



(51) МПК  
*C02F 11/02* (2006.01)  
*C02F 3/00* (2006.01)  
*C10G 1/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010119341/04, 18.07.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 18.07.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 09.11.2007 FI 20075794  
 30.04.2008 FI 20085400

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2011 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 27.04.2013 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20010045397 A1, 29.11.2001. Chemrec and NewPage team up to produce biofuels from black liquor gasification <http://news.mongabay.com/bioenergy/2007/08/chemrec-and-newpage-team-up-to-produce.html>. найдено из Интернет: 28.03.2012. Размещено в Интернет: 23.08.2007. Keri Cantrell, Kyoung Ro, Devinder Mahajan, Mouzhgun Anjom, Patrick G. Hunt, Role of (см. прод.)

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 09.06.2010

(86) Заявка РСТ:  
 EP 2008/059439 (18.07.2008)

(87) Публикация заявки РСТ:  
 WO 2009/059819 (14.05.2009)

Адрес для переписки:  
 191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-ПАТЕНТ", пат. пов. В.В.Дощечкиной

(72) Автор(ы):

КУККОНЕН Петри (FI),  
 КНУУТТИЛА Пекка (FI),  
 ЙОКЕЛА Пекка (FI)

(73) Патентообладатель(и):

ЮПМ-КИММЕНЕ ОЙЙ (FI)

RU 2 480 425 C2

RU 2 480 425 C2

(54) ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ В ЖИДКОЕ БИОТОПЛИВО, КОТОРЫЙ ВКЛЮЧАЕТ ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА, И ИНТЕГРИРОВАННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ УСТАНОВКА

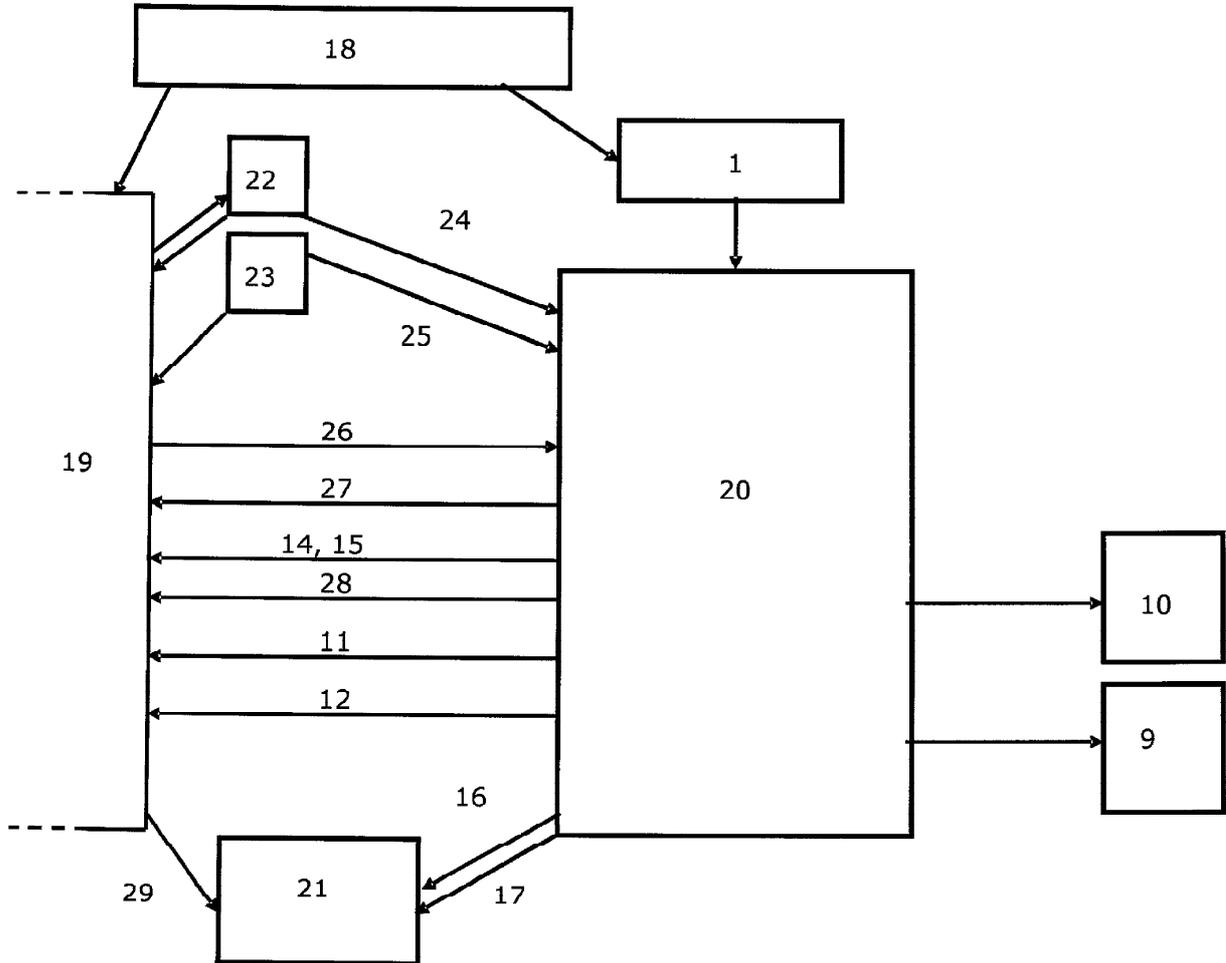
(57) Реферат:

Изобретение относится к способу обработки сточных вод, образующихся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, где процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в

себя получение синтез-газа из биомассы и синтез Фишера-Тропша для превращения указанного синтез-газа в жидкие углеводороды, в котором используется кобальтовый катализатор, в котором сточные воды, содержащие загрязненные спиртами

водные стоки, образующиеся при переработке биомассы в жидкое биотопливо, очищают в общем процессе обработки сточных вод, включающем процесс биологической очистки, совместно со сточными водами, образующимися в процессе производства целлюлозы и/или бумаги, с которым интегрирован указанный процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо, в котором загрязненные спиртами стоки разбавляют

водными стоками из указанного процесса производства целлюлозы и/или бумаги перед процессом биологической очистки. Изобретение также касается интегрированной установки и способа интеграции процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо с процессом производства целлюлозы и/или бумаги. Технический результат - высокая степень очистки сточных вод. 3 н. и 21 з.п. ф-лы, 2 ил., 2 табл., 1 пр.



Фиг. 2

(56) (продолжение):

thermochemical conversion in livestock waste-to-energy treatments: obstacles and opportunities, Ind. Eng. Chem, res. 2007, 46, 8918-8927. WO 03022959 A1, 20.03.2003. US 2004013395 A1, 15.07.2004. WO 03106351 A1, 24.12.2003. SU 1806102 A3, 30.03.1993. RU 211117 C1, 20.05.1998.

RU 2 4 8 0 4 2 5 C 2

RU 2 4 8 0 4 2 5 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C02F 11/02* (2006.01)  
*C02F 3/00* (2006.01)  
*C10G 1/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010119341/04, 18.07.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**18.07.2008**

Priority:

(30) Convention priority:  
**09.11.2007 FI 20075794**  
**30.04.2008 FI 20085400**

(43) Application published: **20.12.2011 Bull. 35**

(45) Date of publication: **27.04.2013 Bull. 12**

(85) Commencement of national phase: **09.06.2010**

(86) PCT application:  
**EP 2008/059439 (18.07.2008)**

(87) PCT publication:  
**WO 2009/059819 (14.05.2009)**

Mail address:

**191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", pat. pov. V.V.Doshchechkinoy**

(72) Inventor(s):

**KUKKONEN Petri (FI),  
KNUUTTILA Pekka (FI),  
JOKELA Pekka (FI)**

(73) Proprietor(s):

**JuPM-KIMMENE OJJ (FI)**

(54) **TREATMENT OF WASTE WATER OBTAINED FROM PROCESSING BIOMASS TO LIQUID BIOFUEL, INVOLVING PRODUCTION OF SYNTHESIS GAS, AND INTEGRATED PRODUCTION APPARATUS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a method of treating waste water, formed when processing biomass to liquid biofuel, where the process of processing biomass to liquid biofuel involves obtaining synthesis gas from biomass, and Fischer-Tropsch synthesis to convert said synthesis gas to liquid hydrocarbons, wherein a cobalt catalyst is used, wherein waste water containing alcohol-contaminated waste water, formed when processing biomass to liquid biofuel, is purified in a common waste water treatment process, involving a biological

