

существенного сокращения объемов сточных вод является применение ингибиторов солеобразования, что позволит повысить кратность циркуляции в замкнутых водооборотных циклах. Это является предметом исследования авторов в настоящее время.

УДК 630.863.1

Войтов И.В., Дернович А.В.
(БГТУ)

ПРОДУКЦИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА – ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Реализованные в промышленных масштабах нефтехимические технологии позволяют с минимальными затратами получить из природного газа или нефти в значительных объемах, достаточное количество масел, топлив, растворителя, пластика, волокон, красителей и многого другого. Это способствовало быстрому вытеснению и практически полной замене природных продуктов, которыми пользовались на протяжении веков и получали которые из возобновляемых источников, растительного происхождения.

В результате увеличенного потребления ископаемых углеводородных ресурсов возникли большие экологические проблемы: повышенная концентрация углекислого газа в атмосфере, загрязнения земель и водных объектов шламами и буровыми растворами, содержащими углеводороды, которые создают угрозу будущим поколениям, требуют пересмотра подходов к использованию ресурсов планеты. Сегодня многие страны имеют массу проблем в обеспечении промышленных объектов углеводородными ресурсами из-за непрерывной растущей потребности, и как следствия этого, возникающих трудностей удовлетворения этого спроса и высокой цены на нефть и газ.

Ограниченность ископаемых углеводородных ресурсов вынуждает вернуться к возобновляемым традиционным источникам сырья, присматриваться и находить новые, которые могут обеспечить устойчивое и рациональное удовлетворения потребностей в энергии и материалах. В этом аспекте потенциал растительного мира практически не исчерпаем, а с учетом имеющихся достижений биотехнологии и углубленного развития технологий химической переработки и биологии открывает свои возможности как потенциальное сырье химического синтеза.

Огромным и существенным преимуществом целлюлозосодержащего растительного сырья является его возобновляемость. Лесные массивы и кустарниковые насаждения участвуют в естественном круговороте углерода. Деревья, кустарники и растения поглощают углекислый газ, превращают его в органические вещества, что препятствует накоплению его в атмосфере. Продукты из растительного сырья и их отходы прекрасно ассимилируются природными экосистемами.

Процесс изъятия целлюлозосодержащего сырья и воспроизводства растительной биомассы создает постоянную сырьевую массу, которая вовлекается в производственную сферу и способствует устойчивому развитию.

Несомненно, дальнейший рост цен на нефть и газ является дополнительным стимулом для возобновления производства из биоэтанола, полученного из растительного сырья, производства бутадиена и синтетических каучуков на его основе, которые использовали в прошлые годы.



Технологические процессы химической переработки целлюлозосодержащего сырья позволяют получать востребованные другими отраслями конечные продукты и продукты, идущие в дальнейшие переделы. Ряд таких процессов давно используется в промышленных масштабах, и сфера их применения постоянно расширяется. Для химических преобразований целлюлозосодержащего сырья подходят: древесина, отходы лесопиления, отходы сельскохозяйственных культур, остатки декоративных насаждений и растения, в том числе и генетически модифицированные. Биомасса растений является постоянно возобновляемым источником сырья для химической промышленности для производстве базовых органических соединений. Современные химические технологии и биотехнологии переработки целлюлозосодержащего сырья позволяют заменить до 50% углеводородного сырья для устойчивого развития химической промышленности.

В Республике Беларусь существует большой потенциал вовлечение в производственную сферу возобновляемого целлюлозосодержащего сырья и отходов сельхозпредприятий. Прекращение деятельности гидролизных предприятий в РБ привело к резкому падению производства не только технических спиртов и растворителей, но также микробиологического кормового дрожжевого белка. Прекратилось производство фурфурола – сырца сырья для нефтехимической и медицинской отраслей, а также массы продуктов переработки спиртовой барды, гидролизного лигнина и целлолигнина.

