

**DESIGNING, ERECTING AND COMMISSIONING A NEW
GRASS ROOT METHANOL PLANT IN RUSSIA**

by

**Sergio Debernardi & L.Bianchi
METHANOL CASALE S.A**

Presented at

IMTOF 2001
24-27 June, 2001
London, United Kingdom

**DESIGNING, ERECTING AND COMMISSIONING OF A
NEW GRASS ROOT METHANOL PLANT IN RUSSIA**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ И ПУСКО-НАЛАДКА
СОВЕРШЕННО НОВОГО АГРЕГАТА
ПО ПРОИЗВОДСТВУ МЕТАНОЛА В РОССИИ**

by
под редакцией

S. Debernardi and Luca Bianchi
С. Дебернарди и Л. Вианки

METHANOL CASALE S.A.

Lugano, Switzerland

МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ С.А.

Лугано, Швейцария

CONTENTS

DESIGN, SUPPLY, QUALITY CONTROL AND SUPERVISION

1. INTRODUCTION
2. NEW METHANOL PLANT IN TOGLIATTI
3. STEAM REFORMING
4. NEW HORIZONTAL METHANOL CONVERTER
5. CONCLUSION

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОСТАВКА, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И И ШЕФМОНТАЖ

1. ВВЕДЕНИЕ
2. НОВЫЙ АГРЕГАТ МЕТАНОЛА В ТОЛЬЯТТИ
3. ПАРОВОЙ РЕФОРМИНГ
4. НОВЫЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ РЕАКТОР МЕТАНОЛА
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**DESIGNING, ERECTING AND
COMMISSIONING OF A NEW
GRASS ROOT METHANOL PLANT
IN RUSSIA**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ И
ПУСК СОВЕРШЕННО НОВОГО
АГРЕГАТА МЕТАНОЛА В
РОССИИ**

By

под редакцией

METHANOL CASALE S.A.
Lugano, Switzerland

МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ С.А.
Лугано, Швейцария

ABSTRACT

During recent years Companies of CASALE GROUP (AMMONIA CASALE S.A., UREA CASALE S.A. and METHANOL CASALE S.A.) had the unique opportunity to make available to TOAZ their innovative know-how in various technological fields.

The case history described in this paper is an example of the peculiarity of CASALE GROUP approach in designing a new methanol plant and TOGLIATTAZOT capability in the implementation of the project.

CASALE GROUP designed a new grass root methanol plant of 1350 MTD applying new technology as well as maximizing the use of equipment available at site as spare parts and manufacturing new equipment in Russia. Three main features characterize the design of this methanol plant:

- a) The redesign of an existing ammonia reformer to meet the requirements of the new methanol reformer by increasing the catalyst volume by 80%, the radiant section heat liberation by 28% and by modifying the convection section and utilizing modern refractory material.
- b) The new horizontal methanol converter with its low cost (including installation), high vessel catalyst filling efficiency of 80%, low pressure drop, long term reliability, fast catalyst loading, internal steam generation and optimal temperature distribution with deviation below

РЕЗЮМЕ

В течение последних лет Компании КАЗАЛЕ ГРУПП (АММОНИЯ КАЗАЛЕ С.А., УРЕА КАЗАЛЕ С.А. и МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ С.А.) имели уникальную возможность внедрить на ТОАЗе свои новые ноу-хау в различных технологических областях.

Описанный случай является примером особого подхода КАЗАЛЕ ГРУПП к разработке нового агрегата метанола и потенциальных возможностей ТОЛЪЯТТИАЗОТ в реализации проекта.

КАЗАЛЕ ГРУПП осуществила проект совершенно нового агрегата метанола мощностью 1350 метрических тонн, используя новую технологию при максимальном использовании имеющегося на площадке оборудования и изготовления нового оборудования в России.

Основные особенности данного проекта:

- a) Переработанный проект существующего риформинга аммиака с учетом требований риформинга метанола с увеличением объема катализатора на 80%, тепла, выделяемого радиантной зоной на 28 %, изменением конвективной зоны и использованием современных огнеупорных материалов.
- b) Новый горизонтальный реактор метанола низкой стоимости, включая монтаж, высокую эффективность загрузки катализатора до 80 %, низкого перепада давления, надежность в течение длительного периода эксплуатации,

1°C.

- c) A compact plant layout with low capital and installation costs.

METHANOL CASALE supplied all the imported equipment and materials, performed the quality control of equipment available at site, as well as the equipment manufactured in Russia.

