

## УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Р.Р. Сафин, И.А. Валеев, М.А. Таймаров, К.Х. Гильфанов, Е.Ю. Разумов

ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет», ГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань;

ГОУ ВПО «Марийский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

**Ключевые слова и фразы:** древесина; отходы; переработка; пиролиз.

**Аннотация:** Древесные отходы лесозаготовительных производств могут служить ценным сырьем для переработки, но при этом в большинстве случаев, основная их часть не используется и уходит в отходы. Была разработана установка для переработки древесных отходов деревообрабатывающих и лесозаготовительных производств, основанная на термическом разложении древесины с получением трех продуктов, широко используемых в народном хозяйстве: древесный уголь, жижку и неконденсирующиеся газы.

Использование отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки является одной из наиболее серьезных и пока нерешенных проблем лесного комплекса. Одним из перспективных видов переработки древесных отходов является пиролиз. Однако, в большинстве случаев, используемые на деревообрабатывающих предприятиях технологии пиролиза не способны отвечать современным требованиям по энергозатратам, экологичности и эффективности. Высокая продолжительность процесса пиролиза приводит к отказу от использования на малых предприятиях существующих технологий получения угля, а новые высокотехнологичные установки дороги и доступны только для крупных деревообрабатывающих предприятий.

Для эффективного решения данной проблемы была создана опытно промышленная установка для термической переработки древесных отходов.

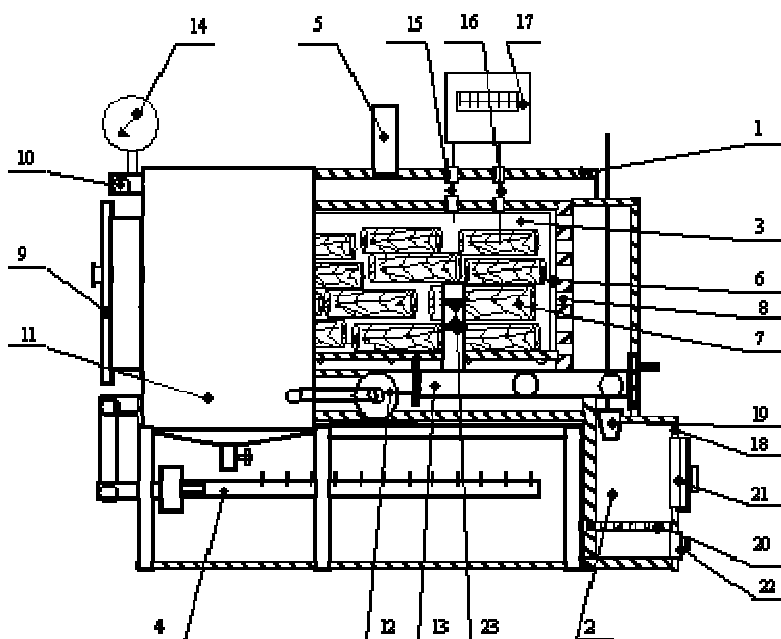


Рис. 1. Схема опытной промышленной установки для пиролиза древесных отходов

Схема установки представлена на рис. 1. Установка состоит из корпуса (1), снабженного теплоизоляцией, системы конденсации пирогазов и топочного устройства (2). Корпус (1) включает в себя камеру пиролиза (3) и газовую горелку (4). Горелка (4) расположена по продольной оси в нижней части корпуса (1). Корпус (1) в верхней части снабжен вытяжной трубой (5). Внутри камеры пиролиза установлен перфорированный контейнер (6) с сырьем (7). Внутри камеры пиролиза (3) вмонтирована газораспределительная решетка (8), через которую обеспечивается подача газов. Камера пиролиза герметично закрывается крышкой (9). В верхней части камера пиролиза снабжена патрубком (10), который соединяет камеру пиролиза (3) с системой конденсации, состоящей из конденсатора (11) и газодувки (12). Система конденсации через газораспределительное устройство (13) соединена с горелкой неконденсирующихся газов (4), камерой пиролиза (3) и атмосферой. Для регистрации температуры и давления используется контрольно-измерительная аппаратура, состоящая из манометра (14), терморпар (15), (16) и контрольно-регистрирующего прибора (17).

