

РЕСУРСЫ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Борис Мериин

Для обсуждения обозначенной темы рассмотрим некоторые сведения из доклада «**Мировые тенденции**», представленного (27.08.07) вице-президентом РАЕН, д.т.н. **Е. Козловским** [1].

«Подсчитано, что разведанные в пределах континентальной суши мировые запасы минерального сырья обеспечат растущие потребности человечества на весьма короткую историческую перспективу: нефти – на 40 лет, природного газа – на 65, меди, никеля и олова – на 30-35, свинца и цинка – на 20-25, золота и серебра – на 15-20 и только каменного угля – более чем на 200 лет... Прогнозируется, что в XXI веке будет продолжаться интенсивный **рост потребления** практически всех видов минерального сырья. В предстоящие 50 лет мировое потребление нефти увеличится в 2-2,2 раза; природного газа – в 3-3,2; железной руды – в 1,4-1,6; первичного алюминия – в 1,5-2; меди – в 1,5-1,7; никеля – в 2,6-2,8; цинка – в 1,2-1,4; других видов минерального сырья – в 2,2-3,5 раза».

Как видим, **сегодня ресурсосбережение – одна из главных задач при разработке новых технологий и развитии любого производства.**

По поводу приведенных сведений отметим, что, согласно прогнозам 80-х годов, например, всё золото и серебро должно было закончиться через 20-30 лет, т.е. в самом начале настоящего столетия. Вряд ли отмеченное связано с ошибками футурологов. Очевидно, человечество не стоит на месте: находятся новые места залегания полезных ископаемых, новые способы их добычи и использования – **с одной стороны, с другой** – создаются новые материалы и разрабатываются ресурсосберегающие технологии.

Энергетические ресурсы и энергосбережение

Для обеспечения растущих энергетических потребностей экономики идет непрерывный поиск альтернативных источников энергии – таких, как гидро-, солнечной, ветровой, атомной, геотермальной, др.

В то же время разрабатываются новые энергосберегающие технологии.

Об источниках энергии. Технологии, позволяющие практически использовать новые – **альтернативные возобновляемые** – источники энергии, появились в 1970-х годах, во времена нефтяного кризиса, когда цена на нефть за короткий промежуток времени (1972-1979 г.г.) выросла в 10 раз (достигла \$300 за тонну, а позднее, к 1981г., – \$350).

Солнечная энергия. Идея использования **солнечной энергии** существовала давно, но лишь в годы кризиса были созданы устройства, позволяющие воплотить ее в жизнь. Основное препятствие – стоимость устройства. Однако для сельских районов это – прекрасное решение проблемы, т.к. исключает необходимость прокладки силовых кабелей.

В Израиле для обеспечения электричеством, а иногда и теплом, солнечные батареи размещают на крышах домов.

Первая промышленная электростанция, работающая на солнечных батареях, была построена в Калифорнии.

Сегодня технология использования солнечной энергии интенсивно развивается. Вот пример. В 2007 году недалеко от Севильи (Испания) запущена электростанция, работающая на солнечной энергии. Бетонная башня, высотой 115 метров, и 624 зеркала по 120 квадратов каждое обеспечивают электроэнергией 6 000 домов. Электростанция – результат более чем двадцатилетних исследований и огромных инвестиций в область

изучения солнечной энергии. Стоимость станции обошлась инвесторам в 35 миллионов евро. Это не первая станция такого рода и не последняя. К 2013 году предполагается построить сеть таких электростанций, при этом будет вырабатываться 300 МВт и обеспечиваться тем самым порядка 200000 домов. Стоимость этого проекта оценивается в 1,2 миллиарда евро. Сегодня стоимость каждого киловатта примерно в 3 раза больше, чем от традиционных источников энергии. Однако инвесторы станции уверены, что это только первый шаг. Дальше, с развитием технологии, цена на солнечное электричество уменьшится до конкурентоспособной.