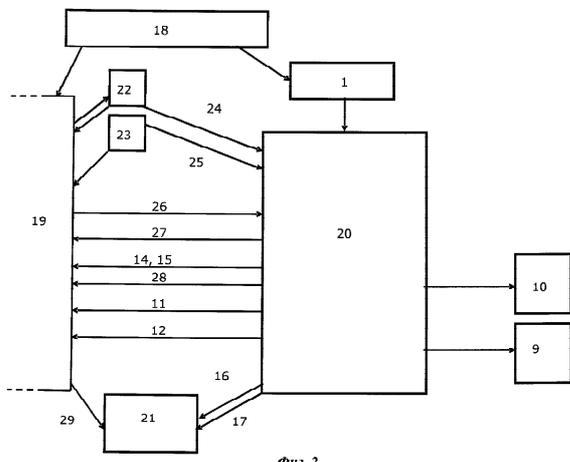
treatment process together with waste water formed when producing cellulose and/or paper, with which is integrated the process of processing biomass to liquid biofuel, wherein the alcohol-contaminated wastes are diluted with waste water from said process of producing cellulose and/or paper before the biological treatment process. The invention also relates to an integrated apparatus and a method of integrating the process of processing biomass into liquid biofuel with a process of producing cellulose and/or paper.

EFFECT: high degree of waste water treatment.  
24 cl, 2 dwg, 2 tbl, 1 ex

RU 2 480 425 C2

RU 2 480 425 C2

RU 2 4 8 0 4 2 5 C 2



Фиг. 2

RU 2 4 8 0 4 2 5 C 2

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к способу обработки сточных вод, предназначенному для обработки сточных вод, полученных в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, в общем процессе обработки сточных вод совместно со сточными водами, полученными в другом производственном процессе.

Изобретение также относится к способу интеграции процесса переработки биомассы в жидкое топливо с другим процессом, предпочтительно с процессом из деревообрабатывающей промышленности, например с процессом производства целлюлозы и/или бумаги, причем указанный процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает процесс получения синтез-газа из биомассы и синтез Фишера-Тропша для конверсии указанного синтез-газа в жидкие углеводороды, причем интеграция включает очистку сточных вод, полученных в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо и в другом производственном процессе, в общем процессе обработки сточных вод. Кроме того, изобретение относится к интегрированной производственной установке, в которой по меньшей мере часть оборудования для обработки сточных вод является общей для установки, обеспечивающей переработку биомассы в жидкое биотопливо, и другого процесса, например процесса из деревообрабатывающей промышленности, процесса получения электроэнергии и/или тепла, процесса сжигания мусора или процесса из металлургической, нефтехимической и/или нефтеперегонной отраслей промышленности, так что блоки, продуцирующие указанные сточные воды в обеих установках и/или в обоих процессах, соединены с общей установкой для обработки сточных вод.

## ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Сокращающиеся резервы ископаемого топлива и выбросы вредных газов, связанные с их использованием, повысили интерес к использованию биологических материалов, особенно происходящих из непищевых обновляемых ресурсов, для получения жидкого топлива, способного заменить ископаемое топливо. Из предшествующего уровня техники известно несколько способов получения жидкого топлива из биологических исходных материалов. Однако для экономичности процессов переработки биомассы в жидкое биотопливо критическое значение имеет эффективное использование материалов и энергии.

Установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо (BTL) в типичном случае состоят из следующих основных блоков - модулей для предварительной обработки биомассы, газификации, очистки синтез-газа, реактора Фишера-Тропша (FT), модулей для крекинга-изомеризации восков, выделения продукта, циркуляции газа и получения кислорода.

Для производства жидкого топлива с использованием синтеза Фишера-Тропша ранее использовали синтез-газ как из возобновляемых, так и из ископаемых источников. В патенте США 2007/0225383 описан процесс конверсии биомассы в синтез-газ и проведения реакции Фишера-Тропша с целью преобразования газа в топливо и другие химические вещества. Изобретение улучшает энергетический баланс реакции за счет использования тепла экзотермической реакции Фишера-Тропша в эндотермической реакции газификации.

Хорошо известно, что процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо представляет собой комбинацию экзотермических (например, реакция Фишера-Тропша, газификация), эндотермических (например, сушка биомассы, разделения продуктов, очистка газов) и термически нейтральных (например, в блоке отделения

воздуха, ASU) процессов. Значительное количество электроэнергии потребляется в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо короткоцикловыми безнагревными адсорберами и насосами для перекачки промежуточных продуктов и охлаждающих технологических жидкостей. Тем не менее, энергетический баланс всего процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо, включая электроэнергию, остается положительным.

Из предыдущего уровня техники известны различные типы интегрированных процессов, приводящих к повышению эффективности и, в некоторых случаях, к снижению коммунальных расходов. В Патенте США 5,624,964 описана интеграция установки для парового риформинга и установки для когенерации тепловой и электрической энергии, где часть сжатого воздуха из компрессора газовой турбины силовой установки направляется в камеру сгорания-регенератор установки для парового риформинга и где горячий дымовой газ в смеси с остатком сжатого воздуха подается из камеры сгорания-регенератора обратно в камеру сгорания газотурбинной силовой установки для когенерации тепловой и электрической энергии. Паровой риформинг, среди прочего, является интегральным компонентом процесса Фишера-Тропша и традиционно осуществляется в многотрубных реакторах с неподвижным слоем катализатора, которые с внешней стороны нагреваются в печи, то есть за счет сжигания топлива, такого как метан и пропан, для обеспечения тепла для этой реакции. В установке для когенерации тепловой и электрической энергии энергию получают за счет сжигания топливного газа при умеренных давлениях с получением горячих газов под давлением, которые затем расширяются и охлаждаются с получением энергии и пара.

В Патенте США 2004/0055716 описано производство синтез-газа в комбинации с производством целлюлозы и бумаги, где регенерационный бойлер для химической регенерации заменен на установку для газификации черного щелока с комбинированным циклом (BLGCC), что увеличивает энергетический выход установки для производства целлюлозы, и где производство синтез-газа является более энергетически эффективным, а произведенный синтез-газ является более подходящим для производства метанола. Объединение процессов делает возможным использование более низкосортных энергетических ресурсов, таких как древесные отходы лесного хозяйства. В Патенте США 6,180,684 описана интегрированная установка для получения синтетического топлива из углеводородного газа и получения механической и электрической энергии в газовой турбине, где теплый выхлопной газ из газовой турбины используется для предварительного подогрева исходного материала, механическая или электрическая энергия используется для работы машинного оборудования интегрированной установки, и, кроме того, энергия экспортируется для других целей.

На предшествующем уровне техники описана также интеграция установки для производства синтез-газа и установки для производства целлюлозы и бумаги, где технологический пар и горячую воду из процесса Фишера-Тропша используют в установке для получения бумаги для замены пара и горячей воды, получаемых за счет сжигания природного газа. Хвостовой газ из процесса Фишера-Тропша используют для замены природного газа в печи для обжига известняка. Кроме того, электричество экспортируется из установки для производства синтез-газа к установке для производства целлюлозы, а бойлер для химической регенерации может быть исключен за счет переработки органических веществ, содержащихся в черном щелоке, в синтез-газ в установке для получения синтез-газа и за счет выделения химикатов,

используемых для варки целлюлозы, для повторного использования в установке для производства целлюлозы. Синтез-газ очищают и подают в установку для переработки газа в жидкое биотопливо (The integrated forest biorefinery: the pathway to our bio-future, E.J.Connor, International chemical conference: efficiency and energy management, Quebec City, Canada, 29 May-1 June 2007, pp.323-327).

