

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

им. К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова

Кафедра химической и биохимической инженерии

Сакенов Диас Туреханович

Жакенаева Дания Аскаровна

Тема: «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода
термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы»

по специальности 6В05101 – «Биотехнология»

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова
Кафедра химической и биохимической инженерии



ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода
термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы»
по специальности 6B05101 – «Биотехнология»

Выполнили

Сакенов Диас Туреханович
Жакенаева Дания Аскарровна



Валенитина К. Ю.

2023

Научный руководитель
Профессор кафедры, Доктор хим. наук

Искаков Р. М.

« 2 » июля 2023

Қолын
Төдітсін
қуәландырамын үдөстөверяю
ХФИ АҚ кеңсе бас-ығы
Зав. канцелярией АО ИХН
Вайсұриева А.С. Байыр

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

им. К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова

Кафедра химической и биохимической инженерии



ЗАДАНИЕ

На выполнение дипломного проекта

Обучающимся: Сакенову Диасу Турехановичу и Жакенаевой Дание Аскарковне

Тему: Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы

Утверждена приказом проректора по академическим вопросам № 489 – П/Ө от 24.12.2021 г.

Срок сдачи работы 20 мая 2023 г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Краткое содержание дипломного проекта:

- а) Литературный обзор;
- б) Технологическая часть;
- с) Финансо-экономическая часть.

Перечень графического материала: *представлены 17 слайдов презентации работы*

Рекомендуемая основная литература: *из 20 наименований 15 основных и 5 дополнительных*

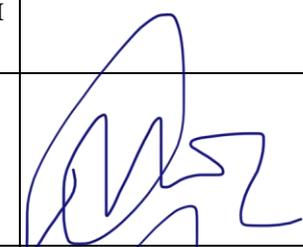
ГРАФИК

Подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю и консультанту	Примечание
Литературный обзор	18.02.23	
Технологическая часть	25.03.23	
Эконо-финансовая часть	29.04.23	
Оформление работы	29.05.23	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Научный руководитель И. О. Ф, (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подписи
Литературный обзор	Р. М. Исаков Профессор кафедры, Доктор хим. наук	18.02.23	
Технологическая часть	Р. М. Исаков Профессор кафедры, Доктор хим. наук	25.03.23	
Эконо-финансовая часть	Р. М. Исаков Профессор кафедры, Доктор хим. наук	29.04.23	
Оформление работы	Р. М. Исаков Профессор кафедры, Доктор хим. наук	29.05.23	

Научный руководитель

Исаков Р. М.

Задание принял к исполнению обучающийся

Сакенов Диас Туреханович
Жакенаева Дания Аскарровна

Дата

« 2 » Июнь 2023

Аннотация

Дипломная работа состоит из 23 страницы , содержит 7 рисунка , 6 таблиц, 20 использованной литературы.

Ключевые слова: Биомасса, биоводород, термохимический метод

Работа состоит из 10 разделов: литературный обзор, схема технологического процесса, расчет реактора, выбор и оценка установки, модульная оценка капитальных затрат, расчет стоимости утилизации отходов, расчет стоимости вспомогательных материалов, амортизация и денежный поток, оценка рентабельности проекта и расчет чистой стоимости.

Цель работы: расчет и проектирование предприятия по производству биоводорода из биомассы с производительностью 1 тонн в год.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Создание оптимальной химико-технологической системы производства с заданной мощностью.

2. Расчет и выбор химических процессов и устройств для данного производства.

3. Расчет финансово-экономического обоснования производства для достижения рентабельности.

Предмет исследования: получение биоводорода из биомассы термохимическим методом

В работе были произведены следующие расчеты : расчет реактора, оценка установок, расчет расхода реагента, структурный расчет основного оборудования.

Результаты проекта: разработана ХТС производительностью 1 тонна биоводорода в год.

В качестве основного источника биомассы были предложены древесные опилки с возможным использование других источников биомассы

Разработано технико-экономическое обоснование производства биоводорода на целлюлозной основе термохимическим методом.

Капитальные затраты составили 15013 долларов при сроке окупаемости 5 лет.

Производственные затраты производительностью 1 тонны в год составили 66676 долларов в год, рентабельность инвестиций - 1577 долларов в год.

Аңдатпа

Дипломдық жұмыс 23 беттен тұрады, онда 7 сурет, 6 кесте, 20 қолданылған әдебиет бар.

Негізгі сөздер: Биомасса, биосутегі, термохимиялық әдіс

Жұмыс 10 бөлімнен тұрады: әдеби шолу, технологиялық процестің сызбасы, реакторды есептеу, қондырғыны таңдау және бағалау, күрделі шығындарды модульдік бағалау, қалдықтарды кәдеге жарату құнын есептеу, көмекші материалдардың құнын есептеу, амортизация және ақша ағыны, жобаның рентабельділігін бағалау және таза құнды есептеу.

Жұмыс мақсаты: өнімділігі жылына 1 тонна биомассадан биоотын өндіретін кәсіпорынды есептеу және жобалау.

Осы мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттер қойылды:

1. Берілген қуаты бар өндірістің оңтайлы химиялық-технологиялық жүйесін құру.
2. Осы өндіріс үшін химиялық процестер мен құрылғыларды есептеу және таңдау.
3. Рентабельділікке қол жеткізу үшін өндірістің қаржы-экономикалық негіздемесін есептеу.

Зерттеу пәні: Термохимиялық әдіспен биомассадан биохимиялық сутекті алу.

Жұмыста мынадай есептеулер жүргізілді: реакторды есептеу, қондырғыларды бағалау, реагент шығынын есептеу, негізгі жабдықтың құрылымдық есебі.

Жобаның нәтижелері: жылына өнімділігі 1 тонна биоотын өндіретін ХТС әзірленді.

Биомассаның негізгі көзі ретінде басқа биомасса көздерін пайдалану мүмкіндігі бар ағаш үгінділері ұсынылды.

Термохимиялық әдіспен целлюлоза негізіндегі биосутекті өндірудің техникалық-экономикалық негіздемесі жасалды.

Күрделі шығындар 5 жыл өтелгенде 15013 долларды құрады.

Өнімділігі жылына 1 тонна болатын өндірістік шығындар жылына 66676 долларды, инвестициялардың рентабельділігі - жылына 1577 долларды құрады.

Annotation

The thesis consists of 23 pages, contains 7 figures, 6 tables, 20 references.

Key words: Biomass, biohydrogen, thermochemical method

This paper consists of 10 sections: literature review, process flow diagram, reactor calculation, plant selection and evaluation, modular capital cost estimation, waste disposal cost calculation, auxiliary material cost calculation, depreciation and cash flow calculation, project profitability and net cost calculation.

Purpose of work: calculation and design of a plant for the production of bio-hydrogen from biomass with a capacity of 1 ton per year.

To achieve this goal, the following objectives were set:

1. Creation of optimal chemical-technological production system with a given capacity.
2. Calculation and selection of chemical processes and devices for this production.
3. Calculation of financial and economic justification of production to achieve profitability.

Study Subject: obtaining biohydrogen from biomass by thermochemical method.