В гидролизном производстве широко используется целлюлозосодержащее сырье: отходы лесопиления и деревообработки, отходы переработки сельскохозяйственных культур и некоторые дикорастущие растения. Из этого сырья получают массу ценных и востребованных на рынке готовых продуктов, а также продукты, которые используются в других отраслях промышленности в качестве исходного сырья. К этим продуктам необходимо отнести: фурфурол, этиловый спирт (биоэтанол), угольная кислота, кормовые дрожжи и на их основе белковые витаминные добавки с различными функциональными свойствами за счет обогащения витаминами различных групп, белок пищевой и другие. Гидролизные дрожжи вследствие высокого содержания в них полноценных, хорошо усвояемых белков, биологически активных веществ, витаминов, ферментов, гормонов и микроэлементов применяются в качестве корма для домашних животных и птиц. Добавка кормовых дрожжей к растительным кормам, богатым углеводами, значительно улучшает их качество и повышает биологическую ценность. В гидролизных дрожжах содержится 46–55% белка, который в свою очередь содержит все жизненно необходимые аминокислоты и ценные для животных и птиц макро- и микроэлементы. Содержащиеся в дрожжах ферменты, гормоны и другие продукты микробиологического синтеза играют важную роль в улучшении обмена веществ в организме животных и птиц.

Широкий ассортимент продукции производится при переработке отхода гидролизного производства – лигнина: преобразователь ржавчины, активированные угли, сорбенты для очистки городских и промышленных стоков, а также для сбора разлитых нефтепродуктов, медицинские и ветеринарные сорбенты. Гидролизный лигнин является сырьем для производства нитролигнина, который снижает вязкость глинистых растворов, используемых в процессе бурения скважин, лигнин используется в органо-минеральных удобрениях, структурообразователях для естественных и искусственных почв, в качестве добавки в асфальтобетоны (изготовление лигнино-битумных растворов), топливных брикетов и пеллет.

Одним из наиболее ценным и высоколиквидным продуктом, получаемых гидролизным способом является фурфурол. Фурфурол (от лат. *furfur* отруби и *oleum* масло) органическое соединение гетероциклического ряда, жидкость; получается гидролизом непищевых растительных материалов по схеме, рисунок 1.

На гидролизных заводах реализуются две схемы получения фурфуrolа. Первая схема основана на сгонке фурфуролсодержащего пара (ФСП) с последующим получением фурфуролсодержащего конденсата

(ФСК) на решоферно-испарительном узле, т.н. прямой метод, или парофазный гидролиз. Вторая схема, предполагает сбора ФСК из паров самоиспарения гексозных гидролизатов в процессе их подготовки к сбраживанию. ФСК далее укрепляется на ректификационных колоннах с получением товарного продукта в виде фурфурола-сырца, или фурфурола технического первого и высшего сорта.

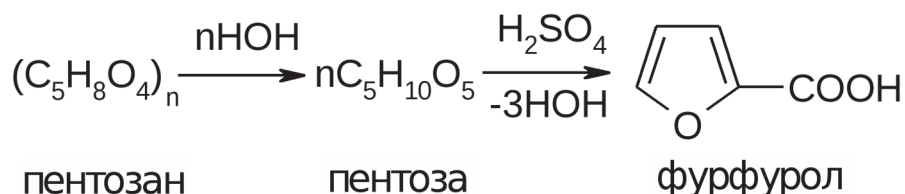


Рисунок 1 – Схема получения фурфурола из целлюлозосодержащего сырья

Основные объемы фурфурола используются для синтеза фурфуролового спирта, на основе которого получают смолы для литейного производства, пластмассы, полимербетоны, стойкие к агрессивным средам, и многое другое. Фурфурол успешно используется для получения концентратов алкилнафталинов и для очистки жидких парафинов. Использование фурфурола в качестве экстрагента ароматических углеводов из керосино-газойлевых фракций объясняется его высокой селективностью. Основная масса фурфурола используется при синтезе многочисленных его производных, применяемых в металлургии, производстве смол и пластмасс, медицине, сельском хозяйстве и прочих областях.

Наиболее важные в практическом отношении производные получают путем гидрирования и декарбонилирования фурфурола (77). К продуктам, производимым в промышленном масштабе, относятся: сильван (80), фуран (81), тетрагидрофуран (ТГФ, 82), фурфуроловый (ФС, 83) и тетрагидрофурфуроловый (ТГФС, 84) спирты.

