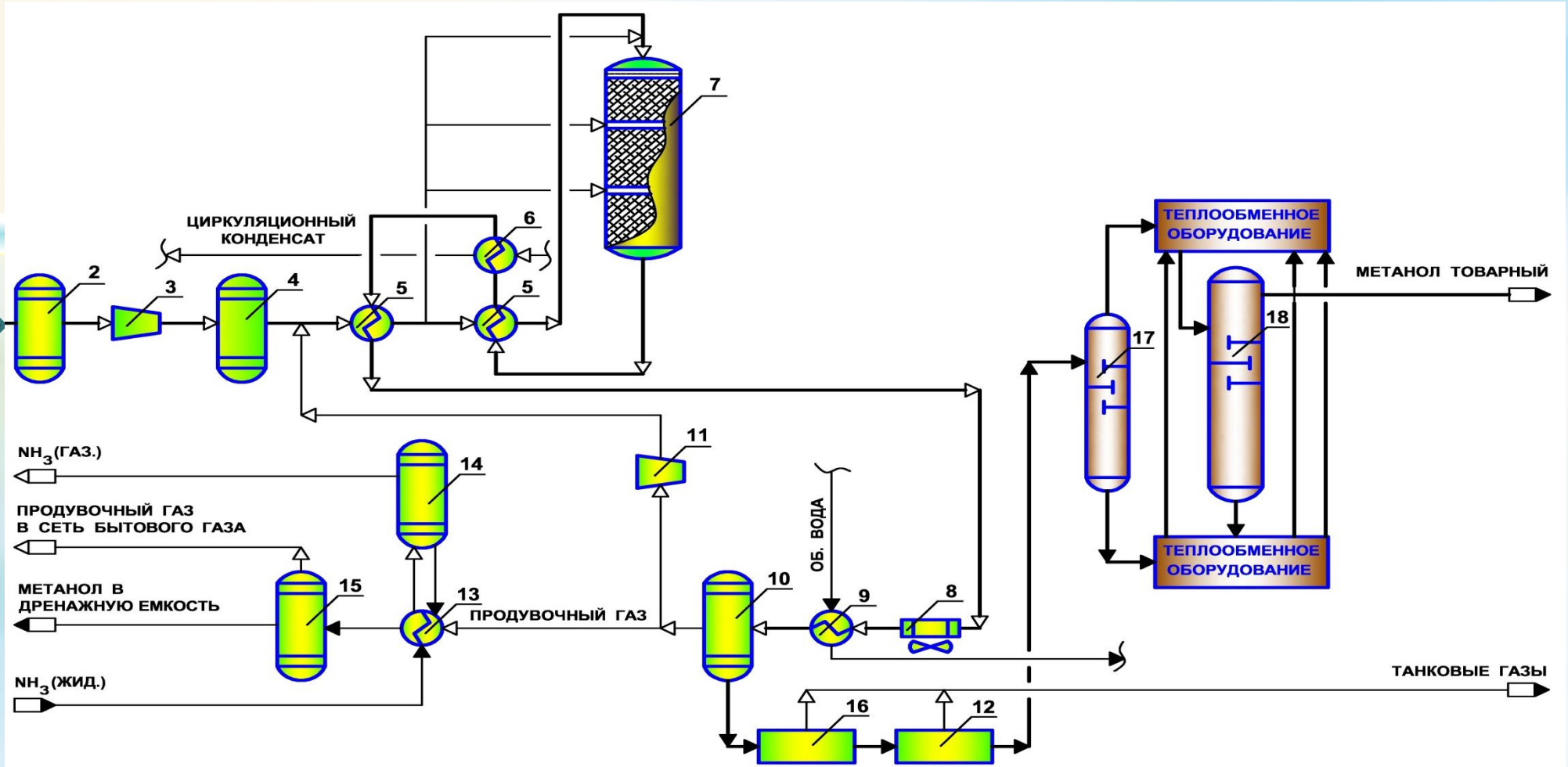
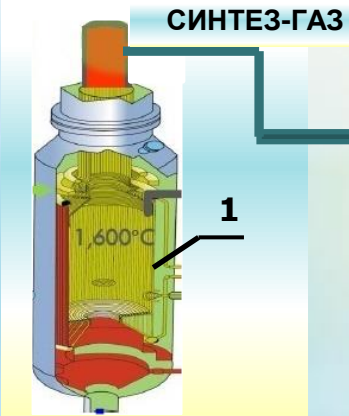
- **ОЧИСТКА СИНТЕЗ-ГАЗА ОТ СЕРОСОЕДИНЕНИЙ**
- **КОМПРЕССИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА**
- **СИНТЕЗ МЕТАНОЛА-СЫРЦА** по циркуляционной схеме при давлении 5,0 МПа и температуре 210–270 °С
- **РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА-СЫРЦА** 1 колонна предварительной ректификации, 1 колонна основной ректификации



