

В порядке обсуждения

УДК 621.926

Л. А. Сиваченко

**ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

UDC 621.926

L. A. Sivachenko

ENERGOTECHNOLOGICAL CONCEPT OF NATIONAL SAFETY

Аннотация

На основе анализа технологического уклада показаны потенциальные резервы повышения эффективности промышленности. Представлена энерготехнологическая концепция и обоснованы её основные положения. Предложены организационные пути её реализации с целью формирования новой отрасли промышленности – технологического машиностроения.

Ключевые слова:

концепция, национальная безопасность, энергосбережение, дезинтеграторные технологии, развитие, технологический уклад, машиностроение.

Abstract

Potential reserves of raising industrial efficiency are shown based on the analysis of the technological structure. The energotechnological concept is presented and its major provisions are substantiated. Organizational ways of its implementation are suggested with the purpose of creating a new branch of industry – technological engineering industry.

Key words:

concept, national safety, energy saving, disintegration technologies, development, technological structure, manufacturing engineering.

Введение

Национальная безопасность любой страны включает в себя целый ряд фундаментальных составляющих, прежде всего политическую, военную, энергетическую, экономическую, технологическую, ресурсную, образовательную, экологическую и др.

Эти составные части присущи любому суверенному государству, но их доля и влияние для этих стран в разный исторический момент различны. Для Республики Беларусь доминируют политический, энергетический, технологический и ресурсный компоненты, что объясняется условиями ее государст-

венного устройства, географического положения и исторических реалий.

Рассмотрим энерготехнологическую составляющую как основу современной стратегии устойчивого развития. Под этим определением будем понимать системный анализ, организацию, создание, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий и продукции для обеспечения жизнедеятельности людей и государства в целом на условиях минимального энерго- и ресурсопотребления.

В работе приведены только материалы, имеющие приложения к базовым

отраслям промышленности и связанные с рассмотрением лишь части из указанных проблем, в частности, с дезинтеграционными технологиями существующих производств. Основу их составляют технологии и оборудование, в той или иной степени обеспечивающие комплексную переработку материалов путем измельчения [1–6].

Приводимая информация является принципиально новой и дает основание использовать ее после некоторой доработки и детализации как методологическую базу для формирования нового мышления в техническом перевооружении многих технологических переделов промышленности. По существу, речь идет о забытых макротехнологиях, охватывающих традиционные многотоннажные производства самых разных продуктов: стройматериалов, руды и металлов, топлива, удобрений, химических веществ, продуктов питания, боеприпасов, отходов и т. д.

Современный уклад производства и обоснование стратегии технологического развития

На основе анализа издержек и резервов существующих производств разработана технологическая версия развития. Автор ставил своей целью выявить только те составляющие путей интенсификации, которые, во-первых, являются действительно значимыми, во-вторых, ранее в достаточном объеме или вообще не были исследованы, и, в-третьих, предложить методы решения этой глобальной задачи и выйти на путь устойчивого развития. Прогресс сегодня – это эффективный технологический уклад (ТУ) экономики, подчиненный основной цели – всемерному повышению уровня жизни народа и завоеванию достойного места в мире. Реализовано это может быть только при условии, что все инновационные, созидательные силы общества должны быть объединены общей генеральной идеей.

Современную экономику можно образно определить тем, что производится, тем, как производится, и тем, как реализуется основная часть валового продукта. Технологическую структуру следует рассматривать на трех уровнях: микроуровень – постоянное обновление моделей продукции и совершенствование ее параметров; мезоуровень – происходящая с периодичностью примерно в 10 лет смена поколений техники, обновление активной части основных фондов, что лежит в основе среднесрочных экономических циклов; макроуровень – развертывающаяся примерно раз в 50 лет смена лидирующих (ТУ) [1, 2].

Графическая модель смены (ТУ) изображена на рис. 1. Она характеризует периодичность и закономерность всего эволюционного развития – уклады А, В, С, Д. Это: мускульная сила человека и животных; применение машинной индустрии второй половины XIX в.; автомобилизация; компьютеризация и т. д. Модель однозначно показывает возможность перехода на следующий технологический уклад для стран с более низким уровнем, но не указывает конкретных способов. Например, продажа своих ресурсов, как это было с Объединенными Арабскими Эмиратами; заимствование новейших технологий – Япония; экстенсивное развитие экономики – СССР (30...60 гг.); изменение мышления государства в пользу своих граждан – ФРГ и т. д.

