



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
C12P 7/06 (2020.02); C02F 3/32 (2020.02)

(21)(22) Заявка: **2018132582, 11.09.2018**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**11.09.2018**

Дата регистрации:  
**09.09.2020**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **11.09.2018**

(43) Дата публикации заявки: **11.03.2020** Бюл. № 8

(45) Опубликовано: **09.09.2020** Бюл. № 25

Адрес для переписки:

**620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Марк Т.В.**

(72) Автор(ы):

**Волкова Марина Владимировна (RU),  
Сарапулова Арина Сергеевна (RU),  
Мацегор Александр Олегович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: **RU 2421521 C2, 20.06.2011. KUMAR  
V. et al. Production of biodiesel and bioethanol  
using algal biomass harvested from fresh water  
river // Renewable Energy, 116, 02.2018, стр.606-  
612. MORRIS G. Bioethanol Co-Location Study  
// National Renewable Energy Laboratory,  
11.2002, стр.1-31. WO 2016/042206 A1, 24.03.2016.  
RU 2430114 C2, 27.09.2011. WO (см. прод.)**

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области биотехнологии. Предложен способ получения биоэтанола из водорослей. Способ включает предварительное формирование биомассы, инициирование ее распада путем ферментативного гидролиза, введение в распадающуюся биомассу дрожжей для образования бродящего раствора и отделение получившегося биоэтанола. При этом в качестве водорослей используют пресноводные растения, предварительное формирование биомассы осуществляют на промышленной воде ТЭЦ и

ТЭС, ферментативный гидролиз проводят с помощью комплексов ферментов целлюлаз, гемицеллюлаз, пектиназ и десульфатаз при температуре 45-85°C за счет сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, а отделение биоэтанола начинают, когда уровень биоэтанола в бродящем растворе составляет выше 4-9% объема. Изобретение обеспечивает энергосберегающее получение биоэтанола ферментативным гидролизом с возможностью очищения технической воды ТЭЦ и ТЭС. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

(56) (продолжение):  
2010/036334 A1, 01.04.2010.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C12P 7/06* (2006.01)  
*C12N 1/12* (2006.01)  
*C02F 3/32* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C12P 7/06 (2020.02); C02F 3/32 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2018132582, 11.09.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**11.09.2018**

Registration date:  
**09.09.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **11.09.2018**

(43) Application published: **11.03.2020 Bull. № 8**

(45) Date of publication: **09.09.2020 Bull. № 25**

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, Uralskij  
federalnyj universitet imeni pervogo Prezidenta  
Rossii B.N. Eltsina, Tsentr intellektualnoj  
sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Volkova Marina Vladimirovna (RU),  
Sarapulova Arina Sergeevna (RU),  
Matsegor Aleksandr Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet  
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"  
(RU)**

(54) **METHOD OF PRODUCING BIOETHANOL FROM ALGAE**

(57) Abstract:

FIELD: biotechnology.

SUBSTANCE: invention relates to the field of biotechnology. Disclosed is a method of producing bioethanol from algae. Method involves preliminary formation of biomass, initiation of its decomposition by enzymatic hydrolysis, introduction of yeast into the decaying biomass to form a fermenting solution and separation of the obtained bioethanol. Fresh water plants are used as algae, preliminary formation of biomass is carried out on industrial water of thermal power plant and thermal power plant, enzymatic hydrolysis is carried

out using complexes of cellulase, hemicellulase, pectinase and desulphatase at temperature of 45–85 °C due to waste heat of thermal power plant and thermal power plant, and separation of bioethanol is started when level of bioethanol in the fermentation solution is more than 4–9 % of volume.

EFFECT: invention provides energy-saving production of bio-ethanol by enzymatic hydrolysis with possibility of cleaning process water of thermal power plant and thermal power plant.

3 cl, 2 dwg

Изобретение относится к области экологии в энергетике, снижению антропогенных выбросов ТЭЦ и ТЭС, а также к области биотехнологии, и может быть применено для получения биоэтанола из водорослей. Известен способ получения этанола из морских водорослей (патент <http://www.findpatent.ru/patent/242/2421521.html>), предлагающий  
5 использование биомассы из предварительно собранных и высушенных водорослей. Для дальнейшего использования в процессе получения биоэтанола биомассу подвергают химическому и ферментативному гидролизу, после чего сбраживают.