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА АГРЕГАТА МЕТАНОЛА М-40



ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЯ



1 – газификатор угля; 2, 4 – аппараты сероочистки; 3 – компрессор синтез-газа; 5 – рекуперационный теплообменник; 6 – подогреватель циркуляционного конденсата; 7 – реактор синтеза метанола; 8 – аппарат воздушного охлаждения; 9 – холодильник-конденсатор; 10, 14, 15 – сепаратор; 11 – компрессор циркуляционного газа; 12 – сборник метанола-сырца; 13 – испаритель жидкого аммиака; 16 – дегазатор; 17 – колонна предварительной ректификации; 18 – колонна основной ректификации.



АГРЕГАТ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА М-400



РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА производства метанола М-400 – начало 90-х годов

МОЩНОСТЬ – 400 000 тонн/год метанола-ректификата

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО АГРЕГАТУ М-400

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА – двухступенчатая конверсия природного газа **в реакторах «тандем»:**

первая ступень – каталитическая паровая конверсия природного газа (40% от общего количества) в трубчатом реакторе, с использованием тепла конвертированного газа, подаваемого в межтрубное пространство из шахтного реактора.

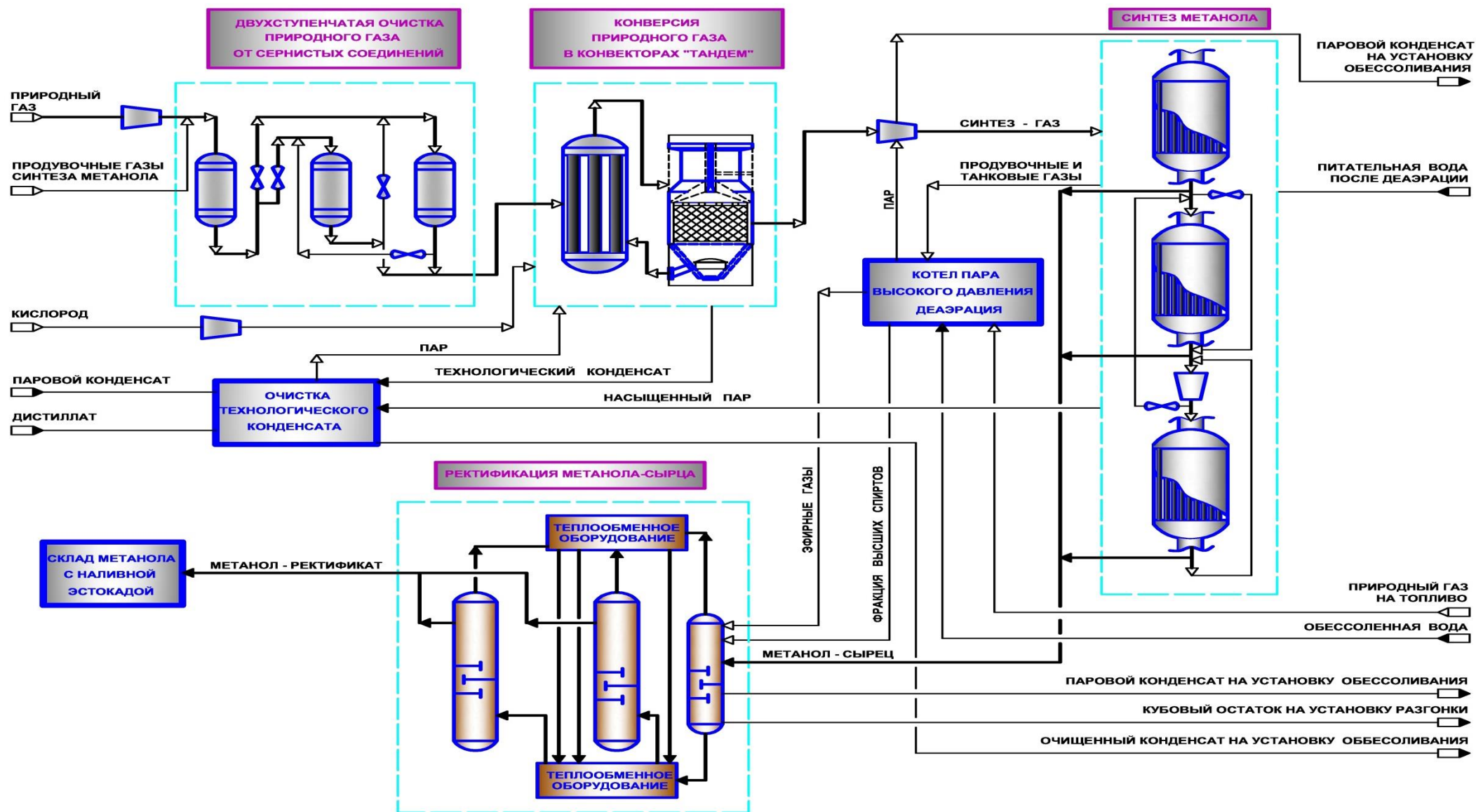
вторая ступень – каталитическая парокислородная конверсия в шахтном реакторе смеси природного газа (60%) и конвертированного газа, подаваемого из трубчатого реактора.

