



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

- (21) 4202375/23-04  
(22) 14.04.87  
(31) Р 3612734.5  
(32) 16.04.86  
(33) DE  
(46) 30.09.90. Бюл. № 36  
(71) Кернфоршунгсанлаге Кпих ГМБХ (DE)  
(72) Йохен Ранге, Бернд Хелайн,  
Ханс Ниссен, Фолькер Фау, Х.И.Р.  
Шибан, Хорст ХOFFMANN и Манфред  
Фэрверк (DE)  
(53) 547.312(088.8)  
(56) Заявка ФРГ № 3121991,  
кл. С 07 С 1/04, 1980.  
Заявка ФРГ № 3513912,  
кл. В 01 J 8/02, 1985.  
(54) СПОСОБ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ МЕТАНИ-  
ЗАЦИИ СИНТЕЗ-ГАЗА  
(57) Изобретение касается нефтехимии,  
в частности каталитической метаниза-  
ции синтез-газа, содержащего окись  
углерода, двуокись углерода и водо-

род. Цель - упрощение процесса. Его  
ведут контактированием синтез-газа со  
слоем катализатора из твердого веще-  
ства с последовательным пропуском  
газа через область ввода, через об-  
ласть с высокой температурой синтез-  
газа (Hot-Spot-область) и область  
вывода из слоя катализатора со сни-  
жающейся температурой синтез-газа с  
охлаждением слоя катализатора хлад-  
агентом. Последний испаряют за счет  
теплоты метанизации в области вывода  
и Hot-Spot-области образовавшийся пар  
перегревает в Hot-Spot-области (это об-  
легчает регулируемость желательного те-  
чения процесса). Получаемый газ на выходе  
содержит, об. %:  $H_2O$  58,66,  $CH_4$  39,13,  
 $H_2$  1,89 (окислы углерода отсутству-  
ют), имеет температуру  $315^\circ C$  при  
давлении 47 бар и скорость 1,67 кг/с.  
3 ил.

Изобретение относится к способу  
каталитической механизации синтез-  
газа, содержащего моноокись углерода,  
двуокись углерода и водород, проводи-  
мой в реакторе с внутренним охлажде-  
нием, когда теплота реакции отводит-  
ся за счет испарения и перегрева хлад-  
агента.

Целью изобретения является упро-  
щение технологии процесса за счет упр-  
ощения регулирования процесса для  
поддержания в слое катализатора дос-  
точно высокой, но не причиняющей

ущерба стабильности катализатора,  
рабочей температуры.

Согласно изобретению метанизацию  
проводят в слое катализатора из  
твердого вещества, который охлаждает-  
ся хладагентом. Синтез-газ в слое  
катализатора проходит последователь-  
но сначала область ввода синтез-  
газа, затем область с высокой темпе-  
ратурой синтеза, которая в последую-  
щем обозначается как Hot-Spot-об-  
ласть и, наконец, область вывода из  
слоя катализатора, в которой темпе-

температуры синтез-газа снижаются. Хладагент, который отводит выделяющуюся в слое катализатора из твердого вещества теплоту, испаряется в области вывода и в Hot-Spot-области, а образовавшийся пар перегревается в Hot-Spot-области. Таким образом, выделяющаяся в Hot-Spot-области теплота служит не только для производства перегретого пара, но и часть теплоты отдается также для испарения хладагента, что облегчает регулируемость желательного течения процесса. На фиг. 1 изображены схемы установки для осуществления предлагаемого способа (Sb — синтез-газ, W — вода, SW — кипящая вода, UB — перегретый пар, PG — продукт-газ). Реактор 1 метанизации содержит слой катализатора 2, пронизанный системой охлаждения, состоящей из испарителя 3 и перегревателя 4. Между испарителем 3 и перегревателем 4 включена паровая камера 5, в которой собирается выходящий из испарителя 3 пар и отделяется увлеченная с ним еще неиспаренная жидкость. Кверху паровой камеры 5 присоединен трубопровод 7, который ведет накопившийся здесь высушенный пар к перегревателю 4. В качестве хладагента используют воду, которую перед вводом в реактор 17 метанизации по трубопроводу 8 пропускают через подогреватели 9 и 10, в которых вода, поступающая, через ввод 11 с комнатной температурой, подогревается до необходимой входной температуры на входе хладагента 12 при теплообмене с продукт-газом, выходящим из реактора 1 метанизации по трубопроводу 13 для продукт-газа. Пар, перегретый в перегревателе 4, идет от вывода хладагента из реактора 14 метанизации в паропровод 15 и отсюда может поступать в качестве рабочего тела, например, в паровую турбину.