Известен способ и устройство для превращения целлюлозного материала в этанол (патент [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#1515420118206](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1515420118206)), в котором биоэтанол  
10 получают из биомассы, представляющей из себя кукурузные стебли, рубленые цельные растения и жом. Для извлечения сахаров из биомассы, ее предварительно вымачивают, обрабатывают уксусной кислотой, затем отжимают и разделяют на фракции, сбраживают. В данном производстве, требуется большое количество теплоты, поэтому разработчики считают, что его экономичнее создавать при ТЭЦ, сжигающей каменный  
15 уголь, и микрочастицы лигнина, полученные в результате ферментации, использовать в качестве твердого топлива с угольной пылью.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является способ получения этанола из морских водорослей. Содержащиеся в составе морских водорослей полисахариды трудно извлекаемы, поэтому для их расщепления требуется использовать  
20 химический гидролиз и ферментацию. Сущность предлагаемого способа - использование пресноводных водорослей, которые выращиваются на загрязненной воде ТЭЦ и ТЭС. Полученная в результате биомасса водорослей разлагается ферментативным гидролизом, что делает процесс экономичнее и безопасней. В качестве тепловой энергии, необходимой в производственном процессе предлагается использовать сбросное тепло  
25 ТЭЦ и ТЭС. Предлагаемый способ позволит очищать техническую воду ТЭЦ и ТЭС и используя сбросное тепло получать биоэтанол. Благодаря использованию пресноводных и/или одноклеточных водорослей биоэтанол можно получить только ферментативным гидролизом, исключив химические процессы. Это позволяет расширить диапазон применения технологии по патенту [http://www.findpatent.ru/patent/242/](http://www.findpatent.ru/patent/242/2421521.html)  
30 [2421521.html](http://www.findpatent.ru/patent/242/2421521.html) и является более энергосберегающим.

Предлагаемый способ заключается в том, что осуществляют предварительное формирование биомассы, инициирование ее распада путем ферментативного гидролиза, введение в распадающуюся биомассу дрожжей, для образования бродящего раствора и отделение получившегося этанола от бродящего раствора, отличающейся тем, что  
35 в качестве водорослей используют одноклеточные и/или пресноводные растения, растущие в воде, предварительное формирование биомассы водорослей осуществляют на промышленной воде ТЭЦ и ТЭС, ферментативный гидролиз проводят с помощью комплексов ферментов целлюлаз, гемицеллюлаз, пектиназ и десульфатаз при температуре 45-85°C за счет сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, при этом контроль  
40 температурного режима осуществляют изменением объема сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, контролируют уровень этанола и отделение его начинают, когда уровень этанола в бродящем растворе составляет выше 4-9% объема,

при этом после отделения этанола для повышения процентного содержания спирта выше 50%, его вторично перегоняют при температуре 60-90°C, используя сбросное  
45 тепло ТЭЦ и ТЭС;

после отделения этанола бродящую жидкость подвергают последующей переработке для получения дополнительного продукта, а полученную после выращивания водорослей промышленную воду используют как техническую в производственном

цикле.

Предлагается использовать пресноводные и/или простейшие водоросли, в технологическом процессе получения биоэтанола используется сбросное тепло ТЭЦ и ТЭС.

5 На фигуре 1 показана установка для реализации способа получения биоэтанола из промышленной воды и сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, где

1. блок 1 - блок формирования биомассы
2. блок 2 - блок ферментативного гидролиза
3. блок 3 - блок брожения
- 10 4. блок 4 - блок дополнительной перегонки.

Технология осуществляется следующим образом: с ТЭЦ (ТЭС) в блок 1 поступает загрязненная вода. Проходя через системы биофильтров с водорослями, вода очищается, что выражается в снижении солености, и повышению прозрачности.

