

УДК 504.064.47+658.657.1

О.А. Сапрыкина, ассистент; В.Н. Марцуль, доцент

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

These are the results of researches on defining the properties and composition of liquid and gas products of wood destruction, depending on the hydrothermic operating conditions. The obtained experimental data have the purpose not only to state the influence of hydrothermic wood processing parameters on the gas and liquid phases composition which results from chemical changes of raw wood materials, as well as to develop the criteria, which can be used in practice of the environmental influence assessment.

Воздействие на окружающую среду предприятий по химико-механической переработке древесины (ХМПД) определяется превращениями древесного сырья, а также использованием в производственном процессе различных вспомогательных материалов. Результатом этих превращений является получение того или иного вида продукции, а также потери части древесины в виде мелкодисперсных твердых частиц (пыль и взвешенные вещества сточных вод), растворимых и коллоидных веществ, твердых отходов. Причем эти потери зачастую могут быть значительными. Чем выше степень деградации древесины, тем ниже выход целевого продукта и тем больше, соответственно, потери древесного сырья. Если при механической обработке древесины эти потери составляют около 10%, то для гидролизного и целлюлозно-бумажного производства выход конечного продукта может составлять 30–50% [1–3]. Эти факторы и определяют величину воздействия соответствующих производств на окружающую среду. Для того чтобы оценить это воздействие, необходимо иметь информацию о составе сточных вод и выбросов в атмосферу.

Качественный состав этих материальных потоков определяется глубиной превращения древесинного вещества, которая, в свою очередь, зависит от времени и температуры его обработки в процессе производства.

Необходимо отметить, что выбросы и сбросы сточных вод рассматриваемой группы производств характеризуются сложным составом, что затрудняет оценку их воздействия на различные компоненты окружающей среды, в первую очередь из-за трудности выбора контролируемых параметров и оценочных показателей.

Если при контроле состава сточных вод не учитывать вспомогательные материалы (связующее, гидрофобизирующие и стабилизирующие добавки и т. д.), то основными контролируемыми показателями могут служить ХПК, БПК, концентрация взвешенных веществ. Причем на основе этих показателей можно не только прогнозировать возможность использования биологической очистки сточных вод, но и оценить влияние таких сточных вод на окружающую среду в случае их сброса в открытые водоемы. И в первом, и во втором случае необходимо иметь информацию о динамике разложения продуктов гидротермической обработки древесины.

Поэтому целью исследований было определение количества древесинного вещества (по ХПК), переходящего в жидкую фазу в зависимости от различных параметров обработки (варьировались такие параметры, как температура, рН, влажность, продолжительность обработки), а также исследовалась кинетика разложения жидких продуктов гидротермической обработки древесины в аэробных и анаэробных условиях.

В случае проведения гидротермической обработки древесины березы при 130°C выход продуктов деструкции по ХПК/г составил 31 мг O<sub>2</sub>/л и за 40 мин обработки уве-

личился до 53 мг  $O_2$ /л. При температуре 150<sup>0</sup>С ХПК/г в начале и в конце обработки составило 61 и 223 мг  $O_2$ /л соответственно. Таким образом, при увеличении температуры обработки на 20<sup>0</sup>С выход продуктов деструкции возрастает в 4,2 раза. При температуре 180<sup>0</sup>С и времени обработки 30 мин выход продуктов деструкции составил уже 1800 ХПК/г. Следует отметить, что в случае гидротермической обработки при 105<sup>0</sup>С продолжительность обработки практически не сказывается на выходе продуктов деструкции, удаляемых с жидкой фазой.

Аналогичные зависимости были получены и для коры различных древесных пород. При этом следует отметить, что для жидкой фазы, образующейся в случае гидротермической обработки коры, характерно более высокое значение ХПК/г по сравнению с продуктами деструкции древесины при тех же параметрах обработки. Это согласуется с известными литературными данными [4] и объясняется тем, что кора содержит больше экстрактивных веществ, которые легко переходят в жидкую фазу при гидротермической обработке, а содержание полисахаридов в ней значительно ниже, чем в древесине той же породы.

В зависимости от рН среды выход продуктов деструкции значительно изменяется. В случае проведения гидротермической обработки в присутствии  $H_2SO_4$  (0,5 % мас.) выход ХПК/г при 150<sup>0</sup>С составил 202 мг  $O_2$ /л по сравнению с 61 мг  $O_2$ /л для варки при аналогичных параметрах в нейтральных условиях.

