

ния Arco и Lyondell), либо ацетоксилированием пропилена с последующим гидролизом аллилацетата в целевой продукт (компания Dairen).

В основе вышеуказанного процесса оксо-синтеза, лежит проведение гомогенного гидроформилирования аллилового спирта, с последующей водной экстракцией альдегидов и гидрированием их до целевых продуктов. Технология процесса ранее была разработана в Японии компаниями Kuraray Co. Ltd. и Daicel Chemical Industries. Ltd [4, 5] и параллельно в России во ВНИПИМ с участием ИНХС [6]. В дальнейшем, американские компании Arco Chemical Technology L.P. и Lyondell Chemical Technology L.P., приобрели данную техно-логию получения 1,4-бутандиола, создали и совершенствуют его производство [7–11].

На опытном заводе ВНИПИМ (г.Тула) было создано производство 1,4-бутандиола из аллилового спирта, включающее комплекс модельных и опытных установок и отработаны все стадии технологического процесса получения целевого продукта. Основной и наиболее важной стадией процесса является гидроформилирование, т.е. взаимодействие аллилового спирта с синтез-газом ($\text{CO} + \text{H}_2$) в присутствии Rh-катализатора и трифенилфосфина.

В результате проведения научно-исследовательских работ на лабораторных установках в интервале рабочих температур 20–150°C и общем давлении окиси углерода и водо-рода до 5 МПа, были изучены основные закономерности и условия протекания гидроформилирования аллилового спирта с отделением альдегидов водной экстракцией и исследованием возможной дезактивации родиевого катализатора.

Кинетические исследования проводились в растворе толуола с использованием в качестве катализатора $\text{HRh}(\text{CO})(\text{PPh}_3)_3$ в присутствии 15-кратного молярного избытка PPh_3 . Было изучено влияние условий проведения реакции на ее скорость и селективность. Установлено, что скорость реакции существенно возрастает при увеличении концентрации катализатора и повышении температуры реакции, тогда как изменение давления и состава синтез-газа, в исследованном интервале значений параметров, не оказывает на нее заметного влияния. Селективность реакции по целевому 2-окситетрагидрофурану увеличивается при повышении содержания H_2 в синтез-газе.

На основании полученных экспериментально и известных из литературы [12–15] данных, уточнен механизм и построена кинетическая модель реакции, учитывающая образование оксальдегидов и побочных продуктов а также дезактивацию катализатора.

Построение осуществлялось методом маршрутов с использованием принципа квазистационарности по каталитическим комплексам. В результате получены кинетические выражения по всем маршрутам реакций и определены порядки по катализатору и исходным реагентам.

Найдены константы скоростей элементарных стадий для различных температур реакции. Показана адекватность построенной кинетической модели реакции гидроформилирования аллилового спирта полученным и литературным данным.

Исследовано взаимодействие аллилового спирта с комплексом родия, установлено зависимость протекания дезактивации Rh- катализатора от температуры и других факторов. Рассчитаны эффективные константы процесса гидроформилирования от температуры.

Применение гомогенного катализатора позволяет управлять процессом, модифицировать Rh- катализатор, проводить его реактивацию и возвращать в рецикл процесса.