15 Температура, освещенность и соленость контролируются датчиками. После очистки, воду отводят для повторного использования. Если качество очистки недостаточно, процесс повторяется. В блоке 1 в процессе очистки технической воды ТЭЦ и ТЭС происходит формирование биомассы водорослей. Полученная после очистки биомасса водорослей, в свою очередь, поступает в блок 2 для ферментативного гидролиза с помощью комплексов ферментов при температуре 45-48°C, при этом контроль

20 температурного режима осуществляют изменением объема сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС. Блоки 2, 3 и 4 представляют собой двухконтурную емкость. Во внутренней емкости под действием ферментов при нагревании сбросным теплом ТЭЦ или ТЭС, биомасса сначала разлагается, а затем при добавлении дрожжей сбраживается в течение 1-2 суток. Так как температурные режимы процессов ферментации и брожения различны, то

25 регулирование температуры нагрева происходит за счет увеличения или уменьшения количества подаваемого тепла во внешний контур. Полученный раствор проходит фильтрацию, его концентрация составляет до 9% и может использоваться для топливных элементов. При необходимости получения концентрированного биоэтанола, для

30 повышения процентного содержания спирта выше 50%, его вторично перегоняют при температуре 60-90°C, используя сбросное тепло ТЭЦ и ТЭС. На фиг. 2 представлена сравнительная таблица получения биоэтанола из морской водоросли Ламинарии, пресноводной Щитовника и смеси пресноводных и одноклеточных водорослей, выращенных на промышленной воде ТЭЦ и ТЭС. Из таблицы видно, что содержание

35 спирта в биоэтаноле, полученном из морских и пресноводных водорослей практически одинаково, при этом получение биоэтанола из морских водорослей трудоемко и продолжительно по времени. Для производства биоэтанола из смеси одноклеточных и пресноводных водорослей использовались процессы ферментации и брожения, а содержание спирта увеличилось в 2 раза.

Предлагаемая технология позволит получить биоэтанол на промышленных стоках

40 и сбросном тепле, что приведет к снижению себестоимости биоэтанола, а использование пресноводных и/или одноклеточных водорослей позволит получить биоэтанол ферментативным гидролизом, без химических процессов, производство биоэтанола на ТЭЦ и ТЭС поможет устранить зависимость между ростом производства биоэтанола и выводом земель сельскохозяйственного назначения из оборота.

45

#### (57) Формула изобретения

1. Способ получения биоэтанола из водорослей, включающий предварительное формирование биомассы, инициирование ее распада путем ферментативного гидролиза,

введение дрожжей в распадающуюся биомассу для образования бродящего раствора и отделение получившегося биоэтанола от бродящего раствора, отличающейся тем, что в качестве водорослей используют пресноводные растения, растущие в воде, предварительное формирование биомассы водорослей осуществляют на промышленной  
5 воде ТЭЦ и ТЭС, ферментативный гидролиз проводят с помощью комплексов ферментов целлюлаз, гемицеллюлаз, пектиназ и десульфатаз при температуре 45-85°C за счет сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, при этом контроль температурного режима осуществляют изменением объема сбросного тепла ТЭЦ и ТЭС, контролируют уровень биоэтанола и отделение его начинают, когда уровень биоэтанола в бродящем растворе  
10 составляет выше 4-9% объема.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после отделения биоэтанола для повышения процентного содержания спирта выше 50% его вторично перегоняют при температуре 60-90°C, используя сбросное тепло ТЭЦ и ТЭС.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что полученную после выращивания водорослей  
15 промышленную воду используют как техническую в производственном цикле.