СИНТЕЗ МЕТАНОЛА – **в каскаде из трёх трубчатых реакторов:** двух изотермических проточных реакторах с последовательным ходом газа и в третьем изотермическом реакторе трубчатого типа с рециркуляцией газа при $P \sim 8,0$ МПа, $T \sim 210-220$ °С.

РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА-СЫРЦА – в одной колонне предварительной ректификации и в двух колоннах основной ректификации, работающих в различных режимах с использованием тепла флегмы и тепла конвертированного газа.



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА АГРЕГАТА МЕТАНОЛА М-400





АГРЕГАТ МЕТАНОЛА М-400



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АГРЕГАТА М-400			
№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	Ед. изм.	Расход на 1 тонну метанола - ректификата
1	Природный газ (0°С, 101,3 КПа) $Q_H=8386$ ккал/нм ³ в т.ч.	нм ³	835
1.1	- на технологию	нм ³	822
1.2	- на топливо	нм ³	13
2	Кислород 99,5% O ₂ (0°С, 101,3 КПа)	нм ³	365
3	Электроэнергия	кВт/ч	225
4	Вода оборотная	м ³	118
5	Вода глубокообессоленная	м ³	2,9
6	Общее энергопотребление	Гкал	7,95
Общая мощность производства по метанолу - ректификату		тонн/год	400 000



АГРЕГАТ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА М-130



РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА агрегата производства метанола М-130 – 2005 год

МОЩНОСТЬ – 130 000 тонн/год метанола-ректификата

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО АГРЕГАТУ М-130

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА – двухступенчатая конверсия природного газа:

первая ступень – каталитическая пароуглекислотная конверсия природного газа в трубчатой печи;