Кроме того, обсуждалась интеграция процесса сжигания синтез-газа, полученного из биомассы, с интегрированными установками для производства целлюлозы и бумаги. Комбинированная установка для получения тепловой энергии и моторного топлива (СНМФ), расположенная рядом с целлюлозно-бумажной установкой, использует уже существующую инфраструктуру целлюлозно-бумажной установки. Процесс получения синтез-газа обеспечивает топливный газ, предпочтительно отходящий газ, для целлюлозно-бумажной установки, который используется для конечного перегрева пара из регенерационного бойлера, для обеспечения топливом печи для обжига известняка и для обеспечения топливом сушилок для бумаги с газовым подогревом. Черный щелок из целлюлозно-бумажной установки можно частично газифицировать, и в этом случае сероводород, попадающий в основную технологическую линию обработки синтез-газа совместно с газом, полученным из черного щелока, удаляют на стадии кондиционирования газа и поглощают белым щелоком. Обогащенный  $\text{CO}_2$  поток газа из стадии кондиционирования синтез-газа используют в качестве подкисляющего агента в процессе удаления лигнина (Biomass conversions; Integrated Forest Biorefinery Concepts, K.Saviharju and P.McKeough, Pulp & Paper Conference 5-7 June 2007, pp.5-10).

Кроме того, на предшествующем уровне техники были предложены различные способы использования синтез-газа, хвостовых газов из процесса Фишера-Тропша и/или метанола в качестве топлива, подаваемого в период пикового потребления в силовые установки. В патенте WO 2007/061616 описаны многочисленные составы синтез-газа для переменного совместного производства электрической энергии и химических веществ, причем объем и/или состав синтез-газа, необходимого для каждой функции, могут изменяться с течением времени. В патенте WO 2007/076363 описана интеграция установки для производства углеводородов способом Фишера-Тропша с установкой для получения электроэнергии, причем потребности в электроэнергии в периоды пиковых нагрузок могут удовлетворяться за счет снижения температуры в реакторе Фишера-Тропша, за счет чего увеличивается количество хвостовых газов, и использования хвостовых газов из процесса Фишера-Тропша в качестве топлива для газотурбинного генератора, за счет чего обеспечиваются постоянные скорости потока в блоках, генерирующих синтез-газ, и в реакторах Фишера-Тропша. В Патенте US 4,946,477 описано усовершенствование стадий производства метанола в процессе, происходящем в установке для получения электроэнергии, интегрированной с комбинированным циклом газификации (IGCC), где метанол получают из обогащенного  $\text{CO}$  синтез-газа и используют для подачи в периоды пиковых нагрузок. Реакции конверсии водяного пара и синтеза метанола происходят одновременно в реакторе для жидкофазного получения метанола.

Однако, хотя интеграцию установок для переработки биомассы в жидкое биотопливо или их частей с другими установками уже предлагали ранее с целью получения энергии и химических веществ, по-прежнему сохраняется потребность в более эффективных процессах переработки биомассы в жидкое биотопливо. Также существует потребность в дальнейшем усовершенствовании интеграции процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо с другими производственными

процессами.

Настоящее изобретение относится к объединению обработки сточных вод, образующихся в установке для переработки биомассы в жидкое биотопливо и другой промышленной установки, например процесса из деревообрабатывающей промышленности, силовой установки, мусоросжигательной установки, нефтехимической установки или нефтеперегонной установки, за счет которого осуществляется широкомасштабная интеграция по меньшей мере двух установок и/или двух процессов. Предпочтительным другим производственным процессом является процесс производства целлюлозы и/или бумаги.

#### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к способу обработки сточных вод, предназначенному для обработки сточных вод, полученных в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, в общем (совместном) процессе обработки сточных вод совместно со сточными водами, полученными в другом производственном процессе. Изобретение также относится к интегрированной производственной установке, в которой по меньшей мере часть оборудования для обработки сточных вод установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо и другой производственной установки, такой как деревообрабатывающая установка, установка для получения электрической и/или тепловой энергии, установка для сжигания мусора или установка из металлообрабатывающей, нефтехимической и/или нефтеперегонной отраслей промышленности, является общей для двух установок, так что блоки, продуцирующие указанные сточные воды в обеих установках и/или в обоих процессах, соединены с общей установкой для обработки сточных вод.

Изобретение также относится к способу интеграции процесса переработки биомассы в жидкое топливо с другим процессом, предпочтительно с процессом из деревообрабатывающей промышленности, например с процессом производства целлюлозы и/или бумаги, где процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает процесс получения синтез-газа из биомассы и синтез Фишера-Тропша для превращения указанного синтез-газа в жидкие углеводороды, где очистку сточных вод, полученных в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, и очистку сточных вод, полученных в другом производственном процессе, объединяют в общем процессе обработки сточных вод.

Одним из преимуществ совместной обработки сточных вод в интегрированной установке для переработки биомассы в жидкое топливо и другой производственной установки и способа обработки сточных вод согласно настоящему изобретению является возможность использования загрязненных спиртами сточных вод, образующихся в случае использования кобальтового катализатора в процессе Фишера-Тропша, для биологической очистки в процессе очистки сточных вод. Загрязненные спиртами сточные воды подвергаются указанной биологической очистке в количестве, которое эффективно стабилизирует и/или улучшает указанный процесс очистки, поскольку загрязненные спиртами сточные воды разбавляются сточными водами из другого производственного процесса.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Фиг.1 является блок-схемой технологических операций, изображающей один пример процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо.

Фиг.2 является блок-схемой технологических операций, изображающей одну из форм осуществления настоящего изобретения.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к способу обработки сточных вод, предназначенному для обработки сточных вод, полученных в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, в общем процессе обработки сточных вод совместно со сточными водами, полученными в другом производственном процессе.

В настоящем описании и в формуле изобретения приведенные ниже термины имеют значения, указанные ниже.

Термин «интегрированный процесс» обозначает процесс, в котором две или более схожие операции по меньшей мере двух отдельных производственных процессов, которые могут быть осуществлены отдельно, объединяют так, что по меньшей мере одна важная стадия процесса является общей для двух процессов.

Термин «интегрированная установка» или «интегрированное оборудование» обозначает установку или оборудование, в которых по меньшей мере две производственные установки имеют один или более общий (совместный) производственный блок.

Термин «обработка сточных вод» или «очистка сточных вод» обозначает процесс удаления загрязнений из сточных вод. Он включает в себя физические, химические и биологические процессы, предназначенные для удаления физических, химических и биологических загрязнений. Его целью является получение потока жидких отходов (или обработанных сточных вод) и твердых отходов или осадка, пригодных для повторного использования или для сброса в окружающую среду. Обработка сточных вод обычно включает в себя три стадии, называемые первичной, вторичной и третичной обработкой. Вначале от потока сточных вод отделяют твердые вещества. Затем растворенный биологический материал постепенно преобразуют в твердую массу с использованием природных, переносимых водой микроорганизмов. В заключение, биологические твердые вещества нейтрализуют, отправляют на свалку или повторно используют; кроме того, обработанную воду можно продезинфицировать химически или физически.

Термин «синтез-газ», или «сингаз», относится к смеси газов, которая содержит различные количества монооксида углерода и водорода, полученных посредством газификации углеродсодержащего вещества. Газификация биологических материалов обеспечивает соотношение водорода и монооксида углерода, близкое к 2. Этот газ пригоден для получения углеводородов с использованием синтеза Фишера-Тропша после добавления некоторого количества дополнительного водорода. Кроме монооксида углерода и водорода, «неочищенный синтез-газ», который не был подвергнут очистке, может также содержать «загрязнения», такие как  $\text{CO}_2$  (диоксид углерода),  $\text{CH}_4$  (метан),  $\text{H}_2\text{O}$  (вода),  $\text{N}_2$  (азот),  $\text{H}_2\text{S}$  (сероводород),  $\text{NH}_3$  (аммиак),  $\text{HCl}$  (хлористый водород), деготь и мелкие частицы, такие как зола и сажа. В типичном случае для получения очищенного синтез-газа, пригодного для синтеза Фишера-Тропша, необходимо кондиционирование неочищенного синтез-газа.

Кондиционирование неочищенного синтез-газа означает, например, что очищенный синтез-газ имеет молярное соотношение водорода и монооксида углерода в диапазоне от 2,5:1 до 0,5:1, предпочтительно в диапазоне от 2,1:1 и 1,8:1, более предпочтительно примерно 2:1.

«Синтез Фишера-Тропша» (FT) является каталитической химической реакцией, в которой водород и монооксид углерода преобразуются в соответствии по существу с Гауссовым распределением в углеводородные цепи различной длины (обозначаемые как  $\text{C}_1\text{-C}_{100+}$ ). В основе типичных используемых катализаторов лежат железо и кобальт. Термин «условия Фишера-Тропша» относится к условиям протекания

реакции, которые пригодны для проведения реакции Фишера-Тропша. Для получения дизельного топлива так называемое альфа-число (альфа-число - это число в диапазоне от 0 до 1, которое минимально у метана и максимально у твердых восков) должно быть высоким и предпочтительно близким к 0,89, что является максимальным альфа-числом для средних дистиллятов. Такие условия хорошо изучены и документированы в данной области техники.