OAO TOGLIATTIAZOT carried out the civil and structural engineering for the whole plant based on METHANOL CASALE detail engineering manufactured most of the equipment procured in Russia under the tight supervision and quality control of CASALE specialists and inspectors.

TOGLIATTIAZOT erected and commissioned the new methanol plant under the supervision, quality control and training of METHANOL CASALE.

In spite of the Russian winter conditions the start-up in winter time was smooth and fast.

After several years of slow development and difficulties in C.I.S., this is the first chemical plant of relevant size to be erected in Russia, thanks to a combination of the world wide expertise of METHANOL CASALE and the focused implementation capability of TOGLIATTIAZOT with their long experience in the construction, commissioning and operation of large capacity ammonia, urea and methanol plants.

быструю загрузку катализатора, местную выработку пара и оптимальное распределение тепла с отклонен. менее 1 гр.

- в) Компактная планировка агрегата с низкими капитальными затратами и затратами на монтаж.

МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ поставила все импортное оборудование и материалы, осуществила контроль оборудования, имеющегося на площадке, а также оборудования, изготовленного в России.

ОАО ТОЛЬЯТТИАЗОТ разработал техническую документацию строительной части и металлоконструкций для всего агрегата на базе детального инжиниринга МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ изготовил большую часть оборудования российской поставки при тесном сотрудничестве и контроле качества со стороны специалистов и инспекторов КАЗАЛЕ.

ТОЛЬЯТТИАЗОТ смонтировал и произвел запуск нового агрегата метанола под шефнадзором МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ, которая осуществляла как контроль качества, так и проводила обучение персонала.

Несмотря на зимние условия в России запуск прошел плавно и быстро.

После нескольких лет застоя в развитии и трудностей в СНГ это первый химический агрегат такого масштаба, построенный в России, благодаря совместным усилиям, опыту МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ, приобретенному в различных странах мира, и потенциальным возможностям и опыту по строительству, пуску и эксплуатации крупнотоннажных агрегатов аммиака, карбамида, метанола, которым располагает ТОЛЬЯТТИАЗОТ.

DESIGN, SUPPLY, QUALITY CONTROL AND SUPERVISION

1. INTRODUCTION

CASALE Companies (Ammonia, Urea, Methanol and Chemicals) have a wide experience in revamping ammonia, urea and methanol plants, having revamped more than 100 ammonia converters, over 50 urea plants and 16 methanol plants with different capacities in the world.

During the last years Companies of CASALE GROUP (AMMONIA CASALE S.A., UREA CASALE S.A. and METHANOL CASALE S.A.) had the unique opportunity to make available to TOGLIATTIAZOT their innovative know-how in various technological fields.

TOGLIATTIAZOT is one of the largest chemical complexes in the world, having seven ammonia trains with a total annual production capacity of 3.5 million ton, two urea trains with a total annual production capacity of 1.0 million ton and now a methanol plant with an annual production capacity of 0.45 million tons.

Gradual retrofitting of the ammonia trains was the initial approach and during the last decade chemical production upgrading and energy saving were the main achievements, corresponding to the anticipated targets of 10% productivity increase and energy saving of 0.5 million kcal/ton of ammonia, equal to a saving of 26 million cubic meter of natural gas per single production line per year.

Nevertheless ammonia production did not represent an isolated and specialized case. TOAZ confidence in CASALE plus the good mutual understanding between them, led the two companies making an audit of the complete factory.

Urea trains were included in this modernization program, applying a revamping scheme for a production increase of 15% and a drastic reduction of the contamination of aqueous emissions, stopping the pollution of surface waters.

On the basis of the positive results achieved in the ammonia and urea trains, and TOGLIATTIAZOT's determination to diversify their production to new products, the two companies conceived a new

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОСТАВКА, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И И ШЕФМОНТАЖ

1. ВВЕДЕНИЕ

Компании КАЗАЛЕ (Аммония, Уреа, Метанол и Кемикелс) имеют большой опыт в реконструкции агрегатов по производству аммиака, карбамида и метанола, проведя реконструкцию более 100 реакторов аммиака, свыше 50 агрегатов карбамида и 16 агрегатов метанола различной мощности.

В течение последних лет Компании КАЗАЛЕ ГРУПП (АММОНИЯ КАЗАЛЕ С.А., УРЕА КАЗАЛЕ С.А. и МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ С.А.) имели уникальную возможность внедрить на ТОЛЬЯТТИАЗОТ свои ноу-хау в различных технологических областях.