В ходе эксперимента проводилось также исследование потерь древесины в зависимости от влажности исходного сырья. При увеличении влажности обрабатываемой древесины в 1,5 раза потеря древесинного вещества с жидкой фазой возрастает на 38%.

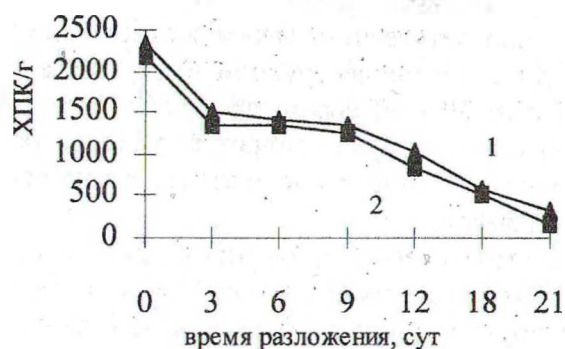
Как уже говорилось, для оценки воздействия производств по химико-механической переработке древесины на окружающую среду необходимо не только располагать информацией о составе отходов, но и изучить закономерности их биотрансформации в компонентах природной среды. В связи с этим целью экспериментальных исследований было также установление основных параметров, характеризующих скорость биохимического окисления веществ древесного происхождения, содержащихся в сточных водах.

Для этого исследовались жидкие продукты гидротермической обработки древесины и коры различных пород. Время обработки варьировалось от 5 до 60 мин при температуре 150<sup>0</sup>С и гидравлическом модуле 10. В экспериментальных условиях для биохимического окисления гидролизатов использовали бактерии *Pseudomonas*. На основании экспериментальных данных получены кривые кинетики разложения продуктов гидротермической обработки древесины и коры сосны, березы и ели.

На рис. 1 показана кинетика биохимического окисления гидролизата ели. Аналогичные зависимости были получены для древесины и коры других пород.

Как показано, зависимости имеют нелинейный вид. Это можно объяснить тем, что в состав гидролизатов входит большое количество веществ с различной молекулярной массой и, соответственно, разной способностью к аэробному окислению. Поэтому скорость процесса разложения различна на протяжении всего периода наблюдения.

Таким образом, константы скорости (К) были определены для каждого периода разложения путем логарифмирования каждого участка кривой. Как показано на рис. 2, процесс биохимического окисления продуктов гидротермической обработки коры сосны протекает с максимальной скоростью в период 10–13 сут с момента начала эксперимента ( $K=0,0787$ ).



1 – нефильтранный гидролизат; 2 – фильтрованный гидролизат

Рис. 1. Кинетика биохимического окисления гидролизата ели

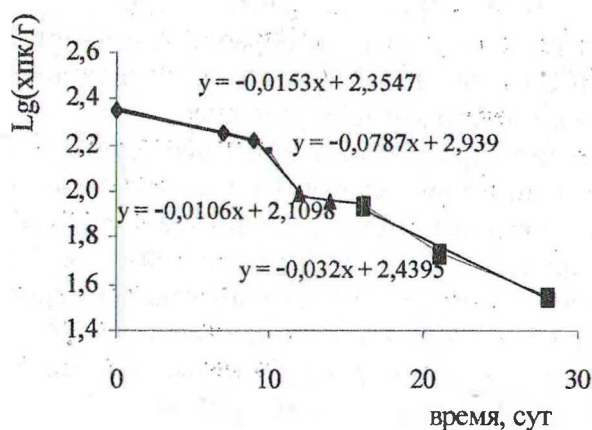


Рис. 2. Определение констант скорости разложения жидких продуктов гидротермической обработки коры сосны

Таким образом, процесс биоразложения гидролизатов может быть описан следующей формулой:

$$C(\text{ХПК}) = 10^{-K\tau},$$

где  $K$  – константа скорости биохимического разложения;  $\tau$  – время.

Что касается выбросов в атмосферу производств по ХМПД, то они, так же как и сточные воды, характеризуются достаточно сложным составом. Поэтому остро стоит необходимость выбора контролируемых параметров, позволяющих оценить воздействие выбросов на атмосферу.

Анализ парогазовой фазы проводился методом газожидкостной хроматографии. В составе газообразных продуктов деструкции было обнаружено около двадцати веществ. Пять основных компонентов (ацетальдегид, ацетон, метанол, уксусная кислота, фурфурол) были идентифицированы и определены количественно. Количество определяемых компонентов пересчитано на единицу массы обрабатываемого сырья (табл. 1).