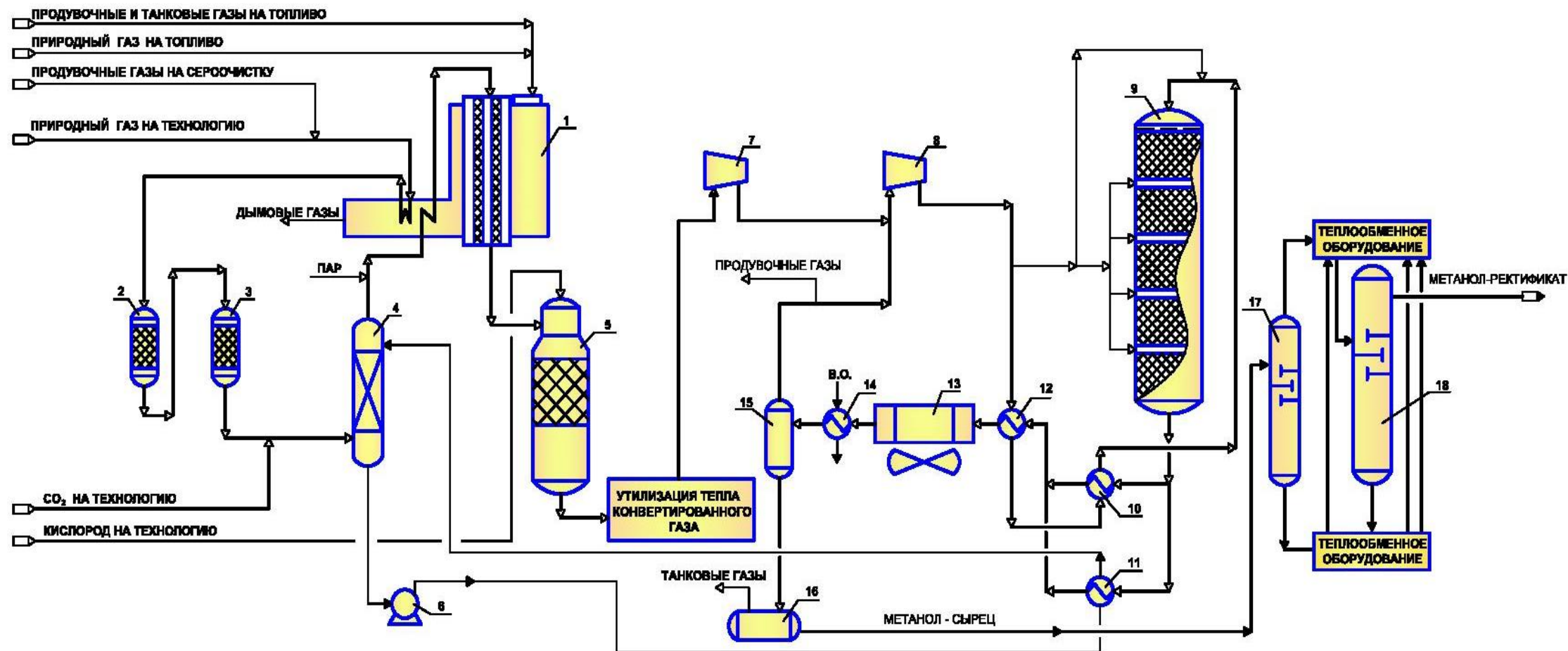
вторая ступень – каталитическая парокислородная конверсия в шахтном реакторе конвертированного газа после трубчатой печи.

СИНТЕЗ МЕТАНОЛА – в полочном адиабатическом реакторе при $P \sim 5,0$ МПа, $T \sim 210\text{--}270$ °С с рециркуляцией газа.

РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА-СЫРЦА – в двух агрегатах ректификации, состоящих из колонны предварительной ректификации и колонны основной ректификации.



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА агрегата метанола М-130



1 – трубчатая печь; 2 – аппарат гидрирования сернистых соединений; 3 – аппарат поглощения сероводорода; 4 – колонна сатурации; 5 – реактор вторичного риформинга; 6 – насос циркуляционного конденсата; 7 – компрессор синтез-газа; 8 – компрессор циркуляционного газа; 9 – реактор синтеза метанола; 10, 12 – рекуперационный теплообменник; 11 – подогреватель циркуляционного конденсата; 13 – холодильник-конденсатор (АВО); 14 – холодильник-конденсатор; 15 – сепаратор метанола-сырца; 16 – сборник метанола-сырца; 17- 2 колонны предварительной ректификации; 18 – 2 колонны основной ректификации.