Термин «автотермический риформинг» (ATR) относится к каталитическому получению водорода из таких исходных материалов, как углеводороды и метанол, посредством сочетания частичного окисления и парового риформинга.

Термин «конверсия водяного пара» (WGS) относится к неорганической химической реакции, в которой вода и монооксид углерода реагируют с образованием диоксида углерода и водорода (разложение воды).

Термин «установка для производства целлюлозы и/или бумаги», или «процесс производства целлюлозы и/или бумаги», или «оборудование для производства целлюлозы и/или бумаги» относится к процессу или производственному оборудованию для получения целлюлозы из древесины или недревесного сырьевого материала и/или для получения бумаги из целлюлозы. Эти термины относятся также к раздельному оборудованию или раздельным установкам для производства целлюлозы и бумаги.

В качестве сырьевого материала для синтеза Фишера-Тропша может быть использован практически любой вид биомассы, пригодный для газификации. При необходимости, биомассу вначале просушивают, чтобы снизить содержание в ней влаги до 35 мас.% или ниже, например до 10-20 мас.%. Биомассу обычно выбирают из необработанных материалов или отходов, происходящих от растений, животных и/или рыб, например муниципальных отходов, промышленных отходов или побочных продуктов, сельскохозяйственных отходов или побочных продуктов (включая навоз), отходов или побочных продуктов деревообрабатывающей промышленности, отходов или побочных продуктов пищевой промышленности, морских растений (таких как водоросли) и их комбинаций. Материал биомассы предпочтительно выбран из непищевых ресурсов, таких как несъедобные отходы и непищевые растительные материалы, включая масла, жиры и воски. Предпочтительный материал биомассы согласно настоящему изобретению представляет собой отходы и побочные продукты деревообрабатывающей промышленности, такие как отходы лесозаготовок, городские древесные отходы, отходы пиломатериалов, древесную щепу, опилки, солому, дрова, древесные материалы, бумагу, побочные продукты процессов производства бумаги или строительных пиломатериалов, культуры быстрой ротации и т.п. Материал биомассы для синтеза Фишера-Тропша может также представлять собой растительные масла, животные жиры, рыбий жир, натуральные воски и жирные кислоты.

Сырьевые материалы, пригодные для синтеза Фишера-Тропша согласно настоящему изобретению, поступают на фабрику в различных формах, и их можно подвергнуть подходящим процессам предварительной обработки с целью повышения их пригодности для использования в интегрированном процессе согласно настоящему изобретению. Так, материал можно рассортировать, очистить, промыть, измельчить, спрессовать, перемешать, предварительно гидрогенизировать и т.п. с целью устранения загрязнений и обеспечения потока материала, подходящего для продукции синтез-газа, пригодного для реакции Фишера-Тропша.

Оборудование, которое может быть использовано для обеспечения

интегрированного процесса и интегрированной установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо, обычно содержит компоненты, которые известны как таковые или могут быть получены посредством модификации известных компонентов. Базовое оборудование, необходимое для интегрированной установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо, в типичном случае включает модули для предварительной обработки биомассы, газификации, очистки синтез-газа, реактор Фишера-Тропша (ФТ), модули для крекинга-изомеризации восков, выделения продукта, отделения и циркуляции газа и получения кислорода.

В процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо производственные сточные воды образуются в процессе газификации, очистки газа, в синтезе Фишера-Тропша и в секции для конверсии продукта. Эти потоки сточных вод могут быть поданы в новую общую или уже существующую установку для обработки сточных вод, расположенную вблизи другого производственного процесса и/или другой производственной установки, например установки для производства целлюлозы и/или бумаги.

Производственные сточные воды, образующиеся в процессе газификации, образуются при промывании синтез-газа водой. Промывка водой выполняется с целью очистки синтез-газа от частиц, остаточных тяжелых смол, легких смол, солей аммония, щелочных металлов, хлоридных и фосфорных соединений и любых других водорастворимых соединений. Типичные легкие смолы, выявляемые посредством анализа в промывной жидкости газификатора, показаны в Таблице 1. Содержание общего органического углерода (ТОС) в жидкости, полученной из скруббера, обычно значительно меньше  $1 \text{ г/дм}^3$ . Во время промывания водой синтез-газ охлаждается примерно до  $50^\circ\text{C}$ . Охлаждение синтез-газа приводит к избыточному образованию воды и поступлению ее в производственные сточные воды. Количество сточных вод, образующихся в процессе газификации, колеблется в диапазоне от 10 т/ч до 40 т/ч для процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо, обеспечивающего примерно 110000 тонн жидкого топлива в год.

Таблица 1	
	мг/дм <sup>3</sup>
Бензол	3
Водорастворимые соединения	53
Моноциклические ароматические углеводороды	0
Нафталин	5
Инден и полиядерные ароматические соединения (ПАН)	22
Общее содержание смол	83

Если для синтеза Фишера-Тропша используется кобальтовый катализатор, то образуется примерно 20-25 т/ч производственных стоков в виде воды, преимущественно загрязненной спиртами. Такие стоки образуются также в установке для конверсии продукта. Использование в синтезе Фишера-Тропша катализатора на основе железа приводит к образованию производственных стоков только в блоке газоочистки и в блоке для конверсии продукта. В процессе с использованием катализатора на основе железа объем стоков значительно меньше.

Общее количество водных производственных стоков, образующихся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, составляет десятки метрических тонн в час. В типичном случае производительность установки для обработки сточных вод, входящей в состав установки для производства целлюлозы и/или бумаги, составляет несколько тысяч метрических тонн в час. Добавка, обусловленная интегрированной

установкой для переработки биомассы в жидкое биотопливо, будет небольшой. Другие значительные преимущества достигаются за счет того, что производственные стоки, образующиеся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, особенно спирты, стабилизируют процесс биологической обработки сточных вод.

Наиболее распространенными способами производства целлюлозы для изготовления бумаги являются химический или механический способы. При получении целлюлозы химическим способом древесную щепу или лигноцеллюлозный недревесный материал обрабатывают теплом и химическими веществами, что вызывает разделение волокон материала и растворяет лигнин, находящийся между волокнами. При механическом получении целлюлозы древесину разделяют на волокна механически. Полученную древесную целлюлозу (целлюлозу, полученную химическим или механическим способом) промывают и часто отбеливают. Если установка для производства целлюлозы соединена с установкой для производства бумаги, то целлюлозу можно прямо со стадии промывания/отбеливания направлять для приготовления сырья для бумагоделательной машины. Если это невозможно, то целлюлозу сушат и складывают в кипы для последующего использования. Также целлюлозу доставляют в кипах на фабрики для производства бумаги, которые не имеют собственного производства целлюлозы.

В установках для производства бумаги приготовление сырья включает в себя несколько стадий. Во время подготовки сырья к сырью добавляют воду и различные добавки с получением суспензии целлюлозы, которую можно подать в напорный бак бумагоделательной машины. В бумагоделательной машине сырье из напорного бака подается на проволочную сетку, где формируется бумажная лента в результате отсасывания воды, прессования и сушки. Высушенную бумажную ленту затем разрезают и сворачивают в рулоны с получением конечного продукта.

В установках для получения целлюлозы химическим способом химикаты, использованные для варки, получают обратно в цикле регенерации химикатов установки. В крафт-процессе производства целлюлозы отработанный варочный раствор, так называемый черный щелок, сжигают после возможного выделения части содержащегося в нем таллового масла. В котле-регенераторе разлагаются органические вещества, в том числе сероводород. Неорганический плав, содержащий натрий и серу, растворяют и используют для получения нового варочного раствора. Как можно понять из вышеизложенного, установка для производства целлюлозы включает в себя котел-регенератор, генерирующий пар. Установка может также включать в себя котел, использующий тепло отходящих газов также для генерации пара. Оба этих котла выделяют дымовые газы, которые необходимо очищать перед выбросом в окружающую среду. Для этой цели можно использовать скрубберы.