Республика Беларусь может завоевать высокое место в мире, но для начала требуется сделать следующее: консолидироваться, утвердиться в национальной идее, выработать программу развития. Дальнейшее продвижение к прогрессу будет очень трудным и долгим, очевидно, лет 50...60. Чтобы это стало возможным, необходимо прирастить свой валовый внутренний совокупный продукт на величину заштрихованного треугольника (иллюстративно это хорошо представлено на рис. 1). Линия развития умышленно дана без плавного

перехода. Проекция этого перехода на временную ось – это и есть время зарождения и начала развития реформ. Самое главное – найти ресурсы для преобразования самосознания людей и развития экономики.

Наша страна находится на ниспадающей ветви технологического уклада. Старт с такой позиции характеризуется двумя особенностями. Во-первых, минимумом средств в арсенале государства, во-вторых, максимумом возможностей преобразований и развития. Революционные сдвиги в развитии техники связаны с формированием нового ТУ в определен-

ной ее области, означающего переход к новому созданию по принципу организации производств, что приводит к качественному скачку в их эффективности.

Белорусское государство должно формировать концепцию своего развития не только на среднесрочный период, т. е. на 15...20 лет, но и на долгосрочный – 50 и более. Законы развития общества таковы, что Беларусь сейчас не в состоянии войти в элитную часть Мирового сообщества государств с развитой экономикой. Предстоит большая работа по выработке «маршрута» такого пути и его реализации [2–4].

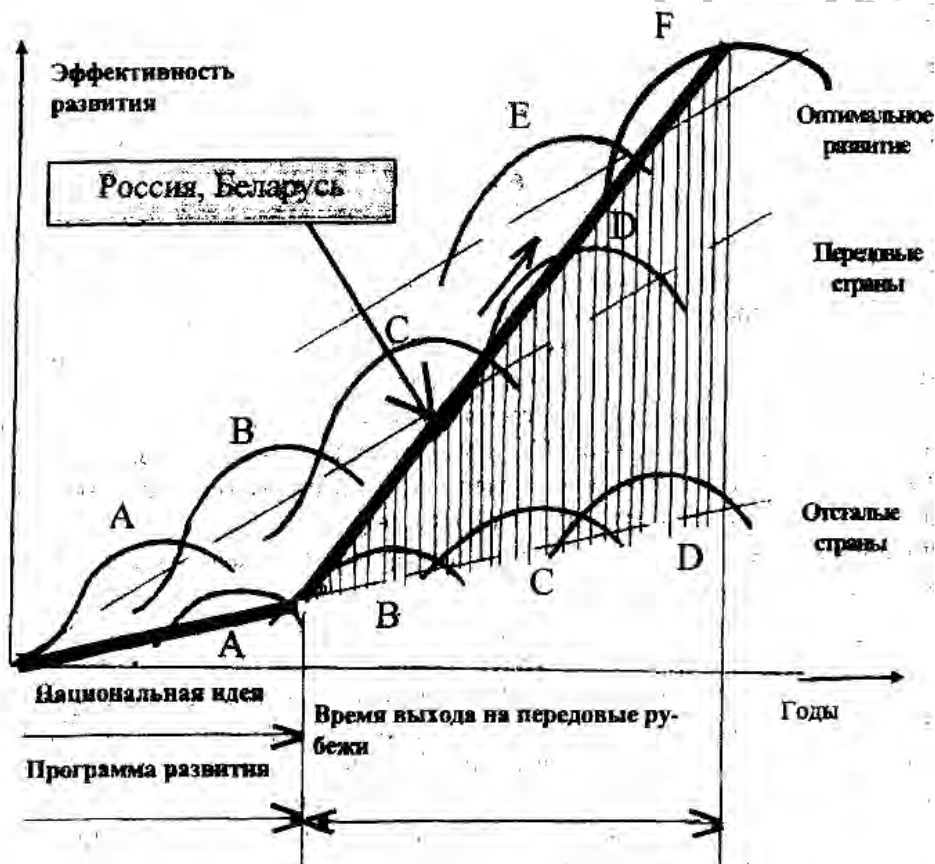


Рис. 1. Графическая модель смены технологических укладов

XXI в. приведет к изменению всей геоэкономической структуры в мире. Используемые ресурсы требуют рачительного и дифференцированного обращения. Главным резервом снижения издержек общества является совер-

шенствование производств, осуществляющих комплексную переработку веществ и получающих продукты для удовлетворения техногенных и бытовых потребностей, – это цементные и горно-обогатительные комбинаты, кирпичные и

силикатные заводы, комплексы по производству химического сырья, удобрений, строительных материалов и изделий, бумаги, новых композиционных материалов, твердого топлива, боеприпасов, пищевых продуктов, регенерации промышленных и бытовых отходов и т. д.