ТОЛЬЯТТИАЗОТ одно из самых крупнейших химических предприятий, располагающий семью агрегатами аммиака мощностью 3.5 мил.тонн в год, двумя агрегатами карбамида мощностью 1.0 мил.тонн в год и новым агрегатом метанола мощностью 0.45 мил. тонн в год.

Первым шагом явилась реконструкция одного за другим агрегатов аммиака, за последние десять лет отмечаются увеличение выхода химической продукции и экономия энергоресурсов в соответствии с поставленными целями: 10% рост производительности и экономия энергоресурсов в объеме 0.5 мил. ккал/тонн аммиака, что соответствует экономии 26 млн. м³ природного в год на одну производственную линию.

Однако, деятельность не ограничилась только агрегатами по производству аммиака: взаимное доверие между ТОАЗом и КАЗАЛЕ и взаимопонимание было направлено на более широкий охват в рамках всего предприятия.

Цель реконструкции агрегатов по производству карбамида, включенных в данную программу модернизации, заключалась в увеличении производительности на 15% и значительном сокращении загрязнения водных стоков и водных бассейнов.

Имея положительные результаты, достигнутые на агрегатах аммиака и карбамида, ТОЛЬЯТТИАЗОТ принимает решение расширить свои мощности за счет

project for a methanol plant based on CASALE technology.

The case history described in this paper is an example of the peculiarity of CASALE GROUP approach to designing a new methanol plant and TOAZ capability in implementing the project.

2. NEW METHANOL PLANT IN TOGLIATTI

METHANOL CASALE was requested by TOAZ to study the possibility of transforming one of the 3 existing GIAP AM 76 ammonia plants into one methanol plant keeping the same production capacity.

Later TOAZ decided not to transform one of the existing ammonia plants but to build a new methanol plant, using as much as possible the equipment already in its warehouse, originally designed for the eighth ammonia plant.

A new methanol plant with a capacity of 1350 MTPD (1477 STPD) was designed by METHANOL CASALE taking into account TOAZ requirements not only to maximize the use of the equipment present at site, but also to maximize the manufacture of new equipment inside Russia.

Fig. 1 shows the flow sheet of the new methanol plant designed by CASALE indicating the main equipment reused, those manufactured in Russia and those imported.

The plant is divided into four main process steps:

- The **Feedstock Preparation** which includes:
 - the Hydrodesulphurization where sulphur compounds are processed from natural gas;
 - the Steam Reforming Section where the natural gas is processed to produce synthesis gas.

CO₂ is added to natural gas to increase the quantity of carbon atoms available for conversion into methanol in the synthesis section.

A considerable quantity of waste heat is available both from the process gas and the

производства новых продуктов, привлекая обе компании к разработке нового проекта по агрегата метанола на базе технологии КАЗАЛЕ.

Описанный случай – это пример особого подхода КАЗАЛЕ ГРУПП к разработке проекта нового агрегата метанола и потенциальных возможностей ТОАЗа в реализации данного проекта.

2. НОВЫЙ АГРЕГАТ МЕТАНОЛА В ТОЛЬЯТТИ

МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ получила от ТОАЗа запрос на рассмотрение возможности реконструкции одного из 3 существующих агрегатов аммиака ГИАП АМ 76 в агрегат по производству метанола при сохранении аналогичной производительности.

Позднее ТОАЗом было принято решение не проводить реконструкцию, а построить новый агрегат по производству метанола, максимально используя имеющееся на складе оборудование, предназначенное для 8-го агрегата аммиака.

Новый агрегат по производству метанола мощностью 1350 метр.тонн/сутки (1477 станд. тонн в сутки) был спроектирован МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ с учетом требований ТОАЗа как по максимальному использованию уже имеющегося оборудования, так и по оборудованию Российской поставки.

На рис. 1 представлена схема нового агрегата метанола по проекту КАЗАЛЕ с указанием основного имеющегося на складе оборудования и российских и импортных аппаратов.

Агрегат включает четыре основных технологических блока:

- **Подготовка потока реагентов**, вводимых в реакционную систему, которая включает:
 - Гидросероочистку, где сернистые соединения удаляются из природного газа.
 - Отделение парового риформинга, где происходит конверсия природного газа для получения синтез-газа.

К природному газу добавляется CO₂ для увеличения количества имеющихся атомов углерода для преобразования в метанол в отделении синтеза.

Значительная часть отработанного тепла получается как из технологического газа,

flue gas streams.

This heat is recovered by rising high-pressure steam, preheating reactants and providing distillation reboil heat.

