

ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«Технологическое развитие отраслей ТЭК для достижения углеродной нейтральности экономики России»
17 – 18 октября 2023 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ В КАЧЕСТВЕ УГЛЕРОДНЕЙТРАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ГАЗА МЕТОДОМ ДВУХСТАДИЙНОГО ПИРОЛИЗА

В.М. Зайченко, В.А. Лавренов, Ю.М. Фалеева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Объединённый институт высоких температур РАН

г. Москва 2023



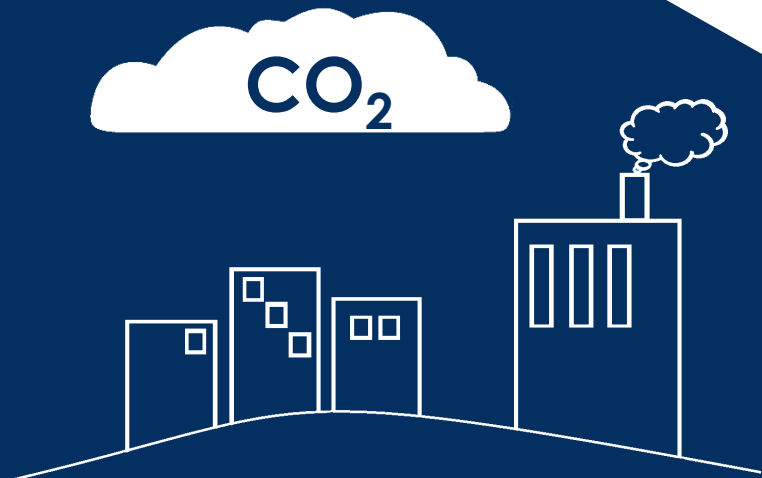
РГУ нефти и газа
имени И.М. Губкина

Достижение углеродной нейтральности

CO₂-нейтральность –
улавливание того же
количества углекислого газа
из атмосферы, которое
в неё выбрасывается

