

Существующие в настоящее время методы химической переработки лигноцеллюлозных отходов, как правило, не обеспечивают комплексной утилизации основных компонентов растительной биомассы и позволяют получить только ограниченный набор продуктов, преимущественно из древесных полисахаридов. Основные мировые тенденции развития фундаментальных и прикладных технологических исследований в области глубокой переработки древесной биомассы связаны с поиском и разработкой новых принципов и методов комплексного использования всех ее основных компонентов (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз, экстрактивных веществ), а также с вовлечением в химическую переработку древесных отходов и древесины малоценных пород. Актуальные направления исследований в области создания нового поколения экологически безопасных процессов химической переработки древесной биомассы и растительного сырья связаны с использованием эффективных и доступных катализаторов, ускоряющих химические превращения лигнина и полисахаридов, а также с применением простых методов активации, повышающих реакционную способность сырья и облегчающих диффузию реагентов и продуктов. Методы кислотно-каталитического воздействия применяются в процессах гидролизной промышленности [1-3]. Число работ, посвященных изучению влияния катализаторов на традиционные и новые процессы делигнификации, постоянно возрастает [4-9]. С учетом литературных данных и полученных результатов анализа проведенных ранее процессов, были продолжены исследования кинетики высокотемпературного гидролиза растительных материалов трехосновной фосфорной кислотой. По степени воздействия, на организм человека фосфорная кислота относится к веществам 2-го класса опасности по ГОСТ 12.1.005-88 [10], а фосфаты являются компонентами большинства сред, используемых в микробиологических синтезах. Одним из важнейших условий развития микробиологической промышленности, особенно выпуска наукоемкой продукции: белков, спиртов, органических кислот и др. является наличие дешевого доступного сырья. Потребность микроорганизмов в фосфоре может полностью обеспечиваться внесением в среды солей фосфорной кислоты, Поскольку фосфор является переносчиком энергии (входит в состав молекул АТФ) и играет важную роль в синтезе нуклеиновых кислот, то от его наличия в среде зависят интенсивность ассимиляции источников углерода и рост микроорганизмов. Концентрация фосфора в среде влияет на содержание липидов и белка в биомассе дрожжей при выращивании, как на углеводных, так и на углеводородных субстратах, что было экспериментально показано многими исследователями [11]. Исследования кинетики высокотемпературного гидролиза целлюлозы фосфорной кислотой проведены при варьировании технологических параметров: температуры в диапазоне 150 °С - 190 °С, концентрации фосфорной кислоты 1 - 3% масс. и гидромодуле 1:5,8. Все эксперименты были проведены по отработанным

методикам, аналогично ранее выполненным исследованиям по гидролизу целлюлозы, пшеничной соломы и отрубей сернистой, серной и соляной кислотами [12 - 14] на лабораторной установке высокотемпературного гидролиза [15-17] в термостатируемых капсулах. В ходе процессов гидролиза измеряли температуру, давление и pH гидролизатов [18]. Полученные гидролизаты фуговали. Образцы полученных фугатов анализировали на содержание сухих веществ и редуцирующих веществ по методу Бертрана. Исследование процессов высоко-температурного гидролиза целлюлозы выявило различия в динамике накопления РВ от концентрации фосфорной кислоты (рис.1 - 3). Рис. 1 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации фосфорной кислоты 1% мас. Рис. 2 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации фосфорной кислоты 2% мас. Рис. 3 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации фосфорной кислоты 3% мас. Как следует из графиков, представленных на рис.1 - 3, при концентрации фосфорной кислоты 1% и варьировании температуры в пределах 150 - 190 °С, максимум концентрации РВ в фугате гидролизата целлюлозы достигается через 80 - 60 минут после начала процесса гидролиза. При концентрации фосфорной кислоты 3% и при варьировании температуры в тех же пределах, максимум концентрации РВ в фугате гидролизата целлюлозы достигается через 50 - 60 минут после начала процесса гидролиза. При этом наблюдается рост содержания редуцирующих веществ от 1,3 до 4,9 % масс. С увеличением температуры и концентрации фосфорной кислоты в процессах гидролиза целлюлозы показатель pH уменьшался, а с увеличением времени процесса гидролиза pH увеличивался. Расчетные данные по конверсии полисахаридов и скорости проведенных процессов гидролиза представлены в таблице 1, а по содержанию сухих веществ в фильтрованных гидролизатах в таблице 2. В проведенных исследованиях высоко-температурного гидролиза целлюлозы среднее содержание редуцирующих веществ от общей массы растворимых веществ составило около 49,29%, но при температурах 180 - 190 °С содержание редуцирующих веществ от общей массы растворимых веществ возрастает. При дальнейшем повышении температуры до 220 °С величина максимального значения концентрации РВ изменяется не существенно (4,24% масс.), а продолжительность процесса гидролиза сокращается до 10 минут. Таблица 1 - Расчетные данные по конверсии РВ и скорости проведенных процессов № экс.

Конц. кислоты, %	Температура, 0C	Время, мин	РВ max,%	Конверсия, %	R, г РВ/л*час	
1	150	80	1,337	7,78	10,03	
2	160	70	1,583	9,21	13,57	
3	170	60	2,177	12,67	21,77	
4	180	60	2,979	17,33	29,79	
5	190	60	3,239	18,85	32,40	
6	2	150	70	1,645	9,57	14,10
7	2	160	60	2,146	12,48	21,46
8	2	170	50	2,656	15,45	31,87
9	2	180	40	2,752	16,01	41,28
10	2	190	40	3,537	20,58	53,05
11	3	150	60	2,146	12,48	21,46

№	Температура, °С	Концентрация СВ, %	Содержание СВ, %	Содержание РВ в СВ, %
12	3	160	70	2,688
13	3	170	50	2,527
14	3	180	50	4,291
15	3	190	60	4,961
16	3	220	10	4,240
17	3	220	10	24,67
18	3	220	10	254,4

Таблица 2 - Содержание сухих веществ в фильтрованных гидролизатах

№	Температура, °С	Концентрация СВ, %	Содержание СВ, %	Содержание РВ в СВ, %
1	150	41,41	50,46	160
2	150	40,61	35,53	160
3	150	48,39	33,63	160
4	170	40,88	64,04	180
5	170	44,49	46,59	180
6	170	40,52	34,91	180
7	180	40,81	62,83	190
8	180	41,31	47,95	190
9	180	37,33	53,51	190
10	190	40,91	62,31	220
11	190	40,14	51,86	220
12	190	36,58	56,12	220

Из полученных данных, представленных в таблице 1 и на рис 1 - 3, можно заключить, что предпочтительным является режим гидролиза целлюлозы фосфорной кислотой при 180 - 190 °С и концентрации кислоты не менее 2%.