- The **Compression Section** where syngas is compressed, mixed with recirculating gas and sent to the synloop.
- The **Synthesis Section** where the methanol reaction takes place in the horizontal converter and, at the same time, steam is raised to be sent to the refining column second reboiler.
- The **Distillation Section** where the crude methanol produced in the synloop is refined in two stages: in the first stage the light ends are removed, while in the second stage the heavier ends and water are removed to give refined product methanol of grade AA quality.

так и потоков дымовых газов.

Это тепло используется для увеличения производства пара высокого давления, подогрева участвующих в реакции веществ и котла дистилляции.

- **Отделение компрессии**, где происходит компрессия синтез газа в смеси с рециркуляционным газом, после чего он направляется в контур синтеза.
- **Отделение синтеза**, где в горизонтальном реакторе происходит реакция синтеза метанола и одновременно увеличение выработки пара для подачи на второй котел колонны очистки.
- **Отделение дистилляции**, где метанол сырец, полученный в контуре синтеза, проходит две стадии очистки: на первой стадии происходит удаление легких фракций, а на второй тяжелых фракций и воды, в результате чего получается чистый метанол сорта AA.

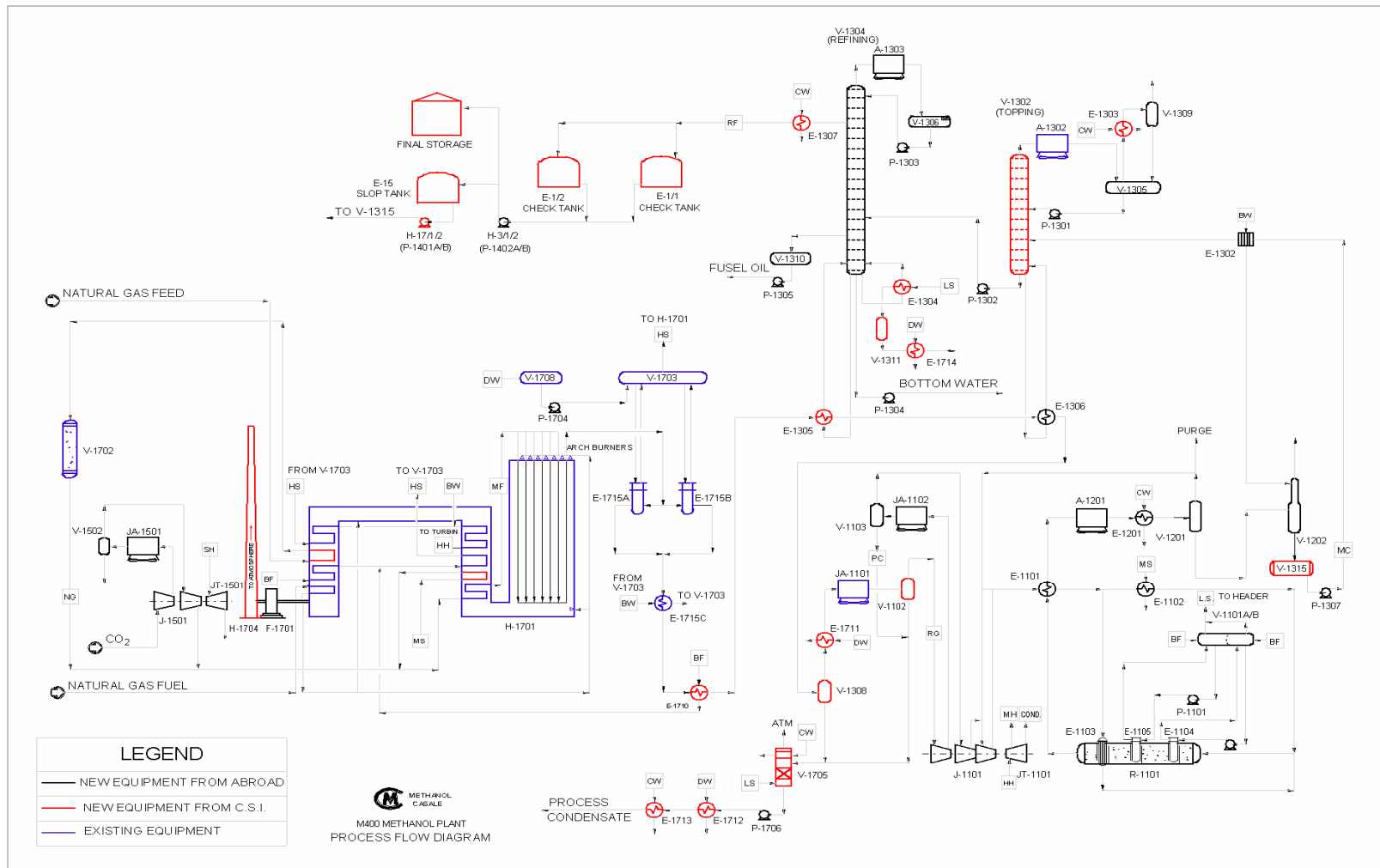


Fig. 1 – New Methanol Plant Process Flow Sheet
Рис.1 – Технологическая схема нового агрегата метанола