Сейчас на эти цели расходуется до 50...55 % всей вырабатываемой электроэнергии и 35...38 % всех остальных видов энергоресурсов [6]. Доля эта будет неуклонно расти. Дефицит энергии, экологические проблемы, ухудшение здоровья людей, нехватка производственных возможностей делают эту область наиболее отсталой и запущенной. Следует признать, что основные идеи, заложенные в технологии переработки сырья и материалов, разработаны еще в XIX в. [4, 5].

В целом, XIX в. оказался эпохальным в истории человечества как выход на машинный способ производства. Первостепенное значение при этом имели добыча, транспортирование и переработка природных ресурсов, сырья и материалов. Упорным трудом создавалась индустриальная база в глобальном измерении. Производство осуществлялось по принципу «любой ценой», издержки никто не считал, а они касались не только энергии, топлива или трудозатрат. Такая идеология, к сожалению, в основе своей действует и в настоящее время.

Резервы технологического развития

Организация нового ТУ должна строиться не на производстве отдельных изделий или машин, а на выпуске самых совершенных технологических комплексов. Сейчас технологическая ниша, связанная с созданием высокоэффективных технологий и оборудований для переработки веществ, остается потенциально свободной и ее освоение для нас не только реально, но и жизненно необходимо для обеспечения своих внутренних потребностей и расширения экспорта.

Сегодняшний и будущий технический облик цивилизации определяется бурным развитием информационных технологий, обеспечивающих качественно новые связи внутри человечества. На концептуальные позиции, позволяющие создавать материальную основу развития и связь информационных систем с внешним материальным миром, выдвигается технология микросистем и микросистемная техника [4]. Привнесение в производство устройств и механизмов современной технологии, свойственной микроэлектронике, признано революционной идеей. Это сочетание открывает возможности производить уникальные многофункциональные устройства с микронными размерами и низкой стоимостью.

Для осуществления белорусской промышленностью качественного скачка следует решить задачу объединения технологий, уже освоенных отечественной микроэлектроникой, с технологиями машиностроения и приборостроения. Новые задачи в проектировании связаны с необходимостью решения комплексных междисциплинарных проблем. Требуются новые подходы ко всем составляющим цикла: проектирование, производство, разработки новых технологий, производство новых материалов и изделий.

«Технологические тайны» микромира в приложении крупнотоннажным и затратным переделам преобразования вещества являются именно той стартовой платформой, которая должна создать новые интеллектуальные системы. Современный уровень знаний требует объективной ревизии не только издержек, но и потенциальных возможностей орудий, методов и принципов проведения всех стадий переработки техногенного сырья и материалов.

Широкий диапазон выполненных в различных отраслях исследований в рамках технологического материаловедения дает все основания, собрав эти материалы воедино и обобщив соответ-

ствующим образом, создавать принципиально новые технологические процессы, материалы, изделия и оборудование, не прибегая к дорогостоящим, сложным и длительным исследованиям.

Генеральной линией технологической промышленной революции является формула **сырье–искомый материал–технология–базовое оборудование–компоновочные решения предприятия–кадры–система управления–сбыт–инновации**.

Перевооружение предприятий требует самой тесной связи с сырьевой базой, технологиями, оборудованием, проектно-компоновочными решениями, системой управления, квалифицированными кадрами. Это системная проблема и решаться она должна в комплексе [4, 7–9].

В рамках рассматриваемой проблемы следует особо выделить две группы существующих технологий: макро- и микротехнологии (нанотехнологии). Макротехнологии связаны с переработкой больших количеств материалов и применением очень крупных машин. Они определяют общий уровень затрат и являются головными стадиями промышленного производства.