The following calculations have been made in this work: calculation of reactor, estimation of installations, calculation of reactant consumption, structural calculation of main equipment.

Results of the project: it has been developed the chemical engineering system with productivity of 1 ton of biohydrogen per year.

As the main source of biomass sawdust has been proposed, with the possible use of other sources of biomass.

A feasibility study for the production of cellulose-based biohydrogen by thermochemical method has been developed.

Capital costs were \$15013 with a payback period of 5 years.

Production costs with a capacity of 1 ton per year amounted to 66676 dollars per year, the return on investment - 1577 dollars per year.

Содержание	
1. Литературный обзор.....	6
Глава 1: Технологическая часть.....	12
1.1 Расчет реактора.....	13
1.2. Расчет теплообменных процессов	13
Глава 2: Размещение оборудования в цехе и расчет вспомогательного оборудования.....	14
Глава 3: Выбор и оценка оборудования	15
Глава 4: Капитальные затраты на строительство производства.....	16
Глава 5: Производственные затраты на организацию производства	17
Глава 6: Амортизация капитальных затрат	18
Глава 7: Расчет денежного потока	19
Глава 8: Рентабельность проекта и понятие интереса.....	19
Глава 9: Чистая приведенная стоимость проекта	20
ВЫВОД	22
Использованная литература.....	23

1. Литературный обзор

Введение

Перед миром стоит двойная задача удовлетворить растущий спрос на энергию и одновременно сократить выбросы углекислого газа. С этой целью поиск возобновляемых, устойчивых и низко углеродных альтернативных источников энергии имеет большое значение. Одним из таких источников является биомасса, получаемая из органических материалов, таких как древесина, сельскохозяйственные культуры и отходы. Биомасса может быть преобразована в энергию с помощью различных процессов, включая сжигание, ферментацию и газификацию.

Данный обзор посвящен термохимическому способу производства водорода, в частности газификации биомассы. Он охватывает следующие аспекты газификации биомассы: процессы, сырье, преимущества, недостатки, применение, тематические исследования и будущие перспективы. В обзоре использованы различные источники, включая правительственные сайты, исследовательские работы и отраслевые публикации.

Газификация биомассы: процесс и сырье

Газификация биомассы—это термохимический процесс, в котором биомасса превращается в газ, называемый сингазом, в результате ряда химических реакций. Процесс обычно состоит из четырех основных этапов:

Сушка: Сырье биомассы высушивается для удаления влаги. Этот процесс важен, поскольку влага снижает эффективность процесса газификации.

Пиролиз: Высушенная биомасса нагревается в отсутствие кислорода для расщепления сложных органических соединений на простые молекулы, такие как газы, жидкости и твердые вещества. Этот процесс называется пиролизом и приводит к образованию смеси древесного угля, смолы и газа, называемого пиролизным газом.

Газификация: пиролизные газы дополнительно нагреваются в присутствии ограниченного количества кислорода или воздуха для получения чистой газовой смеси, известной как сингаз. Сингаз обычно состоит из угарного газа (CO), водорода (H₂), диоксида углерода (CO₂) и метана (CH₄).

Очистка газа Полученный в процессе газификации сингаз очищается для удаления примесей, таких как смолы, сернистые соединения и твердые частицы. Очищенный газ может быть использован для различных целей.

Сырье для газификации биомассы делится на три категории: древесная биомасса, сельскохозяйственные отходы и твердые бытовые отходы (ТБО).

Древесная биомасса: древесная биомасса включает деревья, кустарники и древесные отходы. Она широко распространена во многих частях мира и широко используется в крупных установках по газификации биомассы.

Растительные остатки: относятся к растительным остаткам, таким как солома, шелуха и стебли. Это сырье в изобилии имеется в сельскохозяйственных районах и может использоваться в качестве дополнения к древесной биомассе на небольших газификационных установках.

Твердые бытовые отходы (ТБО): включают бытовые, коммерческие и промышленные отходы. Это сырье в изобилии имеется в городских районах и может быть использовано на заводах по переработке отходов в энергию, которые используют технологию газификации для преобразования отходов в энергию.

Сравнительный анализ методов получения водорода

Существует основных три типа производства водорода, термохимический, электролиз воды, и биологический. Каждый из этих типов делиться на различные методы производства водорода, каждый со своими преимуществами и недостатками.

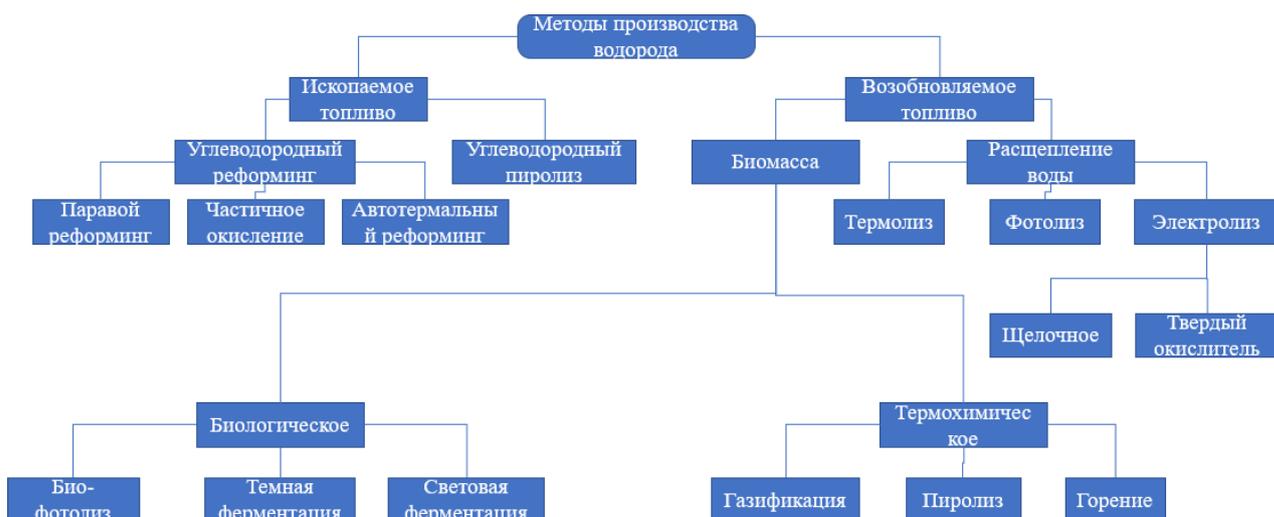


Рис. 1 Методы производства водорода

Метод	Энерго эффективность	Коэффициент производительности	Цена	SCC	GWP	AP
Электролиз	5,3	2,5	7,34	3,33	3,33	8,86
Термолиз	5	4	6,12	7,5	7,5	7,43
Конверсия биомассы	5,6	4,5	8,1	6,67	6,67	2
Реформинг биомасс	3,9	2,8	7,93	6,25	6,25	0,86
Газификация биомассы	6,5	6	8,25	5,83	5,83	0
Световая ферментация	1,5	1,4	7,61	9,58	9,58	9,71
Темная ферментация	1,3	1,1	7,52	9,58	9,58	9,71
Газификация угля	6,3	4,6	9,11	0	0	1,31
Световой электролиз	0,78	0,34	7,09	8,33	8,33	9,71
Идеал	10	10	10	10	10	10

Таб. 1 Сравнительный анализ методов производства водорода

Преимущества газификации биомассы

Газификация биомассы имеет ряд преимуществ перед традиционными источниками энергии, такими как ископаемое топливо. К этим преимуществам относятся:

Возобновляемость: Биомасса является возобновляемым источником энергии, поскольку она производится из органического вещества, которое может пополняться в результате естественных процессов, таких как фотосинтез.