Солнечные батареи (Индия)



Ветряная ферма (Колорадо, США)

Энергия ветра. Серьезный интерес к большим **ветряным турбогенераторам** проявился также в 1970-х годах. Среди основных стран, использующих сегодня энергию ветра, – Германия, США, Дания, Испания, Индия, Китай. Ветряные электростанции всего мира в 2007 году произвели около 1,3 % мирового потребления электроэнергии. Крупные ветряные электростанции, как считают специалисты, могут удовлетворить основные энергопотребности. Однако, как и в случае с солнечными батареями, постройка ветряной электростанции требует значительных начальных инвестиций, которые зачастую окупаются не быстро. Новое поколение ветряных турбин обеспечивает создание жизнеспособных **экологически чистых** энергопроизводств. Каждая турбина состоит из вращающегося пропеллера-ротора, соединенного с генератором и расположенного на башне. Вращающийся ротор с лопастями 32-метровой длины соединен непосредственно с генератором и не требует дополнительных трансмиссий. Кинетическая энергия ветра сразу преобразуется в электрическую, что определяет высокий КПД турбин, каждая из которых вырабатывает до двух мегаватт мощности, что позволяет обеспечить электричеством порядка 1600 домов. Лопасти турбин сделаны из стекловолокна на эпоксидной смоле, как крылья лайнера, а башня собирается из легких стальных элементов на месте. Аэродинамические формы и легкость конструкций позволяют турбинам быть эффективными даже при небольшом ветре (3-4 м/сек). Наиболее перспективными местами для производства энергии с использованием ветра считаются прибрежные зоны. В море, на расстоянии 10—12 км от берега (а иногда и дальше), строятся ветряные электростанции. Башни ветрогенераторов устанавливаются на фундаменты из свай, забитых на глубину до 30 метров. Отметим, что сейчас активно дебатировается вопрос о размещении ветряных турбин на Кейп Коде – зоне отдыха на атлантическом побережье США (предполагается, что приблизительно полторы сотни установок полностью обеспечат полуостров электроэнергией).

Энергия атома. В 70-х же годах альтернативой ископаемому топливу серьезно стала рассматриваться **ядерная энергия**. Относительно недорогое топливо уравнивает инвестиции, необходимые для строительства ядерных электростанций. В результате электричество становится дешевле. Несмотря на проблемы хранения ядерных отходов,

чрезвычайные происшествия в Пенсильвании (США) 28 марта 1979 года, на некоторых других атомных электростанциях, катастрофические события в Чернобыле на Украине 26 апреля 1986, ядерное топливо рассматривается как важный источник энергии для многих регионов, где нет ископаемых энергоресурсов. Энергия атома обеспечивает 16 % энергии для 70 стран мира.

Энергия воды. Обеспечивает наиболее дешевую электроэнергию. В Канаде, где её стоимость составляет 4-5 центов за квт-час (в 2 раза меньше, чем в США, и в 2,5 раза меньше, чем в Европе), 65 % электричества поступает от **гидроэлектростанций**.

В США гидроэлектростанции обеспечивают около 10 % электроэнергии.

Сегодня среди основных энергоресурсов – **нефть и газ** – углеводородное сырьё. Однако *в период ожидания возможности всемирного потепления человечество вынуждено обратиться к экологически чистым источникам энергии*. Сложность проблемы отказа от нефтепродуктов как источника энергии, загрязняющего окружающую среду, дефицитного и дорогого, связана с тем, что отрасли, включающие индустрии нефтеперерабатывающих заводов и транспортных средств, являются системообразующими для всей мировой экономики. Военная техника, транспорт, теплоэлектростанции, оборудование на заводах, системы отопления – всё это в современном обществе в значительной мере работает на нефти и газе. Отказ от нефтепродуктов требует ломки индустриальной структуры государств, что является одним из главных, если не главным, тормозом развития альтернативных источников энергии.