Реактор 1 метанизации по ходу движения синтез-газа 16 имеет три зоны с характерным ходом в слое катализатора. Соответственно этому температурному профилю в слое катализатора реактор метанизации при стабильном режиме работы разделяется на область

ввода А с круто повышающейся температурой, на Hot-Spot-область В с температурным максимумом в слое катализатора и область вывода С с постоянно падающей температурой.

На фиг. 2 показана схема реактора метанизации и системы охлаждения. Испаритель 3 системы охлаждения проходит через всю длину слоя катализатора от области вывода С через Hot-Spot-область В вплоть до области ввода А реактора 1. Перегреватель 4 расположен в Hot-Spot-области, он также входит в область вывода С, так что перегреватель и испаритель налагаются друг на друга. Необходимая в этом случае передача теплоты одновременно на перегреватель 4 и испаритель 3 может достигаться благодаря тому, что трубопроводы перегрева пара идут внутри содержащей частицы катализатора трубы для катализатора, так что реакционное тепло поглощается как испаряющимся хладагентом, который окружает трубку с катализатором, так и перегреваемым паром.

**Пример 1.** В установку для метанизации по трубопроводу 17 вводят 1,27 кг/с синтез-газа, который содержит следующие газовые доли, об. %:  $H_2O$  1,  $CH_4$  13,51,  $CO$  8,93,  $CO_2$  10,07,  $H_2$  67,48. Синтез-газ в подогревателе 18 нагревается примерно до  $180^\circ C$  и в части 17 $\alpha$  трубопровода 17 для синтез-газа смешивается с насыщенным паром 19, поступающим в точку смешения через тройник 20, с температурой  $210^\circ C$  под давлением 50 бар при закрытом байпасе 17 $\delta$  весь синтез-газ проходит через реактор 21 конвертирования, в котором он нагревается за счет протекания реакции частичного превращения монооксида углерода в двуокись углерода. Далее он вводится с температурой  $280^\circ C$  через патрубок 22 для синтез-газа в реактор 1 метанизации.

После превращения синтез-газа в реакторе метанизации получают на выходе для продукт-газа продукт-газ, содержащий, об. %:  $H_2O$  58,66,  $CH_4$  39,13,  $CO$  0,  $CO_2$  0,35, и  $H_2$  1,89. Продукт-газ выходит из реактора метанизации под давлением 47 бар с температурой  $315^\circ C$ . Массовый поток продукт-газа в трубопроводе для продукт-газа составляет 1,67 кг/с. После прохождения подогревателей 9, 10

и 18 и после отделения от воды в отделителях 23 и 24 жидкости на выходе 25 газа получают продукт-газ с долей 94,6 об.% метана. Для отвода выделяющегося в установке для метанизации тепла по трубопроводу для хладагента на вводе 11 подается 1,89 кг/с охлаждающей воды с температурой примерно 20°C. Охлаждающая вода нагревается в подогревателях 9 и 10 вплоть до 260°C, с которой она вводится в паровую камеру 5. В паровой камере охлаждающая вода доводится до 310°C при давлении 100 бар и вводится в испаритель 3, в котором она испаряется при температуре испарения 311°C. Образовавшийся пар возвращается в паровую камеру 5 и проходит через соединительный трубопровод 6 в перегреватель 4, где пар перегревается до 500°C под давлением 100 бар. Из установки для метанизации выводится 1,49 кг/с перегретого пара. Остаточный пар в количестве 0,4 кг/с из паровой камеры 5 через трубопровод 19 отбора и тройник 20 поступает в синтез-газ. Максимальная температура синтез-газа в слое катализатора составляет величину 650-655°C.