Список литературы

1. Каверин В. В. Производство 1,4-бутандиола: информ. обзор, 1987 // Сер. Производство мономеров. – М.: НИИТЭХИМ, 1987. – 46 с.
2. Балов А., Станишевский М. Бутандиол и его производные: аналит. обзор // The Chemical Journal // Химический журнал. – 2011. – № 9.
3. Перспективы мирового спроса на 1,4-бутандиол: отрасл. обзор // АКПП, Сер. Химия и нефтепереработка. – М., 2009. – 32 с.
4. Патент Японии № 53 – 19563, 21.06.1978.
5. Патент Японии № 60 – 6630, 14.01.1985.
6. Платэ Н.А., Сливинский Е.В. Основы химии и технологии мономеров: учеб. пособие. – М.: Наука: МАИК – Наука/Интерпериодика, 2002. – 696 с. – С. 397.
7. Патент США № SU 6,225,509 B1, 01.05.2001.
8. Патент США № SU 7,271,295 B1, 18.09.2007.
9. Патент США № SU 7,279,606 B1, 09.10.2007.
10. Патент США № SU 7,612,241 B1, 03.11.2009.
11. Патент США № SU 7,790,932 B1, 09.10.2010.
12. Arau S., Saito T., Matsunaga H., Tsutsumi, Y., *Toyo Soda Kenkyu Hokoku*. – 1981. – Vol. 25, no.1. – pp. 3–12.
13. De Munk N.A., Notenboom P. A., De Leur J. E. and Scholten J. J. F. // *J. Mol. Catal.* – 1981. – no. 11. – pp. 233–246.
14. Abatjoglou A.G., Bryant D.R., *Arab // J. Sci. Eng.* – 1985. – Vol. 10, no. 4. – pp. 427–436.
15. Deshpande R. M., Chaudhari R.V. // *J. Catal.* – 1989. – Vol. 115, no. 2. – pp. 326–336.

Экология и рациональное природопользование

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Левинзон С.В.

Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга,
e-mail: svlev@web.de

Спор специалистов о преимуществах и недостатках альтернативных источников энергии,

похоже, заканчивается. Стало понятно, что для человечества очень важно искать новые возобновляемые ресурсы. Дело не только в том, что «внутренние возможности» добычи полезных ископаемых на планете Земля постоянно уменьшаются. Кроме того, их добыча и переработка увеличивают выброс парниковых газов и ядовитых веществ, образующихся при сгорании

нефти, газа и нефтепродуктов. Наша планета и её жители ощущают их действие уже давно. Человечество беспощадно использует не возобновляемые или трудно возобновляемые ресурсы, чтобы себя обогреть, осветить, перевезти на транспорте, накормить. Эти действия нарушают хрупкий экологический баланс на планете. Для человечества на данный момент легче использовать ископаемое топливо, такое как нефть и газ. Но многие месторождения уже исчерпали свой запас, и рано или поздно нам придется перейти на применение альтернативных источников энергии. Энергосбережение, как один из элементов научно-технического прогресса, имеет свою короткую историю, начинающуюся с начала 70-х годов прошлого столетия. Условно современную историю энергосбережения можно разбить на 4 этапа – 1973–1991, 1991–2003, 2003–2008 и 2009–по настоящее время. Конечно, и до начала 70-х годов разработки в области энергосбережения велись. Но, с одной стороны, разрозненно и «точечно» (как за рубежом, так и в нашей стране [1-3]), с другой – при отсутствии законодательной базы в данном направлении. Т.е. не было разработано законодательство, обеспечивающее приоритет компаниям и гражданам, использующим энергосберегающие технологии и решения. Сначала это коснулось США, Европы и Японии и значительно позже – нас. Начало первого этапа современной истории энергосбережения (1973–1991 годы) связано с очередным конфликтом, известным как «Война Судного Дня», нефтяным эмбарго, резким ростом цен на нефть и газ. В Европе и США произошёл неконтролируемый рост стоимости электрической и тепловой энергии, а в ряде случаев – и с длительными перебоями их подачи. В большинстве развитых государств были приняты решения по разработке специальных программ экономии энергии, выделении громадных бюджетных средств на проведение НИР и ОКР. Особое внимание уделялось использованию нетрадиционных источников энергии, снижению энергопотребления в различных отраслях промышленности. К сожалению, большинство работ, начатых в те годы, показали недостаточную эффективность и длительную окупаемость из-за несовершенных материалов и технологий. И, кроме того, цены на нефть очень быстро стали снижаться. На основе всех исследований была разработана целостная идеология экономии энергии, было показано со всей очевидностью, что для успешного решения проблем энергосбережения необходим комплексный подход к ней – улучшение только одного какого-нибудь элемента не позволит кардинально снизить энергопотребление.