Однако проблемы с углеводородным топливом постоянно заставляют заниматься решением этой проблемы. Так, **автомобили, работающие на водороде, на биотопливе** (чаще спирте), **электромобили** – уже не редкость.

Биотопливо в автомобилях применяется давно. В 1900 году на выставке в Париже Рудольф Дизель демонстрировал свой двигатель на топливе из масла арахиса. Генри Форд планировал свои первые автомобили под топливо на основе этанола, произведенного из зерна. Однако эти идеи отошли на второй план при активном использовании всеми странами топлива из ископаемых источников энергии. Сейчас биотопливо для автомашин используется, и весьма эффективно, в ряде стран Южной Америки, в некоторых других странах. Биотопливо для автомобилей получают из кукурузы, рапса, сои, стеблей сахарного тростника. Защитники окружающей среды и некоторые специалисты полагают этанол, метанол, бутанол топливом будущих поколений. Для производства подобного топлива Бразилия использует сахарный тростник, а США – кукурузу. Биотопливо ничем не уступает по своим показателям топливу из нефти, при этом выброс углекислого газа значительно ниже.

Наиболее перспективным решением проблемы обеспечения энергией автомобиля представляется, по-видимому, использование электродвигателя. Только что созданные благодаря нанотехнологиям литий-ионные быстрозарядные (а это, как утверждают специалисты, – главная проблема) автомобильные аккумуляторы вселяют надежды на скорое широкое и эффективное использование электромобилей. Отметим, что в 2006 году компания **Altair** (США) приступила к производству в Индиане литий-ионных аккумуляторов для электромобилей.

Новые идеи по использованию альтернативных источников энергии непрерывно предлагаются и разрабатываются, они «витают в воздухе».

Человечество мобилизуется и приближается к решению проблемы создания и промышленного использования новых, не использующих углеводородное сырьё, технологий.

В то же время развиваются энергосберегающие технологии в машиностроении. Вот несколько примеров. Ответственные корпусные детали в машиностроении для стабилизации их размеров отжигают. Операция состоит в 24-х часовой выдержке изделия

в печи (для стали – при 600° С), что чрезвычайно энергоёмко и непроизводительно. Ресурсосберегающий процесс – **электрогидравлическая обработка** изделий разрядами в ванне с водой с целью снижения остаточных напряжений – заменяет термообработку литых и сварных конструкций. Или другой процесс – **вибрационная обработка**. Она реализуется за счет вибратора – двигателя с дисбалансом. Этот вибратор закрепляется на обрабатываемом изделии. Виброобработка (например, широко используется на Уралмашзаводе, Россия) и электрогидравлическая обработка позволяют отказаться от отжига. Оба процесса снижают энергозатраты в 20-30 раз.

Расходование материалов и их сбережение

Как упоминалось выше (доклад «**Мировые тенденции**»), запас ресурсов сокращается и, очевидно, задача технологии – минимизировать затраты материалов при производстве различных деталей машин, конструкций, приборов. Задача решается благодаря научным исследованиям, путем разработки новых процессов и материалов, путём использования их ранее неизвестных механических, физических, химических свойств.

В электронике тенденция к минимизации размеров ЭВМ привела к созданию компьютера, уместящегося в маленьком чемоданчике – «лэптопе» или в мобильном телефоне. Сегодняшнее старшее поколение помнит ЭВМ, занимавшую огромные помещения. Современная тенденция к миниатюризации показала, что очень маленькая частица (1-100 нанометров) вещества может иметь совершенно новые свойства, не присущие, как казалось, этому веществу.