Предлагаемая энерготехнологическая концепция национальной безопасности относится, прежде всего, к области промышленного производства и базируется на машиностроении, которое является основой всей экономики. Технологический прорыв в мире в наше время возможен только благодаря выбору нужного направления развития и сосредоточения на нем необходимых ресурсов. Совершенно очевидно, что «новое» машиностроение должно создавать высокоэффективные технологические комплексы и системы для получения материалов и изделий путем интенсивной переработки различных продуктов, реализации резервов и интеграции производств.

Основные положения энерготехнологической концепции национальной безопасности

Для успешного инновационного развития становится все более очевидным, что решение такой масштабной задачи фрагментарными мерами невозможно. Суть современного этапа развития заключается не в проведении эволюционных изменений, а в смене технологических укладов [10], которые можно относить в разных отраслях к разным уровням. Например, в дезинтеграторных технологиях это II технологический уклад. Даже в последнем случае это не только чрезвычайно сложная, но и очень важная задача, требующая выработки особой стратегии.

Объективная оценка технологической переработки материалов в промышленных масштабах необходима для анализа их объемов, структуры, резервов и источников сырья и материалов, уровня технологий, эффективности оборудования, производственных издержек, конкурентоспособности, перспектив редакции.

Изложенный выше анализ состояния ряда промышленных технологий производства многих видов сырья и материалов показывает, что они не только очень затратны, но и крайне несовершенны. Естественно, что при этом возникает двойной риторический вопрос: *«Чем обусловлено такое состояние и что делать?»*.

Частный ответ на первую часть вопроса был дан в [1]. В его основе лежит исторический парадокс технологического развития, связанный с особенностями экономики того периода и корпоративным эгоизмом фирм-производителей оборудования. Ответ на вторую часть вопроса является чрезвычайно сложным и не может быть однозначным. По сути, это целый комплекс взаимосвязанных положений, оценок и предложений.

Основное внимание требует правильное понимание состояния вопроса. Его исходную основу составляет материаловедение, которое определяет алгоритм действий и включает в себя последовательность следующего приоритета: *сырье–технологии–базовое оборудование–технологический комплекс–производственная структура–готовый продукт*. За этой простотой с виду цепочки функциональных операций кроется сложнейший механизм, требующий учета всех явлений и закономерностей.

Проблема усугубляется необычайно широким многообразием участвующих в переработке веществ, отличающихся своими свойствами, условиями обработки, степенью влияния на качество готового продукта [4, 5]. Характер обработки материалов определяет технологию проведения процессов и конструктивное исполнение оборудования. В итоге имеем сложнейшую систему, целостное описание которой аналитическими методами на современном этапе, к сожалению, невозможно.

Следствием перечисленных факторов является несовершенство большинства технологий, что выражается, прежде всего, в высокой энергоемкости. В сложившейся ситуации разобраться особенно сложно, так как отсутствует четкая иерархия между оборудованием и технологией, хотя по определению для большинства переделов конструкции и принцип действия машин и аппаратов должны определяться условиями технологий.

В мире уже накоплен большой объем знаний в области определенных элементов технологий, условий и механизмов воздействия на перерабатываемую среду, но их системное представление, а тем более взаимосвязанное, отсутствует. Особенно тяжелое положение складывается с оборудованием, используемым в крупнотоннажных производствах. Такое оборудование сложно моделировать, а тем более проводить апробацию новых технических реше-

ний, но основной преградой на пути перевооружения является нежелание производителей оборудования отказываться от выпуска металлоемких и дорогостоящих машин и осваивать производство новых, более совершенных, что может грозить им спадом производства и нестабильностью.

После распада Советского Союза и вывода из активной деятельности двух поколений отечественных ученых и специалистов полностью иссяк тот организационный и интеллектуальный потенциал, который был накоплен в этой технологической нише. Всю эту трудную работу предстоит организовывать заново.

Кардинально решить проблему энергосбережения, особенно при проведении дезинтеграторных переделов и тепловых процессов, можно только путем совершенствования технологий и вывода их на мировой уровень. Правильное понимание методов решения этой проблемы может дать разработка энерготехнологической концепции. Некоторые её положения изложены в [5].