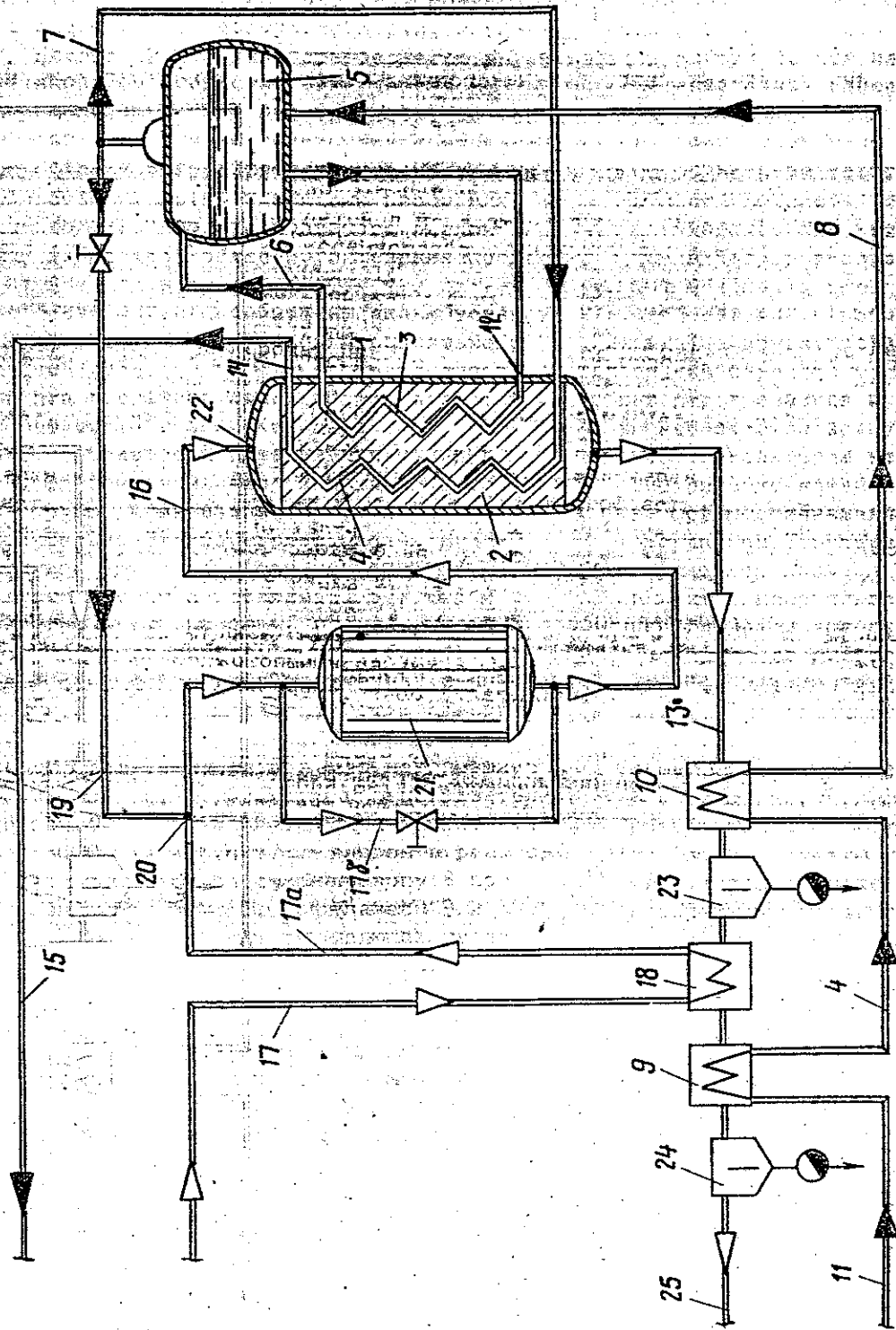
Пример 2. Способ осуществления аналогично примеру 1, но в реакторе метанизации, отличающемся, расположением системы охлаждения в слое катализатора. Схема реактора метанизации и системы охлаждения, а также ход температуры синтез-газа