Сточные воды в процессе производства целлюлозы образуются, например, при обработке древесины, варке (получении целлюлозы химическим способом), промывании, классификации и белении. Также сточные воды образуются в скрубберах топочных газов. Сточные воды содержат химикаты, добавленные для варки (получения целлюлозы химическим способом), и органические вещества, выделившиеся из древесины, такие как лигнин, сахар и гемицеллюлоза. В связи с присутствием этих загрязнений сточные воды имеют высокое биохимическое потребление кислорода (BOD), химическое потребление кислорода (COD) и интенсивный цвет. Сточные воды, образующиеся в процессе производства целлюлозы, можно обрабатывать с использованием процессов химической коагуляции, седиментации и фильтрации. Для обработки сточных вод, образующихся в установке

для производства целлюлозы в процессе беления, можно использовать ультрафильтрацию. Сточные воды из установок для производства бумаги, в которых используется чистая целлюлоза, которая относительно мало загрязнена, могут быть сброшены в окружающую среду после обработки посредством коагуляци-  
5 седиментации или флотации с выделением растворенного воздуха. В последнее время обработанную воду начали использовать повторно после фильтрации.

Современные процессы производства бумаги разрабатывают с учетом необходимости снижения расхода воды. Свежую воду используют только в наиболее  
10 критических стадиях процесса, например в оросителях бумагоделательных машин и для разбавления химикатов. Избыток воды из бумагоделательной машины направляют в процесс производства целлюлозы и на установку для обработки сточных вод через процесс выделения волокон. Часть воды испаряется, прежде всего в сушильной секции бумагоделательной машины.

Большие преимущества обеспечивает интегрированный процесс согласно  
15 настоящему изобретению, если вторым производственным процессом является установка для производства целлюлозы и/или бумаги. Помимо большого сходства между стандартными процессами обработки сточных вод, отходы и/или побочные  
20 продукты установки для производства целлюлозы и/или бумаги можно очень эффективно использовать в качестве сырьевого материала для переработки биомассы в жидкое биотопливо. Одновременно другие отходы процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо, кроме воды, например сероводород, эффективно  
25 перерабатывают в традиционных системах рециркуляции серы установки для производства целлюлозы и/или бумаги. Важно также то, что пар из газификационной установки и из реакции Фишера-Тропша процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо можно использовать для получения энергии и/или для управления  
30 операциями установки для производства целлюлозы и/или бумаги, таких как сушка волокнистого сырьевого материала или сушка бумаги. Кроме того, очищенную воду из стандартного ионообменного процесса можно использовать как в установке для производства целлюлозы и/или бумаги, так и в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо. Топливный газ (хвостовые и/или отходящие газы) из реакции  
35 Фишера-Тропша процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо также можно использовать в установке для производства целлюлозы и/или бумаги, среди прочего для получения электроэнергии.

В предпочтительной интегрированной установке для переработки биомассы в жидкое биотопливо оборудование включает в себя устройства для подачи воды,  
40 полученной в реакторе (или реакторах) для переработки биомассы в жидкое биотопливо, в установку для обработки сточных вод установки для производства целлюлозы и/или бумаги. Также имеются устройства для подачи охлаждающей воды и очищенной питательной воды из стандартного ионообменного процесса в процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо. Также оборудование включает в себя  
45 устройства для подачи энергии, полученной в установке для производства целлюлозы и/или бумаги, в процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо, а также устройства для подачи пара и энергии, произведенных в реакторе Фишера-Тропша, например в процесс сушки указанной установки для производства целлюлозы и/или  
50 бумаги. Также предусмотрены устройства для подачи биомассы, например древесных отходов установки для производства целлюлозы и/или бумаги, в процесс производства синтез-газа для реактора Фишера-Тропша и для подачи технологического воздуха в процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо, а также газа, обогащенного H<sub>2</sub>S,

и топливного газа из процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо в установку для производства целлюлозы и/или бумаги.

Значительное количество воды используется в обоих процессах для целей охлаждения, и ее можно направить в отдельный коллектор для незагрязненной воды.

Настоящее изобретение относится к общему использованию водоприемника и водоспуска для этой охлаждающей воды. Также обеспечиваются преимущества за счет использования общих блоков для подачи очищенной технологической воды в оба процесса.

Нефтеперегонная установка - это промышленная технологическая установка, в которой сырая нефть обрабатывается и очищается с получением более полезных нефтепродуктов, таких как бензин, дизельное топливо, асфальтовое основание, топливо коммунально-бытового назначения, керосин и сжиженный попутный газ. Система для сбора и обработки сточных вод нефтеперегонной установки может состоять из сепараторов нефти и воды, которые представляют собой устройства, предназначенные для отделения больших количеств нефти и взвешенных твердых веществ от сточных вод нефтеперегонных установок, установок для флотации с выделением воздуха из раствора (DAF) и некоторых типов установок для дополнительной обработки, таких как установка для биологической обработки с использованием активного ила, предназначенных для того, чтобы сделать эту воду пригодной для повторного использования или сброса в окружающую среду. Одним из продуктов, получаемых из нефтеперегонных установок, являются нефтехимические продукты или нефтехимические сырьевые материалы, которые часто отправляют на нефтехимические установки для дальнейшей переработки различными способами. Нефтехимическими продуктами могут быть олефины или их предшественники или различные типы ароматических нефтехимических продуктов. Сточные воды из нефтехимических установок обрабатывают различными способами в зависимости от загрязнений. Часть стоков обычно обрабатывают в установках для биологической очистки сточных вод, которые пригодны также для обработки сточных вод из установок для переработки биомассы в жидкое биотопливо.

Сжигание - это технология обработки отходов, которая состоит в сжигании органических материалов и/или веществ. Системы для сжигания и другой высокотемпературной обработки отходов обозначают как «установки для термической обработки». Сжигание материалов отходов преобразует отходы в зольный остаток, дымовые газы, твердые частицы и тепло, которое в свою очередь может быть использовано для получения электрической энергии. Существуют различные типы конструкции мусоросжигательных установок, например с движущейся решеткой, с неподвижной решеткой, в виде барабанной печи и с кипящим слоем. Современные мусоросжигатели включают в себя оборудование для снижения загрязнения окружающей среды, например оборудование для очистки дымовых газов. Дымовые газы можно очистить, например, посредством промывки их кислотной и/или щелочной промывочной жидкостью, а также с помощью устройств для удаления твердых частиц и других загрязнений. Сточные воды из скрубберов могут затем быть пропущены через установку для обработки сточных вод, которая может быть интегрирована с установкой для переработки биомассы в жидкое биотопливо согласно настоящему изобретению.

Различные процессы обработки сточных вод используют в металлургической промышленности, например в черной металлургии, сталелитейной промышленности и в алюминиевой промышленности, и/или в горнодобывающей промышленности,

например в угольных шахтах. В частности, сточные воды из различных газопромывателей можно обрабатывать такими же способами, как сточные воды из процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо. Если в синтезе Фишера-Тропша используют катализатор на основе железа, то можно найти дополнительные возможности для синергии, если процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо интегрирован с производственной установкой из черной металлургии и можно получать новый катализатор из установки для производства железа. Другие преимущества интеграции процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо с производственными установками из металлургической и/или горнодобывающей отраслей промышленности состоят в том, что газы, образующиеся при производстве металла, или, например, в угольной шахте, могут быть использованы в качестве сырья для реактора Фишера-Тропша в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо.

Настоящее изобретение также относится к способу интеграции процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо с другим производственным процессом, очистку сточных вод, образующихся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, и очистку сточных вод, образующихся в другом производственном процессе, объединяют в общем процессе обработки сточных вод. Процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя процесс получения синтез-газа из биомассы в блоке для газификации и кондиционирования газа и синтез Фишера-Тропша для превращения указанного синтез-газа в жидкие углеводороды. В типичном случае вторым производственным процессом является процесс генерации электроэнергии и/или тепла, процесс сжигания отходов, процесс из металлургической, нефтехимической и/или нефтеперегонной отраслей промышленности или процесс из деревообрабатывающей промышленности, более предпочтительно процесс производства целлюлозы и бумаги.

Настоящее изобретение также относится к способу обработки сточных вод, предназначенному для обработки сточных вод, образующихся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, в котором сточные воды, образующиеся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, очищают в общей установке для обработки сточных вод совместно со сточными водами, образующимися в другом производственном процессе, с которым интегрирован процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо. Процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя процесс получения синтез-газа из биомассы, состоящей из древесных побочных продуктов процесса производства целлюлозы и/или бумаги, и синтез Фишера-Тропша для превращения синтез-газа в жидкие углеводороды. В типичном случае вторым производственным процессом является процесс генерации электроэнергии и/или тепла, процесс сжигания отходов, процесс из металлургической, нефтехимической и/или нефтеперегонной отраслей промышленности или процесс из деревообрабатывающей промышленности, предпочтительно процесс производства целлюлозы и/или бумаги, наиболее предпочтительно процесс производства целлюлозы и бумаги.