Нано – по-гречески – карлик. Нанометр – тыс. доля микрона – 10 Ангстрем – величина, близкая к параметру кристаллической решетки металлов, соизмеримая с размерами атомов. В результате изучения свойств этих микрочастиц появились **нанотехнологии**, которые, как полагают специалисты, **«произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую произвели компьютеры в манипулировании информацией»**. Крошечные частицы вещества проявляют квантовые эффекты и эффекты межмолекулярных взаимодействий. Некоторые свойства наночастиц давно известны и широко используются. Физиками давно установлено, что мономолекулярные слои жидкого масла способны выдерживать, не разрушаясь, давления, равные прочности металла. Благодаря этому свойству масел работают подшипники скольжения, обеспечивающие низкий коэффициент трения между взаимодействующими при нагрузке металлическими поверхностями. Наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства, другие – удивительные оптические. Например, сверхтонкие органические пленки эффективно применяют для производства солнечных батарей. Литий-ионные аккумуляторы, благодаря которым ожидается прорыв в использовании электромобилей (время зарядки 10-15 минут), также созданы с помощью нанотехнологий.

В электронике широкое применение получил метод микролитографии, позволяющий получать на поверхности матриц плоские островковые объекты размером от 50 нм. Особо следует отметить методы ионного и молекулярного наслаивания, поскольку с их помощью возможно создание реальных наноразмерных монослоёв. Нейробиологи из Израиля и США создали логический элемент из нейронов: выращенная на стеклянной подложке схема отличается повышенной надежностью благодаря многократному дублированию клетками.

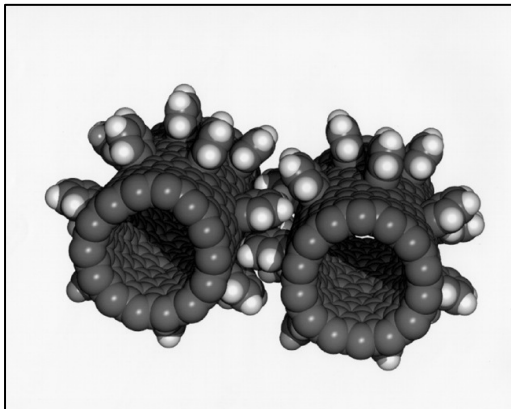
В современной медицине используют специфические основы молекул ДНК и нуклеиновых кислот для изготовления (ДНК-нанотехнологии) на их основе заданных структур. Разработан промышленный синтез молекул лекарств и фармакологических препаратов четко определенной формы (бис-пептиды). Удастся добиться взаимодействия

искусственных наночастиц с природными объектами наноразмеров – белками, нуклеиновыми кислотами и др.

Фуллерены (соединения, принадлежащие к классу аллотропических форм углерода, как графит или алмаз) – наночастицы углерода с выпуклой замкнутой многогранной структурой – могут соединяться с микродозами лекарственных препаратов и доставляться в заданную точку тела человека.

Сегодняшняя задача технологии: научиться выделять наночастицы, манипулировать ими и создавать, путем сопряжения, микроскопические приборы, устройства и механизмы. Такие действующие молекулярные роторы и пропеллеры уже созданы. На фотографии представлены зубчатые нанощестерни, скомпонованные из фуллеренов.

Зубчатые нанощестерни, скомпонованные из фуллеренов



Непрерывно разрабатываются и внедряются материалосберегающие технологии в машиностроении. Особо можно отметить их использование при изготовлении металлических деталей пластической деформацией. Вот несколько примеров таких технологий.

Раскатка. Технология отличается от используемой уже веками прокатки – процесса производства металлургических заготовок типа листа, бруса, сортамента (швеллер, двутавр, уголок, т.п.) – тем, что

она позволяет изготавливать детали. Для реализации процесса заготовка, закрепленная в шпинделе, и поджимаемый к заготовке для силового воздействия и деформирования инструмент вращаются. Процесс реализуется на раскатном станке, похожем на токарный, или с помощью специальной приставки – на прессе. Изготавливаются различные по форме детали и инструменты, в том числе и из высокопрочных сталей. Среди них: высокоточные клапаны, втулки, шестерни, кольца, звёздочки, фрезы и т.д. После раскатки деталь часто почти не нуждается в механической обработке (иногда необходима лишь подрезка), коэффициент использования материала равен 0,7-0,95. Процесс не требует мощного оборудования (усилие, благодаря локальному деформированию, уменьшается в 10-15 раз), операция может производиться с нагревом и без нагрева заготовки, легко автоматизируется.