Топочное устройство (2) состоит из корпуса (18), который сообщается через клапан (19) с камерой пиролиза. Корпус (18) снабжен горизонтальной колосниковой решеткой (20) и имеет люки для загрузки топлива (21) и для удаления золы (22). Принципиальные схемы работы установки представлены на рис. 2–4, где жирными линиями отображены основные потоки парогазовой смеси для различных стадий процесса (прогрев, сушка, пиролиз, охлаждение). Причем направление потоков задается с помощью газораспределительного устройства (13), клапана (19) и задвижки (23).

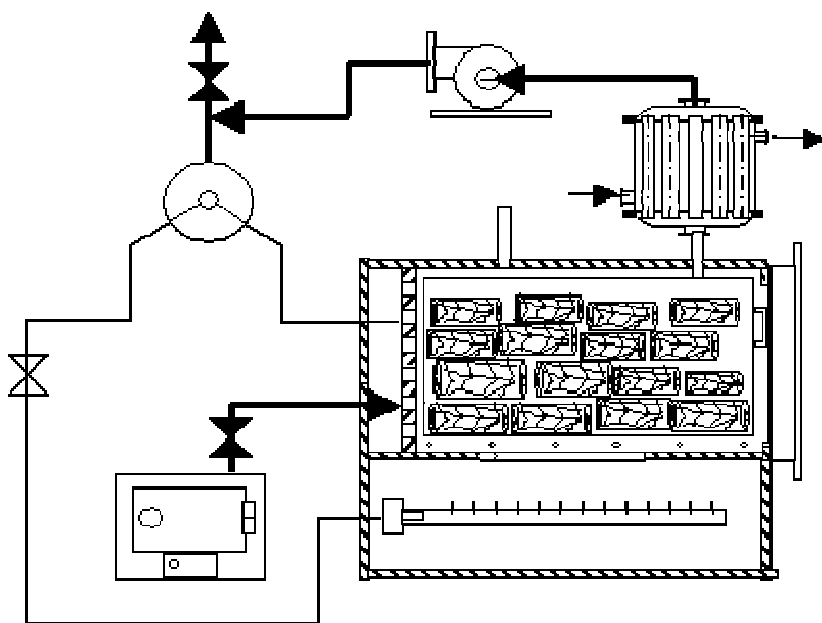


Рис. 2. Схема работы установки на стадии прогрева и сушки

Установка работает следующим образом. Предварительно загруженное в контейнер сырье помещают в камеру пиролиза и закрывают крышкой. После этого топливо загружают в топочное устройство и поджигают.

На стадии прогрева и сушки направление потоков парогазовой смеси задается с помощью распределительной арматуры согласно схеме, представленной на рис. 2. При этом для обеспечения сушки и прогрева сырья, образовавшиеся при горении газы из топочного устройства подаются в камеру пиролиза, а затем через конденсатор отводятся вентилятором в атмосферу.

После окончания сушки начинается стадия термического разложения, и выделения парогазовой смеси. На стадии термического разложения направление потоков парогазовой смеси задается согласно схеме, представленной на рис. 3. При этом для обеспечения термического разложения сырья, образовавшаяся парогазовая смесь через конденсатор подается газодувкой в горелку неконденсирующихся газов. Использование теплоты сгорания неконденсирующихся газов при стадии термического разложения позволяет значительно сократить затраты топочных дров на проведение процесса, поскольку на данной стадии процесс протекает практически полностью за счет собственной энергии. Давление среды задается режимом работы газодувки.

После окончания стадии пиролиза начинается стадия охлаждения древесного угля. Направление потоков парогазовой смеси на стадии охлаждения задается согласно схеме, представленной на рис. 4.