Сформулируем структуру энерготехнологической концепции (ЭТК). По сути, это усовершенствованная методология, часть которой хорошо знакома специалистам. Принципиально новым здесь является вскрытие таких резервов развития производства, которые ранее не рассматривались, а также их межотраслевой анализ в системный учет. Поднять её на уровень широкого обсуждения необходимо для привлечения к участию молодых ученых и инженеров в решении проблемы. Структура ЭТК приведена на рис. 2.

Внедрение новых способов и оборудования потенциально позволит получить огромную выгоду по многим составляющим на предприятиях, где используются, прежде всего, крупнотоннажные переделы. Итоговый результат перевооружения технологий будет зависеть от создания базовых агрегатов, способных заменить существующие.



Рис. 2. Структура энерготехнологической концепции

Здесь два сценария событий. Первый – традиционный, основанный на принципах рационализации при модернизации всей системы. Второй – директивное решение проблем путем создания единого центра управления, выработки стратегии и разработки механизмов её реализации. Это обычная практика инновационного развития и её примером может служить МНТК «Механобр», созданный в 1985 г. [9]. Цели здесь ставились значительные, например, только по снижению энергоёмкости в 3...5 раз. Сейчас эта проблема является актуальной и её решение требует других подходов. Изменились и условия, в том числе требования по энерго-ресурсосбережению, экологичности. Резко возросла конкуренция.

Дополнительная эффективность при проведении технологических переделов будет складываться на основе ряда сопутствующих составляющих, ко-

торые можно представить следующим образом.

1. Повышение эффективности технологических комплексов.
2. Сокращение сроков строительства и уменьшение капитальных затрат.
3. Снижение эксплуатационных затрат.
4. Ресурсосбережение.
5. Экологическая безопасность.
6. Импортозамещение.
7. Экспорт новой продукции.
8. Проектирование технологических комплексов нового поколения.

Успехи современной механохимии, достижения в рудоподготовке и строительном материаловедении выдвигают на первый план создание высокоэффективных промышленных аппаратов, обеспечивающих получение материалов с новыми потребительскими свойствами. Это направление, а также кардинальная модернизация традици-

онного оборудования для многотоннажных производств являются основными техническими задачами в рамках энерготехнологической концепции.

В организационном плане, прежде чем принимать какие-либо программные документы, требуется общую информацию по решаемой проблеме поднять до уровня 1991 г., провести ревизию имеющихся наработок и предложить их для широкомасштабного освоения, а также поставить новые задачи.

Организационные формы ЭТК могут быть различными. Приоритет в их выборе будет зависеть от конкретных условий. Например, если есть готовый проект и его можно быстро реализовать, то ему должно быть предпочтение, но при условии, что он соответствует мировому уровню. Очевидно, что опыт в самолетостроении, когда определенный тип летательного аппарата создает конкретный коллектив, должен быть перенесен и в технологическую отрасль. Это значит, что, например, помольный цех цементного завода должен разрабатывать НИИ, который специализируется на подобных проектах и имеет в своем активе технологические и конструкторские наработки, испытательный полигон, аналитический центр, производственную базу.

Стартовой площадкой реализации энерготехнологической концепции должен стать уже действующий коллектив, который объединит вокруг себя недостающие структуры. В Беларуси таким ядром может быть один из машиностроительных заводов с привлечением к работе специалистов, обладающих ноу-хау. Первоначально важно прочувствовать проблему и в короткий период создать коллектив, способный решать те глобальные задачи, которые определяют устойчивое развитие и национальную безопасность нашего государства.

Ближайшей задачей становления и реализации энерготехнологической концепции должно быть образование комиссии или экспертной группы из

числа высококвалифицированных специалистов для всестороннего анализа представленных материалов и принятия соответствующих решений.

Для Беларуси главными проблемами сегодня являются ликвидация энергозависимости от внешних источников энергоресурсов, техническое перевооружение промышленности для организации выпуска высокотехнологической продукции и максимальное увеличение её экспорта. Здесь одним из главных неучтенных резервов является создание принципиально новых аппаратов и технологических комплексов повышенной эффективности для переработки сырья и материалов.

Предпосылкой для этого служит чрезвычайно низкая эффективность, очень большая металлоемкость и высокая стоимость существующего оборудования, а также наличие значительных резервов развития и нежелание основных производителей отказаться от выпуска этой архаичной продукции в ущерб корпоративной прибыли.

