

Р. М. Нуртдинов, Л. Т. Фаттахова, Р. Т. Валеева,  
С. Г. Мухачев

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ И ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГИДРОЛИЗА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТОЙ

Ключевые слова: гидролиз, целлюлоза, редуцирующие вещества, гидролизат.

Проведены исследования по высокотемпературному гидролизу целлюлозы, при варьировании температуры и концентрации сернистой кислоты с целью получения гидролизатов с максимальным содержанием редуцирующих веществ.

Key words: hydrolysis, cellulose, reducing substances, hydrolysate.

The studies on high temperature hydrolysis of cellulose with varying temperature and concentration of sulfuric acid was carried out to produce hydrolysates with a maximum content of reducing substances.

В условиях рыночной экономики на первый план выходят задачи повышения конкурентоспособности отечественного производства, для чего необходимо увеличить эффективность использования сырья и энергии, в том числе и за счет внедрения современных биохимических и микробиологических технологий. Проблемы снижения себестоимости продукции особенно остро стоят перед предприятиями спиртовой, сахарной и молочной отраслей.

С целью определения характеристик процессов получения питательных сред для биотехнологических производств на основе кислотных гидролизатов растительного сырья были проведены процессы высоко-температурного гидролиза измельченной целлюлозы сернистой кислотой при варьировании технологических параметров: температуры в диапазоне 150°C - 190°C, концентрации сернистой кислоты 1 – 3% мас. и гидромодуле 1:6,8.

Процессы гидролиза проводили на лабораторной установке высоко-температурного гидролиза [1 - 3] в термостатируемых капсулах объемом 30 мл. Общая масса загрузки каждой капсулы составляла 22,5 г [4].

В качестве целлюлозы использовали фильтровальную бумагу. Бумага предварительно измельчалась и просушивалась до постоянной величины в сушильном шкафу при температуре 120 °С в течение 2 часов с целью получения точной навески сухого материала. Образцы фугата анализировали на содержание редуцирующих веществ по методу Бертрана [3], рН и содержание сухих веществ.

Абсолютная погрешность химического анализа РВ во всех экспериментах составляла  $\pm 0,3\%$  масс. Погрешность реализации экспериментов (максимальное среднее квадратичное отклонение по группам точек для разных моментов времени) составила по РВ от  $\pm 0,4\%$  масс. до  $\pm 0,53\%$  масс..

Оценка воспроизводимости экспериментов при реализации процессов высокотемпературного гидролиза была проведена по трем повторностям эксперимента для каждой температуры.

Исследование процессов высокотемпературного гидролиза выявило различия в зависимости

динамики накопления РВ от концентрации сернистой кислоты (рис.1 – рис.3).

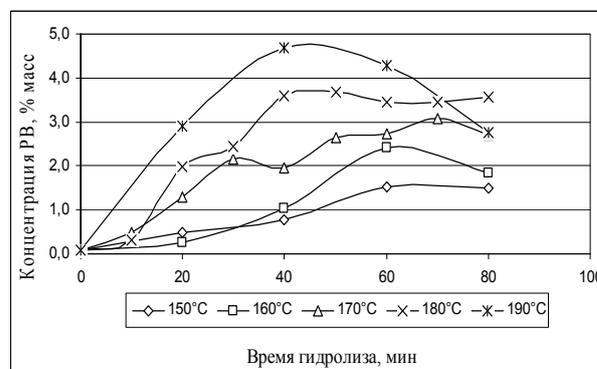


Рис. 1 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации сернистой кислоты 1% мас.

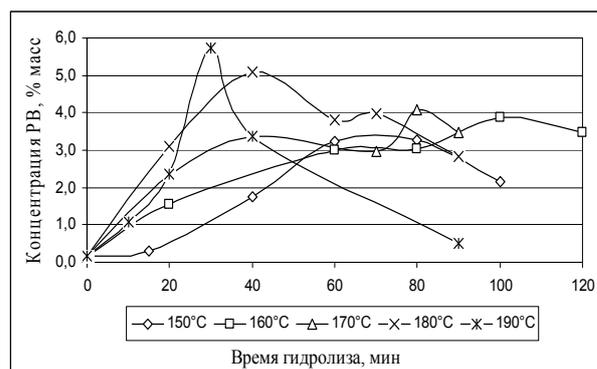


Рис. 2 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации сернистой кислоты 2% мас.

Для определения конверсии и скорости гидролиза определяли массу полисахаридов и массу РВ. При этом учитывали, что в состав бумаги по литературным данным входят 100 % целлюлозы, или 1 массовая доля [5].

