

Химический саммит: КУРС НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Основным фокусом деловой сессии VII Московского международного химического саммита стала энергоэффективность химических производств. Не секрет, что на российских предприятиях коэффициенты расхода энергии значительно выше по сравнению с зарубежными производствами. Не жалуют отечественные производители альтернативные источники энергии. Функционирует экономическая среда, неблагоприятная для утилизации отходов с целью получения тепловой и электрической энергии, хотя снижение энерго- и ресурсопотребления — основной способ интенсификации технологических процессов.

Новые подходы к биотопливу

Академик РАН Илья Моисеев рассказал на открытии саммита о новых подходах к производству возобновляемых источников энергии. Любое сырье биологического происхождения проходит шесть стадий до получения конечного продукта, и чем меньше число стадий, тем меньше требуется энергии и тем ниже конечная стоимость продукта. Поэтому для увеличения рентабельности любого производства требуется сокращение стадийности процесса.

Например, в процессе Caskata всего два этапа: на первой стадии осуществляется термокаталитическое окисление любых лигноцеллюлозных отходов — в результате получается синтез-газ. Затем после очистки и рекуперации тепла синтез-газ поступает в биореактор, где превращается в бутанол и этанол. Благодаря бактериальному синтезу оксида углерода (реакция 1) и бактериальному хемосинтезу диоксида углерода (реакция 2) выход продукта составляет 60–

90 % от теоретического, а расход воды на проведение процесса вдвое меньше, чем при переработке нефти, что делает процесс еще более экономичным и экологичным. Себестоимость одного литра этанола, полученного таким способом, составляет всего 6 рублей, в то время как, по данным ассоциации биотехнологий, на сегодня литр самого дешевого этанола стоит 15 рублей.



Из этанола в дальнейшем можно получать бензин, керосин и дизельное топливо.

Другим примером бактериального синтеза является получение биотоплива из липидосодержащих растений. По удельному содержанию масел и энергоёмкости водоросли выгодно отличаются от других масличных. Микроводоросли способны поглощать углекислоту в промышленных масштабах, следовательно, их производство может быть организовано в объеме, необходимом промышлен-



Илья Моисеев, академик РАН

ности. Так, в городе Нидераузем (ФРГ) уже сегодня CO_2 топочных газов ТЭС утилизируется в фотореакторах с целью получения водорослей. Понятно, что если в изобилии солнечное излучение, то не требуется дополнительных усилий и затрат, именно поэтому южные страны активно занимаются выращиванием

Рис. 1. Новый путь к этанолу из лигноцеллюлозного сырья

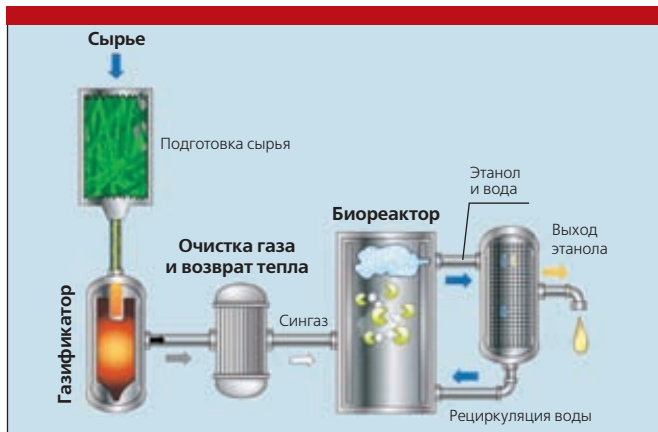
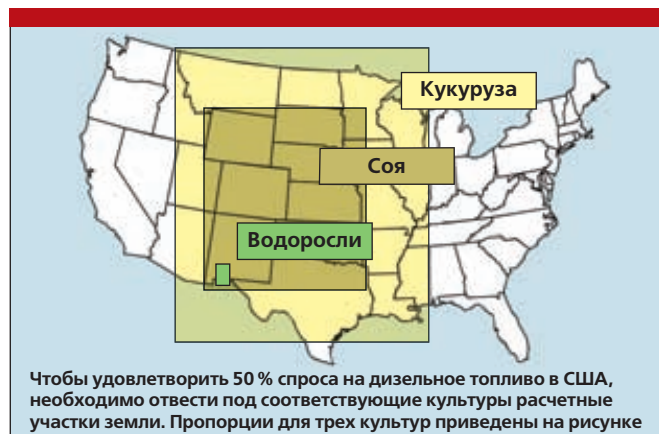


Рис. 2. Три сценария замены половины нефтяного дизеля на биотопливо, США 2022 г.