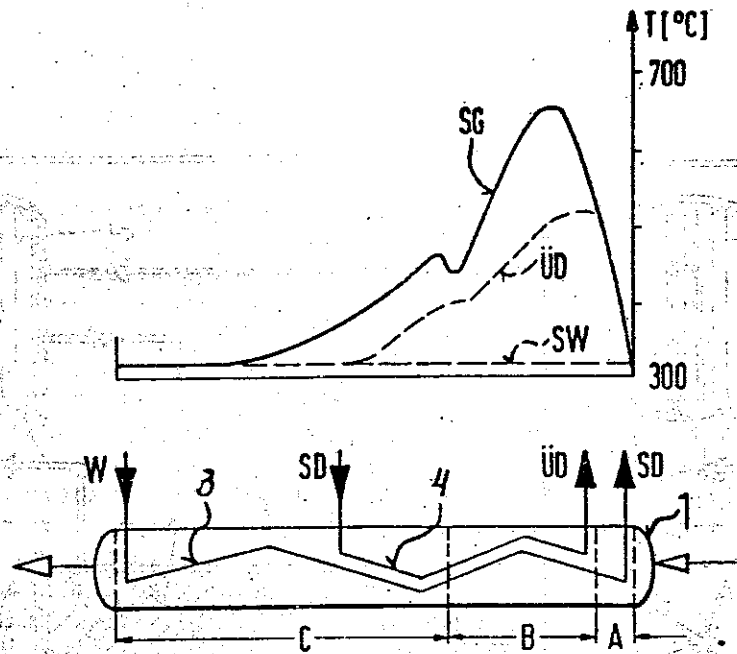
в слое катализатора показаны на фиг. 3. На фиг. 3 и 2 представлены зависимости изменения температуры хладагента по длине слоя катализатора (SD - пар при температуре испарения). В этом случае перегреватель 4 расположен исключительно в Hot-Spot-области - области В.

При реализации способа количество, состав и параметры материальных потоков такие же, как и для примера 1. Максимальная температура синтез-газа в слое катализатора 640-645°C.

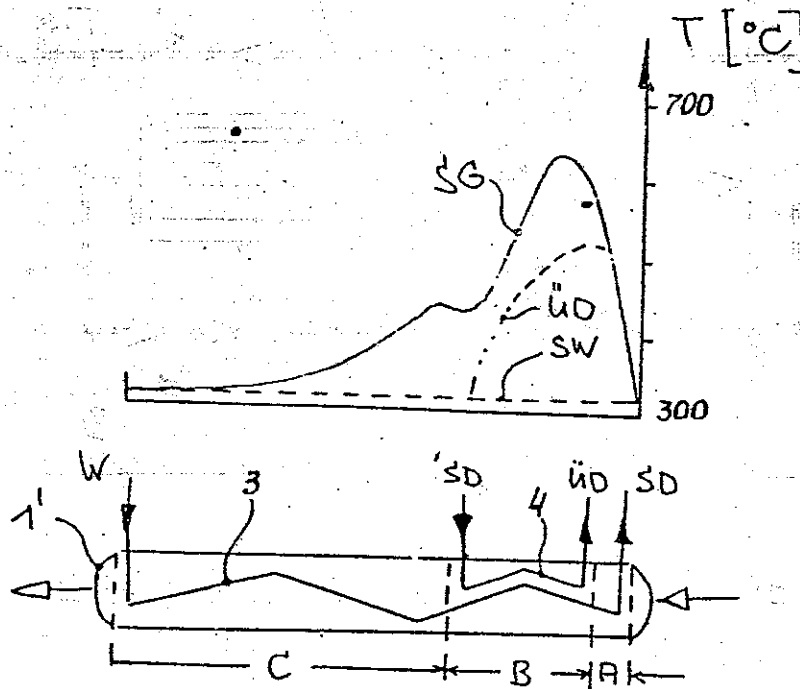
### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ каталитической метанизации синтез-газа, содержащего окись углерода, двуокись углерода и водород, путем контактирования его со слоем катализатора из твердого вещества при пропускании синтез-газа в слое катализатора последовательно через область ввода синтез-газа, область с высокой температурой синтез-газа (Hot-Spot-область) и область вывода из слоя катализатора со снижающейся температурой синтез-газа с охлаждением слоя катализатора хладагентом, который испаряют за счет теплоты метанизации, и образовавшийся пар перегревают в Hot-Spot-области, отличающийся тем, что, с целью упрощения технологии процесса, хладагент испаряют в области вывода и Hot-Spot-области.





Фиг.2



Фиг.3

Редактор Т. Лазоренко      Составитель Н. Кириллова  
 Техред Л. Олийник      Корректор А. Осауленко

Заказ 2918      Тираж 343      Подписное  
 ВНИИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101