

Введение

Биотопливо – это возобновляемый энергоресурс, основу которого составляет биомасса растительного происхождения. Для превращения биомассы в энергию наиболее широко используется сжигание. Современную биомассу для использования в качестве энергии можно разделить на пять основных категорий: древесина из лесного хозяйства или деревообработки; сельскохозяйственные культуры, выращиваемые специально для энергетических целей; остатки от сбора или переработки сельскохозяйственных культур; пищевые отходы; промышленные отходы и побочные продукты производственных процессов. Ежегодный общемировой прирост биомассы в качестве отходов составляет около 220 млрд тонн, а ее энергетический потенциал выше потенциала ископаемого топлива. Биомасса может заменить от 20% до 50% угля, используемого в производстве тепловой энергии. Кроме того, совместное сжигание биомассы позволяет сократить выбросы углекислого газа на электростанциях.

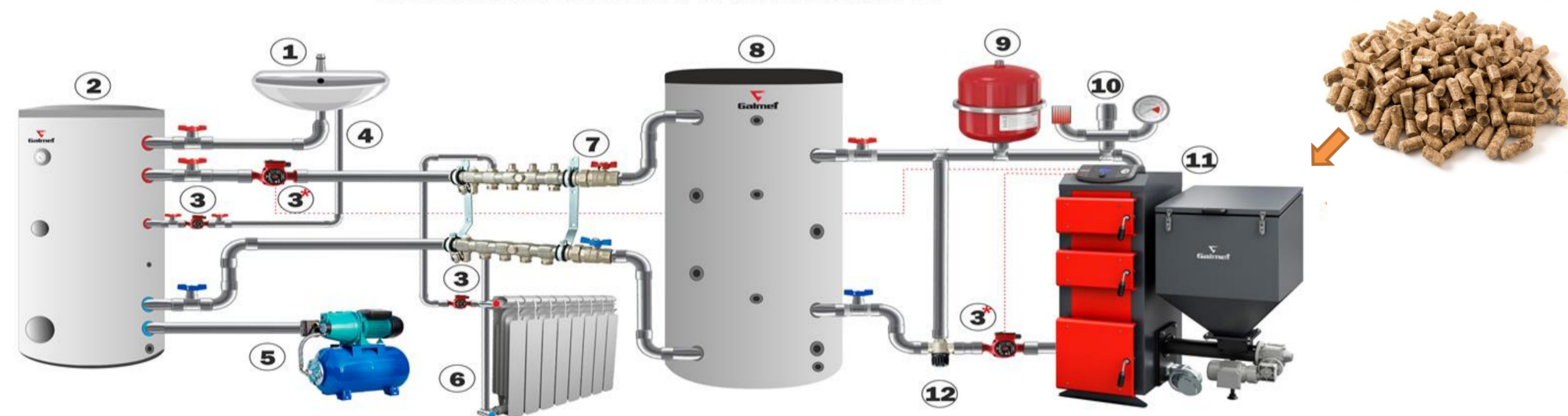
Торрефикация – это умеренная термическая обработка (~200-300°C) биомассы в инертной атмосфере. Торрефицированное топливо обладает преимуществом по сравнению с традиционной биомассой: более высокая теплотворная способность, пониженная гидрофильность, повышенная устойчивость к биологическому разложению и улучшенные характеристики, в том числе измельчаемость. Эти факторы могут, например, привести к улучшению обращения и хранения биомассы, более широкому ее использованию в пылевидных камерах сгорания.

В процессе торрефикации выделяют несколько стадий. Первая стадия начинается при температуре немного выше 100 °С. Этот этап заключается в том, что биомассу необходимо предварительно нагреть и просушить. На второй стадии процесса происходит полное выпаривание воды. На третьей стадии происходят более сложные процессы термической деструкции с выделением летучих продуктов. На последней стадии торрефицированный продукт (торрефикат) охлаждается.

Цель работы – исследование потребительских свойств топливных гранул, торрефицированных с воздушным подогревом.

Применение топливных гранул

СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОТЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУФЕРНОЙ ЕМКОСТИ



* насосом управляет контроллер котла

- 1 СИСТЕМА ГВС
- 2 БОЙЛЕР
- 3 ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС
- 4 ЛИНИЯ РЕЦИРКУЛЯЦИИ
- 5 ПОДАЧА ХОЛОДНОЙ ВОДЫ
- 6 СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ
- 7 КОЛЛЕКТОР
- 8 БУФЕРНАЯ ЕМКОСТЬ
- 9 РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК
- 10 ГРУППА БЕЗОПАСНОСТИ
- 11 КОТЕЛ
- 12 3-Х ХОДОВОЙ КЛАПАН (температура на выходе 55-60°)

Материалы и методы

В основе технологии производства топливных гранул лежит процесс прессования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и др. Сырьё (опилки, солома и т.д.) поступает в дробилку, где измельчается до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё — в пресс-гранулятор, где древесную муку прессуют в гранулы. Сжатие во время прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндрики. Древесные топливные гранулы (пеллеты) – это небольшие цилиндрические прессованные древесные изделия диаметром 4-12 мм, длиной 20-50 мм.