Углеродно-нейтральный: Газификация биомассы является углеродно-нейтральным процессом, поскольку углекислый газ, выделяемый в процессе газификации, компенсируется углекислым газом, поглощенным в процессе роста сырья из биомассы.

Энергетическая безопасность: Газификация биомассы может повысить энергетическую безопасность за счет снижения зависимости от ископаемых видов топлива и стимулирования местного производства энергии.

Сокращение отходов: Газификация биомассы может использоваться для преобразования отходов, таких как сельскохозяйственные остатки и ТБО, в энергию, сокращая количество отходов, отправляемых на свалки.

Универсальность: Сингаз, получаемый при газификации биомассы, может быть использован для различных целей, включая производство электроэнергии.

Низкий уровень выбросов: Газификация биомассы приводит к снижению выбросов таких загрязняющих веществ, как диоксид серы и оксиды азота, по сравнению с традиционным сжиганием ископаемого топлива.

Экономические выгоды: Газификация биомассы может создавать местные рабочие места и способствовать развитию сельских районов за счет использования местного сырья и ресурсов.

Недостатки газификации биомассы

Хотя газификация биомассы обладает рядом преимуществ, она также имеет некоторые недостатки. К ним относятся:

Доступность сырья: Сырье из биомассы может быть доступно не во всех регионах, что может ограничить жизнеспособность газификации биомассы в некоторых районах.

Качество сырья: Качество сырья из биомассы может быть различным, что может повлиять на эффективность и надежность процесса газификации.

Инвестиционные затраты: Установки по газификации биомассы могут потребовать значительных первоначальных инвестиционных затрат, что может стать барьером для входа на рынок для некоторых инвесторов.

Сложность технологии: Технология газификации биомассы может быть сложной, требующей квалифицированных операторов и обслуживающего персонала.

Очистка газа: Процесс очистки газа, необходимый для удаления примесей из сингаза, может усложнить и удорожить установку газификации биомассы.

Области применения газификации биомассы

Газификация биомассы может использоваться для различных целей, включая:

Выработка электроэнергии: Сингаз, образующийся при газификации биомассы, может быть использован для выработки электроэнергии с помощью газовой или паровой турбины.

Выработка тепла: Сингаз также может быть использован для отопления, например, для централизованного теплоснабжения или промышленных процессов.

Химическое производство: Сингаз может использоваться в качестве сырья для производства химических веществ, таких как метанол, аммиак и синтетическое топливо.

Транспортное топливо: Сингаз может быть преобразован в транспортное топливо, такое как биотопливо или водород.

Тематические исследования

По всему миру было построено несколько установок по газификации биомассы, которые продемонстрировали жизнеспособность технологии. Некоторые яркие примеры включают:

Завод GoBiGas, Швеция: Завод GoBiGas — это крупномасштабная установка по газификации биомассы, которая может производить до 20 МВт электроэнергии и 60 МВт тепла. Завод использует древесную щепу в качестве сырья и работает с 2014 года.

Завод возобновляемых источников энергии в Гюссинге, Австрия: Завод в Гюссинге — это маломасштабная установка по газификации биомассы, использующая в качестве сырья сельскохозяйственные отходы. Установка производит электричество и тепло для местного района и работает с 2004 года.

Завод Enerkem, Канада: Завод Enerkem — это предприятие по переработке отходов в энергию (ВТЭ), использующее технологию газификации для преобразования ТБО в сингаз. Завод может производить до 38 миллионов литров биотоплива в год и работает с 2017 года.

Перспективы на будущее

Ожидается, что газификация биомассы будет играть все большую роль в переходе к низкоуглеродной экономике. Согласно отчету Международного энергетического агентства (МЭА), газификация биомассы может обеспечить до 20% мирового производства водорода к 2050 году, что является ключевым компонентом низкоуглеродной энергетической системы.

В отчете также отмечается, что газификация биомассы может помочь решить ряд проблем, стоящих перед энергетической системой, включая энергетическую безопасность, загрязнение воздуха и утилизацию отходов. Однако в отчете также подчеркивается необходимость дальнейших исследований и разработок для повышения эффективности и надежности технологии газификации биомассы.

Заключение

Газификация биомассы является перспективной технологией для производства чистой энергии. Процесс включает в себя преобразование биомассы в газ, известный как сингаз, который может быть использован для различных целей, таких как производство электроэнергии, тепла и химической продукции. Газификация биомассы имеет ряд преимуществ перед

традиционными источниками энергии, включая возобновляемость, углеродную нейтральность и сокращение отходов. Однако у этой технологии есть и некоторые недостатки, включая доступность сырья, инвестиционные затраты и сложность технологии. Несмотря на эти проблемы, в мире было построено несколько успешных заводов по газификации биомассы, что свидетельствует о жизнеспособности технологии.

С точки зрения перспектив, газификация биомассы, как ожидается, будет играть значительную роль в переходе к низкоуглеродной энергетической системе. Она может способствовать решению таких проблем, как энергетическая безопасность, загрязнение воздуха и утилизация отходов. По прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), газификация биомассы может обеспечить до 20% мирового производства водорода к 2050 году, что является ключевым компонентом низкоуглеродной энергетической системы.

В целом, газификация биомассы предлагает множество преимуществ для производства чистой энергии и имеет потенциал стать важным компонентом устойчивой энергетической системы. Однако необходимы дальнейшие исследования и разработки для повышения эффективности и надежности технологии, а также для решения проблем, связанных с доступностью сырья и инвестиционными затратами.