© Bryan et al., Science, 2008 г.

водорослей. Однако в последнее время заинтересованность в процессе проявляют Финляндия, Канада и другие страны северного полушария. Компания DuPont также объявила о намерениях заниматься выращиванием микроводорослей для получения на их основе третбутанола, являющегося уникальным сырьем для химиков.

Сегодня водоросли — революция в химической технологии. Можно превращать в топливо углекислоту, выделяющуюся в любом экзотермическом процессе. Например, в процессе окислительной димеризации метана 50 % сырья превращается в этилен и этан, а 50 % в углекислоту, и эту углекислоту можно эффективно использовать для получения топлива.

Можно также сжигать уголь, получать энергию и углекислоту, которую затем превращать через водоросли в высшие жирные кислоты. Перед химиками открываются огромные возможности.

В декабре департамент энергии США выпустил дорожную карту, где планируется к 2022 году снизить потребление ископаемого топлива на 50 %. Чтобы выполнить поставленную задачу, кукурузой понадобилось бы засеять всю территорию

Сегодня водоросли — революция в химической технологии, по энергоёмкости они выгодно отличаются от других культур.

Соединенных Штатов. Водоросли для производства того же количества дизеля заняли бы территорию в тысячи раз меньшую.

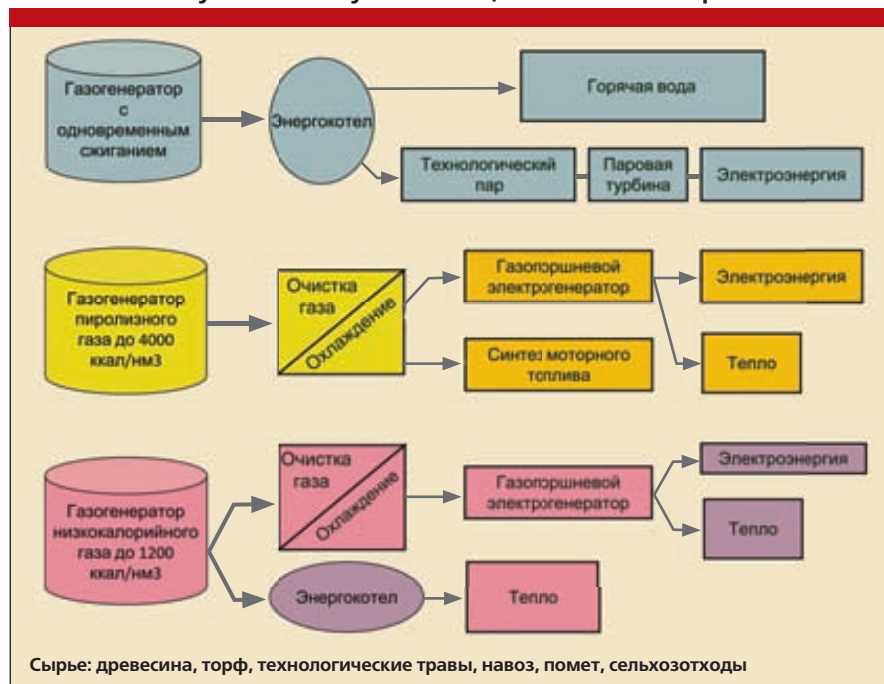
Человечество ставит перед собой задачу научиться перерабатывать органическую часть биомассы методами, которые применяются в химии и нефтехимии, и сделать это необходимо с наименьшими затратами энергии и труда.

Синтез-газ и пиролиз

Владимир Байбурский, председатель комитета по нефтехимии Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, остановился на перспективном направлении утилизации различных отходов с получением синтез-газа, тепловой и электрической энергии — пиролизе углеводородного сырья. Этот процесс не селективный, протекает при температуре выше 600 °С, в результате образуются оксид и диоксид углерода и водород.

В последнее время на Западе широкое распространение получили мини-ТЭЦ, в основе которых лежит сжигание биосырья, в дальнейшем — получение

Рис. 3. Новый путь к этанолу из лигноцеллюлозного сырья



водяного пара, который подается на турбины для получения электроэнергии. Процесс утилизации различных органических отходов можно организовать по 3-м схемам (см. рис. 3). Вторая и первая схемы имеют принципиальное отличие, третья является симбиозом 2-х. Сегодня создано множество установок, в основе которых лежит данный процесс. В Славинске (Украина) на солевом комбинате запущено три установки мощностью по 10 МВт каждая.