Самыми несовершенными технологическими машинами, имеющими наибольшее использование в циклах переработки сырьевых материалов, являются мельницы [11]. Не менее 95 % такого оборудования Беларусь вынуждена закупать [12], а это уже другой вид экспортной зависимости. Существенный спад уровня машиностроения нашей страны в значительной степени снижает производственные возможности, что недопустимо.

Если к этому добавить необходимость производства большого спектра оборудования для многих других технологий, выпуск запасных частей и вспомогательного оборудования, изготовление металлоконструкций, а также выполнение проектных работ, то реальные перспективы здесь являются более чем очевидными.

В составе рассматриваемых нами объектов техники и технологии не представлены тепловые агрегаты и на-

нотехнологии. Это не означает, что они малоперспективны для развития в нашей стране, но отношение к ним должно быть с других позиций, обусловленных более высокой конкуренцией в этих сферах деятельности и их анализ должны выполнить специалисты соответствующего профиля.

Пути реализации энерготехнологической концепции

Представленная информация позволяет сделать целый ряд выводов и предложений. Прежде всего, необходимо озвучить основные цифры, относящиеся к потенциалу энергосбережения в технологическом секторе промышленности. Это минимум 15 % всей электроэнергии и 5 % топлива [5]. Данные цифры могут возрасти, причем по электроэнергии значительно, но такую оценку должны дать специалисты соответствующих профилей.

Далее речь будем вести только о дезинтеграторных технологиях в том предположении, что они характеризуются теми же закономерностями, что и тепловые, химические и другие.

Современный ажиотаж относительно нанотехнологий следует также правильно и объективно оценивать. Здесь просматривается интерес ряда передовых стран переориентировать рынки труда в своих интересах, избавиться от сырьевой и ресурсной зависимости и упрочить свое первенство. Важно отметить, что в состав крупномасштабных производств, анализ которых является объектом нашего исследования, нанотехнологии смогут войти только в очень ограниченных количествах, например, в качестве некоторых дополнений строительного материаловедения. Другое дело, что мировые лидеры в технологическом машиностроении, например фирмы «Нордберг» (США), «Крупп-Полизиус» (ФРГ), «Кобе Стил» (Япония), «Уралмаш» (Россия), добровольно занятых рынков в пользу новых технологий

не отдадут. Они также не заинтересованы в переходе на выпуск более совершенной продукции, т. к. это грозит им разорением. Это означает, что белорусскому государству следует создавать такую продукцию, которая существенно превосходит по своей эффективности изделия этих и других мировых производителей.

С учетом исторического опыта развития дезинтеграторных технологий, требующих комплексного подхода, сформируем основные направления и пути их дальнейшего совершенствования.

1. Создание единого научно-технического центра, обеспечивающего координацию всех работ в области развития перевооружения дезинтеграторных технологий.

2. Разработка в рамках Союзного государства Россия-Беларусь совместной комплексной научно-технической программы «Технологические комплексы».

3. Создание в рамках Союзного государства Россия-Беларусь многопрофильной корпорации «Технопром».

4. Привлечение к работе специалистов и организаций, имеющих перспективные разработки, путем заключения с ними контрактов на передачу интеллектуальных знаний.

5. Организация производства новой продукции на машиностроительных предприятиях Белоруссии и России и совместный выход на международные рынки.

В числе возможных вариантов реализации разработанной концепции могут быть и проекты в рамках ООН по решению крупных комплексных проблем переработки сырья и материалов и обеспечению экономической и экологической безопасности.

Представленные предложения являются первой попыткой формирования новых взглядов на возможные пути кардинального повышения эффективности народного хозяйства на основе развития технологического машиностроения и перевооружения соответ-

вующих отраслей промышленности, осуществляющих системную переработку природного и техногенного сырья и материалов и регенерацию отходов производства.

В Беларуси имеются реальные возможности использовать свой машиностроительный потенциал для создания новой отрасли – технологического машиностроения, способного решить задачи инновационной модернизации национальной экономики, обеспечить экспортные поставки в значительных объемах и занять соответствующую нишу в мировом разделении труда.

Заключение

Наше государство может получить устойчивое развитие только на основе оптимального планирования и использования всех имеющихся возможностей и резервов. Проведенный анализ потенциалов энергосбережения в промышленности показывает, что в сфере переработки материалов он составляет только в натуральном виде не менее 15 % от всех потребляемых энергоресурсов [1–6, 8]. Их основа – дезинтеграторные технологии. Вне всяких сомнений, экономика Беларуси имеет огромные резервы и их следует реализовывать, но для этого требуется межотраслевой анализ по всем направлениям, особенно с использованием тепловых процессов.