Глава 1: Технологическая часть

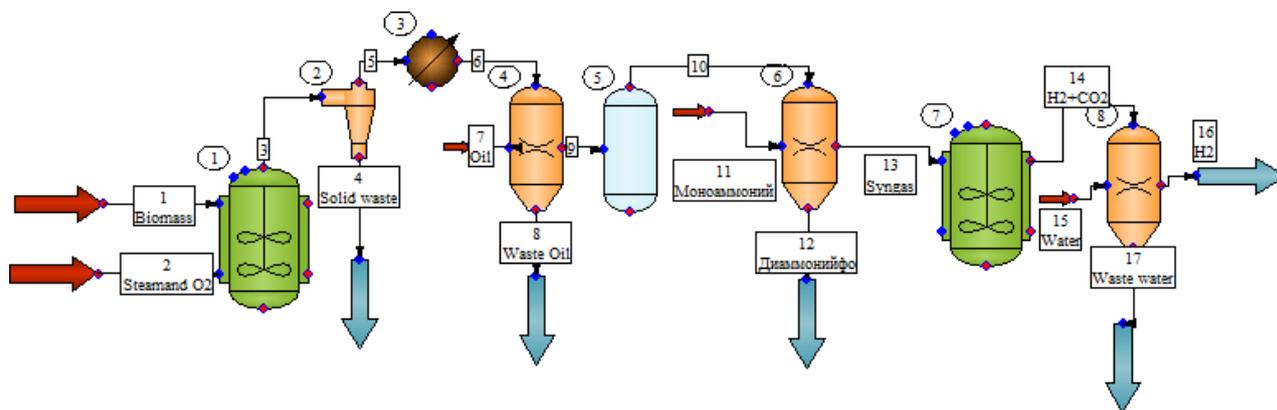


Рис 2. Спроектированная химико-технологическая система синтеза биоводорода из биомассы термохимическим методом

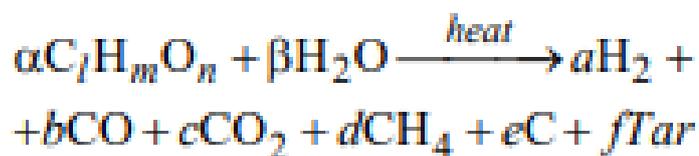


Рис 3. Общая реакция газификации биомассы

Список применяемого оборудования:

E-101(3) – Теплообменник

G-101(1) – Газификатор

R-101(7) – Реактор

C-101(2) – Циклон

S-101(4), S-102(6), S-103(8) – Скрубберы

A-101(5) – Адсорбер

На схеме указаны следующие потоки:

1 – Биомассы

2 – Пар и воздух

3 – Смесь примесей с сингазом

4 – Твердые отходы

5 – Смесь примесей с сингазом (без тв. отходов.)

6 – Смесь примесей с сингазом

7 – Масло

8 – Масло на отходы

- 9 – Сингаз с серой и аммиаком
- 10 – Сингаз с аммиаком
- 11 – Моноаммонийфосфат
- 12 – Диаммонийфосфат
- 13 – Сингаз
- 14 – Водород с углекислым газом
- 15 – Вода
- 16 – Чистый водород
- 17 – Вода на отходы

1.1 Расчет реактора

Для проведения процесса газификации выбран газификатор низкого давления прямым нагревом. Средняя скорость термохимической реакции составляет 4,5 моль/м³с

Материальный баланс РИВ:

$$F_{A0} - F_A + \int_0^V r_A dV = 0$$

$$F_A = F_{A0} * (1 - X)$$

Из этого выходит

$$F_{A0}X = \int_0^V r_A dV$$

Из выше полученного выводим объем реактора для такого типа процессов

$$V = F_{A0}X / r_A$$

Примем 315 операционных дней в году, тогда производительность по водороду составляет 1000 кг в год или 3,18 кг в день или 0,13 в час или 0,037 г/сек.

Для расчета объема реактора переведем в мольный поток

$F_B = V_B / M_B$ где M_B молекулярная масса водорода

$$F_B = 0,037 \text{ г/с} / 2 \text{ г/моль} = 0,019 \text{ моль/с}$$

Исходный поток биомассы

$$F_{A0} = F_A + F_B = F_B + F_{A0} * (1 - X) \text{ или } F_B = F_{A0} * X, \text{ находим}$$

$$F_{A0} = F_B / X = 0,019 \text{ моль/с} / 0,9 = 0,021 \text{ моль/с}$$

$$\text{Объем реактора } V = 0,021 \text{ моль/с} * 0,9 / 4,5 \text{ моль/м}^3\text{с} = 0,004 \text{ м}^3 = 4 \text{ л}$$

1.2. Расчет теплообменных процессов

К оборудованию теплопереноса относится теплообменники Е-101(3).

1.2.1 Расчет теплообменника Е-101 (3)

Теплообменник Е-101 (3) применяется для охлаждения смеси от 850°С до 200°С с помощью холодной воды.

Массовый поток смеси водорода и примесей составляет 0,0022 кг/сек.

Теплота, отдаваемая реакционной смесью для охлаждения, где основным компонентом является зола, составляет:

$$Q = F_b \cdot C_{pb} \cdot (t_2 - t_1) = 0,0022 \text{ кг/сек} \cdot 750 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К} \cdot (1562 - 392) = 1912,95 \text{ Дж/сек},$$

где C_{pb} - удельная теплоемкость золы составляет 750 Дж/кг*К.

Массовый поток холодной воды F_{cw} находим из уравнения теплового баланса:

$$Q = F_{cw} \cdot r_{ps} \text{ или } F_{cw} = Q / r_{ps} = 1912,95 \text{ Дж/сек} / 2258200 \text{ Дж/кг} = 0,00085 \text{ кг/сек} = 0,051 \text{ кг/мин}$$

где r_{ps} скрытая удельная теплота парообразования пара низкого давления, образующегося при охлаждении реакционной смеси, и составляет 2258,2 кДж/кг.

$$S = Q / k \times Dt = 1,9 \text{ кДж/сек} / 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 850^\circ\text{C} = 0,097 \text{ м}^2$$

где $Dt = 850^\circ\text{C}$ при этом k при данной температуре равно 19,0 Вт/м² °С.

для теплообменника E-503 (8):

1. Матрица ХТС по анализу специальных условий для эксплуатации оборудования

Оборудование	Тип специальных условий				
	Высокая темп.	Низкая темп.	Высокое давление	Низкое давление	Нестехиометрические потоки веществ
R-101					
S-101					
S-102					
S-103					
G-101					
C-101					
E-101		v		v	
A-101					

Глава 2: Размещение оборудования в цехе и расчет вспомогательного оборудования

1. Вспомогательное оборудование

К вспомогательному оборудованию относятся резервуары биомассы и жидкостей применяемых в скруберах

Расчет резервуара

Исходный массовый поток биомассы составляет 0,01 кг/сек, плотность хлорбензола принимаем равной $d = 300 \text{ кг/м}^3$. Тогда требуемая минимальная производительность по перекачке хлорбензола составляет $Q = F_x / dx = 0,01 \text{ кг/сек} \times 3600 / 300 \text{ кг/м}^3 = 0,12 \text{ м}^3 / \text{ч}$

Определим резервуар биомассы V-101 при суммарном объемном потоке биомассы Q равном 0,12 м³ /ч. Для обеспечения бесперебойной работы

производства примем обязательную норму хранения хлорбензола в объеме суточного расхода, тогда объем требуемого резервуара: $V = Q \times 1 \text{ сут} = 0,12 \text{ м}^3 / \text{ч} \times 24 \text{ ч} = 2,88 \text{ м}^3$