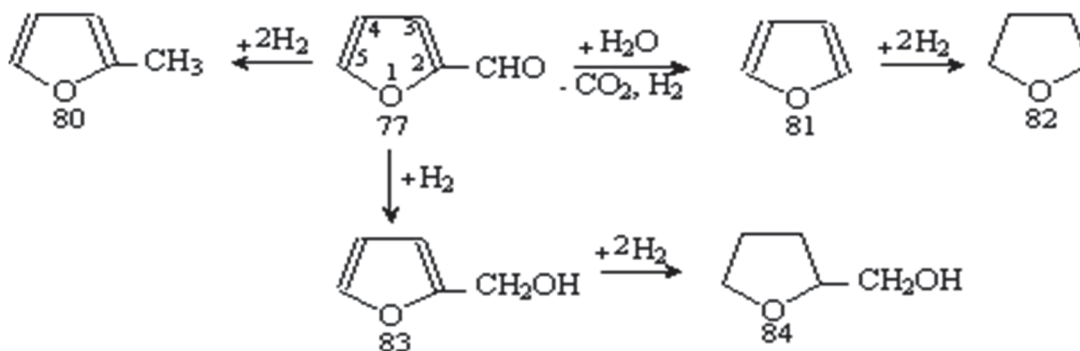


Рисунок 2 – Схема получения фурановых производных

В качестве сырья для получения фурфурола, биоэтанола, кормовых дрожжей, угольной кислоты и других продуктов методом гидролиза в Республике Беларусь ранее использовались: щепка, стружка и опилки (Бобруйский гидролизный завод) и одубина (Речицкий опытно-дрожжевой завод).

На Бобруйском гидролизном заводе в процессе гидролиза смеси щепы и опилок производились варки с получением гидрализатов, которые перерабатывались в спирт и кормовые дрожжи. Из паров самоиспарения гидрализатов выделяли ФСП, который доводили до товарного продукта в виде фурфуролола-сырца, или фурфурола технического, который далее перерабатывался методом ректификации в фурфурол 1 или высшего сорта.

В других странах, где налажено производство фурфурола, основным сырьем гидролизных производств является целлюлозосодержащее сырье, к которому относят отходы сельскохозяйственных культур (хлопковая шелуха, подсолнечная лузга, рисовая и просяная лузга, солома хлебных злаков, кукурузная кочерыжка), треста льна, дикорастущие растения и древесину лиственных пород.

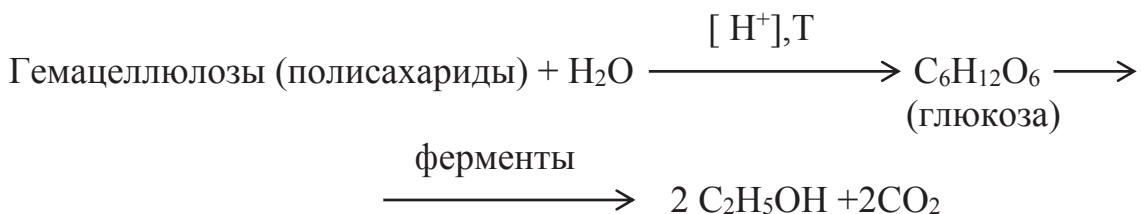
Стоимость 1 т фурфурола колеблется от 1,0 тыс.\$ до 2,0 тыс.\$ на условиях (ФСА) и зависит от страны производителя.

В настоящее время в Латвии планируется производить 5 тыс. тонн фурфурола в год из соломы злаковых культур. На территории ЕС: – в Австрии, Словении и Испании – производят только 2% фурфурола, от необходимого промышленности объема. Это говорит о высоком экспортном потенциале данного продукта.

Поскольку гидролиз целлюлозосодержащего сырья проводится в две стадии, то после отгонки ФСП, оставшийся в аппарате твердый остаток, представленный трудногидролизуемыми полисахаридами (содержание до 34%) и лигнином подвергается перколяционному гидролизу, что приводит к образованию моносахаров, которые в виде водного раствора (гидролизата) направляются на дальнейшую переработку.

Гидролизаты путем ряда технологических операций переводят в сусло, которое можно направить на производство этилового спирта или кормовых дрожжей.