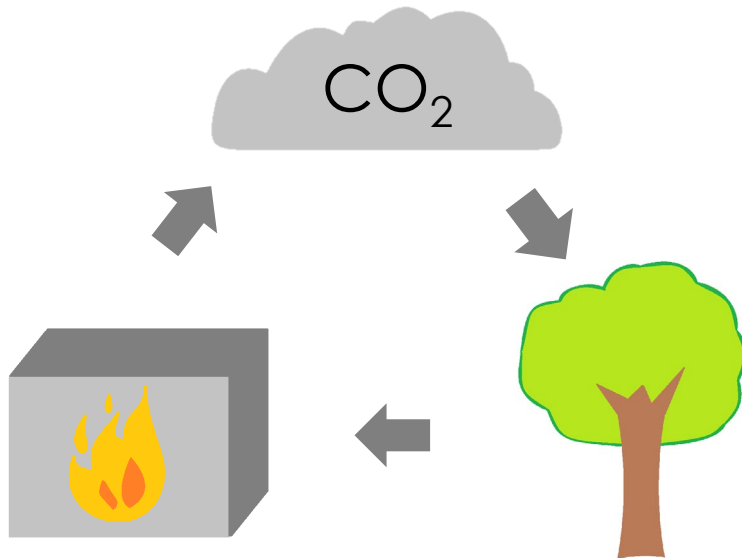


Использование
растительной
биомассы



Использование растительной биомассы

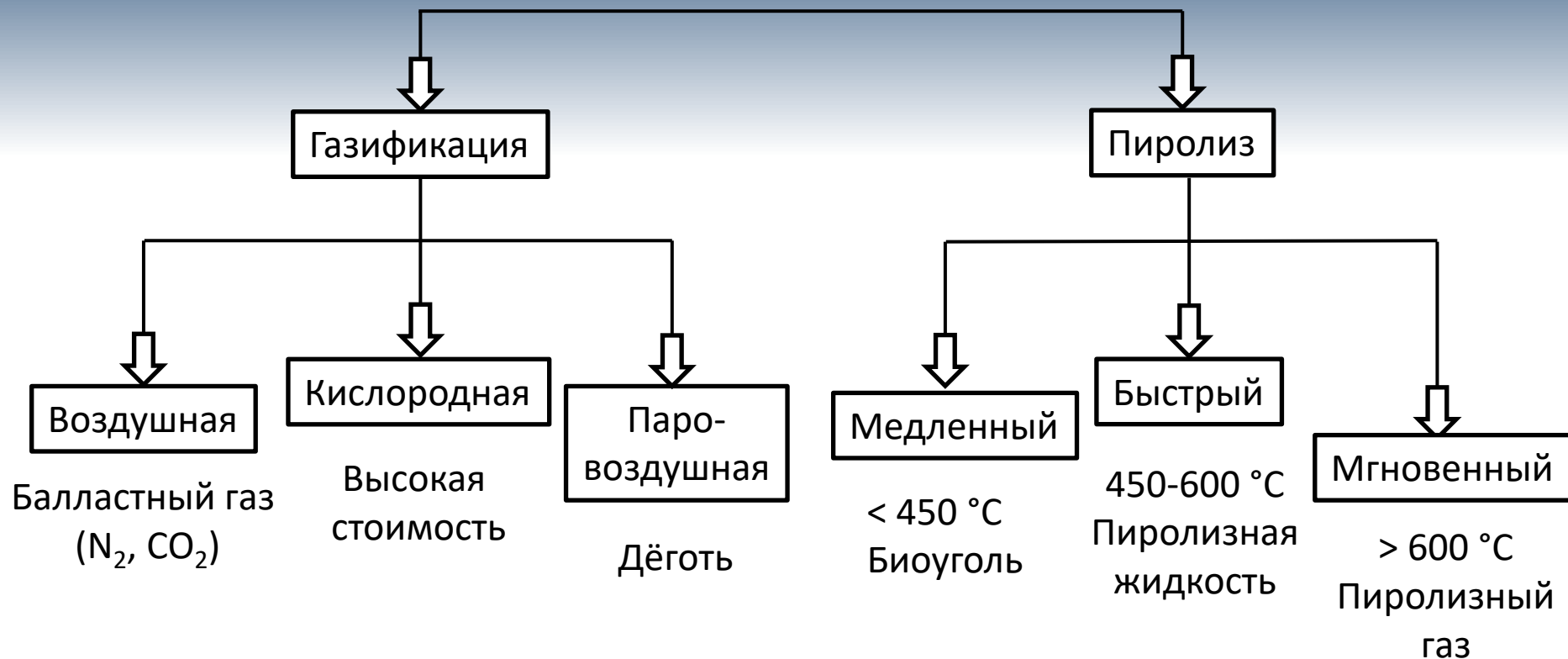
Углеродная
нейтральность