После начала операции США против Ирака «Буря в пустыне» в 1991 году практически стартовал и новый энергетический кризис, а также второй этап истории энергосбережения. Сто-

имость нефти на некоторое время опять резко выросла, вновь возникла и потребность в новых способах экономии энергии. Этот этап продолжался ориентировочно вплоть до 2003 года и отмечен значительно более интересными результатами с точки зрения внедрения новых энергосберегающих технологий. Дело в том, что за 80-е годы был достигнут значительный прогресс в новых технологиях, определенных в качестве приоритетных на первом этапе. И эти наработки стали активно внедряться. Сюда можно отнести тепловые насосы, ветровые генераторы, солнечные элементы. Следует отметить, что одновременно были выделены очень большие средства на публичное продвижение программы энергосбережения и разъяснение ее целей потребителю. Начало третьего этапа современной истории энергосбережения в 2003 году связано уже не только с военной операцией США в Ираке и Афганистане и последовавшим увеличением стоимости углеводородов, но и с осознанием того факта, что климат планеты достаточно серьезно меняется. А в глобальном потеплении виноваты, в значительной степени, деятельность человека и неконтролируемый выброс двуокиси углерода. В этот период отмечались значительные успехи в разработке и запуске в массовое производство новых материалов, позволяющих более эффективно использовать, например, солнечную, а также и иные возобновляемые виды энергии. На данном этапе был разработан документ ЕС, известный под условным названием «Программа 20 – 20 – 20», который был принят Европейским Парламентом в декабре 2008 г. В 2004 году Конгресс США, провозгласив выполнение основных положений Energy Act 1992, принял новый документ – Energy Act 2004, а также разработал так модные сегодня Road Map («Дорожные карты») для различных отраслей промышленности. Такие документы определили краткосрочные и среднесрочные конкретные цели энергосбережения. Эта программа сейчас очень эффективно работает. Кстати, при принятии Energy Act 2004 было отмечено, что благодаря предыдущему аналогичному документу – несмотря на существенный рост промышленных производств в США, потребление энергии в целом по стране практически не изменилось по сравнению с 1990 годом. Причем, что особенно важно отметить, и в ЕС, и в США налажена необычайно четкая координация различных мероприятий по энергосбережению не только между странами, но и между отраслями промышленности. Энергосбережение действительно становится основой экономики, а что еще удивительнее – поддерживается большинством граждан стран, несмотря на то, что некоторые новые технологии сегодня все еще значительно дороже традиционных. Можно считать условно, что 4-й этап ведёт отсчёт с 2009 года: в предыдущем году начался крупнейший после Великой

депрессии 30-х годов прошлого века финансовый кризис, который уже в начале 2009 года очень негативно сказался на экономиках практически всех стран. Особенно сильно он отразился на финансовой сфере и строительной отрасли. Но компании не перешли на выпуск более дешевой и менее качественной продукции, т.е. выжили не те фирмы, которые удешевляли свою продукцию, а те, которые имели возможность вывести на рынок что-то новое, иногда – более дорогое, чем у конкурентов, но с лучшими потребительскими характеристиками. Сведения о целях и задачах программы ЕС «20-20-20», Energy Act 2004 США, приведены в докладе.

Несколько слов о том, что происходило в РФ, когда развитые страны активно развивали энергосберегающие технологии. Практически ничего. В 70-е годы мы только радовались повышению цены на нефть, в 80-е – была перестройка, а экономика просто рухнула, в начале 90-х – делили советскую собственность. Так вышло, что весь наиболее активный период создания новых энергосберегающих технологий мы проспали. И только в середине 90-х годов прошлого века и в России стали думать об экономии энергии. Думать по существу, а не решать отдельные точечные вопросы.