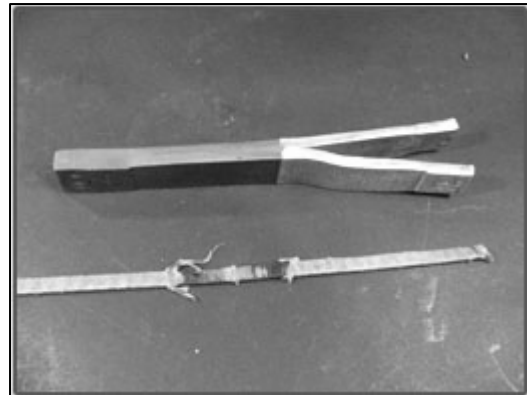
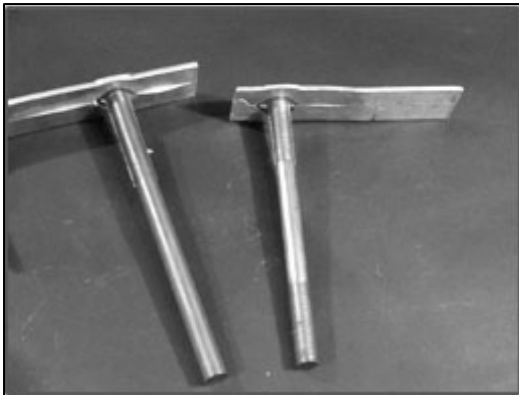
Некоторые типовые детали, изготовленные торцевой раскаткой



Холодная сварка (ХС). Это процесс неразъемного соединения металлических заготовок и деталей в твердой фазе без нагрева (при комнатной или пониженной температуре) за счет совместной пластической деформации соединяемых поверхностей под давлением. Процесс

известен с древних времен (умели изготавливать украшения из соединений серебра и золота), его изучение началось в 60-х годах, промышленное применение – в 70-80-х. Холодной сваркой соединяют цветные пластичные металлы: Al, Cu, Ni, Ti, Ag, Au, Hf, др., некоторые их сплавы.

Особенно эффективно использование соединений разнородных металлов. Например, это единственно надежный способ соединения меди с алюминием, т.к. при сварке с нагревом образуется хрупкая прослойка интерметаллоидов, разрушающая соединение. ХС позволяет заменять в электротехнических изделиях медные электропроводящие шины (дорогие и тяжелые) алюминиевыми. Алюминий (в отличие от меди) имеет прочную окисную пленку с чрезвычайно низкой контактной электропроводностью и потому не может быть использован для оконцовки шин. С помощью холодной сварки трансформаторы изготавливают из алюминиевых шин, оконцованных медью.



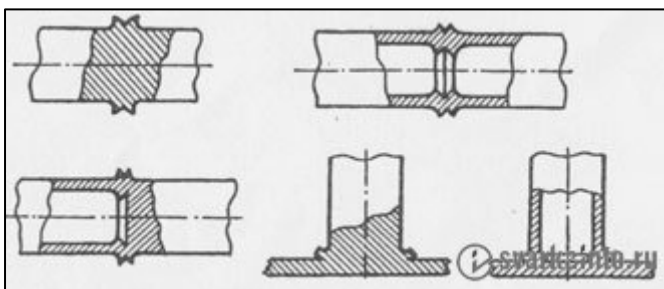
Стыковые соединения, выполненные холодной сваркой (медь + алюминий)

Шовная ХС позволяет герметизировать корпуса полупроводниковых приборов и конденсаторов или алюминиевые емкости с радиоактивными веществами, нагрев которых недопустим.