Широкая доступность
+
утилизация отходов



Термохимическая конверсия



Двухстадийный пиролиз

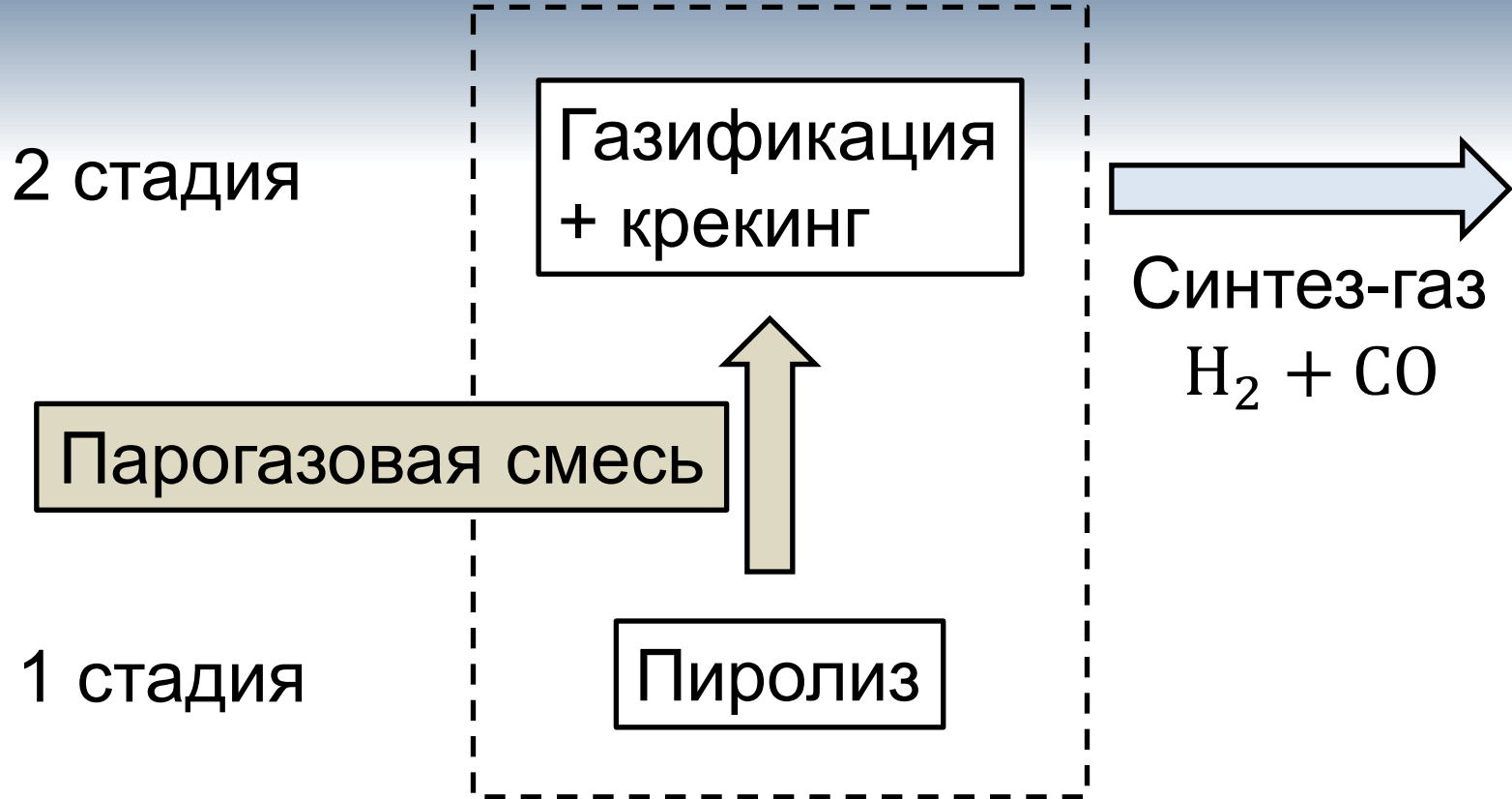
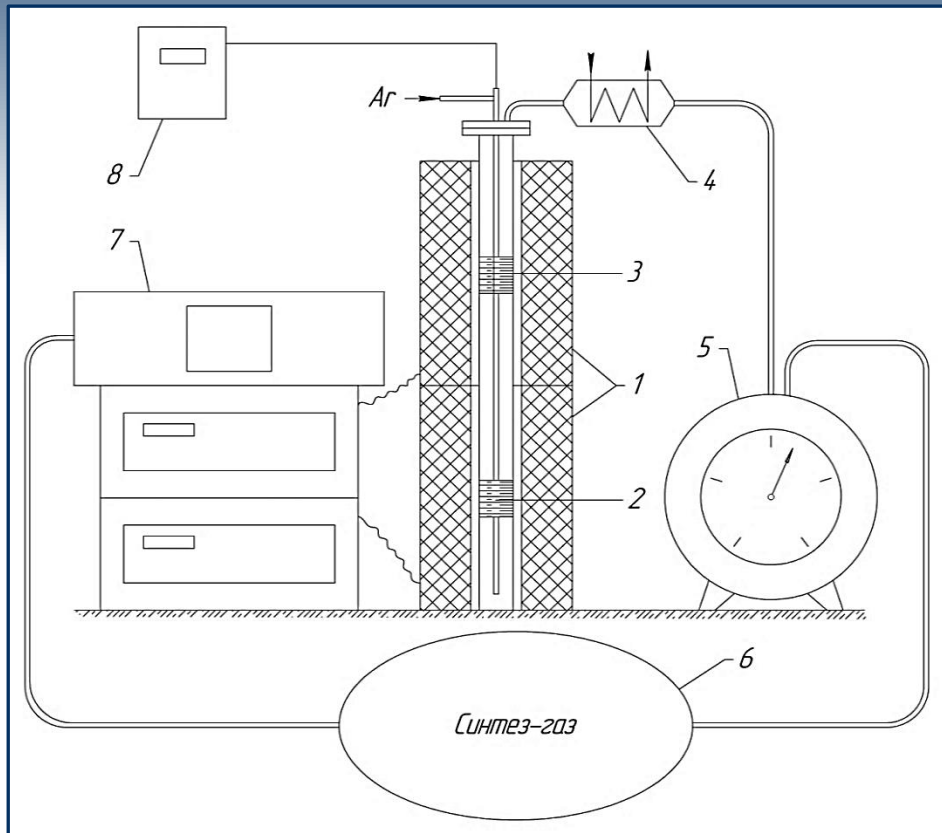