There are two main features of the new methanol plant:

- a) The redesign of the existing ammonia reformer in order to meet the requirement of a new methanol reformer.
- b) The new horizontal methanol converter with internal steam generation.

3. STEAM REFORMING

The process scheme of the GIAP ammonia reformer, which is very similar to a Kellogg design, is detailed in fig. 2 together with the convection section.

Новый агрегат метанола имеет две характерные особенности:

- a) Переработанный проект существующего риформинга аммиака с учетом требований нового риформинга метанола.
- б) Новый горизонтальный реактор метанола с внутренним образованием потоков.

3. ПАРОВОЙ РИФОРМИНГ

Технологическая схема риформинга аммиака ГИАП, аналогичная проекту фирмы КЕЛЛОГ, вместе с конвективной зоной представлена на рис. 2

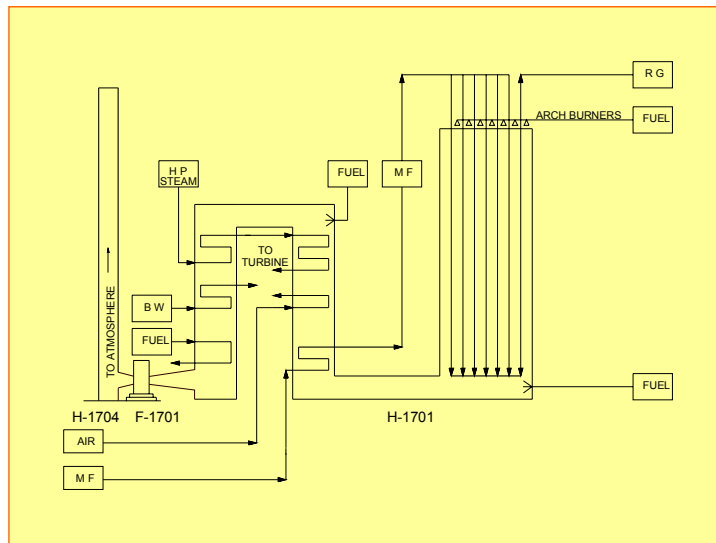


Fig. 2 – Existing Reformer Process Scheme
Рис. 2 – Технологическая схема существующего риформинга

In order to reach the guaranteed 1350 MTD methanol, the new reformer configuration required the process design modifications as per fig. 3.

Чтобы получить гарантированные 1350 метр. Тонн/сутки риформинг новой конструкции потребовал внести изменения в технологический процесс, см. рис.3.

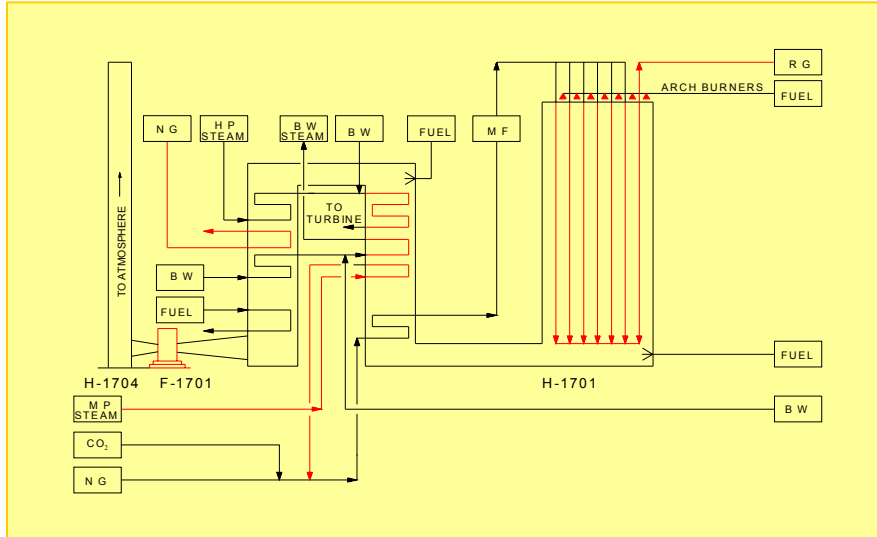


Fig. 3 – New Reformer Process Scheme
Рис. 3 – Технологическая схема нового риформинга