Каким же видится будущее энергосберегающих технологий? Во-первых, совершенствование технологических процессов для альтернативных источников и внедрение их в повседневную жизнь. Во-вторых, оценка и освоение новейших технологий по использованию не возобновляемых источников энергии. К альтернативным источникам можно отнести энергию ветра, воды, биомассы, геотермальную энергию, ядерную энергетику. В определенном смысле, сюда можно отнести и энергосберегающие технологии на транспорте. Солнечные батареи постоянно совершенствуются, создаются «солнечные парки». Улучшаются массогабаритные характеристики солнечных элементов, технология их эксплуатации, уменьшается цена. Изучение «розы ветров» различных стран и регионов позволяет устанавливать энергетические установки различных типов, например, ветряные мельницы, ветрогенераторы в наиболее эффективных местах с учётом рельефа местности. По данным энергетических комиссий ООН и ЕС уже в 2000 году глобальная энергетическая емкость ветряных установок превысила 10000 мегаватт, что примерно равно 16 миллиардам киловатт-час электричества. Подсчитано, что ветрогенераторы, установленные на 1% территории США, могут покрыть 20% нужды в электроэнергии. (Дополнительные источники информации приводятся в докладе). Эффективность гидроэнергетики в дальнейшем будет определяться, с одной стороны, стоимостью возобновляемых и альтернативных источников энергии, с другой – экологической составляю-

щей эксплуатации как ранее построенных, так и новых гидроэлектростанций. С использованием биомассы – вопрос сложный: снова приходится оценивать «с одной стороны, с другой стороны». В любом случае, речь идёт об органических веществах, сохранившим в себе энергию Солнца благодаря процессу фотосинтеза. На сегодняшний день эта отрасль занимает второе место после гидроэнергии из списка альтернативных источников из-за своей дешевизны и доступности. Она составляет 15% от мировой поставки энергии и до 35% – в развивающихся странах. Но с другой стороны пустыни завоевывают все больше пространства. Некогда плодородная земля, оставшись без растительного покрова, будет подвергаться эрозии и растеряет органику. Придётся выбирать из двух зол меньшее. Геотермальные источники энергии – это внутренняя теплота нашей планеты. Используются в геологически активных зонах, где имеется непрерывный, сконцентрированный тепловой поток, выходящий на поверхность. Например, в Исландии геотермическая энергия позволяет нагреть 95% всех домов. Большинство «за и против» использования ядерной энергии хорошо известно. Полностью «запретить» её вряд ли удастся даже с учётом Фукусимы, но совершенствование атомных реакторов, особенно с точки зрения безопасности для людей и природы, будет происходить постоянно. Транспортные средства, являющиеся одними из самых мощных потребителей энергоресурсов, могут сыграть значительную роль в структуре энергосберегающих технологий. В ближайшие годы будут усиленно развиваться технологии по добыче не возобновляемых источников энергии. Например, многие страны ЕС и США уже в настоящее время переживают «сланцевый бум». Впрочем, сколько это будет продолжаться – не известно, ведь сланцевые скважины живут недолго, стоят дорого, а экологический ущерб от них может оказаться посерьёзнее, чем от аварии в Мексиканском заливе. В настоящее время, в основном, решается сиюминутная проблема больше политического, чем технического характера. Прогнозы противоречивы: эксперты еще не научились рассчитывать «продолжительность жизни» сланцевых месторождений. С одной стороны, продуктивность нефтяной скважины в Саудовской Аравии в 26 раз больше, чем у скважины в сланцевых породах Северной Дакоты, с другой, то, что ещё 10 лет назад казалось невозможным и экономически невыгодным сегодня уже в значительной степени пройденный этап.

Вернёмся к перспективам развития энергосберегающих технологий в РФ. Если ориентироваться на перспективный план, который должен обеспечить, по мнению государственных органов власти, снижение энергозатрат на 40% к 2020 году [4], то картина будет выглядеть следующим образом. Глава 3 Закона «Государствен-

ное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» предусматривает регулирование в таких направлениях, как обеспечение энергетической эффективности при обороте товаров зданий, строений, сооружений, повышение энергетической эффективности в жилищном фонде, в садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан, обеспечение учета используемых энергетических ресурсов и применение приборов учета используемых энергетических ресурсов при осуществлении расчетов за энергетические ресурсы, повышение энергетической эффективности экономики субъектов Российской Федерации и экономики муниципальных образований. К сожалению, в отличие от европейских и американских программ все, что предлагается в России, не предполагает серьезных льгот конечному потребителю, использующему более дорогую энергосберегающую продукцию, а также налоговых преференций ее производителям. Некоторые из региональных инициатив основаны не на снижении тарифов тем, кто модернизировал, например, здание, а на увеличении их для «штрафников». Как показывает зарубежный опыт, подобное «понууждение к энергосбережению» чрезвычайно малоэффективно. Кроме того, ещё большее значение, чем в настоящее время, будут играть такие факторы, как утилизация и переработка «отходов жизнедеятельности человека» и конкуренция – движущая сила энергосберегающих технологий. Приводятся конкретные примеры решения упомянутых выше вопросов в ряде стран ЕС, в частности, ФРГ.