АГРЕГАТ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА М-130



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АГРЕГАТА М-130

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	Ед. изм.	Расход на 1 тонну метанола - ректификата
1	Исходное сырье		
1.1	Природный газ (20°C, 101,3 КПа) $Q_H=8100$ ккал/нм ³ в т.ч.	ст. м ³	957,6
	- на технологию	ст. м ³	691,2
	- на топливо	ст. м ³	266,4
1.2	Кислород 95% O ₂ (0°C, 101,3 КПа)	нм ³	189,5
1.3	Диоксид углерода	нм ³	94,8
2	Энергоресурсы		
2.1	Электроэнергия	кВт/ч	143,8
2.2	Пар низкого давления на ректификацию	т	0,25
2.3	Вода оборотная	м ³	220,5
2.4	Вода деминерализованная	м ³	1,5
Общая мощность производства по метанолу - ректификату		тонн/год	130 000



АГРЕГАТ МЕТАНОЛА М-300



- **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА** производства метанола М-300 – 2013 г.
- **ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ** – 300 000 тонн/год метанола-ректификата
- **ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ** – природный газ.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО АГРЕГАТУ М-300

ГИДРОСЕРООЧИСТКА природного газа – в одну ступень
совмещение процессов гидрирования и поглощения серы в одном аппарате.

ПОДГОТОВКА ГАЗА — в зависимости от энергоресурсов, имеющих на площадке:
паровая (пароуглекислотная) конверсия природного газа,
двухступенчатая конверсия природного газа в реакторах «тандем»,
комбинированный риформинг (первичный и вторичный риформинг).

СИНТЕЗ МЕТАНОЛА — по циркуляционной схеме в одном изотермическом реакторе трубчатого типа при давлении $\approx 9,0$ МПа и температуре $\approx 210\text{--}250$ °С с получением насыщенного пара.

РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА-СЫРЦА — в одной колонне предварительной ректификации и в двух колоннах основной ректификации, работающих в различных режимах с использованием тепла флегмы и тепла конвертированного газа.