The main revamping features are the following:

- Increase of reforming catalyst quantity from 20.8 m³ to 37.6 m³ by changing catalyst tubes with larger diameter and smaller thickness (12 mm);
- Increase of radiant heat liberation from 170'000'000 kcal/h to 227'000'000 kcal/h by modification of roof burners;
- Addition of one BFW heater/boiler convection coil;
- Addition of one natural gas preheater convection coil;
- Utilization of existing air preheater convection coil to heat MP process steam;
- Addition of inline de-superheater between 1st and 2nd stage H.P. steam superheaters to control the temperature at H.P. turbine inlet.
- New flue gas fan driven by electric motor and steam turbine on a single train, with turbine speed automatically controlled.

Основные особенности новой конструкции:

- Увеличение объема катализатора с 20.8м³ до 37.6 м³ с заменой реакционных труб на больший диаметр и меньшую толщину стенки (12 мм).
- Увеличение выделения тепла со 170.000.000 ккал/час до 227.000.000 ккал/час благодаря изменению потолочных горелок.
- Добавление змеевика в нагреватель котловой воды.
- Добавление змеевика в подогреватель природного газа.
- Использование змеевика существующего подогревателя воздуха для подогрева технологического пара среднего давления.
- Добавление в линию пароохладителя между пароперегревателями высокого давления 1-ой и 2-ой ступени для контроля температуры на входе в турбину высокого давления.
- Новый дымосос с электроприводом и паровой турбиной, как единый блок, с автоматической регулировкой скорости турбины.

4. NEW HORIZONTAL METHANOL CONVERTER

Due to the operating conditions in terms of pressure and temperature being milder than in an ammonia

4. НОВЫЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ РЕАКТОР МЕТАНОЛА

Благодаря более мягким условиям работы в отношении давления и температуры по

converter, the horizontal layout becomes an attractive solution for modern large capacity reactors.

The pressure vessel is a simple cylindrical shell laid down horizontally and contains all catalyst baskets and heat exchangers and boilers between the beds.

сравнению с колонной синтеза аммиака, горизонтальное расположение аппарата представляется привлекательным решением для современных реакторов большой производительности.

Аппарат, работающий под давлением, представляет собой обычный горизонтально расположенный цилиндрический корпус с катализаторными корзинами, внутренними теплообменниками и котлами.

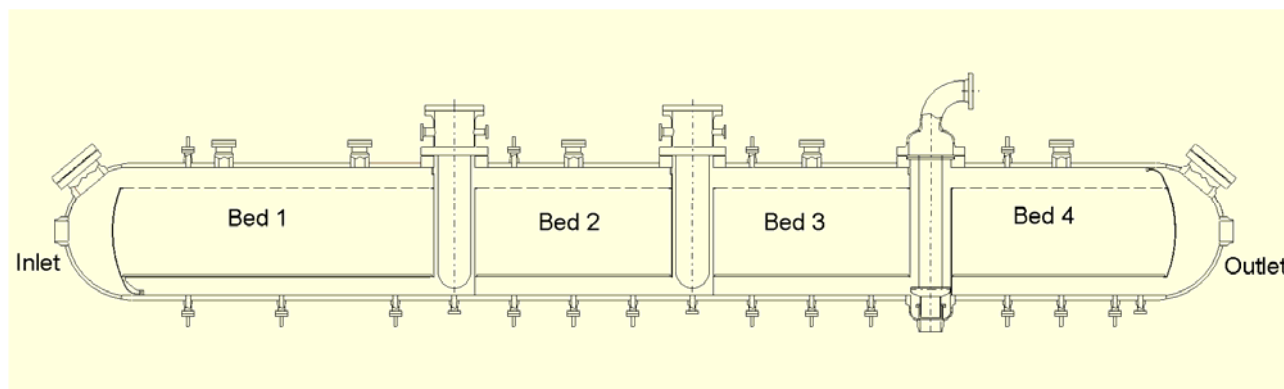


Fig. 4 – Horizontal Converter
Рис.4 – Горизонтальный Реактор

The important features of the **CASALE HORIZONTAL CONVERTER** design are as follows:

- Possibility to recover the reaction heat raising steam up to 25 bar.
- Simple mechanical design: the catalyst baskets are just empty containers, without complicated internals like tubing, coils etc.
- All exchangers are completely removable from the pressure shell, for easy maintenance.
- Single vessel layout, for any capacity, up to 3000 MTD and more (3300 std).
- Low pressure drops thanks to the cross (rather than axial) flow pattern of the catalyst.
- Maximum utilization of the vessel's internal volume.
- The design allows filling more than 80% of the vessel volume with catalyst thus resulting in compact, low cost units.