Расчетные данные по конверсии РВ и скорости проведенных процессов представлены в таблице 1.

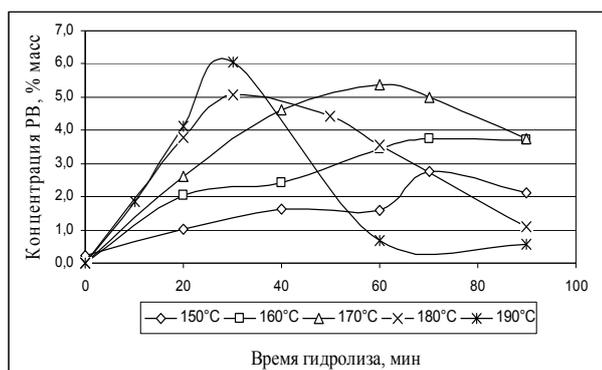


Рис. 3 - Изменение концентрации РВ в процессах гидролиза целлюлозы при разных температурах и при концентрации сернистой кислоты 3% мас.

Таблица 1 – Расчетные данные по конверсии РВ и скорости проведенных процессов

Концентрация кислоты, %	T ср, °C	Время, мин	РВ max, %	Конверсия, %	R, гРВ/л*час
1	190	40	4,684	27,2557	70,26857
2	190	30	5,735	33,3701	114,7098
3	190	30	6,058	35,2466	121,1603

Увеличение концентрации сернистой кислоты приводит к смещению максимума концентрации РВ. При 150°C и изменении концентрации сернистой кислоты в пределах 1 – 3% мас., максимум концентрации РВ в фугате гидролизата целлюлозы достигается соответственно через 80 и 60 минут после начала процесса гидролиза целлюлозы (рис. 1-3). При 190°C и изменении концентрации сернистой кислоты в пределах 1 – 3% мас., максимум концентрации РВ в фугате гидролизата целлюлозы достигается соответственно через 40 и 30 минут после начала процесса гидролиза целлюлозы (рис. 1-3).

Во всех экспериментах высокотемпературного гидролиза целлюлозы наилучшие результаты достигнуты при температуре 190°C и концентрации сернистой кислоты 3%.

Таблица 2 - Содержание сухих веществ в фильтрованных гидролизатах

Концентрация кислоты, %	Температура, °C	Средняя концентрация СВ, %	Содержание РВ в СВ, %
1	190	6,11	76,6
2	190	9,24	62,06
3	190	8,88	68,2
Усредненное значение:			68,95

С увеличением концентрации сернистой кислоты 1-2%, СВ увеличивается в 2 раза первые 40 минут, далее увеличение снижается. С увеличением концентрации сернистой кислоты 1-3%, СВ увеличивается в 3 раза.

В проведенных исследованиях высокотемпературного гидролиза целлюлозы редуцирующие вещества составляли около 68,95 % от общей массы растворимых веществ (табл. 2).

### Литература

1. Р.М. Нуртдинов, С.Г. Мухачев, Р.Т. Валеева, В.М. Емельянов, Вестник Каз. технол. ун-та, 10, 204 – 208, (2011).
2. Р.М. Нуртдинов, С.Г. Мухачев, Р.Т. Валеева, В.М. Емельянов, М.Ф., Шавалиев, И.В., Шагивалеев, И.А Якушев, Вестник Казанского технологического университета, 2, 143 – 147, (2011).
3. С.Г. Мухачев, В.М. Емельянов, М.Ф. Шавалиев, Р.Т. Елчуев, Р.Т. Валеева, Р.М. Нуртдинов, А.М. Буйлин, Вестник Каз. технол. ун-та, 6, 180 – 190, (2009).
4. Р.Т. Валеева, Р.М. Нуртдинов, С.Г. Мухачев, В.М. Емельянов, И.В. Логинова, Вестник Каз. технол. ун-та, 11, 135–136, (2012).
5. С.Г. Мухачев, Р.Т. Валеева, Р.М. Нуртдинов, Производство спирта и ликероводочных изделий, 3, 20-23, (2011).

© Р. М. Нуртдинов - канд. техн. наук, м.н.с., асс. каф. химической кибернетики КНИТУ; Л. Т. Фаттахова – магистр КНИТУ; Р. Т. Валеева канд. техн. наук, доцент кафедры химической кибернетики КНИТУ, valgt2008@rambler.ru; С. Г. Мухачев - канд. техн. наук, доц., зав. лабораторией «Инженерные проблемы биотехнологии» КНИТУ.