



**Инновационная технология производства биоэтанола из
целлюлозосодержащих продуктов**

БИОЭТАНОЛ: ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Растущий рынок биоэтанола

- В настоящее время во всем мире растёт интерес к различным видам жидкого биотоплива, получаемого из биомассы. Наблюдающийся в последнее время подъём мировых цен на нефть, озабоченность вопросами энергетической безопасности, а также изменением климата вследствие выбросов парниковых газов, - всё это подталкивает как промышленно развитые, так и развивающиеся страны к поиску способов коммерческого использования биотоплива.
- На сегодняшний день большая часть биоэтанола является **биотопливом первого поколения** и производится из зерновых культур (кукурузы, пшеницы, ячменя), а также культур с большим содержанием сахара (сахарного тростника, маниока, картофеля, сахарной свеклы). Дороговизна сырья сдерживает развитие производства биоэтанола.
- **Биоэтанол второго поколения** отличается тем, что его можно производить из непищевого сырья, в том числе в больших количествах из целлюлозы. Сырьём могут быть различные отходы сельского и лесного хозяйства: пшеничная солома, рисовая солома, багасса сахарного тростника, древесные опилки – т.е. практически любой вид целлюлозы . **Однако производство этанола из целлюлозы пока экономически не рентабельно.**



БИОЭТАНОЛ: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

Технологические и экономические сложности

- В настоящее время основные усилия по поиску возможностей для переработки целлюлозы в сырье для биоэтанола направлено на методы **энзиматического гидролиза**, которые обладают рядом недостатков (необходимость специальной и дорогой подготовки сырья, медленный процесс гидролиза, высокая цена энзимов, необходимость специфического вида энзимов для каждого вида сырья). В эти разработки вложены огромные средства и время, но результата они пока не дают.
- В тоже время давно известен **дешевый**, простой и надежный **метод слабокислотного гидролиза** целлюлозы. На основе этого метода работали все заводы по производству спиртов из целлюлозы в Советском Союзе. Метод прост с точки зрения химической технологии и необходимого оборудования.
- Недостатком этого метода является неконтролируемый процесс разложения целевых продуктов – сахаров с образованием фурфурола и его производных в процессе производства. Данный процесс приводит к уменьшению выхода сахаров, а также существенно снижает качество водных растворов сахаров, понижая в свою очередь объем производимого этанола. Из-за этих проблем процесс считался неэффективным для современного производства.

ТЕХНОЛОГИЯ

Инновационный подход к методу кислотного гидролиза

- Предлагаемая технология представляет собой **модифицированный вариант широкоизвестного метода слабокислотного гидролиза** для производства биоэтанола второго поколения.
- В процессе исследовательской работы был разработан новый способ кислотного гидролиза целлюлозосодержащих материалов, в котором отсутствуют все недостатки предыдущего метода. Новая технология позволяет осуществить защиту моносахаридов от воздействия высоких температур и давления. Защита моносахаридов происходит за счет использования в процессе **специальных протекторов**. При этом сохранена простота химической технологии.
- Новый способ позволяет осуществить гидролиз практически всех типов целлюлозосодержащих материалов: отходы деревообрабатывающей промышленности и другие целлюлозосодержащие отходы: **солома; багасса; осадочный ил очистных сооружений**, и т.п.



ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Слабокислотный гидролиз с использованием протекторов®

- Реакция кислотного гидролиза проводится при температуре 140-240⁰С и давлении 15-20 атм. в присутствии химических соединений – **протекторов**, защищающих моносахариды от воздействия высоких температур и давления.
- **Протекторы** разрушают водородные связи между макромолекулами целлюлозы и образуют за счет водородных связей комплексы с моносахаридами. Эти комплексы не подвержены воздействию высоких температур и давлению, и в тоже время очень легко разрушаются с выделением сахаров.
- **Протекторы** представляют собой низкокипящие жидкости, которые отделяются от раствора сахаров простой дистилляцией и возвращаются в производство (оборотный процесс).
- Структура макромолекул (кристаллическая или аморфная) полисахарида (целлюлозы), а также влажность не играют в данном случае существенной роли, в отличие от гидролиза целлюлозы под действием энзимов.
- **Протектор**, используемый в новом способе гидролиза - это жидкость, которая крупномасштабно производится химической промышленностью.



ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Результаты использование технологии

- По результатам опробования данной технологии на древесных опилках было выявлено образование около **260 литров биоэтанола** и **300 килограммов лигнина** из одной тонны сырья.
- Лигнин в настоящее время также активно используется для производства древесных пеллет. Одной тонны лигнина примерно достаточно для производства одной тонны пеллет.
- При использовании «протектора» энергетика нужна только на поддержание необходимой температуры. Давление, необходимое для процесса, создает при нагреве сам «протектор».
- Ценными сопутствующими продуктами, получаемыми в данном процессе, являются также олигомерные сахара, на основе которых возможно получение ценных пребиотиков, которые с успехом могут заменить антибиотики, используемые в животноводстве.
- Новая технология позволит полностью перейти на производство биоэтанола из целлюлозы, и резко сократит себестоимость производства. В себестоимости производства биоэтанола 60-70% занимает стоимость сырья. При переходе от использования зерна (280-320\$/тн) на опилки или солому себестоимость производства может быть уменьшена в разы.

ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Условия предложения и дальнейшего использования технологии

- В настоящее время процесс демонстрируется в стадии лабораторного прототипа.
- Технология легко осуществима, не требует экзотического оборудования и может быть в кратчайшие сроки и с минимальными затратами встроена в типовую современную промышленную установку для производства биоэтанола. Это связано с тем, что новая технология только производит сырье для производства, но не затрагивает сам технологический процесс получения биоэтанола.
- Для создания (проектирования) современной промышленной установки, необходимо отработать технологию на **пилотной установке** и получить данные для проектирования.
- По предварительной оценке стоимость создания пилотной установки и проведения испытаний (в условиях России) – 180 – 200 тыс. евро. **Время создания** и проведения испытаний – **1 год**.
- Предлагаемая технология прошла международную экспертизу, права на неё защищены патентом (РТС; WO 2009/116885 A1).
- Мы заинтересованы в потенциальном партнере, имеющем инфраструктуру и желание, для продвижения новой технологии.