Furthermore no external high temperature piping is necessary to connect the exchangers.

Важными отличительными особенностями **ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РЕАКТОРА КАЗАЛЕ** являются:

- Возможность рекуперации тепла реакции с получением пара давлением до 25 бар.
- Простая механическая конструкция: катализаторные корзины представляют собой пустые контейнеры без сложных внутренних устройств, наподобие труб, змеевиков и т.д.
- Все теплообменники полностью съемные, что упрощает ремонтнообслуживание.
- Единая схема размещения независимо от мощности до 3000 метр.тонн/сутки и более (3300 станд. тонн/сутки).
- Низкий перепад давления благодаря перекрестной, а не осевой, схеме потоков катализатора.
- Максимальное использование внутреннего объема аппарата.
- Конструкция позволяет заполнение катализатором более 80% объема аппарата, в результате чего он становится компактным и недорогостоящим.

Кроме того, для обвязки обменников нет необходимости в наружных трубопроводах высокой

Also the steam/BFW piping system is greatly simplified since the steam drums can be located very close to the reactor. Standard, well-proven shell and tube heat exchangers are used and a very simple foundation layout. The package of reactor and exchangers needs only two saddles for support.

The converter and related equipment, like boilers and steam drums, are all at ground level.

The above features of the Horizontal Methanol Converter have led to the realization of a reactor with the following advantages:

- **Low cost, including installation.**
- **Reduced energy consumption thanks to the low-pressure drop.**
- **Long-term reliability since very simple, design equipment is used.**
- **Very easy maintenance of the internals.**
- **Fast catalyst loading / unloading of the beds (this operation can be done simultaneously for each bed).**
- **Steam rising, which is used in the distillation reboiler.**
- **Optimal temperature profile at inlet and outlet of each bed with temperature spread below 1°C.**

температуры.

Намного упрощается к тому же работа по обвязке трубопроводом пара/котловой воды, поскольку паросборники можно располагать в непосредственной близости к реактору. Используются стандартный, опробованный корпус, трубчатые теплообменники и упрощенный фундамент. Для монтажа колонны в комплекте с теплообменниками необходимы только две поддерживающие опоры.

Колонна и соответствующее оборудование, такое как котлы и паросборники, размещаются на нулевой отметке.

Преимущества, полученные благодаря особенностям колонны синтеза метанола горизонтального исполнения:

- **Низкая стоимость, включая монтаж.**
- **Снижение энергозатрат благодаря низкому перепаду давления**
- **Надежность в течение длительного срока эксплуатации благодаря простой, конструкции оборудования.**
- **Простота исполнения ремонта внутренней насад**
- **Быстрая загрузка/разгрузка катализатора, поскольку операции можно выполнять параллельно.**
- **Увеличение количества производимого пара, используемого в котле дистилляции.**
- **Оптимальная температурная кривая на входе и выходе каждой полки с отклонением менее 1 гр.С**



Fig. 5 – Horizontal Converter during Transportation
Рис.5 Горизонтальный Реактор во время транспортировки



Fig. 6 – Methanol Synloop in Togliatti
Рис.6 – Контур синтеза метанола агрегата в Тольятти

The remaining equipment of the plant is based on conventional design but with the particularity of a compact layout in order to reduce manufacturing and erection costs.

Конструкция остального оборудования агрегата традиционная, но с компактным размещением для сокращения расходов по изготовлению и монтажу.

Fig. 7 shows the simplified plant layout of the new methanol plant.

На рис. 7 представлена упрощенная планировка нового агрегата метанола.