При этом циркуляция газовой смеси осуществляется в замкнутом цикле: камера пиролиза – система конденсации. Процесс охлаждения заканчивается, когда температура материала достигает  $50^{\circ}\text{C}$  [1].

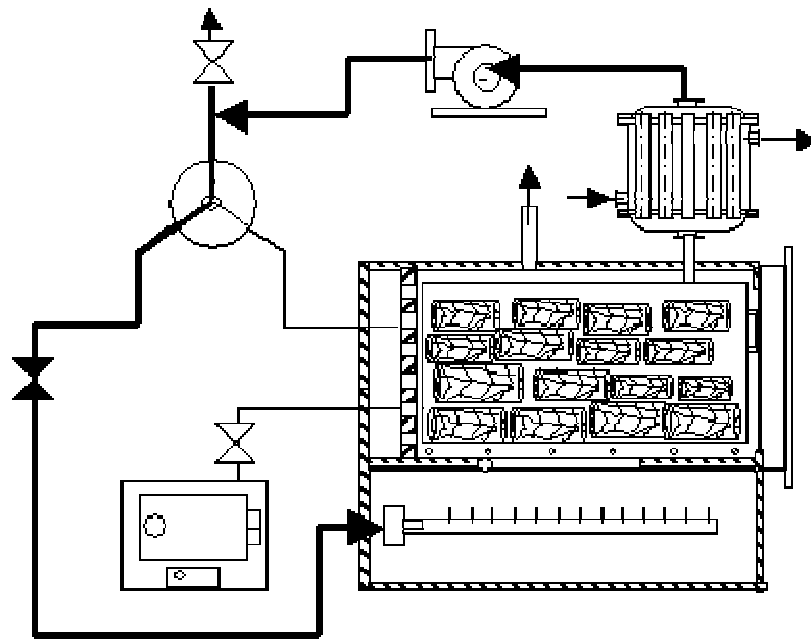


Рис. 3. Схема работы установки на стадии термического разложения

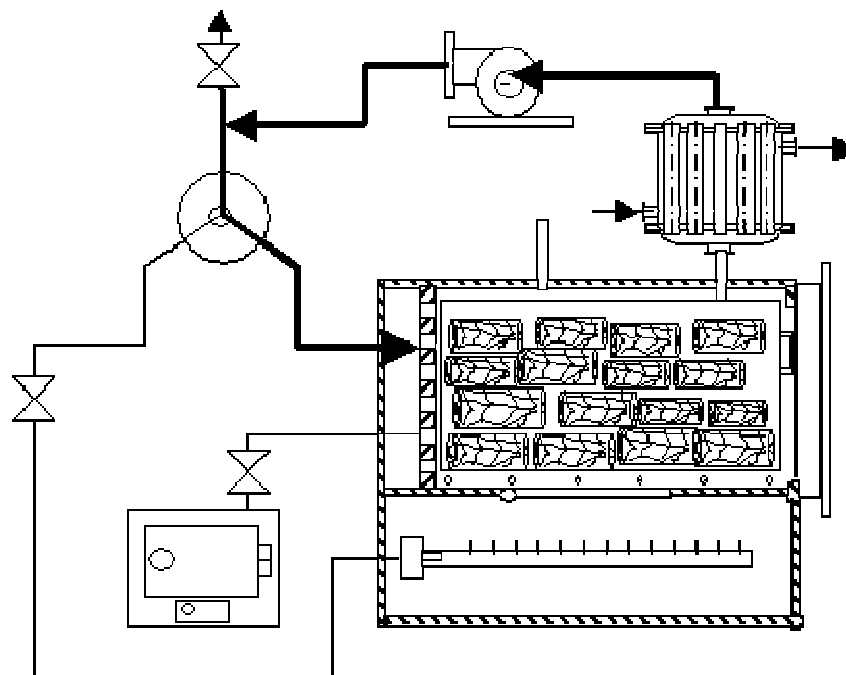
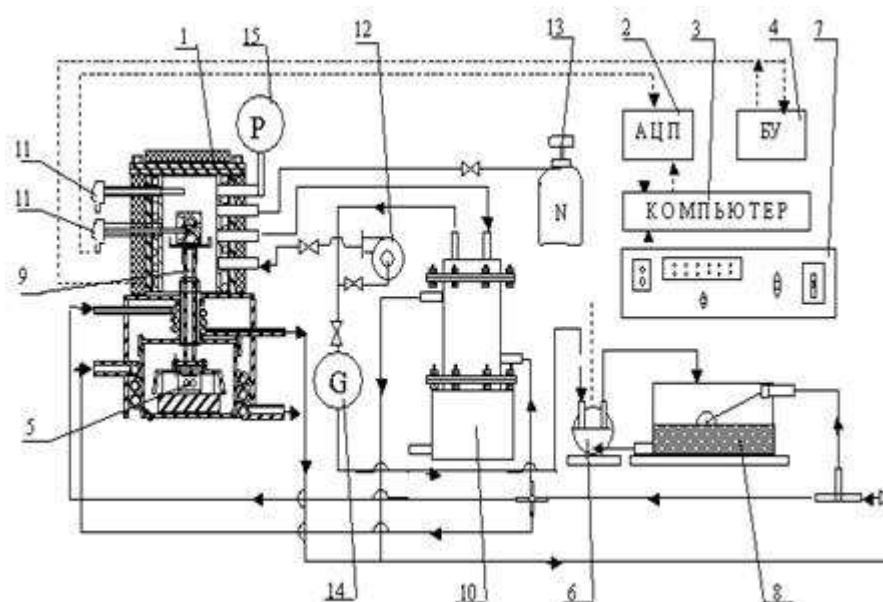


Рис. 4. Схема работы установки на стадии охлаждения



**Рис. 5. Схема экспериментального стенда для исследования кинетики процесса пиролиза:**

1 – камера пиролиза, 2 – цифровой преобразователь, 3 – компьютер, 4 – блок управления температурой, 5 – тензометрический датчик, 6 – водокольцевой насос, 7 – блок управления системой понижения давления, 8 – резервуар с водой, 9 – шток датчика, 10 – конденсатор, 11 – термопары, 12 – воздуходувка, 13 – баллон с инертным газом, 14 – газовый счетчик, 15 – манометр

Для проверки формализованной модели процесса пиролиза древесных отходов на адекватность реальному процессу был создан экспериментальный стенд, представленный на рис. 5, на котором в результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований была доказана целесообразность предлагаемой технологической схемы и создания опытной установки для пиролиза древесных отходов [2]. Внедрение данной установки позволит всесторонне решить проблему утилизации древесных отходов, образующихся на предприятиях деревообрабатывающей отрасли и лесозаготовках.

#### *Список литературы*

1. Патент РФ №2256686. Углевывжигательная печь / А.Н Грачев., Р.Р. Сафин, И.А. Валеев. – Бюл. №18, – 2005.
2. Валеев, И.А. Математическое моделирование процесса пиролиза / И.А. Валеев, А.Н. Грачев, Р.Г. Сафин [и др] // Труды IV Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины», – 2004 г., – С. 342–344.

#### **Wood Waste Thermal Processor**

**R.R. Safin, I.A. Valeev, M.A. Taimarov, K.H. Gilphanov, E.Yu. Razumov**

*Kazan State Technological University, Kazan State Energy University, Kazan; Mari State Technological University, Ioshkar-Ola*

**Key words and phrases:** wood; waste; processing; pyrolysis.

**Abstract:** Waste wood can be used as valuable processing material but its main part is wasted. The device for processing waste wood based on thermal decomposition of wood is proposed; three products such as coal, condensate and non-condensed gases which are widely used in economy are obtained.