БЛОК-СХЕМА

агрегата синтеза метанола М-300 с трубчатым реактором синтеза

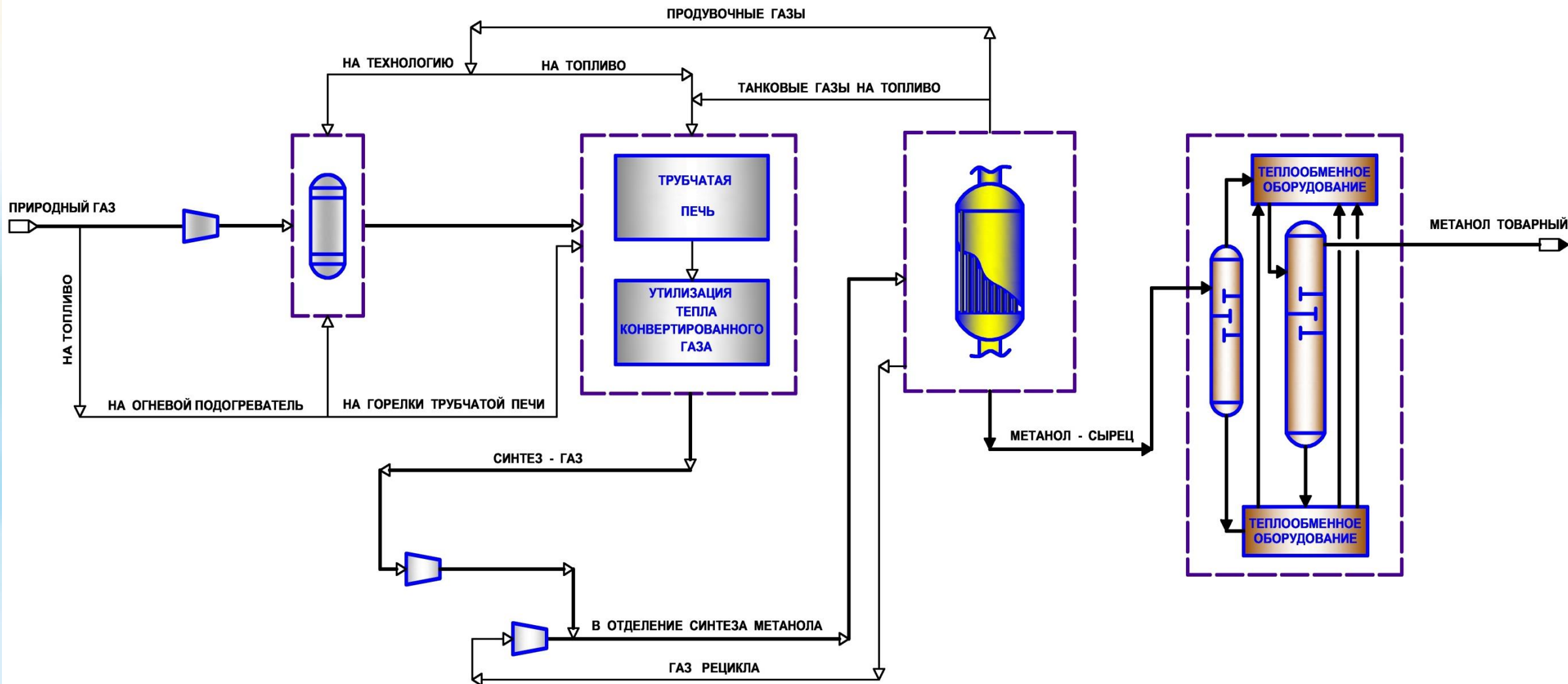


ОТДЕЛЕНИЕ СЕРООЧИСТКИ

ОТДЕЛЕНИЕ КОНВЕРСИИ

ОТДЕЛЕНИЕ СИНТЕЗА

ОТДЕЛЕНИЕ РЕКТИФИКАЦИИ





ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ МОЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА М-750



Проектная мощность – 2500 т/сут. метанола-ректификата

Мощность после реконструкции - 3070 т/сут. метанола-ректификата

РЕШЕНИЯ ПО НАРАЩИВАНИЮ МОЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

1 Этап реконструкции:

- Увеличение производительности паровой конверсии природного газа;
- Модернизация теплообменного оборудования.

2 Этап реконструкции:

- Увеличение производительности паровой конверсии природного газа;
- Строительство дополнительного блока проточного синтеза на базе трубчатого реактора;
- Установка дополнительного теплообменного оборудования на стадиях подготовки газа и ректификации.



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА производства метанола М-750 после реконструкции производства



