

И. В. Шагивалеев, С. Г. Мухачев, В. М. Емельянов,
М. В. Харина, А. Р. Аблаев, А. С. Понкратов

УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОЛИЗА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ

Ключевые слова: установка, гидролиз, лигноцеллюлозное сырье, кинетика.

Представлены результаты разработки универсальной установки, предназначенной для исследования высокотемпературного гидролиза лигноцеллюлозного сырья, содержащей две емкости с автономными системами термостабилизации.

Keywords: installation, hydrolysis, lignocellulosic raw material, kinetics.

The results of developing the integrated arrangement installation containing two containers with independent thermal stabilization designed to study high-temperature hydrolysis of lignocellulosic feedstocks were presented.

Исследование процессов гидролиза лигноцеллюлозного сырья сложного состава связано с реализацией различных режимов движения фаз при регулируемых температурах.

Из всех видов гидролиза растительного сырья высокотемпературный гидролиз характеризуется наибольшими скоростями [1, 2]. Различают несколько видов гидролиза, в том числе периодический и непрерывный, в частности, перколяционный.

Непрерывные процессы гидролиза при постоянной подаче гидролизуемого материала требуют применения дорогостоящего оборудования, не рассчитанного на малые потоки, и потому применимого на стадии пилотных исследований. В то же время существует множество исследовательских задач, реализация которых предпочтительна на установках лабораторного масштаба. Это процессы периодического гидролиза при постоянных и переменных температурах, проводимые с целью анализа эффективности применения тех или иных гидролизующих агентов, процессы с отгонкой газообразных продуктов гидролиза, а также процессы с рекуперацией летучих кислот и щелочей. Разработанные ранее лабораторные установки гидролиза [3] были предназначены в основном для кинетических исследований с получением гидролизатов в количестве 15 - 25 мл. Нарботка гидролизатов для конструирования питательных сред требует объема камер гидролизеров не менее 1000 мл.

Установки для исследования периодических процессов гидролиза путем анализа составов опытных лабораторных партий гидролизатов должны обеспечивать возможность реализации быстрого нагрева острым паром, потому что нагрев через стенку при практическом отсутствии циркуляции внутри аппарата не позволяет вести процесс в изотермических условиях. Наконец, отгонка летучих продуктов гидролиза или рекуперация летучих гидролизующих агентов требуют наличия конденсаторов паров или даже абсорбционных колонок.

Целью работы являлась разработка модулей, позволяющих компоновать гидролизер с

технологической обвязкой под любой процесс гидролиза с периодической загрузкой сырья.

На рис.1 показана простейшая конфигурация установки.

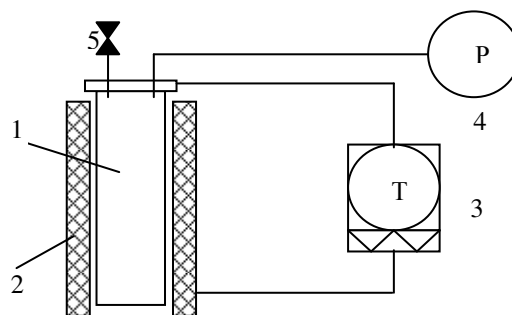


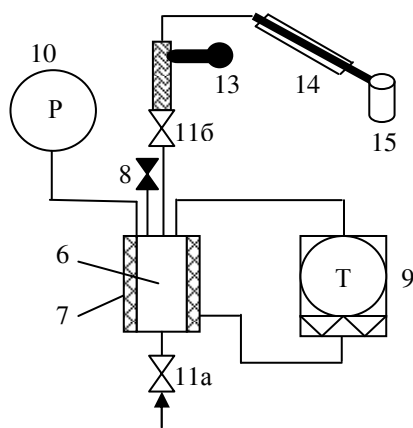
Рис. 1 - Схема гидролизера для периодического гидролиза с использованием предварительно нагреваемой опоры (пояснения в тексте)

Гидролизер поз.1 (рис.1) представляет собой толстостенный цилиндрический сосуд со съемной крышкой, на которой укреплен термопара ТХК 0515 и предохранительный клапан 5 на избыточное давление 2,5 МПа. Гидролизер устанавливается в массивный опорный цилиндр (поз.2) с нагревательными элементами ленточного типа ЭНГЛу-400. Давление в гидролизере измеряется манометром 4, модель ДМ-90 (0-2,5 МПа). Регулирование температуры осуществляется измерителем-регулятором ТРМ 210 (поз.3).