Схема получения биоэтанола:



Выход спирта этилового ректифицированного технического крепостью 99,5% (биоэтанола) со 100 кг редуцирующих веществ (РВ) сула составляет до 61 литра.

Биоэтанол – альтернатива нефти, которая используется и для производства моторных топлив. В ряде стран уже сегодня идет реализация коцепции о глобальном производстве этанола для полной или частичной замены горючего. В странах соседях Россия, Украина и ЕС на автозаправочных станциях присутствует смесевой бензин с добавлением 5–10% этилового спирта. За последние десять лет в США была создана целая индустрия производства биоэтанола, о масштабах которой говорят следующие цифры: в России на всех нефтеперерабатывающих заводах производится 38,5 млн. тонн автомобильных бензинов в год, а в США используется ежегодно 40 млн. тонн биоэтанола в качестве компонента моторного топлива.

Биоэтанол служит исходным сырьём для получения многих химических веществ, таких, как ацетальдегид, диэтиловый эфир, тетраэтилсвинец, уксусная кислота, хлороформ, этилацетат, этилен и других.

Широко применяется биоэтанол как растворитель (в лакокрасочной промышленности, в производстве товаров бытовой химии и многих других областях), является компонентом антифризов и стеклоомывателей; в бытовой химии этанол применяется в чистящих и моющих средствах, в особенности для ухода за стеклом и сантехникой. Является растворителем для репеллентов.

Существенной проблемой для работы и для расширения гидролизного производства было отсутствие энергетического обеспечения гидролизных производств и большие накопления отходов производства – лигнина, создающего проблемы экологического и санитарно-гигиенического плана.

В последнее время в Республике Беларусь набирает тенденция строительство блоков для получения теплофикационной воды и пара с использованием электроэнергии (Минская ТЭЦ-4, ТЭЦ в Бресте), чтобы задействовать мощности Белорусской АС, а освобождающиеся мощности по производству пара можно задействовать для нужд производств гидролизного профиля.

Проблема свалок лигнина была долгое время острой и нерешенной. В последние годы внедрены в производственных масштабах современные технологии, позволяющие перерабатывать лигнин в товарную продукцию, обладающую высоким спросом. Сегодня объемы накопленного ранее гидролизного лигнина снижаются высокими высокими темпами.

Производство фурфуролола и биоэтанола методом гидролиза из возобновляемого целлюлозосодержащего сырья для страны сегодня это актуальная и перспективная тема.

Новые подходы к проведению гидролиза целлюлозосодержащего сырья позволяют увеличить выход фурфурола и биоэтанола. К таким технологиям можно отнести:

- получение: фурфурола с использованием солевых катализаторов;
- биоэтанола из гексозных гидрализатов с использованием ферментов с усиленной β -глюкозидазной активностью;
- получение различных кормовых продуктов методом ферментативного гидролиза;
- отгонки фурфурола и последующей ферментацией целлолигнина ферментативными препаратами до глюкозы;
- получение фурфурола непрерывным методом в прямоточных и противоточных аппаратах;
- получение комбикормов с использованием гидролизных кормовых дрожжей;
- производства различных продуктов, где исходным сырьем используется гидролизный лигнин, или целлолигнин.

Производство широкого спектра продукции из возобновляемого целлюлозосодержащего содержащего сырья требует восстановления гидролизных заводов.

Восстановление гидролизного производства в нашей стране с реализацией новейших технологий глубокой и комплексной переработки отходов древесины и отходов сельскохозяйственного производства методом гидролиза позволит:

- максимально использовать потенциал возобновляемого целлюлозосодержащего сырья методом гидролиза для производства высоколиквидных продуктов;
- производить широкий ассортимент ликвидной продукции;
- продукты гидролизного производства использовать в различных отраслях промышленности в качестве исходного сырья или в качестве наполнителей, заменителей, используемых на действующих заводах;
- увеличить долю переработки возобновляемого целлюлозосодержащего сырья и ассортимент выпускаемой продукции промышленного комплекса в целом;
- сократить расходы на закупку по импорту ископаемого углеводородного сырья (нефть и газ), кормовых дрожжей и комбикормов.