2. Размещение оборудования

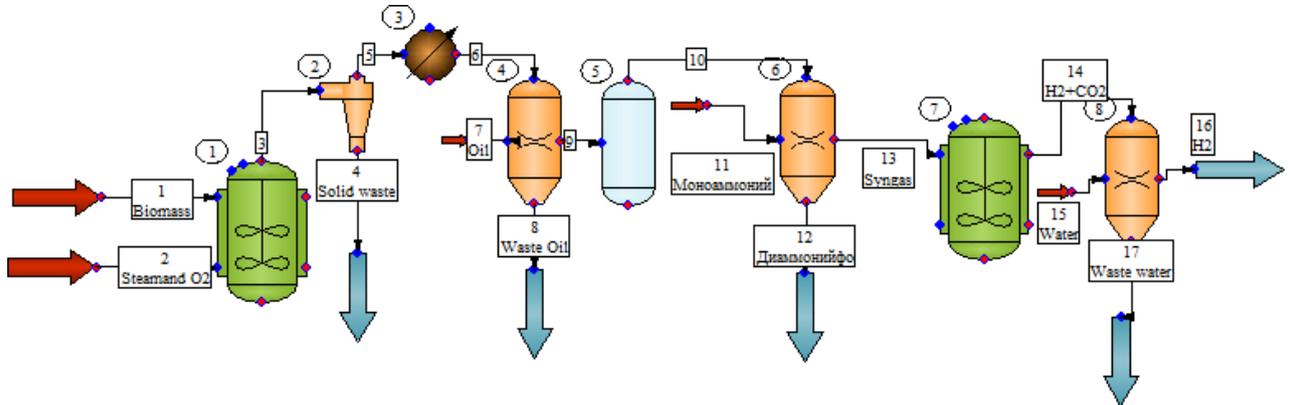


Рис. 4 Размещение оборудования в цеху

Глава 3: Выбор и оценка оборудования

СЕРСИ 1998 = 389,5

СЕРСИ 2023 = 801.4

Пересчитаем в таблицу расчетную стоимость оборудования из каталога Loh 1998 года на текущую стоимость по формуле:

$$\text{Текущая стоимость} = \text{Стоимость по каталогу Loh} \times \frac{\text{СЕРСИ 2020}}{\text{СЕРСИ 1998}}$$

Оценка стоимости оборудования по характеристикам оборудования в последней колонке представлена по формуле:

$$\text{Расчетная стоимость} = \text{Текущая стоимость} \times \left(\frac{P_{\text{кат}}}{P_{\text{мин}}} \right)^n$$

Итак, пересчитаем оборудование с начала по его характеристики согласно таблице каталога Loh в Приложении и сведем значения в таблицу ниже. Далее пересчитаем стоимость оборудования по Индексу СЕРСИ с 1998 на 2023 год и. также сведем в таблицу ниже:

№ оборудования	Название оборудования	количество	Осн хар-ка	Мин. харка	Стоимость	Выб. марка	Кат хар-ка	Расч. стоимость	Расчетная стоимость по хар-ке
R-101	Реактор	1	Объем	0,004	0,24	Senco Technology Co.	0,01	0,4938	1,2345
C-101	Циклон	1	Производительность	3259	605,612	Henan Baichy Machinery Equipment Co.	10000	1246,0	3823,41
E-101	Теплообменник	1	Площадь	0,097	9,7873	E.L.Nickel Co. Shell Tube	1	20,137	207,602
S-101,102,103	Скруббер	3	Площадь	0,014	87,5	ООО "УралАктив"	0,02	180,03	257,188
A-101	Адсорбер	1	Производительность	8	352,36	Parker Hannifin Corporation	10	724,98	906,230
G-101	Газификатор	1	Объем	0,001	0,06	Zhengzhou Taizy Trading Co.	0,005	0,1235	0,61725
итого					703,139			1446,7	4289,44

Глава 4: Капитальные затраты на строительство производства

1. Оценка капитальных затрат фактором Ланга Для получения и переработки газо-жидкостной системы фактором Ланга принимается равным 3,63

$$C_{TM} = F_{Lang} \times \left[f \sum_{n=1}^n C_{p,i} \right]$$

$$C_{TM} = 3,63 * 4289,44 = 15570,67$$

2. Модульная оценка капитальных затрат. Примем следующие значения структуры расходов прямых и непрямых статей и если стоимость на закуп основного оборудования составляет 4289

Прямые расходы 11724,5		
Закуп оборудования	30	4289,44
Установка закупленного оборудования	9	1286,84
Установка системы автоматизации и контроля	7	1000,87
Установка трубопроводных коммуникаций	8	1143,85
Установка электрических и ИТ систем	5	714,91
Строительные затраты по установке оборудования	5	714,91
Строительные затраты по устройству цеха	2	285,96

Строительные затраты по подготовки земли	1	142,98
Заработная платы и сервисные платы	15	2144,73
Непрямые расходы 3288,6		
Инженерные расходы и инженерный контроль	7	1000,87
Строительные расходы	6	857,89
Расходы по доставке и страхованию	3	428,95
Непредвиденные расходы	7	1000,87
Итого		15013,08

Глава 5: Производственные затраты на организацию производства
Примем следующие значения расходов по статьям производственных затрат
 $COM = (CRM + CWT + CUT + 2,175 COL + 0,185 FCI)/0,8$
где $FCI = STM / \text{время строительство} - \text{капитальные затраты ко времени строительства или фиксированные капитальные затраты}$ и $COM - \text{производственные затраты}$

Расчет стоимости исходных материалов

Среднемировые расценки на опилки – 0,04 \$/кг

$CRM = 92588.8 * 0,04 = 3703.6 \text{ US\$/год}$

Расчет стоимости утилизации отходов

Твердые отходы из циклона и газификатора составляют 63072 кг/год, что составляют $63072 * 36 / 1000 = 2270 \text{ US\$/год}$ на утилизацию твердых отходов. Затраты на очистку 104300 кг воды/год после улавливания углекислого газа составляют $104300 * 43 / 10^6 = 44.8 \text{ US\$/год}$

Расчет стоимости вспомогательных материалов

Тип агента	Расход агента в день	Пересчет расхода в год	Стоимость агента за единицу	Затраты на закуп агента
Техническое масло для скруббера S-101	0.72	226.8	30,1 \$/1 куб	6826.68
Массовый поток холодной воды Fcw теплообменника E-101	0.66	208.6	14,8 \$/1 куб м	3087.28
Раствор моноаммонийфосфат для скруббера S-102	1.01	318.15	31 \$/1 куб м	9862.65
ИТОГО				19 776.6

Расчет затрат на заработную плату операторов производства

Количество используемых единиц основного оборудования – 8

$$NOL = (6,29 + 0,23 N) 0,5 = (6,29 + 0,23 \times 8)^{0,5} = 2,85$$

Требуемое количество вахт - 2

Итого количество операторов по всем сменам – 2 x 2,85 = 5.7 чел

Примем 6 чел

Установим среднюю зарплату для операторов 500 \$/мес

Тогда COL = 6 чел. x 500 \$/мес x 12 мес/год = 36.000 \$/год

Расчет производственных затрат

Ранее рассчитанные капитальные затраты составили СТМ= 15013.08 \$, тогда

FCI = СТМ /2 года = 7506.54 \$/год

Таким образом производственные затраты составляют

$$COM = (CRM + CWT + CUT + 1.06 COL + 0,185 FCI) / 0,98 = (3703.6 \$/год + 2314 \$/год + 19\ 776.61 \$/год + 1.06 \times 36.000 \$/год + 0,185 \times 7506.54 \$) / 0,98 = 66676 \$/год$$