Для исследования влияния торрефикации на потребительские свойства твердого биотоплива использовались гранулы из древесины, соломы и торфа.

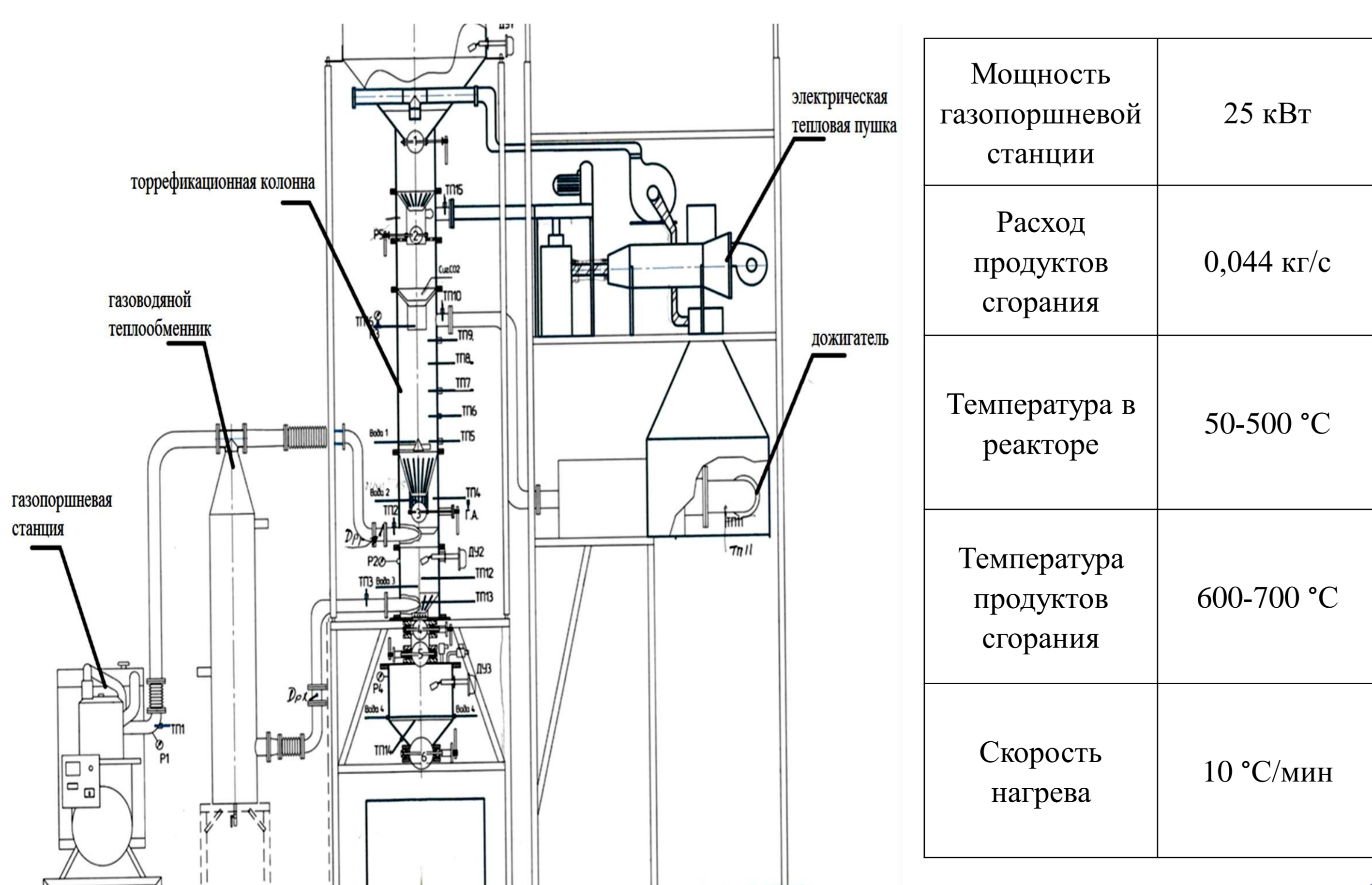
Торрефикация проводилась на лабораторной установке в атмосфере азота, в интервале от 200 °С до 350 °С. В ходе экспериментов определялись влажность, содержание летучих и фиксированного углерода, зольность, предел гигроскопичности, элементный состав, теплота сгорания.