На электрифицированном транспорте ХС позволила избавиться от болтов, зажимов и клемм, обеспечивавших механическое и электрическое соединение концов контактного троллейного провода в линию. При этом исключено искрение при токоёмке (скольжении колодки токоёмника по проводу), улучшен контакт в стыке проводов, обеспечена полная надёжность (равнопрочность) соединения, достигается экономия металла за счёт отказа от зажимов и клемм и использования любых обрезков провода. Процесс прост и механизирован с помощью специально установленных на автомашине устройств. Подобная технология эффективно работает, например, в Санкт-Петербурге.

Сварка трением – разновидность сварки давлением, при которой неразъемное соединение образуется в твердой фазе. Суть процесса сводится к тому, что поджатые усилием торцы двух свариваемых заготовок приводятся в относительное движение (традиционно одна заготовка закреплена, вторая – вращается). В результате работы сил трения в тонких приповерхностных слоях генерируется тепло, количества которого достаточно для нагрева металла до пластического состояния. После прекращения относительного движения под действием осевого нагружения происходит образование сварного соединения при совместной пластической деформации приконтактных объемов металла. Высокое качество соединений, малая энергоёмкость процесса, простота управления, высокие производительность и КПД определяют несомненную рациональность промышленного применения сварки трением.

Типы соединений, выполненные сваркой трением



Некоторые примеры деталей, изготовленных сваркой трением: промежуточный вал коробки передач и карданный вал тяжёлого грузового автомобиля; карданный вал автомобиля «Форд»; коническое зубчатое колесо с удлинённой ступицей; гладкий и резьбовой калибры; сталелегалюминиевый

трубчатый переходник; сверло из быстрорежущей стали; ротор газовой турбины из жаропрочного сплава. Детали, сваренные из разнородных металлов (сверла, калибры, ротора турбины, др.), будучи частично изготовлены из простых недефицитных материалов, позволяют экономить дорогостоящие легированные конструкционные, инструментальные, жаропрочные стали и сплавы.

Рассмотрение всего вышеизложенного позволяет полагать, что разработка и поиск новых материалов, сырьевых и энергетических ресурсов, как и расходование уже известных, идет одновременно и навстречу новым ресурсосберегающим технологиям.

При этом **сырьевые кризисы есть проявление реакции мировой экономической системы – её иммунная реакция**, мобилизующая страны к решению возникающих проблем. Так, к последствиям нефтяного кризиса 70-х годов следует отнести резкое ускорение работ по поиску и добыче нефти в Северном море, в результате которых Норвегия и Великобритания стали экспортёрами нефти. В 1970–х же годах началось активное совершенствование всех потребителей топлива и энергии – от крупных электростанций до транспортных двигателей. Экономия энергии превратилась в мощный источник энергии. За десять лет примерно на 30% снизилась энергоёмкость самой нефтеперерабатывающей промышленности, хотя глубина переработки возросла. В целом, энергоёмкость единицы валового продукта в США снизилась за 10 лет (1973-1983 годы) на 24 %. За это же время среднегодовое потребление бензина в странах, входящих в Международное агентство по энергетике и производящих почти все количество автомобилей в западном мире, увеличилось всего на 5,9 %. При этом численность автомобильного парка возросла на 34,7 %. Автомобилей стало больше, а потребность в топливе практически не увеличилась.

Очевиден положительный эффект кризиса 70-х годов прошлого века – реализация тех резервов экономики, которые вследствие дешевизны нефти оставались невостребованными. По-видимому, и нынешний кризис (2008 год) даст мощный импульс развитию новых технологических решений.

Новые технологии и сегодня, и в будущем позволят решить проблемы, связанные с расходом отпущенных человечеству ресурсов. При этом, очевидно, технологии будут непрерывно совершенствоваться.

Источники

1. Е. Козловский. Мировые тенденции. Доклад вице-президента РАЕН, 27.08.07.
2. Материалы интернет - изданий.