ВВОД ПРИРОДНОГО ГАЗА

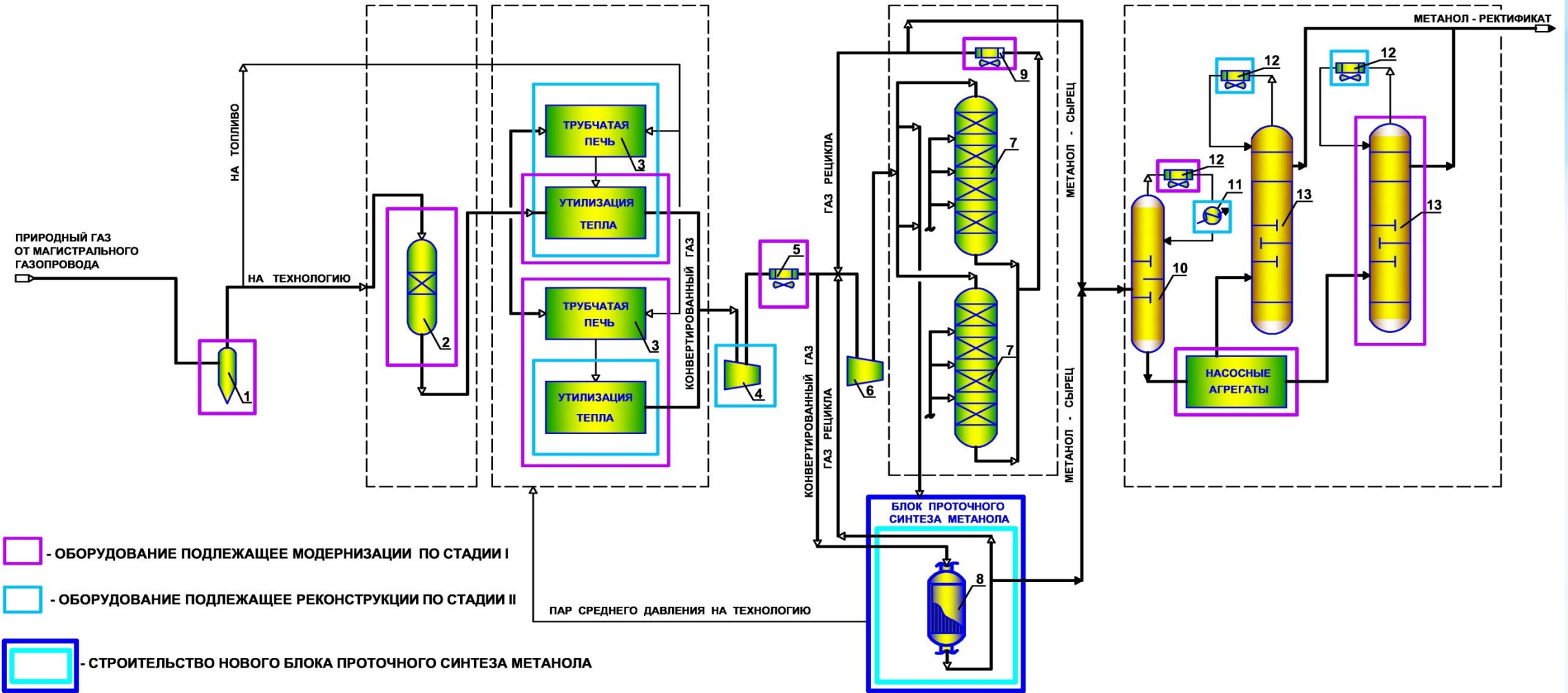
СЕРООЧИСТКА

КОНВЕРСИЯ

КОМПРЕССИЯ

СИНТЕЗ

РЕКТИФИКАЦИЯ



1 – пылеуловитель; 2 – реактор гидросероочистки; 3 – трубчатая печь; 4 – компрессор конвертированного газа; 5 – межступенчатый холодильник; 6 – компрессор циркуляционного газа; 7 – полочный реактор; 8 – трубчатый реактор; 9 – конденсатор метанола - сырца; 10 – колонна отгонки легких фракций; 11 – вторичный конденсатор метанола; 12 – конденсатор паров метанола; 13 – колонна основной ректификации.



АГРЕГАТ МЕТАНОЛА М-10



- **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА** агрегата метанола М-10 – 2016 г.
 - **ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ** – 10 000 тонн/год метанола-ректификата
 - **ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ** – попутный газ.
-
- Установка предназначена для производства метанола из попутного нефтяного газа, в том числе на удаленных месторождениях с ограниченной инфраструктурой.
 - Установка изготавливается в виде готовых блочно-модульных конструкций в габаритах стандартных морских контейнеров, требующих минимальных сборочных работ на площадке строительства.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО АГРЕГАТУ М-10

СЕРООЧИСТКА

попутного газа – в одну ступень с совмещением процессов гидрирования и поглощения серы в одном аппарате.

ПОДГОТОВКА ГАЗА

предриформинг попутного газа, паровая конверсия в трубчатой печи с утилизацией тепла технологического и дымового газов для нагрева технологических потоков и выработки пара на установку.