Список литературы

1. Левинзон С.В., Фейгин Л.З. и др. Эффективные способы и устройства энергосбережения. Современные наукоемкие технологии. – М., 2009. – № 1. – С. 23–24.
2. Левинзон С.В. Новые тенденции в энергосберегающих технологиях // Международный журнал экспериментального образования. – М., 2011. – № 6. – С. 78–79.
3. Левинзон С.В. Энергосберегающие технологии: плюсы и минусы. Международный журнал экспериментального образования. – М., 2012. – № 4. – С. 75–77.
4. Федеральный закон Российской Федерации. № 261-ФЗ Об энергосбережении о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. – М., 2009. – 79 с.

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ АНТРОПОГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ АЭРОЗОЛЯ

Сихынбаева Ж.С., Шакиров Б.С.,
Жолдасбекова К.А.

*Южно-Казахстанский государственный
университет им. Ауезова, Шымкент,
e-mail: abeke56@mail.ru*

Важная задача мониторинга атмосферных аэрозолей заключается в идентификации источников выбросов первичных аэрозолей и кислотообразующих газов – предшественников вторичных

аэрозолей. Актуальность такой задачи очевидна, так как ее решение позволяет установить вклад отдельных источников в загрязнение воздуха аэрозолями на этой основе определить наиболее эффективные направления решения проблемы.

Многие промышленные города Казахстана характеризуются высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна продуктами сгорания органических топлив, в частности, оксидами серы (SO₂) и азота (NO), монооксидом углерода (CO), сажей полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ). В атмосфере первичные продукты сгорания могут вступать в дальнейшие реакции с образованием вторичных загрязнителей, причем, как газообразных, так и аэрозолей. Между тем вторичные аэрозоли представляют большую опасность для окружающей среды и человека. Они являются мелкодисперсными (с размерами частиц менее 1 мкм, обычно 10–10² мкм) и потому способны проникать глубоко в дыхательный тракт человека и животных и там накапливаться. В результате многолетних исследований, включающих мониторинг окружающей среды, признано, что частицы антропогенного аэрозоля могут оказывать существенное влияние на локальный и глобальный климат.

Аэрозольные частицы способны отражать приходящее солнечное коротковолновое излучение обратно в космос, что вызывает похолодание на поверхности Земли [5]. Это так называемый прямой эффект.

Важнейшим параметром, определяющим прямой эффект аэрозольного воздействия на климат, является относительная влажность, а наиболее важным процессом – рост массы сульфатных аэрозолей в результате обводнения. Эффект воздействия на климат остальных антропогенных компонентов аэрозоля (карбонатные частицы, частицы от сжигания биомассы, частицы почвы и др.), менее определен.

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды антропогенными аэрозолями являются энергетические объекты. В год максимума промышленного производства доля отраслей ТЭК страны в суммарных выбросах стационарными источниками вредных веществ в атмосферу составляла: по SO₂ – 48%, по NO* – 66%, по летучей 39%. Для четкого определения предмета исследования необходимо описать процессы происходящие в атмосфере: образование вторичных аэрозолей, включая определение их химического состава, трансформацию аэрозоля в атмосфере и его выпадение.

Аэрозольные частицы существуют сами по себе и объединяются в цепочки, которые называют агломератами. Агломераты обычно образуются из электрически заряженных мелких частиц, которые находятся в плотных дымах. Аэрозоли могут состоять из полых капелек, заполненных газом или полых частиц, содержащих вещество – наполнитель (летучая зола, ча-