Примерами подходящих источников биомассы являются отходы лесозаготовок, городские древесные отходы, побочные продукты и отходы целлюлозно-бумажной промышленности, отходы пиломатериалов, древесная щепа, опилки, солома, дрова, сельскохозяйственные отходы, навоз, отходы из торговли и промышленности и т.п. Подходящей биомассой являются также культуры быстрой ротации, например ива, тополь, белая акация, эвкалипт, и лигноцеллюлозные культуры, например двукисточник тростниковидный, мискантус (веерник) и просо.

В предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения общий процесс обработки сточных вод включает в себя процесс биологической очистки и синтез Фишера-Тропша, где используется кобальтовый катализатор, который обеспечивает сточную воду, загрязненную спиртами, причем указанная загрязненная спиртами сточная вода разбавляется сточной водой из указанного процесса производства целлюлозы и/или бумаги перед указанным процессом биологической очистки. В типичном случае сточная вода, загрязненная спиртами, содержит 0,25-5 мас.% спиртов, и предпочтительно спирт, содержащийся в сточных водах, поступает в процесс биологической очистки в количестве, эффективно стабилизирующем и/или улучшающем указанный процесс очистки.

В другой предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо и другой производственный процесс, кроме общего процесса обработки сточных вод, имеют общий блок для обработки питательной воды и общий блок для обработки охлаждающей воды, то есть они имеют комплексную интегрированную систему обработки воды.

Производство синтез-газа может включать в себя промывание и/или гашение синтез-газа водой с целью удаления загрязнений и/или охлаждения синтез-газа, а образующуюся при этом загрязненную воду можно очистить в общем процессе очистки сточных вод согласно настоящему изобретению. В типичном случае загрязненная вода содержит нерастворимые и растворимые в воде загрязнения, включая тяжелые или легкие смолы, соли аммония, щелочные металлы, хлориды, соединения фосфора, а также конденсированный водяной пар.

В предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения чистую воду, необходимую для процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо и для второго производственного процесса, соответственно, получают в общем ионообменном процессе. Чистую воду обычно используют для получения пара для обоих указанных интегрированных процессов. Предпочтительно процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя реакцию конверсии водяного пара (WGS), и химически чистую воду для WGS-реакции получают из общего ионообменного процесса. Кроме того, химически чистую воду можно подать в блок газификации и в автотермический риформер процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо.

Твердый остаток, содержащий элементарный углерод, сажу и/или древесный уголь, может быть получен в качестве побочного продукта газификации в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо. В типичном случае твердый остаток, или элементарный углерод, или их часть используют для очистки загрязненных жидких и/или газообразных стоков из процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо или другого производственного процесса, предпочтительно процесса производства целлюлозы и/или бумаги.

Обычно энергетическая ценность твердого остатка/элементарного углерода увеличивается за счет процесса очистки, и его можно смешать с горючими побочными продуктами другого производственного процесса, предпочтительно процесса производства целлюлозы и/или бумаги, для повышения теплоты сгорания горючих побочных продуктов. Твердый остаток можно также использовать для получения активированного угля. Активированный уголь, полученный посредством дальнейшей переработки твердого остатка/элементарного углерода, можно использовать в фильтрах на основе активного угля.

В одной из предпочтительных форм осуществления настоящего изобретения пар высокого, среднего и/или низкого давления, полученный в процессе переработки

биомассы в жидкое биотопливо, используют в качестве пара высокого, среднего и/или низкого давления в другом производственном процессе, предпочтительно в процессе производства целлюлозы и/или бумаги.

5 В типичном случае углеводороды, полученные в синтезе Фишера-Тропша, подвергают крекингу и изомеризации восков, и образующийся продукт разделяют на отходящий газ и жидкие топливные продукты. Отходящий газ или его часть предпочтительно направляют в другой производственный процесс для сжигания и получения энергии.

10 Регулирование технологических параметров синтеза Фишера-Тропша позволяет получить различные количества продуктов, таких как отходящие газы и жидкие топливные продукты. Если, например, необходимо большее количество отходящих газов для получения энергии в другом производственном процессе, то технологические параметры синтеза Фишера-Тропша регулируют так, чтобы  
15 обеспечить образование большего количества отходящих газов и меньшего количества жидких топливных продуктов. Таким образом, количества продуктов, направляемых из синтеза Фишера-Тропша в другой производственный процесс и/или в общий процесс обработки сточных вод, можно отрегулировать посредством  
20 регулирования параметров синтеза Фишера-Тропша. Как можно отрегулировать параметры синтеза Фишера-Тропша описано, среди прочего, в книге Steynberg A. and Dry M., Fischer-Tropsch Technology, Elsevier 2004, p.601-680.

В предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения процесс производства целлюлозы и/или бумаги используют для производства целлюлозы и/или  
25 бумаги, процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо используют для производства биотоплива с температурой кипения, соответствующей дизельному топливу и/или нафта-фракции, а интегрированный процесс возможно используют для получения дополнительной энергии и/или химикатов.

30 Настоящее изобретение также относится к интегрированной установке, состоящей из установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо и другой производственной установки, причем установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо и другая производственная установка имеют общую по меньшей мере часть оборудования для обработки сточных вод, так что блоки указанной установки  
35 для переработки биомассы в жидкое биотопливо и указанной другой установки, генерирующие водные стоки, подсоединены к общей установке для обработки сточных вод. Установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя блок газификации биомассы и кондиционирования газа, предназначенный для производства синтез-газа и способный производить синтез-газ из биомассы, и блок, в  
40 котором проводится синтез Фишера-Тропша, способный преобразовывать указанный синтез-газ в жидкие углеводороды. В типичном случае другой производственной установкой является установка для производства энергии, мусоросжигательная установка, металлургическая установка, нефтехимическая установка, нефтеперегонная  
45 установка или деревообрабатывающая установка, предпочтительно установка для производства целлюлозы и/или бумаги, более предпочтительно установка для производства целлюлозы и бумаги.

В предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения общая  
50 установка для обработки сточных вод включает в себя установку для биологической очистки воды, пригодную для очистки водных стоков указанной установки для производства целлюлозы и/или бумаги. Реактор Фишера-Тропша может дополнительно содержать кобальтовый катализатор, обеспечивающий воду,

загрязненную спиртами, которую можно использовать в процессе биологической очистки воды.

В следующей предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя блок очистки синтез-газа, то есть блок газификации и кондиционирования газа, содержащий скруббер и/или блок для гашения газа водой, где образуется загрязненная вода, пригодная для использования в процессе биологической очистки воды.

Интегрированная установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо и другая производственная установка, которой предпочтительно является установка для производства целлюлозы и/или бумаги, могут иметь общий ионообменный блок, предназначенный для получения чистой воды. В типичном случае установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя блок для конверсии водяного пара (WGS), использующий воду из общего ионообменного блока.

Установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо, входящая в состав интегрированной установки, может дополнительно содержать абсорбер, содержащий элементарный углерод, полученный в указанном газификационном блоке, и в типичном случае установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо содержит устройства для производства пара высокого, среднего и/или низкого давления, а другая производственная установка, которая предпочтительно представляет собой установку для производства целлюлозы и/или бумаги, также содержит устройства, использующие указанный пар высокого, среднего и/или низкого давления.

Приведенный ниже пример предназначен для дополнительной иллюстрации изобретения и не ограничивает его объем. На основании приведенного выше описания специалист в данной области техники сможет модифицировать настоящее изобретение различными способами, обеспечив интеграцию двух или более процессов, имеющих общую установку для обработки сточных вод. Интегрируемые по меньшей мере две производственные установки можно интегрировать на различных уровнях, при этом общее количество интегрируемых производственных блоков равно одному или более.