Себестоимость производства: CN= COM/FB = 66676 \$/год / 10000 кг/год = 6667.6 \$/т или 6.7 \$/кг

Глава 6: Амортизация капитальных затрат

Расчет амортизации капитальных затрат Амортизацию рассчитаем по методу двойного уменьшающегося баланса. Для этого принимаем время жизни нашего предприятия n равное 10 годам и рассчитаем по формуле:

$$d_k^{DDB} = 2/n (C_{TM} - \sum_{i=1}^k d_i)$$

Год k	Ежегодная амортизация	Балансовая стоимость предприятия
0	0	15013,08
1	3002,62	12010,46
2	2402,09	9608,37
3	1921,67	7686,7
4	1537,34	6149,36
5	1229,87	4919,49
6	983,9	3935,59
7	787,12	3148,47
8	629,69	2518,78
9	503,76	2015,02
10	403,00	1612,02
Всего	13401,06 – общая амортизация	1612,02 – ликвидационная стоимость

Общая амортизация капитальных затрат за 10 лет составила 13401.06 \$

Ликвидационная стоимость предприятия после 10 лет эксплуатации составляет 1612.02 \$

Глава 7: Расчет денежного потока

Для расчета денежного потока примем условие, что стоимость земли под строительство предприятия составляет 20.000 \$ и период строительства и запуска предприятия – 2 года.

В первый год будет инвестировано 60% капитальных затрат и во второй год – 40% капзатрат.

Капитальные затраты – 15013.08 \$

Ликвидационная стоимость – 1612.02 \$

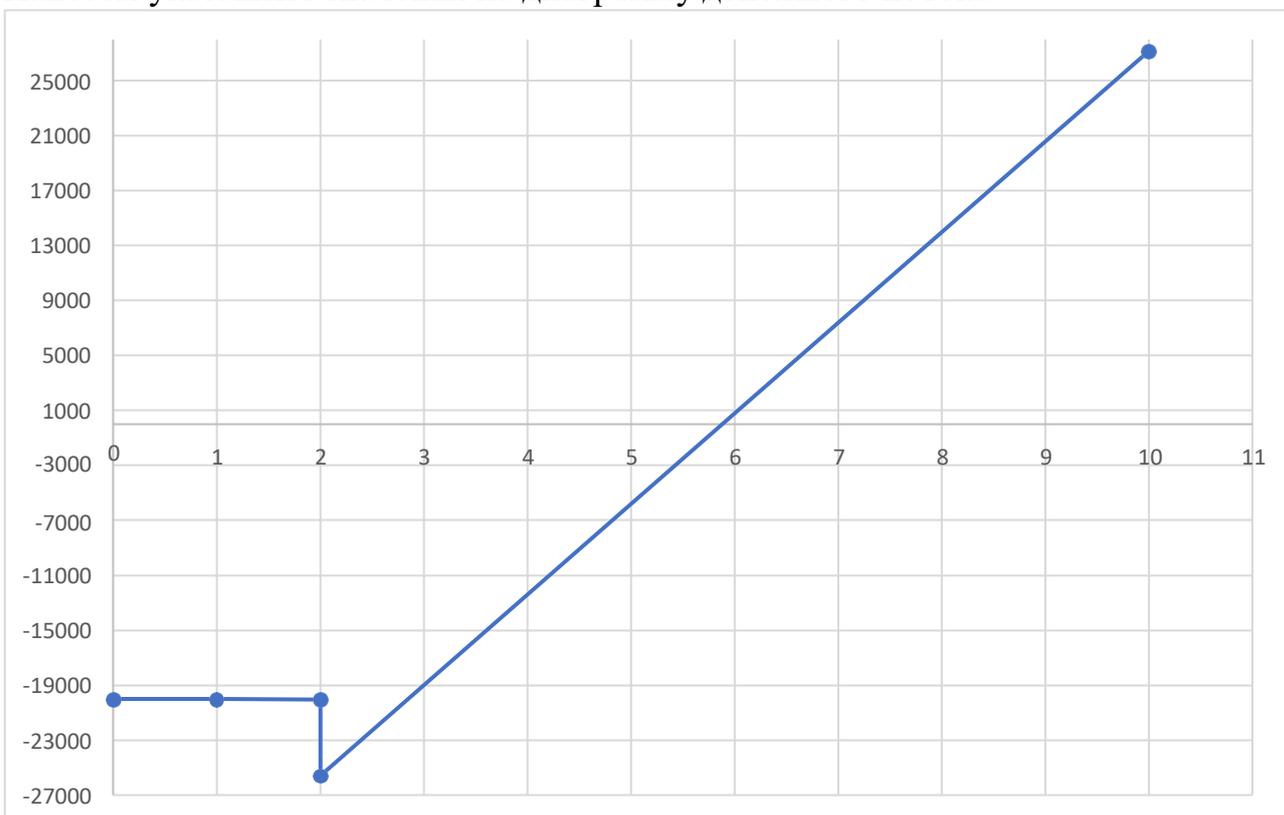
Время жизни предприятия – 10 лет

Рабочий капитал (Working Capital or WC) – это величина (часть операционных затрат), требуемая для запуска производства, обычно она составляет производственные затраты на несколько месяцев для устойчивого запуска и работы предприятия.

Примем Рабочий капитал в объеме 1 месяца производственных затрат.

$WC = 1/12 \times SOM = 1/12 \times 66676 \text{ \$/год} = 5556.37 \text{ \$}$

Нанесем указанные значения на диаграмму денежного потока



Срок окупаемости (Payback Period или PBP) – 5 лет

Точка безубыточности (Break-even) – 5 лет 9 месяцев

Глава 8: Рентабельность проекта и понятие интереса

Норма возврата инвестиций (Rate of Return on Investment или ROROI)

рассчитываем в долларах как тангенс угла наклона прямой и в процентах к общим капитальным затратам за год

Таким образом $ROROI = (15013.08 + 5556.37) / 5.75 = 1577.3 \text{ \$/год}$ или в %:

$ROROI = ROROI\$/CTM - 1/n = 3577.3 / 15013.08 - 1/10 = 13.8\%$

Коэффициент накопленной наличности или Cumulative Cash Ratio или CCR (отношение суммы всех положительных денежных потоков после точки безубыточности к сумме отрицательных до точки безубыточности или отношение длины катетов красного треугольника к длинам синего)
 $CCR = [(20\ 000 + 1612.02 + 5556.37)/4,25] / [(20.000 + 15013.08 + 5556.37)/5,75]$
 $= 0.91$

Для повышения рентабельности проекта можно сократить капитальные затраты 11 000, что увеличит коэффициент рентабельности до 1.

Глава 9: Чистая приведенная стоимость проекта

Рассчитаем доход от продажи продукции водорода, производимого в объеме 1000 кг в год.