После загрузки и герметизации гидролизера регулятор температуры включается без установки гидролизера в нагревательный опорный цилиндр. Это делается для того, чтобы предельно уменьшить продолжительность переходного нестационарного процесса. Экспериментально было установлено, что опорный цилиндр должен быть нагрет на 15°C выше, чем рабочая температура гидролиза. После завершения предварительного нагрева, установка терморегулятора перенастраивается на рабочую температуру гидролиза и гидролизер опускается в опорный нагревательный цилиндр. Процесс гидролиза продолжается в течение заданного времени, после чего гидролизер извлекается из опорного цилиндра с помощью специального

захвата и немедленно погружается в емкость с холодной водой. Остывший гидролизер разгерметизируется под тягой, его содержимое передается для анализа, последующей обработки и использования (например, осадок отделяется на центрифуге, а фугат используется для приготовления сред).

Второй вариант установки гидролиза предусматривает возможность проведения процесса при быстром разогреве гидролизуемой массы острым паром. Соответствующая схема установки приведена на рис. 2.



Пар из аппарата 1 (рис.1)

Рис. 2 - Схема обвязки гидролизера при нагреве гидролизуемой массы острым паром (пояснения в тексте)

В емкость поз.1 (рис.1) заливается дистиллированная вода, нагреваемая до заданной температуры. Таким образом, аппарат 1 используется как парогенератор. Пар с помощью ручного вентиля (поз. 11а) подается в гидролизер (поз. 6), заполненный гидролизуемым сырьем с добавлением необходимого количества гидролизующего агента. Гидролизер предварительно нагревается до 100°C с помощью нагревательного элемента ЭНГЛУ-400 (поз.7). Разогрев до рабочей температуры осуществляется острым паром и далее температура поддерживается измерителем-регулятором ТРМ 210 (поз.9). При аварийном

перегреве давление сбрасывается путем открытия предохранительного клапана (поз.8). Вентиль (поз 11б) используется для отвода паров летучих компонентов гидролиза и гидролизующих агентов через елочный дефлегматор (поз. 12) в конденсатор (поз. 14), охлаждаемый проточной водой.

В качестве конденсатора может использоваться холодильник Либиха. Температура паров на выходе дефлегматора измеряется термометром (поз.13). Конденсат собирается в приемной емкости (поз. 15). Общий вид установки приведен на рис.3.



Рис. 3 - Общий вид установки гидролиза

Объемы емкостей 1 и 6 равны 1,5 л при внутренних диаметрах 60 мм и 90 мм соответственно.

Предельная загрузка сырья в емкости для гидролиза при гидромодуле 1:3 составляет 750 г в расчете на абсолютно сухую массу.

Литература

1. Р.М. Нуртдинов и др., Вестник Каз. технол. ун-та, 10, 204 – 208 (2011).
2. Нуртдинов Р.М. и др., Материалы VI Московского международного конгресса, «Биотехнология: состояние и перспективы развития», часть 1 (Москва, 21-25 марта 2011г.). - М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева.- 2010. - С.250 – 251.
3. Нуртдинов Р.М. и др., Вестник Каз. технол. ун-та, 2, 143 – 147 (2011).

© **И. В. Шагивалеев** - вед. инж. каф. химической кибернетики КНИТУ; **С. Г. Мухачев** - канд. техн. наук, доцент той же кафедры, зав. лаб. инженерных проблем биотехнологии КНИТУ; **В. М. Емельянов** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. химической кибернетики КНИТУ; **М. В. Харина** – асс. той же кафедры; **А. Р. Аблаев** – асп. той же кафедры; **А. С. Понкратов** – асп. той же кафедры.