Схема экспериментального стенда



- 1 – двухсекционная печь
- 2 – зона пиролиза
- 3 – зона газификации
и крекинга
- 4 – теплообменник
- 5 – газовый счётчик
- 6 – газгольдер
- 7 – газовый анализатор
- 8 – термометр
многоканальный



Исследуемые материалы



Древесные отходы:

- 1 – опил сосны
- 2 – кора сосны
- 3 – кора берёзы
- 4 – кора осины
- 5 – кора ели
- 6 – кора клёна
- 7 – кора тополя

Исследуемые материалы

Сельскохозяйственные отходы:

8 – Солома

9 – Лузга подсолнечника

10 – Шелуха кофе

11 – Багасса сахарного тростника



Характеристика материалов

Материал	Элементный состав, мас. %					Зольность, мас. %	Летучие вещества, мас. %	Высшая теплота сгорания, МДж/кг
	С	Н	N	S	O			
Опил сосны	48,78	5,85	0,11	0,25	44,47	0,54	80,87	19,06
Кора сосны	54,47	6,19	0,28	0,09	36,80	2,18	66,41	22,24
Кора берёзы	67,49	9,91	0,67	0,06	21,40	0,47	90,98	33,00
Кора осины	53,45	7,94	1,05	0,19	35,88	1,51	86,45	24,19
Кора ели	51,74	5,82	0,52	0,23	37,31	4,39	66,01	20,81
Кора клёна	45,17	6,36	0,80	0,05	39,98	7,64	70,67	18,95
Кора тополя	46,22	6,26	0,60	0,05	39,12	7,76	73,72	19,27
Солома	45,55	6,45	0,32	0,08	40,53	7,07	83,89	19,13
Лузга	49,96	6,11	0,69	0,20	40,54	2,50	71,32	20,21
Шелуха кофе	45,14	5,73	1,51	0,20	39,68	7,74	75,23	18,19
Багасса	41,48	5,14	0,36	0,06	51,10	1,86	80,96	14,95

Характеристика синтез-газа

Материал	Содержание газов, об. %				Н ₂ / СО	Выход газа, м ³ /кг	Высшая теплота сгорания, МДж/м ³
	СО ₂	СО	Н ₂	СН ₄			
Опил сосны	1,23	45,94	52,01	0,81	1,13	1,35	11,89
Кора сосны	1,26	46,87	51,34	0,53	1,10	1,24	11,81
Кора берёзы	0,20	23,62	70,12	6,06	2,97	1,22	13,35
Кора осины	0,33	30,60	65,06	4,01	2,13	1,37	12,82
Кора ели	1,75	45,64	52,14	0,47	1,14	1,24	11,74
Кора клёна	2,06	47,43	50,00	0,52	1,05	1,26	11,72
Кора тополя	1,64	46,29	51,60	0,47	1,11	1,27	11,75
Солома	0,55	44,76	53,52	1,16	1,20	1,24	12,06
Лузга	1,44	46,40	50,32	1,85	1,08	1,32	12,12
Шелуха кофе	1,09	47,90	50,49	0,53	1,05	1,35	11,83
Багасса	1,04	50,93	47,18	0,85	0,93	1,21	11,91

Степень энергетической конверсии

$$\text{Энергетический выход} = \frac{Q_{\text{газ}} \cdot \nu}{Q_{\text{материал}}} \cdot 100\%$$