## ОПИСАНИЕ ПРИМЕРА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### Пример

На Фиг.1 изображена блок-схема процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо (BTL), расположенного в непосредственной близости и интегрированного с установкой для получения целлюлозы и бумаги. Процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя подачу остатков лесоматериалов 1 в блок 2 для предварительной обработки сырья, после чего сырье подается в блок 3 газификации и кондиционирования газа для производства синтез-газа. Блок 3 газификации и кондиционирования газа содержит, среди прочего, скруббер и блок конверсии водяного пара (WGS). Блок 3 соединен с блоком 4 для отделения воздуха (ASU), предназначенным для получения кислорода. Перед подачей в блок 6, где проводится синтез Фишера-Тропша, газ обрабатывают в блоке для обработки и очистки газа 5.

Водород получают в блоке 7 автотермического риформинга (ATR) из потока 13 исходного материала, содержащего хвостовые газы 14 и отходящие газы 15 из процесса. Водород отделяют в блоке 7 короткоциклового безнагревной адсорбции (PSA) или в аналогичном устройстве. Также можно использовать водород из других частей процесса.

Нафта-фракцию 9 и фракцию 10 дизельного топлива получают из газообразного продукта реактора 6 Фишера-Тропша в блоке 8 обогащения продукта. Пар высокого давления (hp-пар) 11 получают из блока 3 газификации и кондиционирования газа, а

пар среднего давления (тр-пар) 12 получают из реактора 6 Фишера-Тропша. Хвостовые газы 14, образующиеся при синтезе Фишера-Тропша, и отходящие газы 15 удаляют из реактора 6 Фишера-Тропша и блока 8 обогащения продукта соответственно. Водные стоки 16 и 17 получают из реактора 6 Фишера-Тропша и из

блока 3 газификации и кондиционирования газа соответственно. На Фиг.2 изображен пример установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо, описанной выше. В этом примере примерно 2,1 ТВт·ч/год (тераваттчасов в год), или примерно 1 млн м<sup>3</sup>/год (миллионов кубических метров в год), топливной древесины (преимущественно остатков лесоматериалов) 1 из стандартной деревообрабатывающей установки 18 подают в процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо, интегрированный с установкой 19 для производства целлюлозы и бумаги. Процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо обеспечивает 65000-88000 т/год (метрических тонн/год) дизельного топлива и 20000-27000 т/год нафта-фракции. Установка 19 для производства целлюлозы и бумаги обеспечивает примерно 600000-700000 т/год целлюлозы и/или бумаги.

Охлаждающую воду 25 подают из системы 23 водоснабжения установки для получения целлюлозы и бумаги в блок 3 газификации и кондиционирования газа для охлаждения производимого синтез-газа, в реактор 6 Фишера-Тропша и в блок 4 для отделения воздуха установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо. Кроме того, примерно 120-150 т/ч (35-40 кг/с) очищенной питающей воды 24 из ионообменного блока 22, который является общим для установки 19 для производства целлюлозы и бумаги и установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо, подают, среди прочего, в блок конверсии водяного пара (WGS) установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо. В реакции конверсии водяного пара из монооксида углерода и воды образуется водород. Очищенную питающую воду также используют для получения пара, необходимого в процессе, например для газификации биомассы, для кондиционирования газа и/или для непрямого охлаждения хвостовых газов.

Конденсат 28 пара среднего давления (20 кг/с) в виде чистой воды, полученный при непрямом охлаждении синтеза Фишера-Тропша в установке 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо, можно использовать как таковой в установке 19 для производства целлюлозы и бумаги. Одновременно 20-30 МВт электрической энергии 26, полученной в установке 19 для производства целлюлозы и бумаги, используют в установке 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо.

Кроме того, пар, полученный в установке 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо (10-25 кг/с пара высокого давления 11 и 0-10 кг/с пара среднего давления 12), можно использовать в установке 19 для производства целлюлозы и бумаги. Пар 11 высокого давления используют для получения электроэнергии, а пар 12 среднего давления можно использовать для сушки целлюлозы и/или бумажной ленты. Пар 12 среднего давления можно также использовать, по меньшей мере частично, в установке 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо для газификации, кондиционирования газа и/или конверсии водяного пара.

В синтезе Фишера-Тропша используется кобальтовый катализатор, и вследствие этого в реакторе 6 Фишера-Тропша образуется вода, загрязненная спиртами (20-25 т/час сточных вод 16). Эту загрязненную воду нельзя возвращать в процесс, и поэтому стоки должны быть очищены в специальном процессе очистки. Однако после разбавления загрязненную воду можно обрабатывать в процессе биологической

очистки сточных вод в производственной установке 21 для обработки сточных вод. Использование разбавленных сточных вод, загрязненных спиртами, в процессе биологической очистки сточных вод фактически стабилизирует и улучшает процесс очистки.

5 Водные стоки в количестве 25-30 т/ч, то есть сточные воды, образуются также в скрубберах блока 3 газификации и кондиционирования газа и в блоке 8 обогащения продукта установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо. При промывании синтез-газа водой в блоке 3 газификации и кондиционирования газа образуются сточные воды. В процессе промывки водой синтез-газ охлаждается до 10 50°C.

Кроме воды, в установке 19 для производства целлюлозы и бумаги можно эффективно перерабатывать другие стоки установки для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо 20. Сероводород 27 в количестве 3 кг/с перерабатывают в стандартных системах рециркуляции серы установки 19 для производства целлюлозы и/или бумаги. 15

В описанном процессе количество водных стоков, очищаемых в процессе биологической очистки в установке 21 для обработки сточных вод, расположенной в непосредственной близости от установки 19 для производства целлюлозы и/или бумаги, в типичном случае составляет в общей сложности 45-55 т/ч, и их типичный состав приведен ниже в Таблице 2. 20

Таблица 2		
Сток	Количество	Характеристики
Сточные воды	20,6 т/час	Спирты MeOH 0,26 об.% EtOH 0,1 об.% PrOH 0,03 об.% BuOH 0,02 об.% C <sub>5</sub> OH <0,01 об.% C <sub>6</sub> OH <0,01 об.% C <sub>7</sub> OH <0,01 об.%

В то же время установка 19 для производства целлюлозы и бумаги генерирует примерно 2000-5000 т/ч загрязненной воды (сточных вод) 29 из различных стадий процесса. Таким образом, и установка 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо, и установка 19 для производства целлюлозы и бумаги генерируют загрязненную воду в качестве нежелательного побочного продукта. 35  
40 Согласно настоящему изобретению, эти потоки воды объединяют и очищают в общей установке для обработки сточных вод. В данном примере сточные воды обрабатывают в процессе биологической очистки, а сточную воду из установки 20 для переработки биомассы в жидкое дизельное биотопливо вначале разбавляют водой, 45 полученной из установки для производства целлюлозы и бумаги, а затем подают в установку для очистки воды.

#### Формула изобретения

1. Способ обработки сточных вод для обработки сточных вод, образующихся в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо, где процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя

- получение синтез-газа из биомассы, и
- синтез Фишера-Тропша для превращения указанного синтез-газа в жидкие

углеводороды, в котором используется кобальтовый катализатор, характеризующийся тем, что сточные воды, содержащие загрязненные спиртами водные стоки, образующиеся при переработке биомассы в жидкое биотопливо, очищают в общем процессе обработки сточных вод, включающем процесс биологической очистки, совместно со сточными водами, образующимися в процессе производства целлюлозы и/или бумаги, с которым интегрирован указанный процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо, в котором загрязненные спиртами стоки разбавляют водными стоками из указанного процесса производства целлюлозы и/или бумаги перед процессом биологической очистки.

2. Способ по п.1, где для переработки биомассы в жидкое биотопливо и в процессе производства целлюлозы и/или бумаги используют общую установку для обработки питающей воды, общую установку для обработки охлаждающей воды и общую установку для обработки сточных вод.

3. Способ по п.1, где биомасса представляет собой отходы лесозаготовок, городские древесные отходы, побочные продукты и отходы деревообрабатывающей промышленности, отходы пиломатериалов, древесную щепу, опилки, культуры короткой ротации, солому, дрова, сельскохозяйственные отходы, навоз, отходы торговли и промышленности.

4. Способ по п.3, где загрязненные спиртами водные стоки содержат 0,25-5 мас.% спиртов.

5. Способ по п.3, где спирт, содержащийся в указанных стоках, поступает в указанный процесс биологической очистки в количестве, эффективно стабилизирующем и/или улучшающем процесс очистки.

