

Аппаратов для получения древесного угля создано множество. Некоторые из них работают в настоящее время. Другие использовались в промышленности, но теперь потеряли свое значение. При термическом разложении древесины помимо древесного угля, образуются жидкие и газообразные продукты. Жидкие продукты выходят из установки частично в капельной фазе, частично в виде паров, образуя вместе с неконденсирующимися газами парогазовую смесь. До 20 века эти продукты были не менее востребованы, чем уголь. Но они были вытеснены более дешевыми, изготавливаемыми на основе синтеза из нефтепродуктов и природного газа продуктами. Основным недостатком установок для получения угля являются вредные выбросы пирогазов в окружающую среду [1, 2]. Для решения данной проблемы на кафедре «Переработки древесных материалов» была спроектирована и изготовлена установка для производства древесного угля, имеющая ряд важных достоинств. Главное отличие аппарата от аналогов в том, что получение угля происходит непрерывно, и при этом отсутствуют вредные выбросы в окружающую среду. Данное преимущество достигается за счет использования парогазовой фазы, получаемой во время процесса разложения древесины, в качестве горючего для поддержания температуры в зоне пиролиза аппарата. На рис. 1 представлена схема основных узлов установки. Рис. 1 – Схема установки

Работа установки осуществляется следующим образом: Измельченные древесные отходы непрерывно загружают в зону прогрева 1, выполненную в виде шнекового транспортера с обогреваемой рубашкой. Прогрев осуществляют кондуктивно при температуре стенки $95 \div 105^{\circ}\text{C}$ за счет конденсации водяных паров, поступающих со стадии охлаждения по тепловой трубе. Из зоны прогрева древесная масса с температурой порядка 60°C поступает в зону сушки 2, где древесину высушивают конвекцией топочными газами при температуре $240 \div 250^{\circ}\text{C}$ с прогревом материала до 180°C . Из зоны сушки 2 высушенная древесина поступает в зону пиролиза 3, где древесную массу пиролизуют в шнековом транспортере с рубашкой за счет кондуктивного подвода теплоты от ленточных электронагревателей и самопрогрева пиролизуемой массы за счет теплоты химических реакций. Угольный остаток на выходе из зоны пиролиза 3 имеет температуру порядка 500°C . Образовавшаяся в зоне пиролиза 3 парогазовая смесь поступает в зону отвода пирогазов 4, откуда ее эжектируют эжектором (см. рис. 2). При этом неконденсированные пирогазы отводят в топку (см. рис. 3). Угольный остаток, поступающий из зоны пиролиза 3, кондуктивно охлаждают в зоне охлаждения 5, выполненной в виде шнекового транспортера с рубашкой, до 120°C испарением конденсата воды, поступающим из зоны прогрева 1 по тепловой трубе. Далее уголь дополнительно кондуктивно охлаждают водой в режиме противотока до 50°C . Рис. 2 – Эжектор

Для первоначального запуска процесса и выхода на режимные параметры в топку 7 в качестве топлива подают природный газ. Также в топку 7 подают воздух для

поддержания процесса горения несконденсировавшихся газов. Температуру воды в тепловой трубе 2 поддерживают в пределах $95\div 105^{\circ}\text{C}$, т.к. при меньшей температуре уменьшается движущая сила для прогрева древесины, а при более высокой температуре повышается парциальное давление пара и усложняется аппаратное оформление способа. В зону сушки 2 топочные газы подают с температурой в пределах $240\div 250^{\circ}\text{C}$ с прогревом древесины до 180°C , т.к. при температуре топочных газов меньше 240°C увеличивается продолжительность сушки древесной массы, а при температуре топочных газов больше 250°C наблюдается местный прогрев древесины более 180°C и разложение древесины. Температуру в зоне пиролиза 3 поддерживают в пределах $450\div 500^{\circ}\text{C}$, т.к. при температуре меньше 450°C увеличивается длительность процесса пиролиза и увеличиваются габаритные размеры зоны пиролиза 5, а при температуре больше 500°C усложняется аппаратное оформление способа, требующее для изготовления специальные жаропрочные стали. В зоне охлаждения 5 угольный остаток охлаждают до 120°C , т.к. при меньшей температуре увеличиваются габаритные размеры зоны охлаждения 5, а при более высокой температуре повышается парциальное давление пара в тепловой трубе и усложняется аппаратное оформление способа. В зоне охлаждения древесный уголь дополнительно кондуктивно охлаждают водой до температуры 50°C для предотвращения самовозгорания угля. Загрузка сырья и выгрузка угля происходит непрерывно. Технологический процесс регулируется автоматически без участия человека. Состав продуктов горения парогазовой смеси и природного газа схож и не содержит вредных веществ. Следовательно, отпадает потребность в очистке дымовых газов [3].

Рис. 3 – Зона сушки и топка

Универсальность – еще одно преимущество установки – заключается в возможности работать в двух режимах: -- с использованием в качестве топлива образующейся парогазовой смеси (без значительных затрат природного газа) для получения только древесного угля; -- на природном газе с получением, как угля, так и жидких продуктов пиролиза – жижки, включающей смолу, эфирные масла, кислоты, спирты.