Измерения содержания летучих и фиксированного углерода, а также зольности проводились на термоанализаторе SDT Q600.

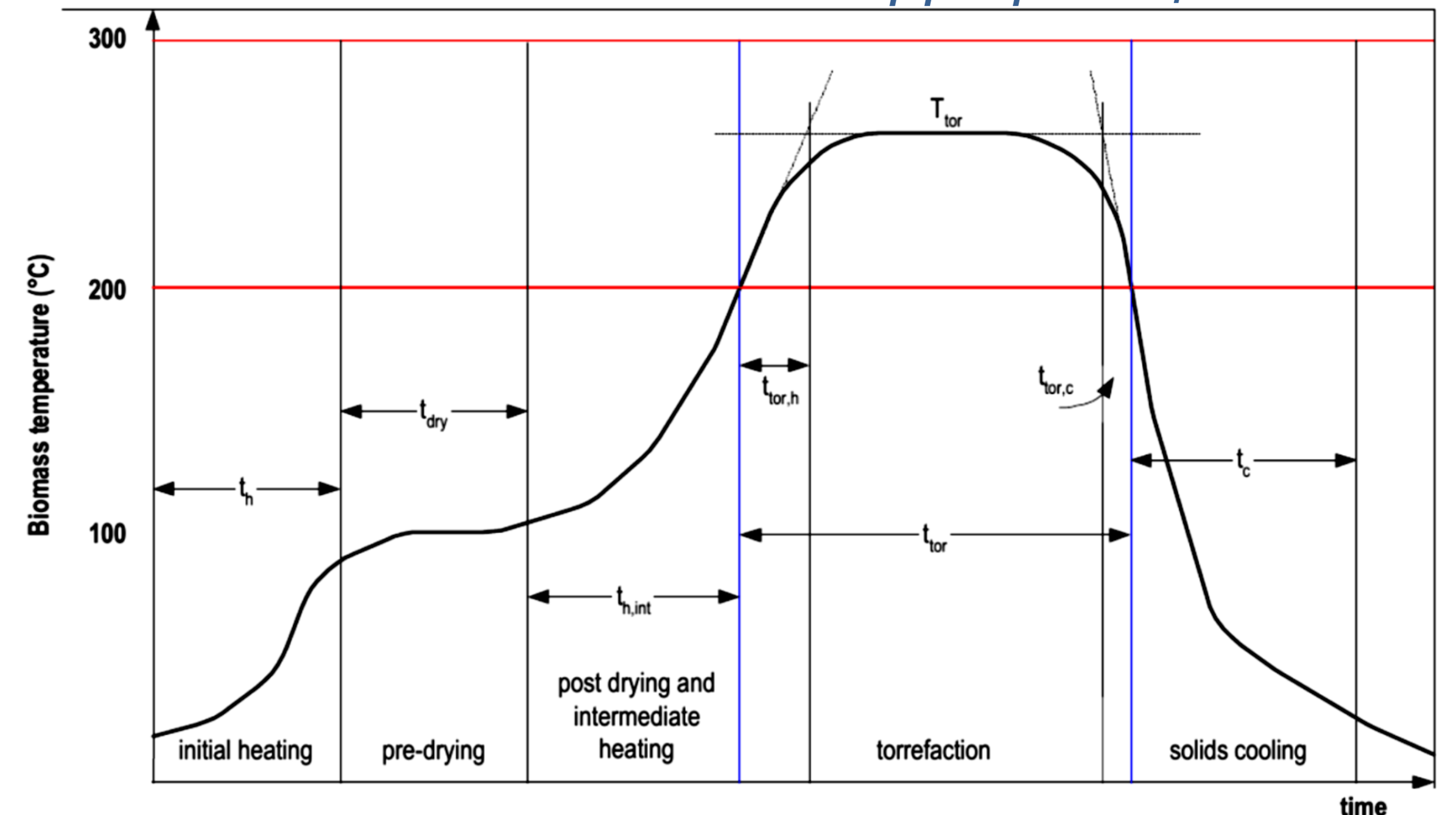
Элементный состав исследуемых образцов измерялся с помощью анализатора элементного состава Vario MACRO Cube, который позволял определять массовое содержание таких элементов как водород, углерод, азот и сера. Массовое содержание кислорода вычислялось по остаточному принципу на основе полученных данных по содержанию Н, С, N, S и зольности. Теплота сгорания измерялась с помощью калориметрической бомбы БКК-2Х.