Основное преимущество таких установок — возможность прямого сжигания биотоплива. При этом заменяются дорогостоящие мазут, нефть, газ или уголь — установки могут работать практически на всех видах альтернативного топлива,



Владимир Байбурский, председатель комитета по нефтехимии Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков

легко комбинируются с существующими моделями паровых и водогрейных котлов, а также с сушильными установками, существующими в промышленности; не требуется внесения каких-либо изменений в конструкцию котлов. Процесс полностью автоматизирован, при переходе на биотопливо значительно снижаются выбросы CO_2 и N_xO_y в атмосферу. Установки просты в эксплуатации и относительно дешевы.

Но так как калорийность получаемого синтез-газа ниже по сравнению с природным, то имеет место потеря эффективности. Сегодня ЗАО «Биоэнергетика» проведены испытания на синтез-газе двигателя АГ 75–Т400–1Р Минского моторного завода. Определена устойчивая работа на нагрузке 60 кВт (75 % мощности). Себестоимость электроэнергии составила 4,5 рубля за кВт, что позволяет говорить о сроке окупаемости менее года. Стоимость установки — от 7 до 10 млн рублей. При температурах выше 1200 °С можно эффективно сжигать лигнин, одновременно разлагая диоксины и фураны, выделение которых является на сегодняшний день главной и почти единственной нерешенной проблемой мусороператки в России.

Бизнес-поддержка

Об уникальном опыте инфраструктурной поддержки малых и средних химических предприятий в Татарстане рассказал Альберт Каримов, управляющий технополиса «Химград». Большинство предприятий, занятых в сфере малотоннажной химии и переработке полимеров, испытывают трудности в развитии ▶

бизнеса из-за отсутствия необходимой инфраструктуры. Поэтому в Казани на площадке в 131 га создан технополис «Химград». В 2009 году объем инвестиций в технополис превысил 1,5 млрд рублей, создано 3 600 рабочих мест, резиденты технополиса, а это уже 70 компаний, выпустили продукции на 3 млрд рублей.

В технополисе реализуются три направления инфраструктурной поддержки бизнеса:

- создание инфраструктуры и предоставление помещений тем компаниям, которые сегодня ютятся в старых советских разваливающихся цехах;
- обеспечение технологической инфраструктуры;
- предоставление комплексных услуг. С целью реализации первого направления построено модульное здание, специально спроектированное для компаний, нуждающихся в помещении площадью до 1 тыс. кв. м. У каждой компании имеются свои входы и выходы, но проектируется еще одно модульное здание общей площадью 21 тыс. кв. м, где разместятся 20 компаний.

Компании, которые обеспечивают технологической инфраструктурой, как правило, реализуют более крупные проекты. «Химград» выделяет им на своей территории землю, подключает к электроэнергии, теплу, воде, при этом все технологические подключения бес-

платны. Пример — проект по выпуску высокобарьерных полимерных пленок компании «Данафлекс», запускаемый совместно с ГК «Роснано», — на технологических подключениях сэкономлено 108 млн рублей.

В «Химграде» действует принцип «одного окна», начиная с поставок сырья. Технополис подписал соглашение с крупными предприятиями республики о совместном контроле за своевременностью поставок, в том числе по графику, утвержденному в «Татнефтехиминвест-Холдинге», являющемся координатором. Кроме того, технополис обеспечивает компании различными разрешениями, экологической документацией, маркетинговыми услугами, интернетом и др.

«Химград» работает в тесном контакте с вузами, инвестиционным венчурным фондом, комитетом по развитию предпринимательства, который выделяет гранты. А когда работа проводится системно, то и результат не заставляет долго ждать. Сегодня ОАО «Татнефтехиминвест-Холдинг» заканчивает реконструкцию своей площадки, где планируется размещение пилотных установок по отработке теплосберегающих технологий.

В планах «Химграда» — создание своеобразного парка химических лабораторий, проектировщиков, чтобы при появлении старт-апов, можно было быстро продвигаться дальше.



Альберт Каримов, управляющий технополиса «Химград»

оборудования химического комплекса в целом составляет около 60 %, на отдельных производствах — превышает 80 %. В такой ситуации, как заметил зампреда Научного совета РАН по химической технологии Николай Кулов, для совершенствования и интенсификации химико-технологического комплекса следует выбирать наиболее энергоемкие узлы, которые используются практически во всех химических и нефтехимических производствах, например процессы разделения смесей. По мнению спикера, именно это позволит создавать безопасные энерго- и ресурсосберегающие установки и гибко решать большой круг задач.

Наиболее часто используемым процессом для разделения жидких смесей

Законодательная ситуация в области возобновляемых источников энергии меняется. В этой сфере с 2002 года приняты следующие законы:

- от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»;
- от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности».