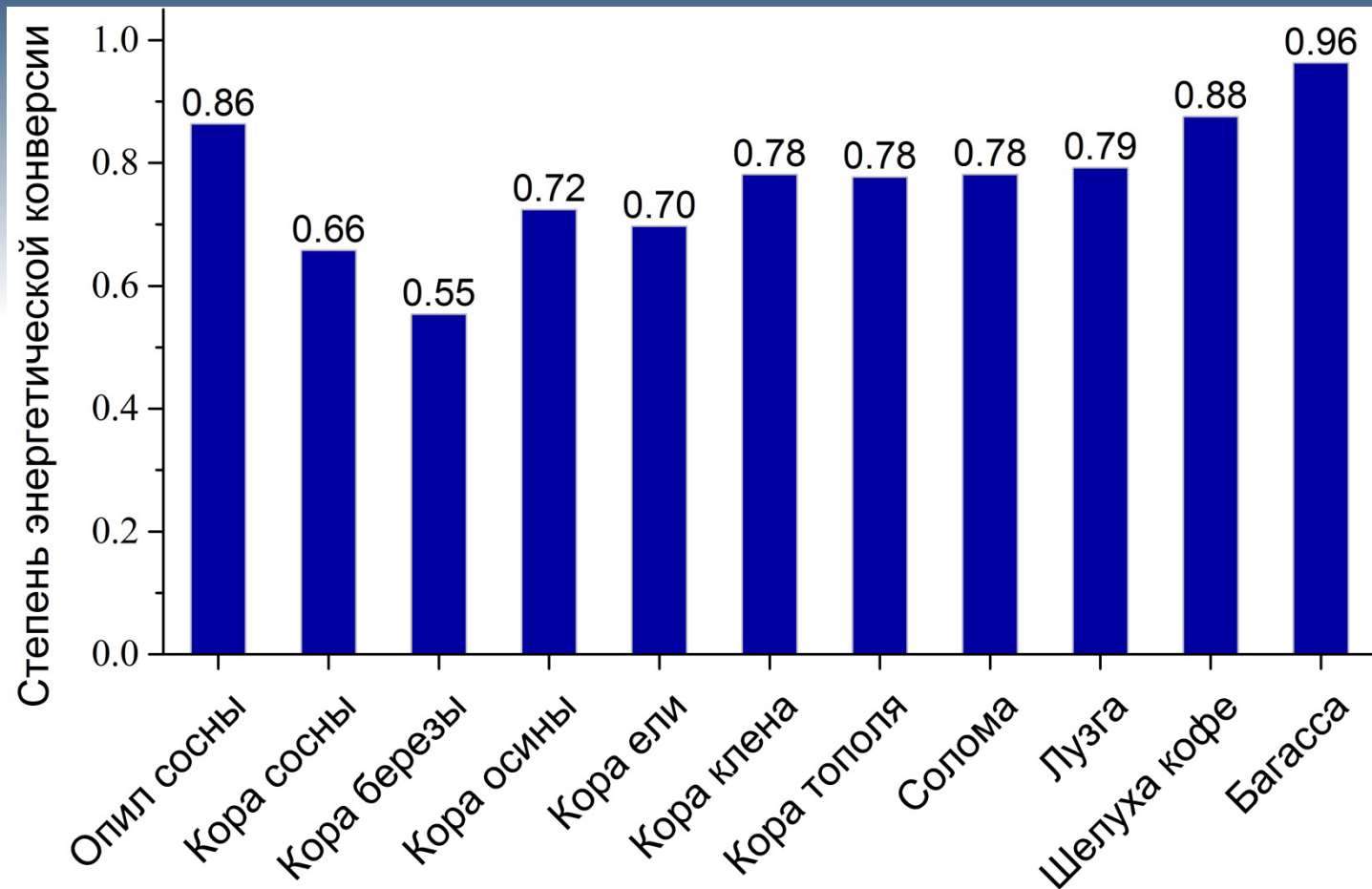
Где:

$Q_{\text{газ}}$ - теплота сгорания полученного синтез-газа, МДж/ м³,

ν – выход газа, м³/кг,

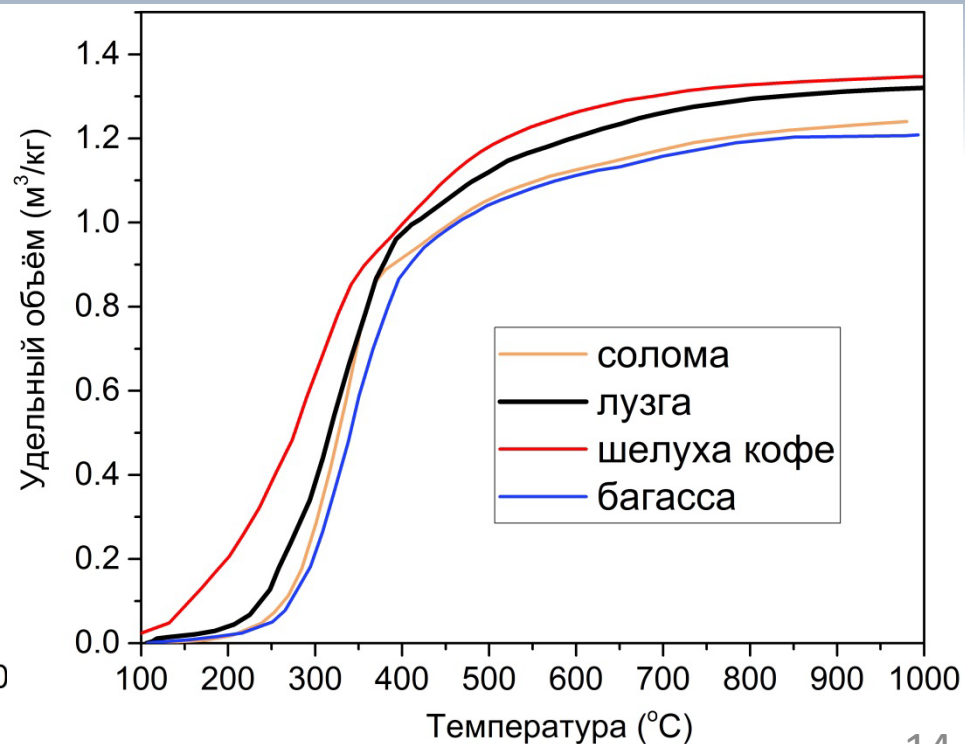
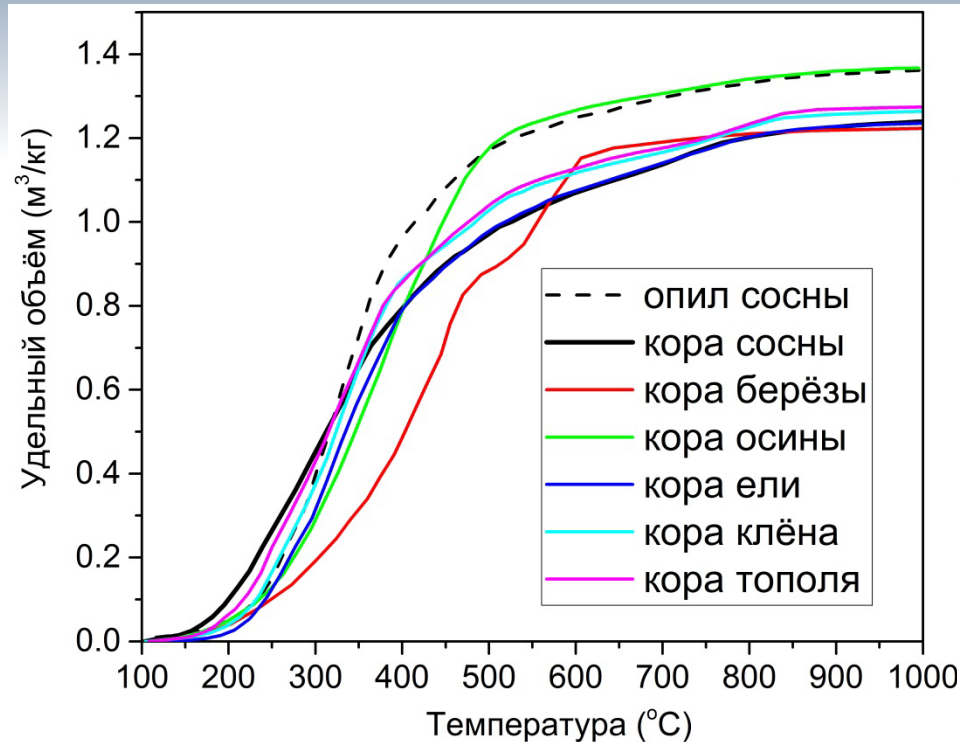
$Q_{\text{материал}}$ - теплота сгорания исходного материала, МДж/кг.

Степень энергетической конверсии



Удельный объёмный выход синтез-газа

График показывает выход синтез-газа ($\text{м}^3/\text{кг}$) при переработке материалов в зависимости от температуры в зоне пиролиза



Преимущества технологии

- Полученный синтез-газ на 93-98 % состоит из смеси водорода и оксида углерода.
- Мольное соотношение H_2/CO варьируется от 0,93 до 2,97.
- Объем синтез-газа достигает значений от 1,21 до 1,37 м³ с одного кг сухого материала.
- Полученный синтез-газ содержит менее 40 мг/м³ жидкой фракции и может быть использован как для выработки электроэнергии, так и для производства жидких химикатов.

ВЫВОДЫ

На основе полученных данных сделан вывод о возможности получать синтез-газ из различных видов растительной биомассы, который может быть использован как для выработки электроэнергии, так и для производства химикатов.

Проблема квалифицированной переработки растительных отходов лесоперерабатывающей и сельскохозяйственных отраслей является достаточно актуальной не только с точки зрения энергетики, но и экологии. Предлагаемый метод позволяет решить проблему их утилизации.

Спасибо за внимание!