6. Способ по п.1 или 3, где получение синтез-газа включает в себя промывание и/или гашение водой этого синтез-газа с целью удаления загрязнений и/или охлаждения указанного синтез-газа, причем образующуюся загрязненную воду очищают в указанном общем процессе обработки сточных вод.

7. Способ по п.6, где указанная загрязненная вода содержит нерастворимые в воде и водорастворимые загрязнения, включая тяжелые или легкие смолы, соли аммония, щелочные металлы, хлоридные соединения, фосфорные соединения, а также конденсированный водяной пар.

8. Способ по п.1 или 3, где чистую воду, необходимую для переработки биомассы в жидкое биотопливо и для процесса производства целлюлозы и/или бумаги, соответственно, получают из ионообменного процесса.

9. Способ по п.8, где чистую воду используют для обеспечения паром любого из указанных интегрированных процессов.

10. Способ по п.8, где переработка биомассы в жидкое биотопливо включает в себя реакцию конверсии водяного пара, а химически чистую воду для реакции конверсии водяного пара получают из общего ионообменного процесса.

11. Способ по п.8, где чистую воду используют в блоке газификации и/или кондиционирования газа в процессе переработки биомассы в жидкое биотопливо.

12. Способ по п.1 или 3, где биомассу газифицируют, а твердый остаток, содержащий элементарный углерод, сажу и/или древесный уголь, получают в качестве побочного продукта указанной газификации.

13. Способ по п.12, где твердый остаток или элементарный углерод или их часть используют для очистки загрязненных и/или газообразных стоков из указанного процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо или из процесса производства целлюлозы и/или бумаги.

14. Способ по п.13, где в результате процесса очистки возрастает энергетическая ценность указанного твердого остатка/элементарного углерода, и его смешивают с горючими побочными продуктами из процесса производства целлюлозы и/или бумаги для повышения теплоты сгорания указанных горючих побочных продуктов.

15. Способ по п.1 или 3, где при переработке биомассы в жидкое биотопливо получают пар высокого, среднего и/или низкого давления, и этот пар используют в качестве пара высокого, среднего и/или низкого давления, соответственно, в процессе производства целлюлозы и/или бумаги.

16. Способ по п.1 или 3, где конечный продукт синтеза Фишера-Тропша разделяют на отходящий газ и жидкие топливные продукты, и указанный отходящий газ или его часть направляют в указанный в процесс производства целлюлозы и/или бумаги для сжигания и получения энергии.

17. Способ по п.1 или 3, где процесс производства целлюлозы и/или бумаги используют для производства целлюлозы и/или бумаги, процесс переработки биомассы в жидкое биотопливо используют для производства биотоплива, температура кипения которого находится в диапазоне температур кипения дизельного топлива и/или нафта-фракции, а указанный интегрированный процесс возможно используют для получения дополнительной энергии и/или химикатов.

18. Интегрированная установка, включающая в себя установку для переработки биомассы в жидкое биотопливо и установку для производства целлюлозы и/или бумаги, причем установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя

- блок газификации и кондиционирования газа, способный производить синтез-газ из биомассы, и

- реактор Фишера-Тропша, содержащий кобальтовый катализатор, способный превращать указанный синтез-газ в жидкие углеводороды,

характеризующаяся тем, что по меньшей мере часть оборудования, используемого для очистки сточных вод, является общей для установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо и установки для производства целлюлозы и/или бумаги, так что по меньшей мере блоки, в которых образуются загрязненные спиртами водные стоки установки для переработки биомассы в жидкое биотопливо, и блоки, в которых образуются водные стоки установки для производства целлюлозы и/или бумаги, соответственно, соединены с общей установкой для обработки сточных вод, включающей установку для биологической очистки сточных вод.

19. Интегрированная установка по п.18, где установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя блок газификации и кондиционирования газа, содержащий скруббер и/или блок для гашения газа водой, где образуется загрязненная вода, пригодная для биологической очистки сточных вод.

20. Интегрированная установка по п.18, где установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо и установка для биологической очистки сточных вод имеют общий ионообменный блок для получения чистой воды.

21. Интегрированная установка по п.20, где установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя блок для конверсии водяного пара, в котором используется вода из указанного общего ионообменного блока.

22. Интегрированная установка по п.18, где установка для переработки биомассы в жидкое биотопливо включает в себя абсорбер, содержащий элементарный углерод, полученный в блоке газификации.

23. Интегрированная установка по п.18, где установка для переработки биомассы в

жидкое биотопливо содержит устройства для получения пара высокого, среднего и/или низкого давления, и установка для производства целлюлозы и/или бумаги содержит устройства для использования указанного пара высокого, среднего и/или низкого давления.

5 24. Способ интеграции процесса переработки биомассы в жидкое биотопливо с процессом производства целлюлозы и/или бумаги, где переработка биомассы в жидкое биотопливо включает в себя

- получение синтез-газа из биомассы, и

10 - синтез Фишера-Тропша для превращения указанного синтез-газа в жидкие углеводороды, в котором используется кобальтовый катализатор, характеризующийся тем, что очистку сточных вод, содержащих загрязненные спиртами водные стоки, образующиеся при переработке биомассы в жидкое биотопливо, и сточных вод, образующихся в процессе производства целлюлозы и/или бумаги, объединяют в  
15 общем процессе обработки сточных вод.

20

25

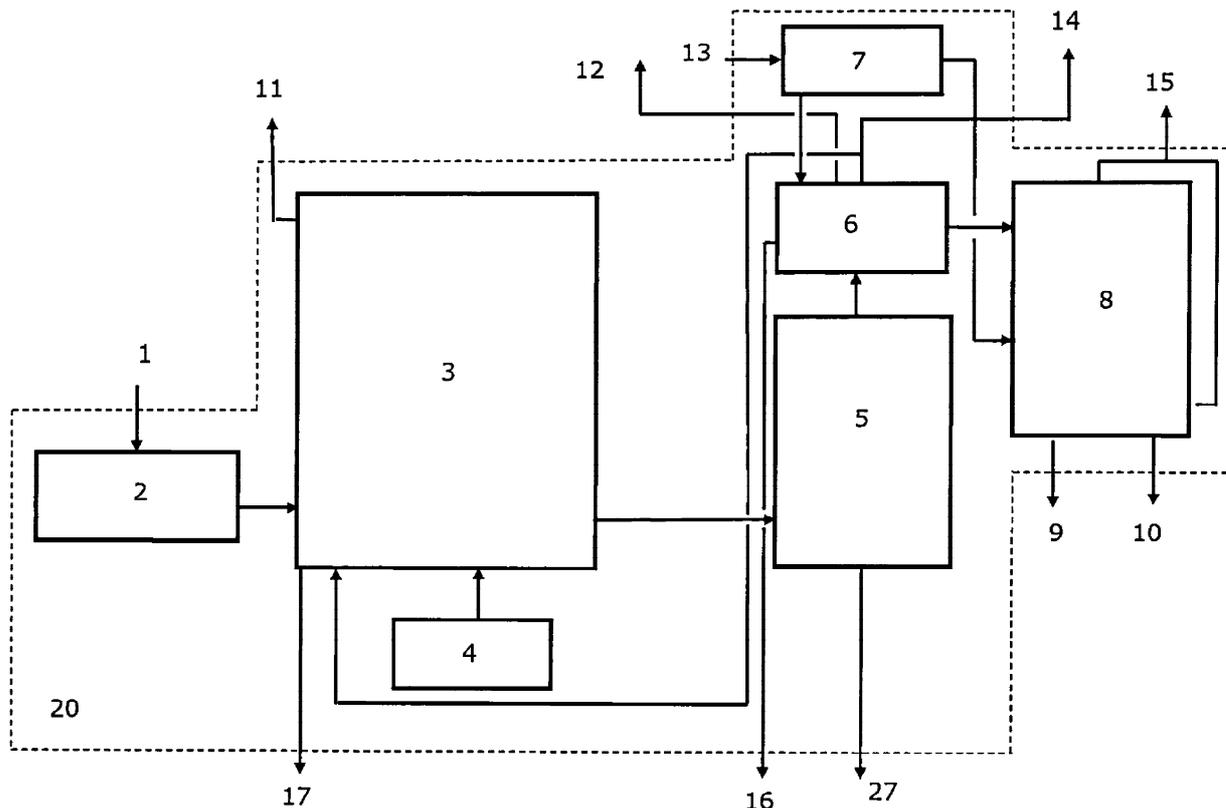
30

35

40

45

50



Фиг. 1