

ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА УГЛЕВОДОВ АСПИРАЦИОННОЙ ПЫЛИ

Карпова Г.В., Крахмалева Т.М.

Оренбургский государственный университет

Оренбург, Россия

RESEARCH INTO CARBOHYDRATES ACID HYDROLYSIS OF ASPIRATION DUST

Karpova G.V., Krahmaleva T.M.

Orenburg State University

Orenburg, Russia

Предприятия зерноперерабатывающей промышленности при переработке 300 т зерна в сутки выделяют около 20 т аспирационных отходов, которые обычно складываются, что отрицательно влияет на экологическую чистоту производства. В Оренбургской области ведутся работы по разработке методов использования отходов производства зерноперерабатывающей промышленности и в том числе аспирационной пыли. Один из возможных способов утилизации кислотный гидролиз. Цель исследования - рассмотреть процесс кислотного гидролиза углеводов, входящих в состав аспирационной пыли, которая представляет собой совокупность остатков растительного происхождения, содержащих полисахариды и прочие вещества, которые легко гидролизуются кислотой. Применение кислотного гидролиза для получения редуцирующих веществ (РВ) наиболее экономически выгодно, по сравнению с процессами гидролиза катализируемыми ферментными препаратами, а полученные редуцирующие вещества могут быть применены в различных отраслях АПК. Предлагаемая нами методика гидролиза суспензий из аспирационной пыли заключается в следующем - аспирационная пыль перемешивается с серной кислотой, набухает и переходит в суспензию, которая выдерживается в течении трех часов при температуре 100С, что не противоречит известным исследованиям гидролиза полисахаридов растительных объектов. В колбе размещены мешалка, обратный холодильник и пробоотборник гидролизата. Пробы отбираются каждые 10...20 мин, анализируются редуцирующие вещества по ГОСТ 5903 -77 в трех повторностях. При доверительной вероятности 0,95 ошибка эксперимента составила до 8 %. Предлагаемая методика позволяет отследить кинетику и динамическое равновесие процесса разрыва гликозидных связей полисахаридов и деструкции редуцирующих веществ.

По результатам химического анализа аспирационную пыль разделили на белую, серую, черную и выявили возможность использования биополимеров в кислотном гидролизе и получения редуцирующих веществ. Полисахариды, входящие в состав растительных объектов, по мнению М.С. Дудкина классифицируются на трудно- и легкогидролизуемые углеводы. В первую группу входят вещества клетчатки аморфной и кристаллической структуры и целлодекстрины, а во вторую - декстрины, крахмал и олигосахариды. По полученным данным протекания процессов гидролиза углеводов белой, серой и черной аспирационной пыли построены зависимости приращения концентрации РВ во времени.

Выбор оптимальных режимов производства восстанавливающих веществ зависит не от скорости процессов и константы равновесия, а от промежутков времени начала и окончания наблюдаемых явлений. Зная время перехода системы в равновесное состояние, можно прекратить гидролиз путем нейтрализации кислоты, что позволит избежать деструкции восстанавливающих веществ и перерасхода тепла на обогрев реакторов. Интервалы времени трех процессов, происходящих в результате гидролиза таковы гидролиз 1,0 %-м раствором кислоты углеводов белой пыли описывается кривой, где от 0 до 110 ± 5 мин происходит накопление РВ. В промежутке времени от 115 до 180 мин система находится в состоянии равновесия, скорость гидролиза остается равной нулю, реакцию следует прекратить.

Для 3 %-го раствора кислоты область приращения РВ продолжается 96 ± 5 мин, далее наступает равновесное состояние системы, кривая приобретает вид прямой, параллельной оси абсцисс. В результате гидролиза 5 %-м раствором серной кислоты период приращения РВ длится 47 ± 5 мин, при этом выход редуцирующих веществ на порядок выше по сравнению с гидролизатом из 1 % и 3 % растворов серной кислоты.

Гидролиз 8 %-м раствором серной кислоты характеризуется еще меньшим промежутком времени прироста РВ - 42 ± 5 мин, состояние равновесия в системе наблюдается в интервале от 42 до 145 мин. Далее редуцирующие вещества окисляются до CO_2 , а концентрация уменьшается на 4 %. Установлено, что чем выше концентрация кислоты в гидролизуемой суспензии, тем быстрее протекает гидролиз и система входит в состояние равновесия. Для суспензий из белой пыли период времени приращения РВ сокращается со 105 до 45 мин, что связано с увеличением концентрации кислоты от 1 до 8 %. Для гидролиза можно применять и более концентрированные растворы серной кислоты, но отмечено увеличение скорости реакции окисления редуцирующих веществ, образующихся в результате гидролиза.

Для суспензии серой пыли интервал времени накопления РВ сокращается со 105 до 100 мин, что связано с меньшим, чем в белой пыли, содержанием в ней полисахаридов. Форма кинетических кривых гидролиза полисахаридов аспирационных отходов позволяет утверждать, что лимитирующей стадией кислотного гидролиза служит разрыв гликозидной связи. Константу равновесия реакции кислотного гидролиза можно рассчитать, по формуле:

$$K = \frac{[\text{РВ}]^2}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

где РВ - равновесная концентрация редуцирующих веществ, моль/л, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ - концентрация кислоты, моль /л. Численные значения константы гидролиза позволяют характеризовать его глубину. В нашем случае константы больше единицы, то есть реакция протекает глубоко в прямом направлении. Используя константы равновесия, можно рассчитать теоретический выход РВ. Практически выход редуцирующих веществ зависит также от вида пыли, то есть от количества полисахаридов в ней. Таким образом, процесс кислотного гидролиза углеводов, входящих в состав аспирационной пыли, следует считать гетерогенным и многостадийным, способным через определенные промежутки времени переходить в состояние равновесия. Причем, выход редуцирующих веществ зависит от углеводного состава исходного сырья.