20

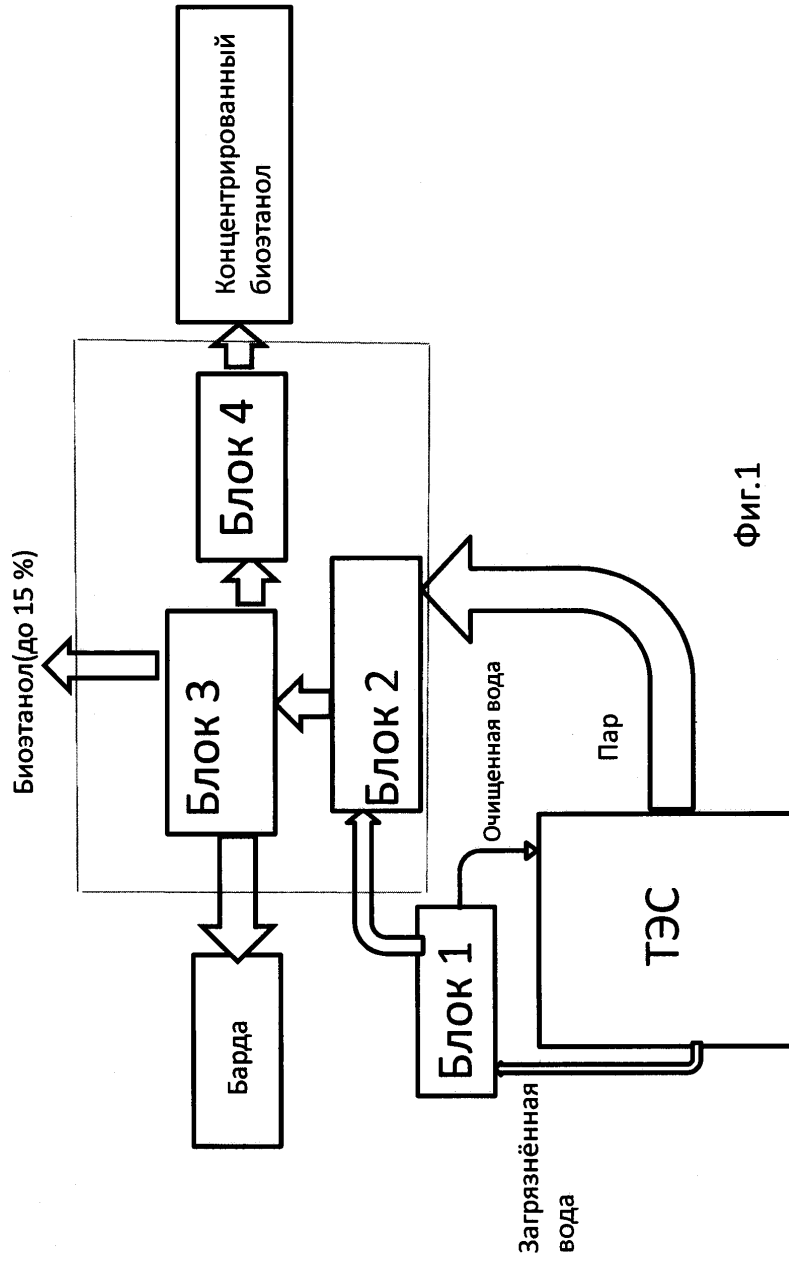
25

30

35

40

45



Фиг.1

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ

№	НАЗВАНИЕ ВОДОРΟΣЛИ	СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА	СОДЕРЖАНИЕ СПИРТА В РАСТВОРЕ
1	ЛАМИНАРИЯ (МОРСКАЯ)	СУТКИ В СЛАБОКИСЛОЙ СРЕДЕ, ПРОМЫВКА, РАСТИРКА, БРОЖЕНИЕ, ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ	7%
2	ЛАМИНАРИЯ (МОРСКАЯ)	СУТКИ В СЛАБОКИСЛОЙ СРЕДЕ, ПРОМЫВКА, РАСТИРКА, БРОЖЕНИЕ, ВАКУУМНЫЙ НАСОС	5%
3	ЩИТОЛИСТНИК (ПРЕСНОВОДНАЯ)	ФЕРМЕНТАЦИЯ, БРОЖЕНИЕ	4%
4	ЩИТОЛИСТНИК (ПРЕСНОВОДНАЯ)	ТЕРМИЧЕСКИЙ, БРОЖЕНИЕ	7%
5	СМЕСЬ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ И ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ, ВЫРАЩЕННЫХ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ВОДЕ ТЭЦ И ТЭС	ФЕРМЕНТАЦИЯ, БРОЖЕНИЕ	16%

Фиг.2