Рыночная стоимость водорода составляет 7 \$/кг

Тогда доход от продаж составит 1.000 кг/год x 7 \$/кг = 7000 тыс \$/год

Рабочий капитал для запуска WC составил 5556.37 \$

Капитальные затраты на строительство СТМ составили 15013.08 тыс \$

Итого в сумме 20569.45 тыс \$

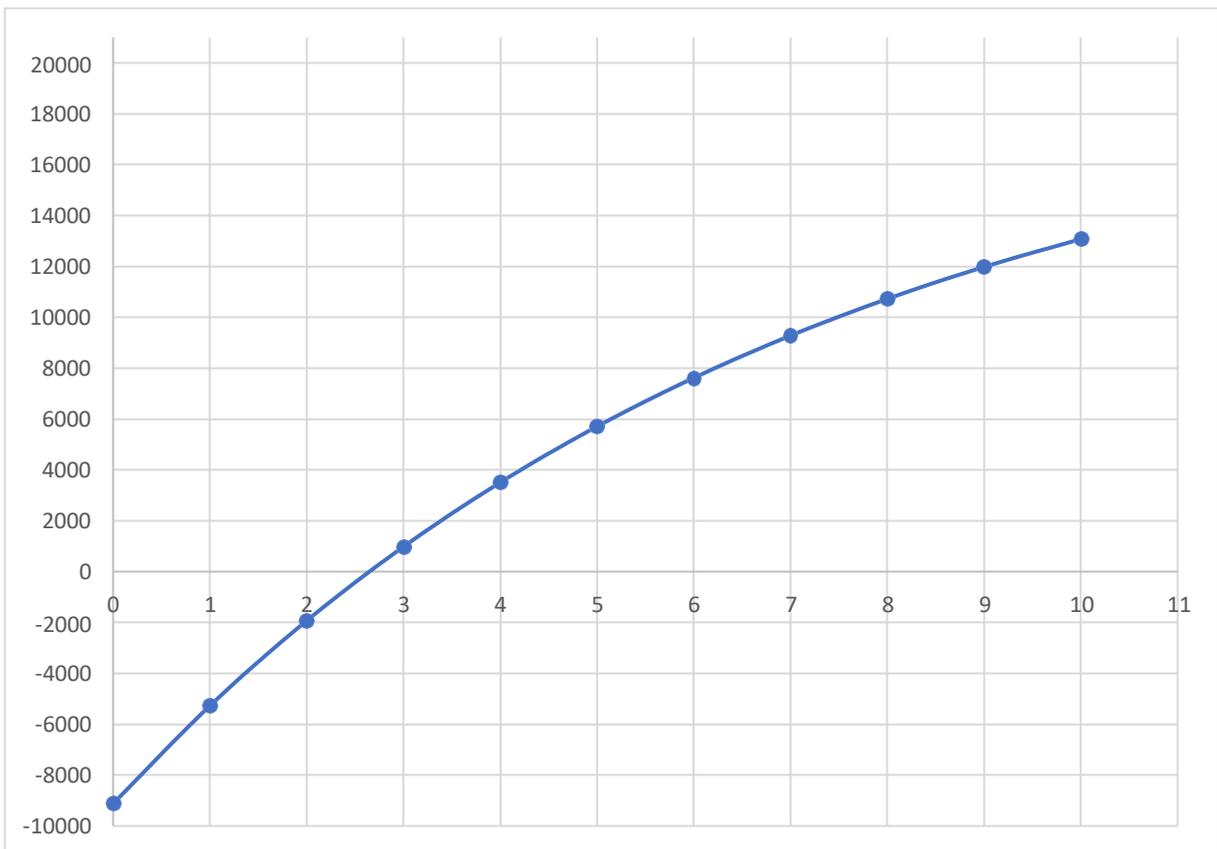
Норма возврата инвестиций ROROI – 1577.3 \$/год

Срок жизни проекта n – 10 лет

Примем ставку дисконтирования банка i равной 15%. тогда приведенная стоимость по годам составит.

Год	Денежный поток \$	Приведенная стоимость \$
0	-20569,45	-20569,45
1	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^1$	3845,826087
2	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^2$	3344,196597
3	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^3$	2907,997041
4	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^4$	2528,693079
5	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^5$	2198,863547
6	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^6$	1912,05258
7	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^7$	1662,656746
8	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^8$	1445,788475
9	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^9$	1257,20737
10	$(6000-1577.3)/(1+0,15)^{10}$	1093,2238
	Итого NPV	1627,058002

Кумулятивный денежный поток с учетом возврата инвестиционной прибыли и интереса показан на графике:



Поскольку NPV больше нуля, то было бы лучше инвестировать в проект, и корпорации должны вкладывать средства в этот проект, если нет альтернативы с более высоким NPV.

ВЫВОД

В дипломном проекте рассмотрена основная цель получения биоводорода на основе древесных опилок в качестве биомассы.

По теме дипломного проекта мы пришли к следующим результатам:

1. Разработана ХТС производительностью 1 тонн биоводорода в год. Предложено получить водород, используя древесные опилки в качестве биомассы применяя термохимический метод, в частности газификацию биомассы.

2. На основании выбранной схемы был рассчитан материальный баланс. Определяли тепловой баланс теплообменника, выбирали основной аппарат, в котором происходит реакция, определяли показания.

3. Разработано технико-экономическое обоснование производства биоводорода на основе биомассы. Капитальные затраты составили 15013.08 долларов при сроке окупаемости 5 лет. Производственные затраты производительностью 1 тонны в год составили 66656 долларов в год, рентабельность инвестиций - 1577 долларов в год.

По дипломному проекту нами было получен биоводород термохимическим методом. В ходе этого проекта мы рассчитали экономические показатели и рассмотрели экологические проблемы.

Использованная литература:

- "Hydrogen Production from Biomass Gasification." U.S. Department of Energy, 26 Feb. 2021, www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-biomass-gasification.
- "Biomass Gasification: An Overview." AZoCleantech.com, 16 Mar. 2015, www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1423. Smith, Scott.
- "Biomass Gasification or Waste-to-Energy Technology with H3CHP Company." Medium, 8 Nov. 2018, medium.com/@makemoneywithsomypassively/biomass-gasification-or-waste-to-energy-technology-with-h3chp-company-182143c47ca9.
- "Gasification of Biomass." National Renewable Energy Laboratory, Sept. 1983, www.nrel.gov/docs/legosti/old/3022.pdf.
- "Gasification for Low-Carbon Hydrogen and Value-Added Products: Technology Status and Assessment." International Energy Agency, 2019, www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/01/Wasserstoffstudie_IEA-final.pdf.
- "Biomass Gasification for Power Generation." NARI, 2010, nariphaltan.org/gasbook.pdf.
- "Gasification of Biomass: Technology Review 2014." United Nations Industrial Development Organization, 2014, www.unido.org/sites/default/files/2014-11/UNIDO_TechReview_Gasification.pdf.
- "Gasification of Biomass." Energy Information Administration, 8 Oct. 2020, www.eia.gov/energyexplained/biomass/gasification-of-biomass.php.
- "Biomass Gasification." Biomass Energy Centre, 2006, webarchive.nationalarchives.gov.uk/20060901135015/http://www.biomassenergycentre.org.uk/portal/page?_pageid=73,108936&_dad=portal&_schema=PORTAL.
- "Biomass Gasification Plants." Vyncke, www.vyncke.com/en/biomass-energy-solutions/biomass-gasification-plants.
- "Biomass Gasification: An Option for Renewable Energy in South Africa." Council for Scientific and Industrial Research, www.csir.co.za/biomass-gasification-option-renewable-energy-south-africa.
- "Gasification of Biomass for Syngas Production." Biomass Magazine, 3 Dec. 2018, biomassmagazine.com/articles/15738/gasification-of-biomass-for-syngas-production.
- "Biomass Gasification." Integrated Biomass Resources Utilization System, www.ibrus.com/biomass-gasification.html.
- "Biomass Gasification Technology Assessment." Technology Assessment Division, Oak Ridge National Laboratory, Oct. 2014, www.ornl.gov/sites/default/files/ORNL_TM-2014-509.pdf.
- "Gasification Technologies Conference." Gasification Technologies Council, 2019, www.gasification.org/.
- "Biomass Gasification for Hydrogen Production: A Techno-Economic Assessment." Energy Conversion and Management, vol. 154, Nov. 2017, pp. 183-192., doi:10.1016/j.enconman.2017.10.034.
- "Biomass Gasification for Sustainable Energy Generation." Energies, vol. 10, no. 10, Oct. 2017, p. 1566., doi:10.3390/en10101566.
- "Biomass Gasification: Current Status and Future Directions." Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 67, Jan. 2017, pp. 26-40., doi:10.1016/j.rser.2016.09.044.
- "Biomass Gasification: State-of-the-Art and Future Developments." International Journal of Energy Research, vol. 40, no. 9, July 2016, pp. 1155-1174., doi:10.1002/er.3521.
- "Gasification of Biomass for Production of Syngas." International Journal of Hydrogen Energy, vol. 35, no. 14, July 2010, pp. 7416-7429., doi:10.1016/j.ijhydene.2010.04.132.

РЕЦЕНЗИЯ

На дипломный проект

Обучающихся Satbayev University:

Сакенов Диас Туреханович

Жакенаева Дания Аскараровна

Год обучения: 3

Специальность: 050B101 – Биотехнология

Тема дипломного проекта: «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы»

Научный руководитель:

Доктор химических наук, профессор Искаков Ринат Маратович

Тема дипломной работы «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы» весьма актуальна, так как направлена на решение возможных энергетических и экологических кризисов

В введении была поставлена цель и решение задач, которые были даны в проекте.

В первой главе были введены теоретические основы нашей темы. Теоретические основы дают полное описание метода, применяемого в проекте.

Вторая глава посвящена к практическому решению с помощью технологических и инновационных решений. Далее были произведены расчеты каждого отдельного оборудования и вспомогательных материалов, заканчивая каждую главу промежуточными выводами. Выполнена полная экономическая оценка рентабельности и ликвидности предприятия.

В заключении приводятся выводы, благодаря которым разработано инновационное рентабельное производство, биоводорода из древесной биомассы.

Дипломный проект логически структурирован, между всеми частями существует взаимосвязь. Поставленные задачи решены, цели достигнуты, тема освещена полностью. Дипломники продемонстрировали в своей работе хорошие профессиональные компетенции в области биохимической технологии и подготовки технико-экономического обоснования проекта.

В целом работа соответствует всем необходимым стандартам, заслуживает оценки «отлично», рекомендуется к защите. А ее авторы, Сакенов Диас Туреханович и Жакенаева Дания Аскараровна, заслуживают присвоения квалификации бакалавра по выбранной специальности «Биотехнология»

Дата «2» июнь 2023

Рецензент:

Доктор химических наук, Профессор

«Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»



Ю Валентина К.



ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Сакенов Диас Туреханович 5B05101 – Биотехнология

Жакенаева Дания Аскарровна 5B05101 – Биотехнология

Тема: «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода термохимическим способом мощностью 1 т/год из биомассы»

Дипломный проект логически структурирован, между всеми частями существует взаимосвязь. Поставленные задачи решены, цели достигнуты, тема освещена полностью. Дипломники продемонстрировали в своей работе хорошие профессиональные компетенции в области биохимической технологии и подготовки технико-экономического обоснования проекта.

В проекте целиком решены следующие задачи и продемонстрировано умение и следующие навыки: построение и дизайн химико-технологических систем, решение технологической проблемы химизма процесса получения биоводорода; описание подсистем, потоков и основного оборудования, выбор и расчет химического реактора, расчет основного оборудования, выбор и оценка оборудования, оценка капитальных затрат на строительство завода; оценка производственных затрат согласно заданной производительности; расчет амортизации и построение денежного потока; оценка основных временных и финансовых показателей рентабельности предприятия; расчет чистой приведенной стоимости проекта.

В целом работа соответствует всем необходимым стандартам, заслуживает высокой оценки, рекомендуется к защите. А ее авторы, Сакенов Диас Туреханович и Жакенаева Дания Аскарровна, заслуживают присвоения квалификации бакалавра по выбранной специальности «Биотехнология».

Научный руководитель
Профессор кафедры, Доктор хим. наук
(Должность, уч. степень, звание)
(Подпись)
« 2 » Июнь 2023 г.



Искаков Р. М.

3	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	50	1.19 %
4	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	47	1.12 %
5	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	46	1.09 %
6	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	39	0.93 %
7	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	38	0.90 %
8	Основы планирования и проектирования химических и нефтехимических производств Искаков Р. М., Наурызова С. 17.02.2022 Satbayev University (ИХиБТ)	36	0.85 %
9	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	31	0.74 %
10	https://official.satbayev.university/download/document/25819/2022_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%90%D0%99%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%92%20%D0%98%20%D0%A3%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%9E%D0%92.pdf	30	0.71 %

из базы данных RefBooks (0.28 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
Источник: RePEC			
1	Prospects for renewable energy in South Africa: mobilizing the private sector Pegels, Anna;	12 (2)	0.28 % <input type="checkbox"/>

из домашней базы данных (8.50 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Основы планирования и проектирования химических и нефтехимических производств Искаков Р. М., Наурызова С. 17.02.2022 Satbayev University (ИХиБТ)	340 (26)	8.07 % <input type="checkbox"/>
2	Расчет и дизайн предприятия по гидролизу полиэтилентерефталата мощностью 4,0 тонны в год.docx Хайруллин Максат Маликович 31.05.2023 Satbayev University (ИГиНГД)	18 (1)	0.43 % <input type="checkbox"/>

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился (-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сакенов Диас Туреханович и Жакенаева Дания Аскарровна

Название: «Расчет и дизайн предприятия по получению зеленого водорода термохимическим способом мощностью 1 т/год»

Координатор: Ислам Шолпан Сапарбайкызы

Коэффициент подобия 1: 30.49%

Коэффициент подобия 2: 15.80%

Тревога: 3.25%

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

В данной дипломной работе присутствует превышение 2 показателя по причине использования в качестве шаблона расчётов, учебного пособия по дисциплине "основы проектирования предприятий", что обусловлено схожим характером темы дипломной работы и предметом данной дисциплины.

<< 2 >> июнь 2023 г.

Дата



Подпись научного руководителя