Указы Президента РФ:

- от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;
- от 12 мая 2009 г. № 537 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года».

Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1225:

«О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»

В комиссии при Президенте РФ по модернизации российской экономики создана рабочая группа по энергоэффективности.

Совмещение процессов

Не секрет, что в России из-за отсутствия ресурсосберегающих технологий удельное энергопотребление химических производств в 1,5–3 раза выше, чем в Европе и США (см. табл. 1), а степень износа основных производственных фондов и

Рис. 4. Структура резидентов технополиса по профилю деятельности



является дистилляция. Реальной альтернативы этому процессу в настоящее время нет и в ближайшие 20 лет не будет. Снижение затрат на разделение можно достичь за счет внедрения гибридных процессов, объединяющих дистилляцию с химической реакцией, мембранным разделением и т. п. Некоторые специалисты полагают, что до 20 % классических реакционных процессов можно заменить на гибридные или совмещенные, протекающие одновременно в одном и том же аппарате. Для таких процессов характерны низкие как энергетические, так и капитальные затраты.

Сегодня успешно реализован совмещенный процесс каталитической дистилляции. В колонне каталитической дистилляции объединены реактор и разделительная система, которые работают одновременно в едином пространстве. Исследования совмещенных процессов каталитической дистилляции начинались в Германии и России, а первая установка запущена в Соединенных Штатах. Применение совмещенного процесса в производстве метилацетата позволило заменить 8 дистилляционных колонн, жидкостные экстракторы, связанные с ними теплообменники, насосы, емкости, контрольные системы одной колонной каталитической дистилляции. Колонна фактически является целым химическим заводом, производящим 180 тыс. т в год высокочистого метилацетата, используемого в производстве различных полиэфиров. Процесс очень экономичен, требуется только 1/5 часть капиталовложений, потребляется лишь

Таблица 1. Энергопотребление на тонну продукции (в Гкал Гкал/т)

ПРОДУКТ	Россия	Европа, США	Отношение
Аммиак	9,6–10,3	6,7–7,0	1,45
Метанол	11,2–12,6	7,0–7,5	1,57
Карбамид	1,3–1,8	1,0	1,55
Первичная переработка нефти	34,1	19–21	1,7
Каталитический крекинг	70,3	21,8	3,2
Гидрокрекинг	147,0	67,0	2,2

1/5 часть энергии по сравнению с традиционным процессом.

Преимущество каталитической дистилляции заключается в том, что снимаются термодинамические ограничения, достигается практически полная конверсия реагентов, увеличивается селективность и снижается энергопотребление в 1,5–2 и более раз.

Создание энергетически эффективных процессов путем совмещения ректификации и химической реакции, ректификации и кристаллизации, мембранного разделения — позволяет найти принципиально новые технологические решения для многих химических производств. Такие работы в России ведутся, но очень медленными темпами, основная причина — отсутствие заказов со стороны промышленности.

Есть и другой путь экономии энергии в процессах ректификации, основанный на снижении движущей силы и сокращении числа кипятильников и конденсаторов, в которых главных об-

разом и происходят необратимые потери энергии. Объединение этого подхода с принципом совмещения привело к созданию колонны с так называемой разделяющей стенкой. Идея была высказана советским ученым Ф. Б. Петлюком в 70-ые годы прошлого столетия, ее реализация тогда казалась невозможной,

**Гибридные
или совмещенные
реакционно-
массообменные
процессы позволяют
существенно снизить
энергозатраты.**

однако в 2007 году в журнале Chemical Engineering Research появилось сообщение о создании и испытании колонны с разделяющей стенкой. Работа выполнена совместными усилиями фирмы Sulzer, BASF и учеными Штутгартского университета, которые проводили расчеты в рамках крупного исследовательского гранта Евросоюза. В качестве модели исследования использовали реакцию гидролиза метилацетата при производстве поливинилового спирта.

Таким образом, если отказаться от концепции Unit Operations «Каждому процессу — свой аппарат (И. А. Тищенко, 1911)» и разрабатывать гибридные, совмещенные реакционно-массообменные процессы, то можно значительно снизить энергозатраты. Однако для этого нужно иметь тщательно проработанный и всесторонне обсужденный план восстановления потенциала химической промышленности России, рассчитанный на длительный период и серьезный успех. А государству и бизнес-сообществу необходимо разработать прозрачный механизм паевого финансирования целевых научных проектов и эффективные способы использования отечественных разработок в промышленной практике, объединив интересы предприятий перерабатывающей промышленности, изготовителей химического оборудования и научного сообщества. ■



Николай Кулов, зампрезидент Научного совета РАН по химической технологии