Энерготехнологическая концепция национальной безопасности опирается на опыт исторического развития техники и технологий, но главный акцент в ней сделан на поиск потенциальных возможностей повышения эффективности промышленного производства. По своей значимости это направление сопоставимо, например, с автомобилестроением [3], а его успешная реализация позволит вывести на более высокий уровень многие отрасли народного хозяйства. И если в нанотехнологиях Республика Беларусь, прежде всего, дого-

няет, то здесь, т. е. в макротехнологиях, имеет реальную возможность вырваться вперед и самой быть лидером.

Представленная концепция сама по себе ничего не решает, так же как и не могут решить её отдельные коллективы и предприятия. Это должна быть целостная система действий, направленная на достижение главной цели – комплексного перевооружения промышленности и повышения её технологической и энергетической эффективности.

Изложенные материалы требуют дополнительной проверки, уточнений и дополнений. Их рассмотрение и объективная оценка сами по себе представляют достаточно сложную задачу, однако даже в первоначальном виде их можно использовать для организации соответствующих проектов на уровне города, области, Республики, Союзного государства, а также выходить с предложениями по международному сотрудничеству, в том числе в рамках ООН.

Базой в реализации энерготехнологической концепции являются накопленный, но мало реализуемый интеллектуальный потенциал и значительные наработки отечественных ученых и специалистов, объединив которые можно сделать технологический прорыв. Роль лидера в реализации перевооружения технологических комплексов должна принадлежать государству.

Создание современной технологической базы промышленности – сложнейшая задача, её решение потребует длительного времени и больших средств. Представляется, что разработанная концепция является жизнеспособной и может представить значительный интерес для государственного развития и формирования новой отрасли – технологического машиностроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сиваченко, Л. А.** Современное технологическое машиностроение. Основные положения / Л. А. Сиваченко // Инженер-механик. – 2010. – № 4. – С. 10–20.
2. **Сиваченко, Л. А.** Современное технологическое машиностроение. Резервы развития / Л. А. Сиваченко // Инженер-механик. – 2011. – № 1. – С. 9–19.
3. **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение – стратегический резерв развития промышленности Беларуси / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 3. – С. 126–130.
4. **Сиваченко, Л. А.** Технологическая концепция современной промышленной революции / Л. А. Сиваченко // Вестн. БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгород. – 2007. – № 1. – С. 94–102.
5. **Сиваченко, Л. А.** Измельчение – основное звено энерготехнологической концепции национальной безопасности : в 2 т. / Л. А. Сиваченко // Интерстроймех-2010 : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Белгород. – Т. 2. – С. 121–127.
6. **Сиваченко, Л. А.** Механизм экономии топливно-энергетических ресурсов в строительной промышленности / Л. А. Сиваченко, Т. В. Романькова // Механика XXI века : материалы V Междунар. науч.-техн. конф., БрГУ. – Братск. – 2006. – С. 134–137.
7. **Сиваченко, Л. А.** Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко. – Минск : БГУ, 2008. – 375 с.
8. **Сиваченко, Л. А.** Пути развития современного технологического машиностроения / Л. А. Сиваченко // Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, БГТУ, 2011. – С. 126–130.
9. О создании межотраслевых научно-технических комплексов (МНТК) [Электронный ресурс] : Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, 12 дек. 1985 г. – 1985. – № 1230.
10. **Слонимский, А. А.** Научный потенциал и проблемы трансформации технологической структуры Республики Беларусь / Л. А. Слонимский // Изд-во БИА. – 1996. – № 1. – С. 30–38.
11. **Сиваченко, Л. А.** Основные положения совершенствования дезинтеграторных технологий / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 95–106.
12. Статистический ежегодник Республики Беларусь – 2009. – Минск : Белстат. 2010. – 582 с.

Статья сдана в редакцию 9 января 2012 года

Леонид Александрович Сиваченко, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-447-92-86-83. E-mail: 228011@mail.ru.

Leonid Aleksandrovich Sivachenko, DSc, Professor, Belarusian-Russian University. Tel.: +375-447-92-86-83. E-mail: 228011@mail.ru