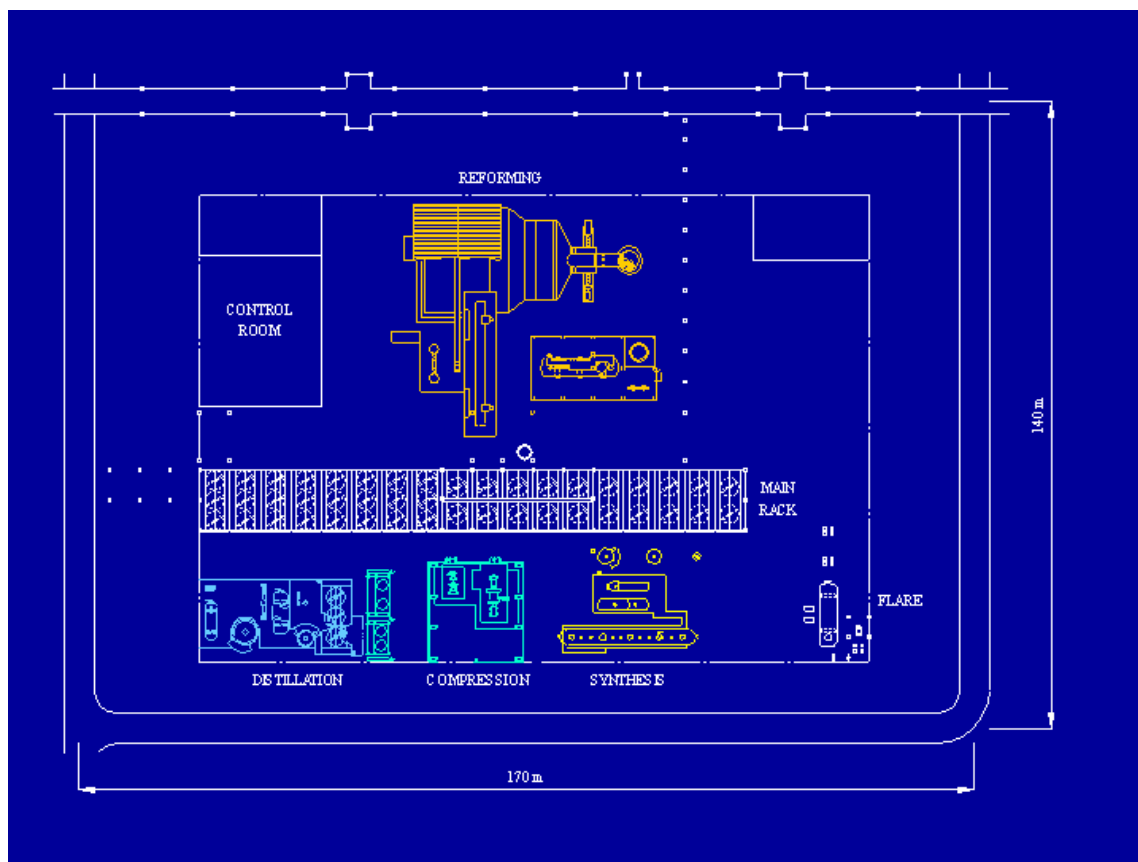


Fig. 7 – Simplified Plant Layout of New Methanol Plant
Рис.7 – Упрощенная планировка Нового агрегата метанола

In this project, METHANOL CASALE scope of work mostly covered:

- Basic Engineering
- Detail Engineering including:
 - Mechanical engineering
 - Piping engineering
 - Instrument engineering
 - Electrical Engineering
- Supply of all imported equipment and materials
- Quality control of equipment available at site
- Quality control of equipment manufactured in Russia
- Site supervision and quality control during erection
- Training
- Site supervision during pre-commissioning, commissioning, start-up and plant operation

В данном проекте объем работ МЕТАНОЛ КАЗАЛЕ включает следующее:

- Базовый инжиниринг
- Детальный инжиниринг, включая:
 - Механическую часть
 - Трубопроводы
 - КИПиА
 - Электрическую часть
- Поставка всего импортного оборудования и материалов
- Контроль качества оборудования, имеющегося на площадке
- Контроль качества оборудования, изготовленного в России
- Шеф-монтаж и контроль качества во время монтажа
- Обучение
- Шеф-монтаж во время пуско-наладочных работ и оптимизации работы агрегата.

optimization.

5. CONCLUSION

This practical case has shown that, thanks to its world wide expertise in different processes and technologies, CASALE GROUP has been able to optimize the re-utilization of existing equipment for a different process, as well as the design of new equipment in order to build a complete new optimized grass root plant.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный практический пример показал, что благодаря своему большому мировому опыту в различных технологических процессах и решениях КАЗАЛЕ ГРУП смогла оптимизировать использование имеющегося оборудования с оборудованием новой разработки для осуществления данного агрегата



Fig. 10 – New Grass Root Methanol Plant in Togliatti
Рис. 10 – Совершенно новый агрегат метанола в Тольятти

(paper/conferences/amm/meetings/IST CASALE ... /papers/TOAZ - Designing erecting...)