Таблица 1

**Количественный состав основных компонентов парогазовой фазы при различной температуре обработки**

Температура обработки, °С	Количество основных газообразных продуктов деструкции древесины, мг/г				
	ацетальдегид	ацетон	метанол	уксусная кислота	фурфурол
105	0,0047	0,0052	0,0332	следы	0,0024
130	0,0071	0,0068	0,0274	0,0594	0,4253
150	0,0112	0,0087	0,1801	0,4575	0,6352
180	0,1063	0,0281	0,5232	0,9951	7,8634

На основании полученных данных предлагается подход к оценке опасности выбросов производств по ХМПД, основанный на выборе приоритетных загрязнителей. При этом учитывается не только масса образующегося загрязнителя, но и его токсичность (по классу опасности), а также допустимая величина воздействия (по ПДК).

В качестве такого показателя может быть использован критерий приоритетности выброса КПВ (см. табл. 2):

$$\text{КПВ} = \left( \frac{M}{\text{ПДК}} \right)^\alpha,$$

где М – количество загрязняющего вещества, образующегося на единицу обрабатываемого древесного сырья, мг/г; ПДК – предельно допустимая концентрация загрязнителя, выделяющегося в процессе обработки, мг/м<sup>3</sup>; α – безразмерный коэффициент, зависящий от класса опасности (α = 1,7 для веществ 1-го класса опасности, α = 1,3 – 2-го, α = 1 – 3-го, α=0,9 – 4-го класса опасности).

Таблица 2

**Результаты расчета критерия приоритетности выброса**

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	КПВ
Ацетальдегид	3	0,01	10,63
Ацетон	4	0,35	0,1
Метанол	3	0,5	1,05
Уксусная кислота	3	0,06	16,59
Фурфурол	3	0,05	157,27

Как показано в табл. 2, приоритетным веществом, содержащимся в выбросах, является фурфурол, который необходимо контролировать в первую очередь, а концентрации других выбрасываемых соединений могут быть оценены по отношению концентрации фурфуrolа С<sub>ф</sub> к концентрации определяемого компонента С<sub>і</sub> (см. рис. 3).

Использование такого подхода позволяет значительно упростить процедуру контроля состава выбросов и получить реальную картину воздействия производства на атмосферный воздух.

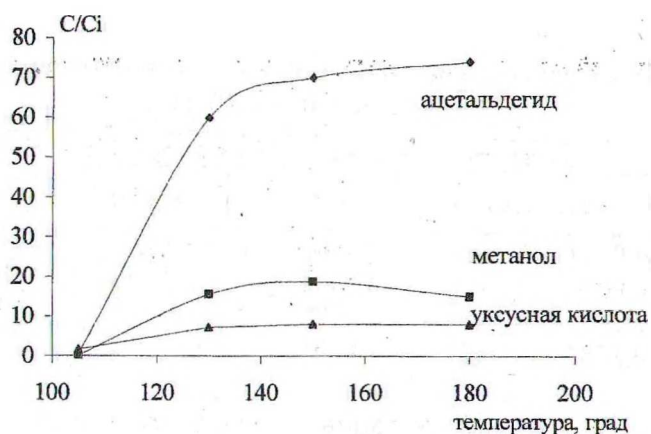


Рис. 3. Выход газообразных продуктов гидротермической деструкции древесины относительно фурфурола

В заключение необходимо отметить, что состав исследованных нами продуктов гидротермической переработки древесины определяется деструкцией непосредственно древесинного вещества. В том случае, когда на производстве применяются различные вспомогательные материалы, в выбросах будут содержаться и другие загрязнители (например, формальдегид при производстве плит), которые также должны учитываться при контроле за выбросами предприятия.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры БТ и БЭ БГТУ Ручаю Н.С. за предоставление штаммов микроорганизмов для изучения кинетики разложения продуктов гидротермической обработки древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесно-стружечных плит. – М.: Лесная пром-сть, 1987.
2. Мазур В.Ф., Сидельникова А.Н., Чекита Т.А., Шкабура П.П. Борьба с загрязнителями окружающей среды на деревообрабатывающих предприятиях // Обзор. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспром. – Вып. 3. – С. 7–11.
3. Солечник Н.А. Производство древесно-волоконных плит. – М.: Гослесбумиздат, 1963.
4. Фенгел Д, Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции). – М.: Лесная пром-сть, 1988.