Предел гигроскопичности WL определялся как отношение максимальной массы влаги, сорбированной исследуемым образцом, длительное время находившимся в воздухе со 100 % влажностью при температуре 26 °С, к массе сухого образца.

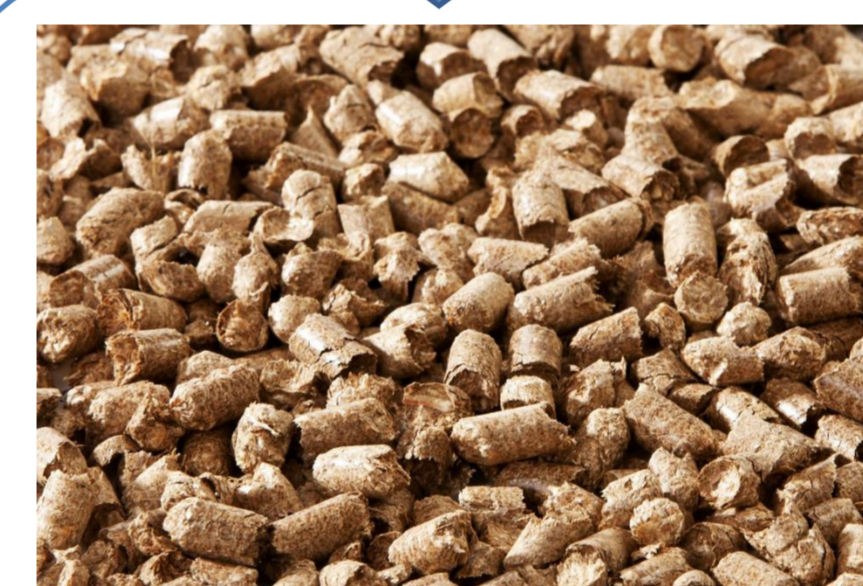
Экспериментальная установка



Основные этапы торрефикации



Bergman P.C.A., Torrefaction for biomass co-firing in existing coal-fired power stations / ECN Report. ECN-C-05-013. - 2005. - 71 p.



а) гранулы из соломы



б) древесные гранулы



в) торфяные гранулы



г) торрефикат



д) биоуголь

Характеристики исходных и конечных гранул

Сырьё	T _{торр} , °С	Массовые потери на сухое состояние, %	Массовые потери на беззольное состояние, %	Элементный состав на сухое состояние, масс. %					Зольность, масс. %	Q _d , кДж/кг
				С	Н	S	O	N		
Древесина	20	0	0	47,83	6,32	0,01	45,43	0,09	0,32	17,78
	270	19,85	19,91	53,50	5,93	0,09	40,06	0,03	0,40	19,89
	280	25,47	25,55	54,99	5,91	0,01	38,66	0,00	0,43	20,52
	290	31,1	31,20	55,84	5,78	0,02	37,89	0,00	0,46	20,76
	310	48,21	48,36	61,47	5,59	0,02	32,27	0,03	0,62	23,09
Торф	20	0	0,00	51,49	5,42	0,16	35,88	1,35	5,71	19,15
	210	14,26	15,12	53,95	5,33	0,21	32,46	1,40	6,66	20,27
	250	22,41	23,77	57,63	4,92	0,15	28,43	1,51	7,36	21,53
	300	32,55	34,52	63,75	4,54	0,51	20,98	1,75	8,47	24,06
	350	41,34	43,84	66,91	4,35	0,17	16,93	1,90	9,73	25,35
Солома	20	0	0,00	43,57	5,70	0,05	43,31	0,30	7,07	15,94
	230	17,81	19,16	45,55	5,54	0,07	39,93	0,31	8,60	18,81
	270	37,55	40,41	53,15	5,09	0,09	30,05	0,30	11,32	20,00
	300	55,6	59,83	60,72	4,45	0,13	18,34	0,44	15,92	23,19
	350	62,34	67,08	63,14	3,92	0,12	13,65	0,40	18,77	23,97

Выводы

Разработана технология торрефикации гранулированной биомассы. Изучен состав гранул (углеводы, лигнин, экстрагируемые вещества, золообразующие вещества) из древесины, торфа, соломы и изменения в нем после торрефикации. Показано, что торрефицированные топливные гранулы становятся гидрофобными, а их теплота сгорания увеличивается по сравнению с исходным состоянием.