СИНТЕЗ МЕТАНОЛА

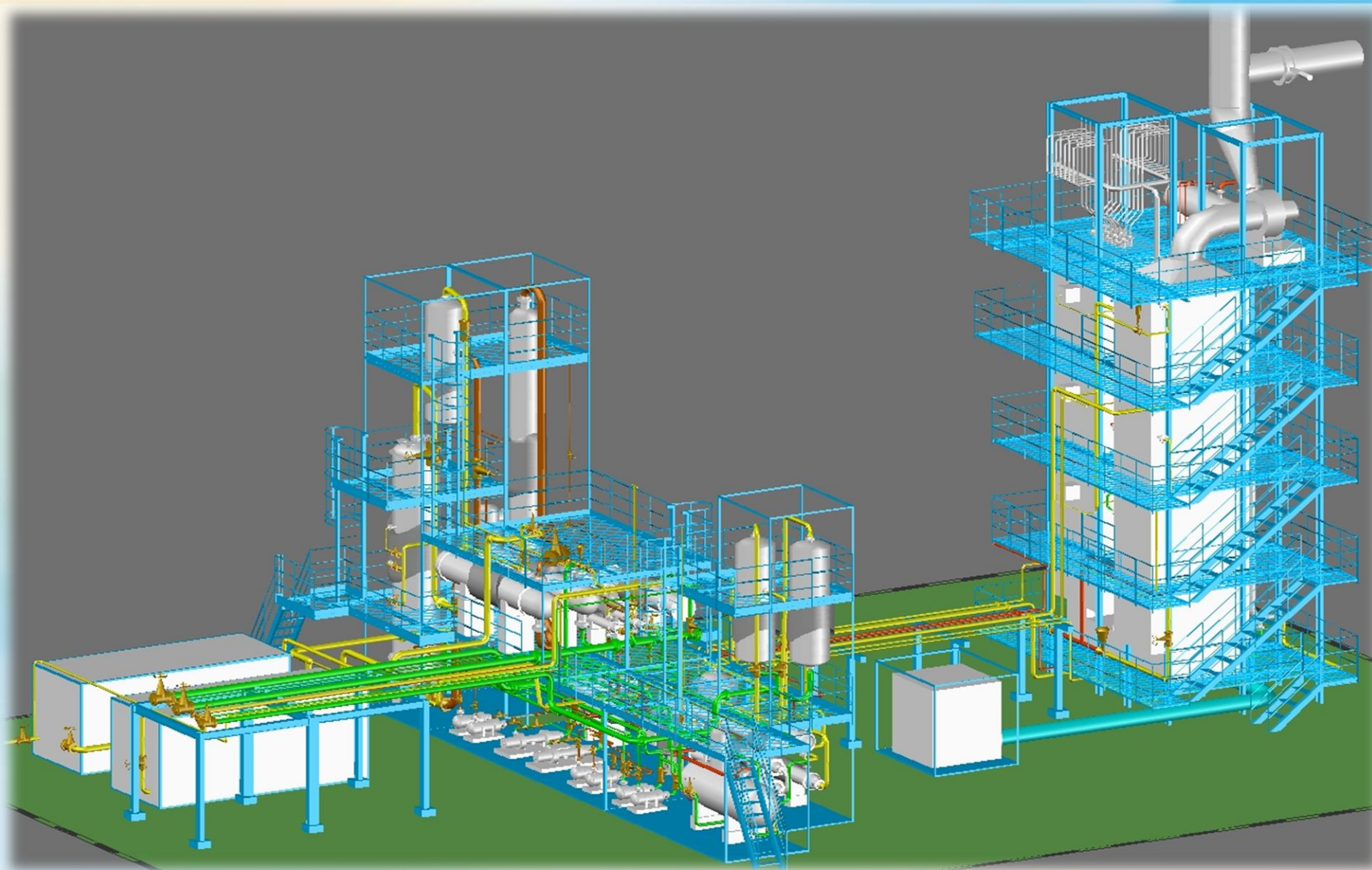
по циркуляционной схеме в одном адиабатическом двухполочном реакторе с радиальным ходом газа при давлении $\approx 8,0$ МПа и температуре $\approx 210\text{--}250^\circ\text{C}$ с холодным байпасом между полками.

РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА-СЫРЦА

в одной колонне предварительной ректификации и одной колонне основной ректификации.



ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА агрегата метанола М-10





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

THANK YOU FOR ATTENTION !